PRESSES DE L'ENSSIB
PAPIERS

essai

LES MESURES DU TERRITOIRE : ASPECTS TECHNIQUES, POLITIQUES ET CULTURELS DES MUTATIONS DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Henri Desbois

M

essai

« Nous vivons dans un espace numérique, non seulement parce qu'il est saturé de techniques informatiques, mais aussi parce qu'il est entièrement mesuré, et que c'est par l'entremise de la visualisation de ces mesures au moyen des cartes que nous formons nos représentations géographiques », c'est ainsi que Henri Desbois, spécialiste de la cartographie, introduit son essai sur l'histoire de la cartographie et de la mesure du territoire, depuis Ptolémée, les Cassini, jusqu'à Google Earth et interroge les relations entre les techniques numériques et les représentations de l'espace.

Si la cartographie, c'est l'art de faire la guerre, c'est aussi l'art de se repérer, de communiquer et d'imaginer. À partir de ses travaux de recherche, Henri Desbois explore les différents aspects de ces réseaux qui rythment nos vies.

Structuré en trois parties : l'histoire des techniques cartographiques, les aspects politiques et, la place de la carte dans la culture à travers les cartographies imaginaires ou sentimentales, cet ouvrage propose d'envisager les changements de la cartographie à travers leurs relations avec le contexte scientifique, politique et culturel.

Henri Desbois est maître de conférences en géographie à l'université Paris Ouest Nanterre La Défense.

ISBN 979-10-91281-47-8 / ISSN 2114-6551 / prix 20,40 €

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

essai

LES MESURES DU TERRITOIRE : ASPECTS TECHNIQUES, POLITIQUES ET CULTURELS DES MUTATIONS DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Henri Desbois

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Henri Desbois est maître de conférences en géographie à l'université Paris Ouest Nanterre La Défense.

À mes étudiants.

Les mesures du territoire : aspects techniques, politiques et culturels des mutations de la carte topographique / Henri Desbois. - Villeurbanne : Presses de l'enssib, cop. 2015. - 1 vol. (240 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 23 cm. - (Collection Papiers)

ISBN 979-10-91281-47-8 (br.) : 34€

Autre édition sur un support différent :
Les mesures du territoire : aspects techniques, politiques et culturels des mutations de la carte topographique / Henri Desbois. - Villeurbanne : Presses de l'enssib, cop. 2015. (Collection Papiers)
ISBN numérique 979-10-91281-48-5 : 20,40€

Dewey : 526, 704.9, 911

Rameau :

Cartes -- Aspects politiques

Cartographie et art

Cartographie

Cartographie – Informatique

Cartographie -- Histoire

Cartographie géographique

Géomatique

Notice rédigée par la bibliothèque de l'enssib.

© enssib, 2015.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Remerciements

Le présent ouvrage est une version légèrement remaniée de mon habilitation à diriger les recherches (HDR), soutenue en décembre 2012.

Mes remerciements vont à toutes les personnes qui m'ont aidé pendant ce travail et les recherches qui l'ont précédé, parmi lesquelles :

Isabelle Lefort, qui a suivi avec attention et bienveillance ce travail.

Les membres de l'équipe Réseaux Savoirs et Territoires pour 15 ans de discussions scientifiques passionnées.

Les membres de mon jury, qui ont accepté de lire mon travail malgré la période chargée et les délais serrés.

Mon père Claude Desbois, mon premier relecteur, qui m'a aussi aidé pour les passages sur la littérature antique.

Marielle Aujollet et Henri Aujas, pour leurs relectures complémentaires.

Fernand Verger, qui m'a poussé à entreprendre cette HDR.

Ainsi que les nombreux chercheurs, notamment étrangers, qui ont bien voulu répondre à mes questions et me communiquer leurs articles :

Isabelle Bruno, Scott Bukatman, Michael A. Crang, Jerry Dobson, Eric Gordon, Sean Ireton, Milinann Kang, Aharon Kellerman, Sangeet Kumar, Agnieszka Leszczynski, Em McAvan, Alexei Postnikov, Franz Reitinger, Roger C. Schlobin, Paul A. Taylor, Herva Vesa-Pekka, Darren Wershler, Matthew Zook.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

SOMMAIRE

Introduction. La géographie numérique,
du cyberespace à la carte topographique 9

Partie I. L'invention de la précision :
cartographie et technique de l'astrolabe au GPS 21

Partie II. La carte et l'État, de la Renaissance
à l'internet 65

Partie III. Les imaginaires cartographiques 119

Conclusion. L'approche critique de la
cartographie scientifique et les imaginaires 199

Bibliographie générale 203

Liste des illustrations 231

Index thématique 233

Table des matières 237

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

INTRODUCTION[1]

LA GÉOGRAPHIE NUMÉRIQUE, DU CYBERESPACE À LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Ce qui suit est une tentative d'enquête sur le rôle de la mesure et du calcul dans nos représentations et nos conceptions de l'espace géographique. Nous vivons dans un espace numérique, non seulement parce qu'il est saturé de techniques informatiques, mais aussi parce qu'il est entièrement mesuré, et que c'est par l'entremise de la visualisation de ces mesures au moyen des cartes que nous formons nos représentations géographiques. La généralisation des techniques de la cartographie numérique, qu'il s'agisse des globes virtuels en ligne ou des assistants de navigation (GPS), a rendu plus sensible l'emprise du calcul sur la production des représentations géographiques, mais ce n'est là que le prolongement d'une évolution qui, depuis la Renaissance, lie la production de cartes à des mesures de la Terre de plus en plus nombreuses et précises. Cette évolution correspond à la redécouverte et au perfectionnement des techniques cartographiques de l'Antiquité, qui ont connu en Europe une longue éclipse durant le Moyen Âge. Cela a été rendu possible par une transformation des sciences et des techniques, mais aussi par une mutation des façons de gouverner et de faire la guerre, qui a fait de la cartographie un art vital à la survie des États. Le grand appétit des appareils de gouvernement et des états-majors pour les cartes a contribué à faire de celles-ci un élément fondamental des univers matériels et mentaux dans les sociétés occidentales.

La présente étude trouve son origine dans les travaux d'une petite équipe interdisciplinaire qui s'efforce depuis une quinzaine d'années d'explorer divers aspects des changements culturels et sociaux qui accompagnent l'essor des techniques numériques. L'équipe Réseaux Savoirs et Territoires s'est formée à l'École normale supérieure dans la deuxième moitié des années 1990, au moment où l'internet commençait à se répandre en France, du moins dans les universités et les institutions scientifiques. Autour d'Éric Guichard (mathématiques et sociologie), des chercheurs de différents

1. Note de l'éditeur : contrairement à l'usage, sauf précision contraire, les traductions de l'anglais sont celles de l'auteur, même quand une traduction française existe dans le commerce.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

horizons se sont réunis pour tenter de comprendre quels changements accompagnaient l'émergence des réseaux numériques, à la fois dans leurs pratiques de recherches et dans leurs objets d'étude[2]. L'interdisciplinarité s'est imposée naturellement. Nous venions tous d'horizons très différents : linguistique, philosophie, histoire, etc. J'ai rejoint ce groupe avec l'intuition que le développement des réseaux de communication électronique, et plus particulièrement de l'internet, pouvait intéresser la géographie. La perspective initiale était moins d'étudier le déploiement physique des infrastructures des réseaux électroniques, ce qui eût relevé d'une géographie classique, que d'essayer de comprendre en quoi le déploiement du Web pouvait aussi s'interpréter en termes spatiaux. Non seulement une grande partie du vocabulaire du Web avait une forte connotation spatiale (site, navigation, etc.), mais encore le discours autour de l'internet faisait un large usage des images à caractère spatial. Le mot « cyberespace » était déjà très largement employé, y compris dans le milieu scientifique, d'une façon qui sous-entendait que l'internet produisait un nouveau type d'espace analogue à l'espace matériel de notre expérience quotidienne. Bien que la navigation par hyperliens se fût déjà imposée, des ingénieurs s'efforçaient encore de concevoir des interfaces d'exploration du Web sur le modèle du cyberespace tel que l'avait décrit William Gibson une dizaine d'années auparavant, en essayant de construire des paysages virtuels représentant des villes où les immeubles figuraient des blocs de données entre lesquels l'internaute devait trouver son chemin, comme dans un jeu vidéo. Ces systèmes se révélaient à l'usage inutilisables, à la fois en raison de problèmes techniques, car les débits disponibles et les performances du matériel de l'époque en matière d'affichage 3D étaient très en deçà de ce qui aurait été requis pour une navigation fluide, et parce que, surtout, l'idée même qu'il était plus simple de se repérer de cette manière qu'en utilisant un type de navigation purement textuelle fondée sur des index et des moteurs de recherche ne résistait pas à l'épreuve des faits. Pourtant, les efforts considérables déployés pour développer ce type d'interfaces montraient bien la puissance des imaginaires spatiaux attachés au Web, et, accessoirement, la profondeur de l'imprégnation par la culture de la science-fiction du milieu des ingénieurs en informatique.

Dans le même ordre d'idées, la multiplication des simulations d'espace sur le Web correspondait également à cet imaginaire spatial. Communautés virtuelles représentées sous la forme de cartographie rudimentaire,

2. [Guichard, 2001].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

espaces interactifs sur le modèle des Multi Users Dungeons (MUDS)[3], et même États virtuels dotés, comme il se doit, de leur constitution et de leur drapeau, étaient quelques formes parmi d'autres qui témoignaient d'une volonté d'affirmer la spatialité du réseau.

Par ailleurs, les signes spatiaux se multipliaient sur le Web. Icônes de globe, cartes schématiques, graphes, étaient aussi répandus que le permettaient les techniques graphiques alors disponibles. Dans le même temps, les ateliers de cartographie remisaient progressivement les tables à dessin et les stylos tubulaires, désormais remplacés par les ordinateurs. L'informatique s'imposait comme l'outil cartographique dominant, et la carte sur écran, sur le Web et ailleurs, se banalisait.

L'internet, et, d'une certaine façon, l'informatique en général, apparaissait donc de plus en plus comme un objet auquel la géographie devait se confronter d'une manière ou d'une autre. Les questions que ces nouvelles technologies posaient à la géographie étaient du même ordre que pour les autres sciences sociales : d'une part, il s'agissait de saisir la dimension géographique de ces nouveaux objets, et d'autre part, de comprendre comment l'émergence de ces techniques pouvait affecter la discipline.

Sous l'influence notamment de Clarisse Herrenschmidt[4], nous avons été amenés à envisager l'internet et les progrès de l'informatique dans une perspective historique longue, et à établir un parallèle entre les techniques de l'écriture numérique et l'invention de l'imprimerie en Occident, qui marquent deux inflexions importantes dans nos façons d'interagir avec le langage écrit. Le fait de replacer ainsi les phénomènes contemporains dans une continuité historique sur une période assez longue permet de mieux en saisir la portée profonde, et présente en outre l'avantage d'éviter de trop se perdre dans les détails des évolutions extrêmement rapides des techniques émergentes.

Les questions géographiques que pose l'internet dépassent le cadre strict des nouvelles technologies et des évolutions techniques les plus récentes. Elles s'inscrivent au contraire dans un questionnement beaucoup plus large sur les rapports entre les nombres, la mesure, la technique et l'espace. Les formes de spatialité liées aux réseaux de communication électronique peuvent être envisagées comme une modalité nouvelle de la production de l'espace par la mesure, le calcul et la technique. En effet,

3. Ancêtres des jeux de rôle en ligne actuels. Dans les premiers de ces jeux apparus à la fin des années 1980, la description de l'espace, généralement une succession de pièces pleines de monstres et de trésors, était purement textuelle.
4. [Herrenschmidt, 2007].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'appréhension de l'espace et sa description au moyen de chiffres ne sont en rien une démarche naturelle ou intuitive. À travers l'étude de l'internet, c'est plus globalement la nature des géographies numériques que l'on cherche à saisir. L'expression « géographie numérique » a aujourd'hui dans l'usage courant un sens précis : l'emploi des moyens informatiques en géographie et en cartographie. Cependant, même cette géographie numérique n'est pas apparue tout à coup avec les ordinateurs. Elle est, en bien des points, l'héritière de la géographie quantitative qui s'était développée avant que les ordinateurs ne soient devenus des outils courants. Cette géographie quantitative elle-même participe d'un vaste mouvement de diffusion des méthodes mathématiques et statistiques dans les sciences humaines, l'usage du chiffre et du calcul étant en l'occurrence souvent présenté comme un gage de scientificité. Au-delà de l'évolution des disciplines universitaires, le calcul, la statistique, le traitement automatique des données ont pris une importance croissante dans la société et dans la politique. S'interroger sur la géographie numérique, c'est aussi, d'une certaine façon, s'interroger sur la propension contemporaine à privilégier les chiffres comme outils de description du monde.

La géographie numérique, au sens large, repose sur un certain nombre d'opérations qui font intervenir d'une façon ou d'une autre la manipulation de nombres : la mesure, le calcul, le processus algorithmique, etc. Ces opérations sont elles-mêmes souvent soumises aux possibilités et aux limitations d'une instrumentation technique plus ou moins complexe : outils de mesure et d'observation, système de collecte de données, ordinateurs. C'est pourquoi l'étude du lien entre l'espace et les nombres est intimement liée à celle de l'étude du lien entre l'espace et la technique. Le sujet est presque inépuisable, et même son survol rapide dépasserait nécessairement le cadre du présent travail. C'est pourquoi on se limitera ici à un aspect particulier de la question : les évolutions de la cartographie.

Les transformations de la cartographie fournissent en effet un point de vue privilégié sur l'évolution des rapports entre les nombres, la technique et l'espace. C'est un domaine qui a connu deux révolutions fondamentales au cours des derniers siècles : la première correspond à la fois à la banalisation des cartes imprimées, à la Renaissance, et à l'émergence de ce qu'on pourrait appeler une cartographie scientifique, fondée sur des mesures précises, des hypothèses sur la forme de la Terre, et la mise au point de systèmes de représentation standardisés ; la seconde correspond à l'emploi massif du satellite et de l'ordinateur dans la production et la diffusion des cartes. Il n'est pas étonnant que la chronologie de l'histoire

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de la cartographie corresponde assez précisément à l'évolution des techniques d'écriture. D'une part, il existe un lien fort entre la cartographie et l'écriture. Les cartes sont des objets hybrides, qui tiennent à la fois du graphique et du texte. Les techniques qui servent à les produire et à les diffuser sont les mêmes que celles qui servent à produire et à diffuser des textes. D'autre part, les grandes transformations des techniques d'écriture interviennent elles-mêmes à des périodes de grands bouleversements scientifiques, sociaux, culturels et politiques qui affectent presque tous les domaines. À la Renaissance, les grandes découvertes, la réinterprétation de la culture de l'Antiquité, la montée en puissance des pouvoirs centraux, impliquent un renouveau des visions du monde. On assiste à une transformation des manières de penser qui accompagne les mutations concrètes des conditions de production et de transmission des connaissances. Pour la période contemporaine, l'avènement de l'ère spatiale, l'intensification de la mondialisation, la confrontation des puissances politiques à des forces économiques qui ne s'inscrivent plus strictement dans les cadres nationaux, forment le contexte de transformations techniques profondes qui affectent tous les domaines de l'activité humaine.

Peut-être toutes les époques se vivent-elles comme des époques de transition. Sans doute manquons-nous de recul pour affirmer que nous vivons effectivement un moment de rupture dans notre façon d'envisager le monde, et en particulier dans la géographie. Cependant, l'observation de la Terre depuis l'espace marque bien un changement non seulement dans la manière de produire des cartes, mais aussi, plus globalement, dans le point de vue à partir duquel nous considérons l'espace terrestre. Le passage graduel des cartes imprimées aux cartes sur écran, la banalisation des systèmes d'information géographique et du GPS, grâce auquel les cartes ne sont plus des archives statiques mais des objets dynamiques susceptibles d'être mis à jour dans des délais très courts, voire, comme on le dit avec une expression dont l'usage fréquent a fini par faire oublier l'étrangeté, « en temps réel », tout cela suggère qu'une étape est sur le point d'être franchie.

Le contexte culturel global invite également à penser l'époque actuelle en termes de rupture. Le discours sur la fin de la modernité, quel que soit le nom qu'on veuille lui donner (postmodernité, hypermodernité, modernité tardive, etc.) acquiert une forte crédibilité lorsqu'on le confronte aux transformations de l'économie mondiale et des grands équilibres politiques internationaux, au déclin des grandes idéologies qui avaient marqué le XXe siècle, etc. Il ne semble donc pas illégitime d'affirmer que l'époque actuelle est une période de changements rapides et

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

profonds. L'explosion des usages des techniques numériques est à la fois le symptôme et l'instrument d'une grande partie de ces changements. Les ordinateurs ont par exemple accompagné la transformation du travail et la tertiarisation des activités. Avec les réseaux de communication électronique, ils jouent aussi un rôle central dans la financiarisation de l'économie. De manière plus générale, les techniques numériques font désormais partie intégrante de notre environnement, au domicile, au travail, dans les transports, dans les loisirs, etc. La cartographie représente un exemple de ces mutations et offre un point de vue particulier sur les effets spatiaux des techniques numériques.

On propose d'envisager les changements de la cartographie à travers leurs relations avec le contexte scientifique, politique, et culturel. Les métamorphoses de la carte sont en même temps la traduction des transformations les plus concrètes de la géographie du monde et un indicateur très précieux des changements du regard que nous portons sur cette géographie. La science, la politique et la culture au sens large sont trois domaines dont les liens avec la cartographie sont particulièrement forts. Non seulement la carte est un outil scientifique important, mais la cartographie et la mesure de la Terre en général sont des domaines d'application privilégiés des progrès des mathématiques et de la physique. La carte est également un instrument politique important, à la fois comme aide à la maîtrise de la gestion d'un territoire, et comme symbole par excellence de la domination d'un pouvoir sur un espace. Enfin, la carte est un support de représentations partagées qui contribue à façonner et à propager les imaginaires collectifs du territoire. Ces trois aspects de la cartographie sont étroitement liés. Il est nécessaire de les distinguer pour la clarté de l'exposé, mais nous aurons souvent l'occasion de constater les nombreuses interactions entre les questions techniques, les considérations politiques, et le contexte culturel. L'étude des questions techniques vient en premier, d'une part parce qu'elle implique d'envisager une chronologie plus longue, car les racines de la cartographie moderne sont antiques, et d'autre part parce qu'il semble préférable d'avoir une vue assez claire de certains aspects concrets de la technique pour comprendre comment ils interagissent avec les aspects politiques et culturels. L'étude des questions politiques vient ensuite, limitée à la période qui va du début de l'ère moderne à nos jours, la notion de cartographie nationale n'ayant que peu de sens pour les époques plus anciennes. On termine enfin par les aspects culturels, qui reflètent à la fois les changements techniques et les évolutions des usages de la carte.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Bien que notre objet soit plus spécifiquement les mutations contemporaines de la cartographie, nous les envisagerons dans la continuité des évolutions de la cartographie scientifique moderne telle qu'elle commence à émerger en Europe à la Renaissance, à partir de la redécouverte des techniques antiques. C'est en effet au cours des quatre ou cinq derniers siècles que non seulement se sont élaborées les méthodes cartographiques actuelles, mais c'est aussi au cours de cette période que la cartographie s'institutionnalise et devient véritablement une composante importante de la définition du territoire des États. Dans le même temps, les cartes se répandent dans la société, d'abord parmi les savants, puis, par les effets conjoints de l'instruction populaire et de la propagande au service de la construction des identités nationales, dans toutes les couches de la population. Les enjeux actuels de la géographie numérique sont donc liés à des évolutions dont l'origine se situe souvent entre le XVIe et le XVIIIe siècle.

L'étude de la cartographie n'est pas ici une fin en soi, mais un moyen d'aborder la question de la géographie numérique, c'est-à-dire des méthodes de description de l'espace au moyen de chiffres. On ne cherchera donc pas à étudier systématiquement tous les types de cartes. En particulier pour l'analyse historique, on s'intéressera plus particulièrement aux cartes topographiques à grande échelle, qui sont celles qui mettent en jeu les méthodes mathématiques et les instruments de mesure les plus perfectionnés. On laissera de côté les cartes de marine, dont l'histoire spécifique mériterait un traitement séparé. Il aurait été envisageable d'inclure la cartographie statistique qui apparaît au XIXe siècle et qui représente aujourd'hui une part importante de la production cartographique. Cependant, cela nécessiterait d'aborder la question de la statistique en général, ainsi que celle de la géographie quantitative. Bien que la statistique joue un grand rôle dans la description de l'espace par les nombres, ce sujet mériterait une étude séparée et ne sera donc pas traité ici[5].

Afin de comprendre les changements actuels de la cartographie, on propose de dérouler successivement trois récits, correspondant respectivement aux évolutions techniques, politiques et culturelles de la cartographie scientifique. Il ne s'agit pas de refaire une histoire de la cartographie. D'une part, ce domaine, encore peu défriché il y a une vingtaine d'années, est à présent abondamment étudié. D'autre part, on ne s'attache qu'à une catégorie de cartes : celles qui sont établies à partir de mesures de la Terre. Et même parmi ces dernières, seules sont prises en compte celles

5. Sur la cartographie statistique, voir [Palsky, 1996].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

qui relèvent de la tradition européenne et nord-américaine. Quoiqu'il y ait eu, notamment dans le monde arabe, d'autres formes de cartographie mathématisée, notre propos ne regarde que ce qui constitue la source principale de la géographie numérique actuelle. Pour la même raison, on ne traitera pas non plus des influences croisées entre la cartographie européenne et la cartographie d'Extrême-Orient, notamment chinoise et japonaise. Si, en effet, le contact avec la géographie d'Extrême-Orient a ponctuellement enrichi le contenu de la cartographie européenne à partir du XVe siècle[6], son influence sur l'évolution des techniques, qui est plus proprement notre objet ici, est mineure. C'est une généalogie à grands traits de notre monde géonumérique que l'on veut tenter de brosser. Les racines anciennes des techniques nouvelles, croit-on, peuvent révéler des aspects de leur nature profonde.

Pour parcourir cette généalogie, la forme choisie est celle du récit chronologique, décliné successivement selon les trois thèmes. Ce choix correspond à un double souci rhétorique et épistémologique. La forme du récit est simple. Le découpage en grandes périodes et en siècles, même s'il introduit artificiellement des ruptures là où il vaudrait parfois mieux souligner les continuités, a le mérite de rendre aisément intelligibles les évolutions les plus importantes. Le récit est aussi une forme qui ne requiert pas d'appareil théorique important et qui permet de cheminer à la lisière de ce que, conventionnellement, on pourrait considérer comme un discours scientifique formalisé. On propose davantage de montrer que de démontrer. Le récit construit une forme de connaissance qui, par certains côtés, s'apparente à ce que peut transmettre la fiction. Cela a paru approprié pour un travail qui s'attache à mettre en valeur l'efficacité de la fiction comme mode d'appréhension du monde.

PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

La partie I est consacrée à l'histoire des techniques cartographiques. La cartographie mathématique suppose à la fois un cadre théorique et des moyens techniques, en particulier des instruments de mesure. Une partie des problèmes théoriques avaient été posés dès l'Antiquité : les principes d'un système de coordonnées terrestres et les questions touchant aux

6. Voir à ce sujet les analyses de Philippe Pelletier (2011), en particulier sur la mappemonde de Fra Mauro (p. 179).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

projections ont été traités, au IIe siècle, par Ptolémée, lui-même héritier d'une longue tradition de géographie mathématique. Les connaissances sur la cartographie antique sont cependant très incertaines. On ne sait ni si des cartes ont été tracées suivant le système de Ptolémée ou l'un de ses équivalents, ni, le cas échéant, quels auraient pu être leur diffusion et leur usage. La seule carte antique connue, à travers une copie, la table de Peutinger, ne relève pas de cette tradition. La cartographie médiévale, elle aussi imparfaitement connue, emprunte également d'autres voies. L'héritage géographique ptoléméen est perdu en Europe durant le Moyen Âge, et ce n'est qu'à la Renaissance que la cartographie mathématique se développe de nouveau, avec la réintroduction en Europe, au début du XVe siècle, des textes de Ptolémée retrouvés en Orient. Les premières éditions européennes de la *Géographie*[7] reproduisent des cartes du monde antique à partir des tables de coordonnées compilées à la fin de l'ouvrage, mais la méthode est assez rapidement adaptée et appliquée à la cartographie d'un monde alors en expansion sous l'effet des grandes découvertes. Parallèlement, l'imprimerie permet de reproduire les cartes. Autrefois objets rares et précieux, elles deviennent de plus en plus communes. Les principes de base de la cartographie mathématique fondée sur la mesure de coordonnées angulaires et leur report sur un plan sont graduellement perfectionnés. Des instruments plus précis et des méthodes nouvelles, en particulier la triangulation, permettent d'envisager une cartographie aux grandes échelles rattachée au canevas des coordonnées de la géographie globale. C'est ce que les Cassini réalisent, pour la France, entre les années 1670 et la fin du XVIIIe siècle. La méthode cartographique de la carte des Cassini, y compris par l'organisation du travail et le type d'instruments utilisés, fixe les techniques cartographiques jusque vers le milieu du XXe siècle. La précision des mesures s'affine, la connaissance de la forme de la Terre s'améliore, mais la technique cartographique fondée sur une triangulation au sol appuyée sur un réseau de points géodésiques reste dans l'ensemble la même. La photogrammétrie aérienne qui se développe vers le milieu du XXe siècle vient en complément de ces méthodes mais ne les bouleverse pas. Les grands changements sont assez récents, avec l'informatique et les systèmes de traitement automatiques des données géographiques, et l'utilisation des satellites pour l'observation et la localisation. Le GPS et les systèmes cartographiques informatiques représentent

7. Une traduction partielle existe en anglais : *Ptolemy's Geography: An Annotated Translation of the Theoretical Chapters*, (J. Lennart Berggren & Alexander Jones, trad. et ed.), Princeton, Princeton University Press, 2002.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le plus important bouleversement technique depuis la redécouverte de Ptolémée. Nous n'en avons probablement pas encore pris toute la mesure.

La partie II traite des aspects politiques de la cartographie. Ce qui était probablement, dans l'Antiquité, surtout l'affaire d'une poignée de savants, devient après la Renaissance une préoccupation des États. La cartographie a d'abord une dimension symbolique forte. Dans une Europe où les États centralisés puissants sont en pleine ascension, la carte fournit un symbole adéquat pour incarner les territoires nationaux. Les grandes cartes d'apparat ont cette fonction. Dans les États plus complexes et plus centralisés, la cartographie est aussi un outil d'administration en temps de paix, et un instrument stratégique en temps de guerre. La maîtrise de la cartographie devient un élément de la souveraineté des États en Europe, ainsi que dans les colonies outre-mer. Des services cartographiques nationaux se créent entre la fin du XVIIIe siècle et le début du XIXe. À partir du XIXe siècle, la cartographie est souvent militarisée, par exemple en Angleterre et en France. La cartographie des espaces nationaux et coloniaux est effectuée par des militaires, et les choix techniques (types de projection, choix des objets représentés) sont le reflet de préoccupations stratégiques. La mainmise des militaires sur la cartographie culmine après la seconde guerre mondiale. Il n'est pas exagéré de dire que toutes les techniques de la géographie numérique actuelle (le GPS, la télédétection, le traitement informatique des données géographiques) sont issues de la guerre froide, et plus particulièrement de la préparation des tirs de missiles à longue portée dans le cadre d'une guerre nucléaire. Vers la fin du XXe siècle, ces techniques auparavant étroitement confinées au domaine militaire se diffusent dans la cartographie civile. La souveraineté cartographique des États, qui, entre autres prérogatives, leur permettait de maîtriser ce qu'ils souhaitaient divulguer ou cacher de leur géographie, est mise à mal par la commercialisation d'images satellites haute résolution, et, depuis le début des années 2000, par la circulation globale de ces images dans les systèmes de cartographie en ligne du type Google Earth. C'est une évolution importante des relations entre l'État et la carte, même si les conséquences en sont probablement plus importantes sur le plan symbolique que sur le plan pratique.

La partie III traite de la place de la carte dans la culture à travers une exploration des imaginaires géographiques. Les imaginaires cartographiques sont étudiés grâce aux fictions, le plus souvent romanesques, parfois théâtrales, et, pour la période récente, cinématographiques, qui mettent en scène des cartes. Cette approche est complétée par l'examen

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de quelques peintures où des cartes sont représentées. À partir de la circulation massive des cartes imprimées dès le XVIe siècle, la cartographie devient un élément constitutif de l'univers mental européen. Cela se traduit notamment par l'apparition d'une cartographie allégorique qui reprend les codes graphiques de la cartographie géographique et les détourne dans un sens galant ou moral. La carte de Tendre (1654) en est l'exemple le plus connu, et sert de prototype à une longue lignée de cartes allégoriques qui s'étend jusqu'à nos jours.

Les imaginaires cartographiques peuvent se définir comme les idées et les sentiments communément associés aux cartes, hors du système scientifique qui les produit. Une forme importante de ces imaginaires, par exemple, est ce que l'on peut appeler la rêverie cartographique, ce mode d'appréhension de la carte décrit dès le XVIIe siècle qui consiste à se projeter par l'imagination dans le territoire cartographié. La carte au trésor, popularisée par le roman de Stevenson *L'île au trésor* (1883), est une autre figure majeure des imaginaires cartographiques. D'autres imaginaires cartographiques associent les cartes à des contextes particuliers. La littérature et la peinture du XIXe siècle représentent ainsi très fréquemment les cartes dans un environnement militaire, reflétant ainsi une évolution importante dans la production et l'usage de la cartographie. Les imaginaires cartographiques connaissent aujourd'hui des évolutions importantes. Ces mutations correspondent à la fois aux changements techniques et au développement, d'abord dans le milieu universitaire, d'une approche critique de la cartographie scientifique qui tend à remettre en cause sa neutralité idéologique. Les imaginaires cartographiques contemporains, influencés notamment par le lien entre les techniques de la surveillance et la géographie numérique, sont moins innocents, plus sombres, et plus politiques. William Gibson, dans ses derniers romans, illustre cette évolution, que l'on peut aussi observer dans la façon dont les techniques géonumériques sont représentées au cinéma et à la télévision. À travers la fiction, il est possible de prendre du recul par rapport à des techniques de plus en plus présentes dans l'environnement quotidien. Nos principales représentations de l'espace géographique sont issues de techniques conçues par les militaires pour la guerre. Le détour par les imaginaires offre un moyen d'explorer autrement la nature de l'espace que nous habitons.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE I
L'INVENTION DE LA PRÉCISION : CARTOGRAPHIE ET TECHNIQUE DE L'ASTROLABE AU GPS

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE I. L'INVENTION DE LA PRÉCISION : CARTOGRAPHIE ET TECHNIQUE DE L'ASTROLABE AU GPS

> « Quelques-uns trouvaient singulier qu'une carte de la Basse-Bretagne ne présentât pas un coup-d'œil aussi agréable que celle des environs de Paris ; je ne pus m'empêcher de répondre que c'était la faute du pays et non celle des ingénieurs. »
>
> Cassini Jean-Dominique,
> *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris,*
> Paris, Bleuet, 1810, p. 124.

Le propos de cette partie n'est pas de faire une histoire des techniques cartographiques sur cinq siècles. Outre que cette question relève de l'histoire des techniques, ce qui n'est pas notre propos, il existe déjà une abondante littérature sur le sujet[1]. Il s'agit donc plutôt de mettre en lumière les grandes étapes des transformations techniques qu'a connues la cartographie, et de montrer comment, avec l'emploi de méthodes géométriques et mathématiques de plus en plus perfectionnées, la description de la Terre passe de plus en plus par le calcul et la manipulation de chiffres. La géographie numérique telle qu'elle existe aujourd'hui, c'est-à-dire le traitement par ordinateur des données géographiques, dérive en partie de la longue évolution des méthodes

1. [Andrews, 2009] peut constituer une introduction pour l'histoire des techniques cartographiques jusqu'au XIXe siècle. La référence pour l'histoire de la cartographie est le projet de l'université de Chicago, dont six tomes couvrant les cartographies extra-européennes et la cartographie européenne jusque vers 1700 sont déjà parus. Le volume 1, qui couvre la cartographie jusqu'au Moyen Âge, est déjà un peu ancien au regard des progrès dans l'étude de la cartographie antique. Pour cette période et pour le Moyen Âge, les études réunies par Talbert [2008], permettent d'actualiser certains chapitres aujourd'hui dépassés. [Dueck, 2012] propose une synthèse concise sur la géographie dans l'Antiquité classique. La revue *Imago Mundi* est entièrement consacrée à l'histoire de la cartographie. Le site web de l'histoire de la cartographie permet d'accéder gratuitement au contenu des quatre premiers tomes : < http://www.geography.wisc.edu/histcart/ >. En français et dans une optique plus grand public, voir également [Hofmann (dir.), 2012].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

mathématiques de la description topographique et de la géodésie. Quoique la science de la mesure de la Terre remonte à l'Antiquité, c'est véritablement à l'époque moderne qu'elle se perfectionne, et qu'elle trouve une application systématique dans la cartographie. L'évolution générale de la cartographie du XVIe siècle à nos jours correspond dans l'ensemble à une amélioration de la précision et à un enrichissement de l'information portée par les cartes. L'amélioration de la précision passe par la mise au point de méthodes pour déterminer la position d'un point à la surface de la Terre, ce qui suppose à la fois de concevoir des systèmes de coordonnées précis et de se doter d'instruments de mesure adaptés. La précision cartographique dépend également des procédés par lesquels les mesures sont ensuite traduites en cartes, avec les déformations et les approximations introduites par la projection, la mise à l'échelle, et les procédés de reproduction. Quant à l'enrichissement de l'information, il dépend du caractère plus ou moins complet des relevés effectués sur le terrain, des choix graphiques, et des limites matérielles inhérentes au support (taille et échelle des feuilles, finesse de la gravure, emploi ou non de la couleur). Envisager les techniques cartographiques, c'est donc nécessairement considérer l'ensemble de la chaîne de production, depuis l'élaboration des théories géodésiques jusqu'à la production matérielle de la carte sur son support final, en passant par les étapes des relevés topographiques et de la conception graphique de la carte.

Lorsqu'on parle de cartographie scientifique, on n'ignore nullement les critiques contemporaines sur l'objectivité, la neutralité, ou au contraire la charge idéologique de la carte. Ces questions seront abordées plus tard. L'adjectif « scientifique » est utilisé ici simplement pour qualifier les cartes produites principalement au moyen de méthodes mathématiques à partir de mesures systématiques de la Terre. Il n'est pas question ici de la cartographie en général, mais bien d'un mode cartographique particulier, dont une des incarnations les plus représentatives est la carte topographique de l'Institut géographique national (IGN). Sur bien des plans, ces cartes sont le produit du rationalisme scientifique occidental sous sa forme la plus pure. Le propos principal de cette partie n'est pas de déconstruire de façon critique ce rationalisme, mais de montrer les métamorphoses du rôle de la mesure et du calcul dans la cartographie.

Les techniques cartographiques répondent aux besoins de leur époque en mettant en œuvre les instruments et les méthodes disponibles. Elles sont donc indissolublement liées au contexte scientifique et institutionnel à l'intérieur duquel elles se déploient. La carte topographique à grande échelle est celle qui demande l'emploi des méthodes les plus complexes et

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

les plus coûteuses. C'est principalement ce type de cartes qui a bénéficié des progrès des mathématiques et des instruments. Sans ignorer tout à fait les autres types de cartes, on s'intéressera prioritairement à la carte topographique qui apparaît, sous sa forme moderne, avec la carte de France des Cassini. Cette naissance de la carte topographique est précédée par un grand renouveau de la cartographie à la Renaissance, avec la redécouverte des théories de la géographie antique.

AUX ORIGINES DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

La cartographie fondée sur la mesure et sur le calcul ne naît pas à la Renaissance. Le monde grec avait développé, au moins sur le plan théorique, un appareil mathématique qui proposait des méthodes pour résoudre les deux plus grands problèmes de la cartographie : la localisation et la projection. Le témoignage le plus précis que nous ayons sur la science géographique grecque est la géographie de Ptolémée[2] (mort vers 168). La géographie mathématique antique culmine lors de la période hellénistique et Ptolémée est d'autant plus important que l'essentiel de l'œuvre des autres théoriciens qui l'ont précédé (Dicéarque, Hipparque, Eratosthènes, Marinos de Tyr) est aujourd'hui perdue. Ptolémée propose un cadre mathématique unique pour localiser en longitude et latitude tout point à la surface de la Terre. Ce système de coordonnées peut être utilisé à la fois pour tracer des cartes du monde et des cartes régionales. Ptolémée propose aussi différentes méthodes pour reporter sur une surface plane des coordonnées sphériques, et des conseils pour la réalisation de globes. Le texte de Ptolémée contient également des références aux travaux d'autres géographes, et plus particulièrement un commentaire de Marinos de Tyr. On peut donc supposer qu'il existait une production cartographique dans le monde grec, au moins à l'usage des savants. Une grosse partie de la géographie de Ptolémée consiste en un catalogue de localités regroupées par région, avec leurs coordonnées géographiques. Malgré la sophistication de l'appareil théorique de Ptolémée, et la bonne précision d'une grande partie des mesures, rien n'indique qu'il ait été fait dans l'Antiquité un large usage de ces méthodes cartographiques. Les cartes de l'Antiquité ont toutes été perdues. Il existait des représentations spatiales dans le monde romain, mais qui ne

2. La traduction anglaise annotée des chapitres théoriques proposée en 2000 par J. Lennart Berggren et Alexander Jones (Princeton University Press) est probablement la meilleure introduction à ce texte ardu.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

nécessitaient pas la mise en œuvre de la science géographique de Ptolémée[3]. Le grand plan de Rome gravé dans le marbre et connu sous le nom de *Forma Urbis Romae*, une représentation de la ville à l'échelle 1/240 d'une dimension de 13 m sur 18 composée un peu après l'an 200 et située à l'origine sur un mur du temple de la paix, relève de cette catégorie[4]. Quant à la plus connue des cartes du monde romain, la carte dite « de Peutinger », connue par une copie médiévale, c'est un rouleau de parchemin de près de 7 m de long qui présente des terres bizarrement déformées[5] et dont l'origine, la fonction et la place dans la cartographie romaine restent assez mystérieuses[6].

Il n'existe ni dans la langue grecque ni dans la langue latine de termes qui désigneraient sans équivoque une carte dans le sens moderne. Les mots grecs γεωγραφία et χωρογραφία (géographie, sous-entendue mondiale, et chorographie, c'est-à-dire géographie régionale) désignent indifféremment des descriptions, des nomenclatures de lieux et des cartes[7]. On trouve également πίναξ chez Hérodote[8] et chez Plutarque[9], ce qui peut désigner toute forme de tablette. Les mots latins susceptibles de désigner une carte sont multiples et ambigus : *forma*, *tabula*, *orbis*. De plus, dans tous les textes de l'Antiquité qui nous sont parvenus, rares sont les passages qu'on peut interpréter comme faisant mention d'une carte. Par exemple, il n'est pas absolument certain que la carte (le mot latin employé ici est *orbis*) dite d'Agrippa, citée par Pline l'Ancien dans son *Histoire naturelle*[10], et qui aurait

3. [Andrews, 2009, p. 6]
4. Il ne subsiste qu'environ 10 % de cet énorme plan, sous la forme d'un peu plus d'un millier de fragments de marbre qui ont tous étés numérisés et sont consultables sur un site dédié de l'université de Stanford où l'on trouvera aussi une bibliographie complète sur le sujet : [En ligne] : < http://formaurbis.stanford.edu/index.html>. En français, voir [Davoine, 2007].
5. Une version numérique de la carte est visible à l'adresse suivante : [en ligne] : < http://peutinger.atlantides.org/map-a/ >.
6. [Talbert, 2010].
7. [Nicolet, 1996].
8. [*Histoires*, V-47].
9. *Thésée*, I-1 : [...] ἐν ταῖς γεωγραφίαις [...] οἱ ἱστορικοὶ τὰ διαφεύγοντα τὴν γνῶσιν αὐτῶν τοῖς ἐσχάτοις μέρεσι τῶν πινάκων πιεζοῦντες, αἰτίας παραγράφουσιν ὅτι 'τὰ δ' ἐπέκεινα θῖνες ἄνυδροι καὶ θηριώδεις'…Traduit par Amyot (édition de 1567) : « [...] les historiens qui décrivent la terre en figure [...] ont accoutumé de supprimer aux extrémités de leurs cartes, les régions dont ils n'ont point connaissance, et en cotter quelques telles raisons par endroits de la marge : "outre ces pays ici il n'y a plus que profondes sablonnières sans eau, pleines de bêtes venimeuses"...
10. III-17 : « *Agrippam quidem in tanta viri diligentia praeterque in hoc opere cura, cum orbem terrarum orbi spectandum propositurus esset, errasse quis credat et cum eo divum augustum is namque conplexam eum porticum ex destinatione et commentariis m. agrippae a sorore eius inchoatam peregit.* » Extrait de la traduction d'Émile Littré. [En ligne] : < http://remacle.org/bloodwolf/erudits/plineancien/livre3.htm > : « Qui pourrait penser qu'Agrippa, homme d'une si grande exactitude, et en outre occupé du soin de mettre sous les yeux de l'univers le tableau de l'univers même, se soit trompé comme il a fait, et que cette erreur ait été répétée par le dieu Auguste ? Car ce prince acheva le portique qui devait renfermer ce tableau, et qui avait été commencé par sa sœur, d'après l'intention et les mémoires de M. Agrippa. » On notera qu'Émile Littré, l'auteur de cette traduction, s'abstient d'employer le mot « carte ».

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

été visible au Porticus Vipsania, ait été une représentation graphique[11]. De même, lorsque Cicéron se réfère dans une lettre à Atticus aux relevés de Dicéarque[12], il est impossible de savoir s'il s'agit de cartes ou d'une nomenclature de noms de lieux. Une mention chez Suétone[13] d'une *orbis terrae depictum in membrana* (figure de la Terre peinte sur parchemin), semble plus clairement se référer à une forme de mappemonde.

Les études sur la cartographie antique sont relativement récentes et de nombreux points sont obscurs, mais il est néanmoins possible que l'usage des cartes dans le monde antique ait été beaucoup moins commun qu'on avait pu initialement le penser[14]. Que des cartes aient existé dans l'Antiquité est attesté, mais il n'est pas possible d'affirmer ni qu'elles aient été d'un usage courant, ni qu'elles aient joué un rôle important dans les conceptions de l'espace des sociétés antiques, qui semblent avoir préféré les descriptions géographiques purement textuelles[15]. On peut supposer que la confection et la copie de cartes, qui requièrent des compétences techniques moins communes que la copie de textes, n'étaient pas des activités très répandues. Pline l'Ancien, dans son *Histoire naturelle* (XXV-4), explique qu'utiliser des illustrations pour identifier les plantes, comme l'avaient proposé certains auteurs (Cratevas, Denys et Métrodore), est une méthode séduisante mais inapplicable en raison, entre autres inconvénients, des déformations introduites par les copistes. La reproduction de documents cartographiques présente la même difficulté, et les cartes, de ce fait, pourraient n'avoir pas été en grande circulation. Elles semblent avoir été utilisées au moins dans un but pédagogique. Le public athénien du ve siècle était assez familier des cartes pour qu'Aristophane, dans

11. Claude Nicolet [1996] consacre un chapitre entier (chapitre 5) à la géographie d'Agrippa, et défend l'idée d'une carte géographique rectangulaire, mais d'autres travaux plus récents sont moins affirmatifs (par exemple [Talbert, 2008]). Dans l'Antiquité tardive, cependant, il existait des représentations en images, à vocation pédagogique, de la géographie du monde romain. Dans son *Discours pour la restauration des écoles*, Eumène, en 298, demande que les portiques des écoles d'Autun soient décorés d'une représentation en image du monde entier, pour montrer « la situation des lieux avec leurs noms, leur étendue, et leurs distances, la source et l'embouchure de tous les fleuves, les sinuosités des rivages et les circuits de la mer qui embrasse les continents », ainsi que des scènes historiques (Eumène, *Oratio pro instaurandis scholis*, XX-XXI, traduction J.-B. Roghet).
12. VI-2-3 : « *Dicaearchi tabuli credidi* », « j'en ai cru les relevés de Dicéarque », traduction de L. A. Constans et Jean Bayet, Les Belles Lettres.
13. Dom. 10.
14. En particulier dans le premier volume de *l'Histoire de la cartographie* de Harley. Voir à ce sujet l'étude de Richard Talbert [2008] et le chapitre rédigé par Kai Brodersen dans [Dueck, 2012].
15. [Arnaud, 1989]. Brodersen [2001, pp. 8-9] notent que Galien, lorsqu'il relate un de ses voyages, prend soin d'en détailler l'itinéraire au bénéfice de ses lecteurs qui souhaiteraient suivre ses pas, mais qu'il est manifeste non seulement qu'il n'avait pas accès à des cartes, mais qu'il n'a apparemment pas envisagé d'en consulter.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les Nuées (202-215), puisse tirer un effet comique d'un personnage qui confond la carte avec la réalité :

Tourneboule, vieillard athénien, se rend chez Socrate où il interroge un disciple sur divers instruments :

« Tourneboule : Et ça ?

Le disciple : Géométrie.

Tourneboule : Ah ! Et à quoi ça sert ?

Le disciple : À prendre la mesure de la terre.

Tourneboule : Celle qu'on répartit par lopins ?

Le disciple : Non : toute la terre.

Tourneboule : Brave idée ! Cette invention, ce sera profit pour tout le brave peuple !

Le disciple : Ça, c'est la terre entière, tout en rond, tu vois ? Ici, Athènes.

Tourneboule : Qu'est-ce que tu dis ? Pas de danger que je te croie : je ne vois pas de juges tenir séance.

Le disciple : C'est pourtant vrai, je t'assure. C'est le terroir d'Athènes.

Tourneboule : Et où sont ceux de Cicynna, les gars de chez moi ?

Le disciple : Là, tiens, dans ce coin-là. Et voici l'Eubée, comme tu vois, tout en longueur, étirée, elle s'en va, elle s'en va !

Tourneboule : Je sais : nous lui avons assez tiré dessus, nous et Périclès ! Et Sparte, où est-elle ?

Le disciple : Où est-elle ? La voilà.

Tourneboule : Qu'elle est près de nous ! Il faudrait l'éloigner de nous, pensez-y pour de bon : qu'elle s'en aille, qu'elle s'en aille ! »[16]

Ces cartes athéniennes n'étaient pas aussi sophistiquées que les cartes de l'époque hellénistique, car les principes de localisation et de projection n'avaient pas encore été formulés, mais la présence des instruments et la mention de la mesure montrent qu'elles étaient déjà construites sur des principes mathématiques.

16. Aristophane, *Théâtre complet*, texte traduit, présenté et annoté par Victor-Henry Debidour, Paris, Le Livre de poche, 1965.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans le monde romain, au premier siècle avant J.-C., dans une élégie de Properce, une épouse de soldat se lamente en s'usant les yeux sur la carte des provinces lointaines où son mari a été envoyé en campagne[17], ce qui peut laisser supposer que des cartes étaient en circulation chez des particuliers.

Même si le public antique était conscient de l'existence de cartes, les subtilités de leur construction et les principes mathématiques nécessaires à leur élaboration demeuraient probablement l'apanage de quelques savants. Strabon (mort vers 24) note d'ailleurs dans l'introduction de sa *Géographie*, œuvre essentiellement encyclopédique, que la connaissance détaillée des mathématiques géographiques n'est pas utile pour le public visé par son livre (hommes d'État et généraux) qui peut se contenter de notions élémentaires[18]. Même des savants pouvaient ainsi être assez peu au fait des théories astronomiques de leur temps. Ainsi Pascal Arnaud[19] note-t-il que Plutarque, pourtant homme instruit et contemporain de Ptolémée, semble considérer que la Terre est un disque semblable à une table[20], une idée qui pourrait paradoxalement découler d'une interprétation erronée d'une mappemonde semblable à celle décrite au début de la *Vie de Thésée* (voir plus haut).

LA CARTOGRAPHIE MÉDIÉVALE

La cartographie du Moyen Âge est un peu mieux connue. Les cartes conservées sont assez nombreuses ; le plus souvent, elles illustrent des textes de manuscrits. Les cartes médiévales les plus abondantes sont des mappemondes très schématiques le plus souvent du type dit en T-O, qui suivent un modèle décrit notamment par Isidore de Séville au VIIe siècle,

17. IV-3-37 : « *cogor et e tabula pictos ediscere mundos, qualis et haec docti sit positura dei* » ; « à force de la lire, je connais à fond la carte des mondes et leurs couleurs et leur position et cette savante ordonnance qui est l'œuvre d'un dieu. » (Traduction D. Paganelli, Les Belles Lettres).
18. I-1-21.
19. [1990, p. 42].
20. *Propos de table*, 7.4.7 ; στρογγύλη καὶ μόνιμός, ronde et stable. L'argument cependant ne semble pas définitif. Strabon, à son époque, considérait que la sphéricité de la Terre était connue par le public instruit. Il n'y a pas de raison de penser qu'il n'en va pas de même un siècle et demi plus tard. La comparaison entre la terre et une table de repas dans ce passage de Plutarque intervient dans un contexte qui n'implique pas de s'en tenir à une stricte rigueur scientifique. Le « στρογγύλη » employé ici n'a pas de signification géométrique très précise, puisqu'on peut l'appliquer à toute forme arrondie : bouclier, coque de bateau.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

où la Terre est figurée comme un disque[21]. L'Est est situé en haut. Un diamètre horizontal figure la ligne Don-Nil et délimite l'Asie, figurée par le demi-cercle supérieur. Un rayon perpendiculaire sépare en deux la moitié inférieure et figure la Méditerranée, les deux quarts de cercle ainsi délimités représentent à gauche l'Europe et à droite l'Afrique. La figure générale de ces cartes est donc celle d'un T inscrit dans un O. On a souvent donné à ces cartes une interprétation symbolique liée au christianisme (la représentation tripartite symbolisant La Trinité, avec Jérusalem au centre du monde), ce qui a accrédité la thèse d'un abandon de la géographie scientifique au Moyen Âge au profit d'une géographie avant tout symbolique. Mais ces cartes n'apparaissent pas toujours dans un contexte où une symbolique chrétienne est présente (par exemple, en illustration d'auteurs antiques), et accompagnent parfois des représentations plus élaborées[22]. Leur succès vient plutôt de leur simplicité qui permet aux copistes les moins adroits de les reproduire. Elles ont presque une valeur d'icône ou de logo, mais ne reflètent pas l'état de la science géographique.

Bien que le texte de Ptolémée ait été indisponible en Occident du VIe au XIVe siècle, la science géographique antique n'avait pas été oubliée[23]. La carte de Peutinger montre que certains modèles antiques avaient été conservés. Si les grandes mappemondes ornementales médiévales n'avaient aucun cadre mathématique, étant dépourvues d'échelle et de système de projection, l'idée d'une géographie fondée sur la mesure de la Terre n'était pourtant pas étrangère à l'esprit du temps. En témoigne le succès de l'anecdote des « quatre sages de Jules César » qui apparaît entre la fin du Ve siècle et le début du VIe, et qu'on trouve souvent répétée durant tout le Moyen Âge et les époques ultérieures. Selon ce récit rapporté d'abord avec quelques variantes dans plusieurs manuscrits de la *Cosmographie* de Julius Honorius puis dans divers ouvrages médiévaux de cosmographie et de géographie, Jules César aurait confié à quatre géomètres la mission de mesurer quatre parties du monde. La date d'apparition tardive du récit, diverses incohérences dans les dates mentionnées, et l'impossibilité de le corroborer par ce que l'on sait par ailleurs de la science géographique romaine laissent penser qu'il s'agit probablement d'une invention[24]. Mais le succès même de l'histoire, comme

21. [Woodward, 1987, p. 301]. Les mappemondes médiévales pouvaient prendre des formes assez variées, mais ne relevaient pas de la cartographie mathématique.
22. [Arnaud, 1990].
23. [Vagnon, 2002].
24. [Nicolet et Gautier Dalché, 1986].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le fait qu'elle figurait parfois dans la marge de mappemondes[25], prouve qu'il subsistait une certaine mémoire de la science géographique antique dans l'Europe médiévale.

La cartographie connaît des évolutions assez importantes vers les XIIIe et XIVe siècles. Les portulans apparaissent au XIIIe siècle et se multiplient rapidement. Ces cartes à l'usage des navigateurs, où le seul élément géographique représenté est le trait de côte, ont un but pratique : elles sont l'équivalent graphique des instructions de navigation sous forme de texte, également appelées portulans ou routiers[26], qu'utilisaient les marins pour la navigation à l'estime[27]. L'apparition des cartes n'a d'ailleurs pas mis fin à l'usage des instructions textuelles. Les portulans sous forme cartographique semblent s'être banalisés à la faveur de l'introduction en Occident de la boussole. Le détail des contours côtiers apparaît sur les portulans plus précis que sur les mappemondes, même sur les exemples les plus anciens, comme la carte pisane. Cette précision est requise par leur usage. Les techniques utilisées pour dresser ces cartes ne sont pas connues avec certitude : elles ne sont pas issues des cabinets des savants et ne sont donc pas accompagnées d'un appareil théorique. Il semble cependant que ces cartes soient des constructions empiriques à partir de caps magnétiques et de navigation à l'estime, sans utiliser de coordonnées géographiques, sans faire d'hypothèse sur la forme de la Terre, et sans système de projection[28]. Elles concernent essentiellement la Méditerranée. Même si certaines conventions graphiques des portulans sont progressivement adoptées par les mappemondes, comme les roses des vents et les loxodromes[29], ils représentent, du point de vue des techniques cartographiques, une voie séparée qui n'a pas eu de postérité.

La cartographie de la fin du Moyen Âge connaît d'autres mutations importantes. Une des principales est la redécouverte du texte de la *Géographie* de Ptolémée, dont le texte grec, retrouvé à Byzance, parvient à Florence à la toute fin du XIVe siècle. Il est rapidement traduit en latin, augmenté de cartes réalisées suivant les indications du texte, et largement diffusé, d'abord sous la forme de nombreux manuscrits, puis, dès la fin

25. T. P. Wiseman [1992, pp. 22-42], qui consacre une étude aux quatre géomètres de César, conclut à la véracité du récit, et va jusqu'à y voir l'origine des données utilisées pour dresser la carte d'Agrippa.
26. [Ash, 2007, p. 510].
27. Les techniques de navigation médiévales ne sont pas très bien connues dans le détail. Sans doute un grand nombre de pilotes n'avaient-ils pour guides que leurs cartes mentales et l'expérience transmise oralement [Campbell, 1987, p. 387].
28. [Gaspar, 2008].
29. [Andrews, 2009, pp. 15-16].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

du XVe siècle, d'éditions imprimées. Outre le prestige attaché au nom de l'auteur, le succès de l'ouvrage s'explique par l'efficacité du système de localisation en latitude et longitude qu'il proposait, et qui permettait d'unifier dans un cadre mathématique unique les cartes à toutes les échelles. L'idée de coordonnées géographiques en latitude et longitude n'était pas inconnue en Occident. Peut-être ces notions étaient-elles passées en Europe par l'Espagne musulmane vers la fin du XIe siècle, la tradition ptoléméenne ayant survécu dans le monde arabe. La pratique de l'astrologie, qui nécessitait de préciser le lieu de naissance, en avait répandu l'usage depuis environ le XIIe siècle, et le système en usage pour noter la position des astres utilisait des coordonnées sphériques similaires. Roger Bacon, au XIIIe siècle, avait proposé un système de coordonnées terrestres en principe applicable à la géographie[30]. La cartographie cependant n'a pas employé les systèmes de coordonnées avant le XVe siècle et la diffusion des œuvres de Ptolémée. Dans le monde relativement clos et stable du Moyen Âge, où les grandes mappemondes pouvaient reprendre avec peu de modifications les modèles anciens, la nécessité d'un système de coordonnées universelles n'était guère impérieuse. En revanche, à l'aube de la Renaissance, dans un monde élargi par les explorations des voyageurs terrestres et marins, le besoin de situer les terres nouvelles par rapport à l'Ancien Monde conduit à l'adoption rapide du système des coordonnées géographiques, sans éteindre immédiatement la tradition des mappemondes médiévales. Ainsi, la grande mappemonde publiée à Venise par Fra Mauro vers 1450, bien qu'elle intègre des parties de l'Asie nouvellement décrites notamment par Marco Polo, reste dans la tradition médiévale. Fra Mauro éprouve cependant le besoin de préciser pourquoi il choisit de ne pas suivre Ptolémée, à qui il reproche notamment de ne pas être complet[31]. Cette attitude illustre l'ambiguïté de cette redécouverte de Ptolémée : les méthodes mathématiques ouvrent des perspectives nouvelles, mais les données géographiques, qui forment l'essentiel du volume du texte, sont celles du monde hellénistique.

La conjonction des grandes découvertes, de l'imprimerie, des techniques nouvelles et de l'intérêt renouvelé pour la géographie antique font des XVIe et XVIIe siècles une des périodes les plus foisonnantes de l'histoire de la cartographie.

30. [Woodward, 1990].
31. [Gautier Dalché, 2007, p. 316].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

LES MUTATIONS DE LA CARTOGRAPHIE À L'AUBE DE L'ÈRE MODERNE

Le terme d'ère moderne est conforme aux divisions conventionnelles des historiens. On peut juger que cette dénomination est problématique, dans la mesure où elle semble impliquer l'idée d'un progrès plus ou moins linéaire. Les faits ne sont pas si simples, mais puisque notre propos n'est pas une histoire de la cartographie mais plutôt une enquête sur les rapports entre les chiffres et l'espace, et qu'à bien des égards on peut identifier la modernité, entre autres choses, comme un processus par lequel la mesure et le calcul deviennent des outils de plus en plus importants de description du monde[32], les termes d'ère moderne ou de cartographie moderne sont ici appropriés.

Un autre inconvénient de l'usage du terme « moderne » est de paraître privilégier l'idée de rupture par rapport aux phénomènes de continuité. S'il est vrai que la tradition cartographique médiévale ne s'est pas brusquement éteinte à la fin du XVe siècle, les débuts de l'ère moderne sont caractérisés par des bouleversements suffisamment importants dans la production, la diffusion, et l'utilisation des cartes en Europe pour qu'il ne soit pas illégitime d'y voir une période charnière. Le plus incontestable de ces bouleversements concerne probablement le nombre de cartes en circulation. Selon David Woodward[33], entre le XVe siècle et le XVIIe siècle, le nombre de cartes en circulation passe de quelques milliers à plusieurs millions. Cela traduit non seulement l'effet de la diffusion de cartes imprimées mais aussi la multiplication des usages de la carte, notamment dans l'administration et chez les particuliers.

Un autre bouleversement est l'adoption progressive, d'abord pour les cartes à petite échelle, du système de coordonnées géographiques hérité de Ptolémée. Là où les mappemondes médiévales présentent un monde organisé autour d'un centre (le plus souvent, particulièrement après les croisades, Jérusalem) le système de coordonnées géographiques construit un espace abstrait, purement géométrique, dans lequel il n'existe *a priori* aucune hiérarchie des lieux. Contrairement au système clos de la mappemonde médiévale, la carte fondée sur les coordonnées géographiques se prête à l'inscription des terres nouvellement découvertes que l'on peut ancrer aux parties du monde déjà connu en les assignant à leur place dans l'espace géométrique préexistant.

32. [Crosby, 2003].
33. [2007, p. 11].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Construire une carte à partir de coordonnées géographiques implique nécessairement de se poser le problème de la projection, c'est-à-dire du report des coordonnées sur le plan de la feuille. La question de la projection avait été abordée par Ptolémée, mais il proposait des solutions adaptées au monde connu de son temps, limitées à la représentation d'un seul hémisphère. La Renaissance a été une période fertile en invention de projections nouvelles, mieux adaptées à la représentation de la Terre entière. L'intérêt pour ces questions est à replacer dans le contexte plus global du renouvellement des arts visuels, et en particulier de la formalisation des techniques de représentation en perspective, qui posent des problèmes proches de ceux des projections cartographiques[34]. Plus d'une quinzaine sont mises au point avant 1670[35]. La construction d'un système de projection peut être plus ou moins empirique, ou au contraire d'un grand raffinement mathématique (la construction précise des projections de la Renaissance n'est pas toujours connue ; on suppose qu'elles se fondaient sur des méthodes graphiques)[36], mais elle se traduit par la définition d'une échelle. Cette échelle peut éventuellement ne pas être constante pour les différentes parties de la carte, mais sa détermination et ses variations dépendent du système choisi et du support de la carte, et ne sont pas laissées à l'arbitraire du cartographe comme dans les cartes non projetées. L'apparition sur la carte de l'échelle et des lignes figurant les méridiens et les parallèles signale l'émergence d'une cartographie où la mesure et le calcul occupent le premier rôle.

L'introduction de la latitude et de la longitude n'a pas transformé la cartographie du jour au lendemain. S'il s'agissait d'une avancée théorique importante, sa portée pratique était plus limitée, du moins dans un premier temps. La mesure concrète des coordonnées géographiques se heurte à des difficultés pratiques lorsqu'il s'agit de collecter les latitudes et longitudes de lieux précis. La détermination de la latitude est simple, surtout dans l'hémisphère nord où il suffit de mesurer la hauteur du pôle Nord céleste, mais celle de la longitude nécessite des observations astronomiques plus complexes. Le principe le mieux connu à la Renaissance suppose l'observation simultanée d'une éclipse de lune à un lieu dont la longitude est connue et à un autre dont on veut déterminer la position. La différence entre les heures locales des deux observations permet de déterminer l'écart de

34. Rien n'indique que le lien ait été fait explicitement à la Renaissance, mais au XVIIIe siècle, les projections cartographiques sont considérées comme des cas particuliers de perspectives.
35. [Snyder, 1997 et 2007].
36. [Snyder, 1997, p. 47].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

longitude. Dès le milieu du XVe siècle, il a été suggéré de déplacer une horloge portative pour mesurer les longitudes, mais le manque de précision des horloges de l'époque rendait cette méthode inapplicable. L'Allemagne, la France, l'Angleterre, l'Italie, l'Espagne et le Portugal comptaient, aux XVe et XVIe siècles, suffisamment de savants pour enrichir petit à petit les tables de coordonnées géographiques, non sans introduire des erreurs parfois importantes[37]. Faute de mesures, les coordonnées de nombreuses localités devaient être déduites à partir des distances avec des lieux de coordonnées connues, au risque d'introduire de nouvelles erreurs.

Les techniques de mesure de la Terre par les géomètres-arpenteurs, pour les besoins de l'établissement du cadastre ou la construction d'ouvrages d'art, étaient déjà bien connues dans le monde romain. Les *agrimensores* romains savaient découper les terrains en figures géométriques simples pour les mesurer. Leur savoir, consigné dans des textes[38], était connu et assez bien diffusé au Moyen Âge. Ces techniques, cependant, restent cantonnées à des travaux locaux et restent étrangères à la science cartographique à proprement parler jusqu'à la fin du XVe siècle. La Renaissance voit la formalisation des principes de la triangulation pour la mesure des grandes longueurs, vers le début du XVIe siècle. À partir de la seconde moitié du XVIe siècle, les traités de cartographie exposent des méthodes de triangulation applicables à la cartographie. Les cartes produites à l'époque ne semblent pas en faire usage. Les instruments de mesure, malgré le déploiement d'une ingéniosité considérable dans leur conception, ne permettent que rarement d'atteindre la précision théorique des méthodes décrites, même si certains auteurs proposent des astuces pour se passer des mesures numériques des angles, les plus difficiles[39]. De plus, sauf à se contenter de quelques mesures ponctuelles, une triangulation utilisable en cartographie suppose une entreprise d'un coût et d'une durée peu compatibles avec le contexte troublé de l'Europe du XVIe siècle, où il est de plus impossible de s'appuyer sur un réseau de points de coordonnées connues avec une précision suffisante. La pratique cartographique de la Renaissance était ainsi marquée par un retard sensible par rapport aux avancées théoriques, aussi bien pour l'usage des coordonnées géographiques que pour les techniques de relevés topographiques. Seule la

37. [Lindgren, 2007].
38. Les textes techniques d'Hygin le Gromatique et de Frontin, principaux arpenteurs romains dont les œuvres nous soient parvenus, sont disponibles en édition bilingue latin-français aux Belles Lettres. Comme cette édition est malheureusement dépourvue des illustrations qui accompagnent les manuscrits, on peut préférer se référer au recueil établi par Brian Campbell [2000].
39. [Lindgren, 2007, p. 484].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pratique empirique des projections était en avance sur leur formulation mathématique rigoureuse.

Même si elles ne sont pas mises en pratique, ces avancées théoriques sont extrêmement importantes. Elles effacent la frontière que Ptolémée avait tracée entre la géographie mondiale, fondée sur la mesure de la mathématique, et la description régionale, relevant surtout de la description empirique. Elles ouvrent la voie à la cartographie scientifique aux grandes échelles.

NAISSANCE DE LA CARTOGRAPHIE MODERNE : DE LOUIS XIV À LA CARTE DE CASSINI

Aux XVIIe et XVIIIe siècles, une conjonction de facteurs favorise les grandes entreprises cartographiques. Les sociétés savantes européennes comme la Royal Society de Londres, ou surtout l'Académie royale des sciences de Paris, avec l'encouragement des États, raffinent les méthodes de mesure. L'Académie des sciences, en particulier, entre la fin du XVIIe siècle et le début du XVIIIe, multiplie les mesures de longitude dans le but de préciser le tracé des côtes françaises et d'améliorer la localisation d'un certain nombre de lieux à l'étranger. La demande cartographique croissante des États, pour l'administration et pour la guerre, apporte un support financier aux expériences et aux expéditions qui cherchent à améliorer la précision des mesures de la Terre. Enfin, les instruments scientifiques se perfectionnent, tant dans le domaine de l'observation du ciel que dans celui de la mesure du temps, deux domaines clés pour la précision des mesures géographiques.

C'est en France, à partir du règne de Louis XIV, que s'élaborent les méthodes de la cartographie scientifique moderne. Bien qu'elle soit assez connue, l'entreprise, étendue sur plus d'un siècle, est d'une importance telle dans l'histoire des relations entre la mesure et la cartographie qu'elle mérite qu'on s'y arrête un peu en détail. Il est en particulier utile de détailler un peu la chronologie pour comprendre pourquoi plus de 120 ans s'écoulent entre le moment où le projet est formé et la fin de sa réalisation.

Fondée en 1666, l'Académie des sciences reçoit pour mission en 1668 de travailler à l'amélioration de la cartographie de la France et à la mise au point de méthodes cartographiques nouvelles[40]. Il existait à l'époque, en France comme dans d'autres pays d'Europe, des cartes dressées dans les

40. [Levallois, 1988, p. 14].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

différentes provinces (une instruction de Colbert de 1663 avait commandé de les réunir pour en évaluer la qualité), mais elles n'étaient homogènes ni par l'échelle, ni par la précision. Après des expérimentations dans la région parisienne, sous la direction de Roberval et Picard, ce dernier, qui s'est adjoint la collaboration de Dominique Cassini, présente à l'Académie un rapport sur la méthode cartographique en 1669. Ce rapport assez bref, reproduit intégralement dans un article de Lucien Gallois[41], établit plusieurs points fondamentaux. Il propose d'établir une première grande triangulation qui servira d'appui aux travaux topographiques ultérieurs, fixant ainsi la méthode topographique moderne qui découple la construction de la triangulation géodésique des travaux topographiques de terrain. Cette triangulation emploiera des quarts de cercles à lunettes, plus précis que les instruments à pinnule utilisés auparavant. Picard suggère en outre que ces opérations de triangulations pourraient servir à préciser le diamètre terrestre. Cette question de la mesure d'un « grand degré », soit la longueur d'un degré d'une géodésique, doit lever les incertitudes sur la taille de la Terre (Newton n'a pas encore publié sa théorie de l'aplatissement du globe et il n'y a donc pas encore de débat sur la variation de la longueur du degré d'arc méridien selon la latitude). Dans le même rapport, Picard évoque le problème des unités à employer pour ces travaux, et propose « pour donner une mesure qui demeurât à la postérité et qui ne dépendît point de la nôtre particulière [de se] servir de la longueur qui est nécessaire pour un pendule à seconde de temps déterminant combien de fois cette longueur serait contenue dans un grand degré sur terre »[42]. Curieusement, Gallois ne commente pas cette proposition, qui n'a pas été retenue. Il est assez intéressant de voir apparaître, plus d'un siècle avant la définition du mètre, une proposition d'unité de mesure universelle fondée sur une mesure physique, dans un contexte lié à la mesure de la Terre. Picard souligne l'élégance de sa solution, qui, en liant l'unité de longueur à un sous-multiple de la durée du jour (la seconde), unirait la mesure de la Terre à son mouvement diurne. C'est une des premières propositions pour lier les unités de mesures à la mesure de la Terre. Grâce à son nouvel instrument, Picard est capable de procéder lui-même

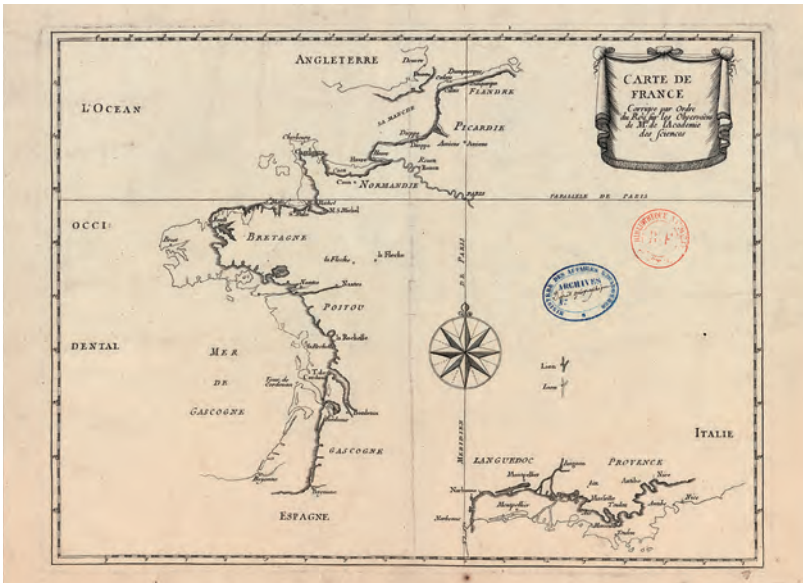
41. [Gallois, 1909a ; 1909b].
42. Picard a détaillé sa proposition d'unité de mesure dans un mémoire séparé, voir [Levallois, 1988, p. 17]. Les propositions de mesures universelles circulaient dans l'Europe de l'époque. On les trouve notamment exprimées clairement par John Wilkins en 1668. Wilkins examine diverses propositions de mesures universelles faites par d'autres (sans plus de précision), dont celles de fixer l'unité de longueur comme un sous-multiple de la longueur d'un méridien terrestre qu'il écarte comme irréaliste avant de s'arrêter à la mesure de la longueur d'un pendule à seconde. Une idée dont il attribue la paternité à Christopher Wren. Voir [Wilkins, 1668, p. 191], et [Bennet, 2002, p. 50].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à une mesure du degré méridien par la triangulation (en treize triangles) d'un arc entre Paris et Amiens en 1671. Sa mesure est aussi précise que le permettaient les connaissances astronomiques et optiques de son temps, et la méthode générale ne diffère pas substantiellement de ce qui sera pratiqué jusqu'à l'invention du GPS[43]. Les triangles de Picard permettent l'établissement d'une première carte de la région parisienne, présentée à l'Académie en 1681 par Vivier, qui avait participé aux premières expériences.

Parallèlement, Picard, Cassini, Vivier et quelques autres multiplient les observations astronomiques pour fixer précisément la latitude de nombreuses villes de France. À partir de 1681, l'astronome danois Rømer publie des éphémérides pour les éclipses des satellites de Jupiter, corrigées pour tenir compte de la vitesse finie de propagation de la lumière. Ces éclipses, qui sont des événements astronomiques fréquents, prévisibles, et indépendants de l'heure terrestre locale, sont utilisables pour calculer la longitude d'un lieu. Les observations se multiplient et font apparaître des erreurs importantes et nombreuses dans les positions habituellement admises.

Carte des côtes de la France, corrigée par l'Académie, 1693.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

43. [Smith, 1997, p. 17].

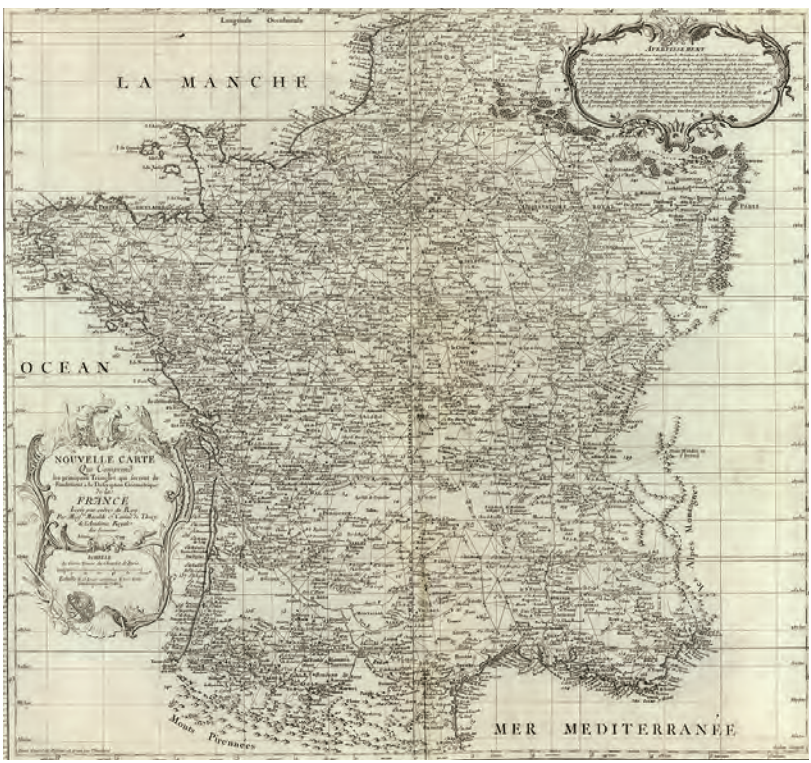
Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans un premier temps, les observations permettent de rectifier le tracé des côtes atlantiques. En 1681, Picard présente un nouveau mémoire dans lequel il insiste de nouveau sur la nécessité de construire « un grand châssis », formé de grands triangles assemblés qui fixeraient un cadre pour toutes les levées topographiques. La méridienne de 1671 pourrait servir de point de départ à cette triangulation, en la prolongeant vers le nord et le sud jusqu'aux extrémités du royaume. Picard meurt en 1682. Cassini lui succède pour la prolongation de la méridienne, mais la mort de Colbert et son remplacement comme protecteur de l'Académie par Louvois, moins intéressé par la cartographie et soucieux d'employer les savants à des travaux d'une utilité plus immédiate, interrompt les travaux. À la fin du XVIIe siècle, la guerre de la Ligue d'Augsbourg absorbe l'essentiel des ressources du royaume et l'Académie souffre d'un manque de crédit. Les opérations sur la méridienne ne reprennent qu'en 1700. Cassini reprend le travail secondé par son fils Jacques et atteint Collioure en 1701. Le prolongement vers le nord est retardé par la guerre de succession d'Espagne. Jacques Cassini, qui a succédé à son père, effectue les mesures vers le nord en 1718. Incidemment, le prolongement de la méridienne pousse Jacques Cassini à contester l'aplatissement de la Terre prédit par Newton, car, à la suite d'erreurs de mesure, il croit observer un allongement des degrés en direction de l'équateur. La mesure d'un grand cercle perpendiculaire à la méridienne entre Saint-Malo et Strasbourg, en 1733 et 1734, semble confirmer ce résultat. C'est le début d'une querelle qui passionne les savants pendant des années et qui ne sera tranchée en faveur de Newton qu'au prix d'expéditions en Laponie et au Pérou (actuel Équateur) en 1737 et en 1744. Dès les résultats de l'expédition de Laponie, il apparaît nécessaire de reprendre la méridienne de Cassini, travail qui échoit en 1739 à César-François Cassini de Thury, fils de Jacques. Les progrès des instruments et le soin particulier apporté aux mesures permettent de produire une chaîne très précise. Le choix des sommets est si bon que la même chaîne, ou presque, a été employée pour les triangulations ultérieures, en 1795 et en 1875. Diverses opérations de triangulation sont effectuées jusqu'en 1744, pour aboutir à un canevas géodésique complet d'environ 800 triangles. Le résultat est publié en 18 planches qui forment une carte à une échelle légèrement supérieure au 1/1 000 000 et sur laquelle, outre les triangles, sont figurés les principaux cours d'eau et forêts. La légende de la carte prend bien soin de distinguer « les lieux dont la position est exactement déterminée » des éléments dont la position a été copiée à partir de « différentes cartes particulières des Provinces »,

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pour lesquels « on ne doit pas être surpris si leur situation, leur grandeur et leurs contours se trouvent entièrement défigurés »[44].

Nouvelle carte qui comprend les principaux triangles qui servent de fondement à la Description géométrique de la France, 1744.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

Louis XV, qui avait eu recours aux services de Cassini de Thury en Flandres, en 1746, pour assister les ingénieurs militaires[45] dans des opérations de triangulation et de levées topographiques, lui commande l'exécution d'une carte de France à grande échelle. Les levées topographiques

44. Cité par [Gallois, 1909b, p. 305].
45. Ces techniciens se sont formés rapidement aux techniques modernes de topographie. Dès 1777, les ingénieurs militaires conçoivent un projet de cartographie des régions frontalières terrestres et maritimes distinct de l'entreprise de cartographie civile [Pelletier et Ozanne, 1995, p. 209].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

systématiques commencent en 1750. Lorsque les fonds viennent à manquer en 1756, les coûts de la guerre modifiant une fois de plus les priorités budgétaires du royaume, Cassini de Thury réunit des capitaux privés, davantage mécènes qu'investisseurs[46], et sollicite les provinces intéressées à voir dresser leur carte[47]. La carte en 180 feuilles est publiée progressivement. Les levées sont achevées en 1789, et les dernières feuilles sont publiées en 1815[48]. La longueur de l'entreprise et les dépassements de coût s'expliquent par la nécessité de recruter et de former de nombreux graveurs et ingénieurs qui doivent employer des techniques nouvelles[49], et par les difficultés concrètes des levées de terrain : les ingénieurs n'étaient pas toujours bien reçus dans les provinces (l'un d'eux a été grièvement blessé et Cassini de Thury lui-même a été en une occasion accueilli à coups de fusil), ou au contraire étaient accaparés par les seigneurs locaux qui souhaitaient les employer à des travaux topographiques sur leurs terres[50]. Après la mort de Cassini de Thury, en 1784, son fils Jean-Dominique. reprend la direction de l'entreprise, jusqu'à la nationalisation de la carte par la Convention, en 1793.

Malgré les retards et les difficultés d'exécution, la carte de Cassini fixe pour deux siècles le modèle d'exécution d'une carte à grande échelle pour tous les services cartographiques du monde. Les raffinements ultérieurs de la méthode concernent l'amélioration de la précision des levées, la construction de référentiels géographiques plus précis, et le travail sur les systèmes de projection.

46. Une société de 50 actionnaires se voit concéder l'entreprise cartographique pour une durée de 30 ans contre une rente annuelle de 1 600 livres par souscripteur, éventuellement réduite si les frais de production pouvaient être couverts autrement. Le préambule de l'acte de création de la société précise toutefois que l'association n'a « d'autre objet que l'honneur et les avantages qui en reviendraient à la nation ». Un système de souscription qui proposait d'acquérir par avance l'ensemble des feuilles à un tarif légèrement réduit ne recueille, avec 200 souscripteurs, qu'un succès limité. Le seuil de rentabilité de chaque feuille était de 2 000 exemplaires. Seules les feuilles de la région parisienne ont atteint ce tirage.
47. [Pelletier, 1986].
48. L'écart entre les opérations de levées et la publication des feuilles s'explique par le temps nécessaire aux opérations de vérification, au retard des graveurs, et, plus que tout, par les troubles de l'époque révolutionnaire.
49. [Cassini, 1810, p. 100].
50. [Cassini, *op. cit.*, pp. 105-106].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Extrait de la carte de Cassini, feuille de Lyon, 1762.

Source : © IGN, 2015.

L'AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DES MESURES DE LA MÉRIDIENNE DE DELAMBRE ET MÉCHAIN À LA SECONDE GUERRE MONDIALE

Le principe de la triangulation et de la construction de réseaux géodésiques d'appui pour les levées topographiques reste le mode standard de production des cartes scientifiques de base jusqu'à l'ère spatiale. Des perfectionnements sont apportés à la mesure et à l'indication de l'altitude, information absente des cartes de Cassini, mais pour la localisation horizontale, seuls évoluent les instruments et la précision des unités. Les unités d'Ancien Régime étaient d'une grande confusion, variables d'une région à l'autre, avec des multiples et sous-multiples malcommodes, et leurs étalons imprécis. La suggestion de Picard pour l'adoption d'une unité nouvelle n'ayant pas été retenue, toutes les levées de la carte de Cassini avaient été effectuées sur le système d'unités parisien, dont l'étalon était la toise du Châtelet, définie comme la distance séparant deux ergots métalliques fixés dans un mur du vieux Châtelet. Le frottement des règles que les commerçants venaient placer entre les ergots pour en vérifier l'exactitude avait probablement causé une certaine usure, si bien que la longueur de 1,9490366 m mesurée en 1799 était probablement un peu supérieure à la valeur d'origine, lors de son institution en 1667. L'utilisation de cette unité explique le choix de l'échelle de la carte de Cassini, 1/86 400, soit une ligne pour 100 toises[51]. La discussion sur l'instauration d'unités de

51. 1 toise = 6 pieds ; 1 pied = 12 pouces, 1 pouce = 12 lignes.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

mesures plus adaptées remontait au moins à la fin du XVIIe siècle. Les savants des différents pays européens, en particulier, ressentaient fortement la nécessité d'avoir des mesures communes. Aussi l'idée de fixer un étalon qui ne dépendrait pas d'un modèle national était-elle importante. Le contexte de la Révolution, favorable en général aux réformes, était propice à la mise en œuvre d'une révision des systèmes de mesure. En 1791, une commission formée de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet propose deux des grandeurs les plus couramment admises pour fixer un étalon de longueur : la longueur d'un pendule battant la seconde (au niveau de la mer à 45° de latitude), ou la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. En 1668, Wilkins avait écarté le méridien terrestre comme base de l'étalon de longueur, en raison des incertitudes sur sa mesure. Les acquis de la géodésie et de l'astronomie du XVIIIe siècle permettent désormais de l'envisager. La commission tranche en sa faveur, en soulignant que le pendule battant la seconde renferme « un élément hétérogène, qui est le temps, et un élément arbitraire, la division du jour en 86 400 secondes », au contraire de la référence à la circonférence terrestre. Il restait à se décider entre l'équateur et un méridien. Outre les considérations pratiques, le méridien est préféré à l'équateur, car seuls quelques peuples vivent sur l'équateur, tandis que tous ont un méridien[52]. Delambre et Méchain sont chargés de tracer une nouvelle méridienne de Dunkerque à Barcelone (9,5°) pour déterminer la longueur d'un quart de méridien. Cette nouvelle mesure était d'autant plus précise que l'arc était long, et les progrès des instruments depuis la triangulation des Cassini devaient limiter les erreurs à la fois dans la mesure des bases et celle des angles. Pour la mesure des bases, des toises de bois dans lesquelles étaient insérées des règles de deux métaux différents (laiton et platine) corrigeaient les variations de longueurs dues aux changements de température. Le cercle répétiteur de Borda, en multipliant les mesures pour un même angle, réduit les erreurs. Ce dernier instrument est resté en usage durant tout le XIXe siècle[53]. Les troubles liés à la Révolution ralentissent les travaux, mais la méridienne est mesurée en 7 ans. Un congrès international de savants est convoqué à Paris en 1778 pour vérifier l'exactitude des mesures. Les résultats ne sont pas entièrement compatibles avec les valeurs admises de l'aplatissement de la Terre, dont on commençait

52. [Delambre, 1806, p. 15].
53. Du moins en France. Les topographes britanniques lui ont toujours préféré le théodolite construit par Ramsden à la même époque, ce qui a donné naissance à deux traditions distinctes et rivales dans les instruments de levée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à soupçonner que la véritable forme était irrégulière[54]. Ils permettent cependant de définir le mètre, adopté en 1799[55].

Le passage au système métrique est un événement d'une portée considérable à la fois sur le plan pratique, politique et symbolique. C'est un moment décisif de l'histoire des rapports entre la science et la politique, et plus encore de celle des rapports entre la mesure et l'espace. Au-delà du principe d'unification nationale, c'est tout un nouvel ordre numérique qui s'impose (non sans résistance) à la société. Le choix du système décimal rendait ainsi caduque tout l'ancien système de mesures dont on ne pouvait, sous peine de confusion, conserver les noms[56], contrairement à ce qu'avait jadis proposé Picard. L'abandon des fractions usuelles des anciens systèmes (1/6, 1/12) déstructure les manières de compter qu'une longue habitude avait ancrées. Ces mathématiques de savants se heurtent à l'arithmétique de la vie quotidienne. La nouvelle mesure est également une rupture avec la tradition des mesures qui, en nom au moins, se rapportaient à une proportion du corps humain, comme le pied ou le pouce. La toise même était supposée représenter l'espace des bras étendus d'un adulte. Le mètre détache l'idée de mesure d'un rapport avec le corps. Dans le système ancien, la Terre était mesurée comme un multiple du corps de l'homme. Le système métrique renverse la perspective, en faisant de la mesure de la Terre la mesure des mesures[57], et c'est désormais le corps de l'homme qui est mesuré par une fraction de la dimension terrestre.

LA QUESTION DE LA FORME DE LA TERRE

À partir du moment où il a été démontré que la Terre n'était pas une sphère parfaite, la détermination plus précise de sa forme a été une préoccupation constante des savants. La méthode employée pour connaître cette forme est celle de la mesure des arcs méridiens sous différentes latitudes et longitudes. En 1805, dans la première édition du *Traité de géodésie* de Louis Puissant, futur concepteur de la carte d'état-major,

54. [Levallois, 1988, p. 60].
55. Le mètre avait été adopté une première fois en 1795, avant la fin des mesures, comme une fraction de la toise du Pérou, l'étalon utilisé par Bouguer et La Condamine au milieu du siècle lors de la mesure du méridien à l'équateur. Ce mètre légal provisoire est remplacé en 1799 par son équivalent issu des nouvelles mesures, et matérialisé par un étalon.
56. [Dhombres, 1993].
57. Même si les définitions ultérieures du mètre ne font plus expressément référence à la taille de la Terre, cette référence est implicite puisque toutes ces définitions s'efforcent de produire une mesure très proche de l'étalon d'origine.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

7 mesures sont recensées, toutes effectuées au XVIIIe siècle[58]. D'autres mesures importantes sont effectuées au début du XIXe siècle, en particulier en Inde par les Anglais, mais même en prenant en compte l'imprécision des mesures passées, les données disponibles montrent déjà que tous les méridiens n'ont pas exactement la même forme et qu'ils ne sont pas des ellipses régulières, comme Delambre avait pu le soupçonner. À partir de cette époque, à mesure que les pays européens et leurs colonies font l'objet de relevés géodésiques (principalement l'Angleterre à partir de 1791, la plupart des États européens au tournant du siècle, puis les Indes et les États-Unis dans le courant du XIXe siècle) et que les travaux cartographiques progressent, la définition des ellipsoïdes devient un des enjeux majeurs de la géodésie.

Les cartographes de l'époque révolutionnaire avaient envisagé une extension du réseau de triangulation français sur les pays voisins, voire à l'ensemble du monde. Des chaînes de triangles avaient été tracées vers l'Angleterre jusqu'à Greenwich en 1787, et la méridienne de Delambre et Méchain avait servi de base à une chaîne de triangles longeant la côte espagnole et atteignant les Baléares en 1808. Mais le contexte des guerres napoléoniennes et les rivalités entre États européens ne sont pas favorables aux coopérations internationales. Dès les premières décennies du XIXe siècle, l'irrégularité de la forme de la Terre ne fait plus guère de doute, et les cartographies nationales ont tendance à se caler sur des systèmes de coordonnées propres. C'est aussi une conséquence de l'amélioration de la précision des mesures et du raffinement des méthodes mathématiques qui exigent des référentiels de plus en plus finement définis.

Dès la fin du XVIIIe siècle, Laplace, dans son *Traité de mécanique céleste*[59], avait envisagé l'intérêt des ellipsoïdes locaux. À partir des années 1830, on voit se multiplier les ellipsoïdes locaux[60]. Ces ellipsoïdes sont généralement tangents à la surface du globe (ramenée au niveau de la mer) sur un point du territoire particulier, et proches de cette surface le long du méridien local et de la géodésique perpendiculaire au méridien en ce même point. Le premier ellipsoïde rigoureusement défini pour la France est celui de Delambre, 1810, utilisé pour la carte d'état-major (voir plus bas) sous une forme légèrement corrigée connue sous le nom de Plessis 1817 (la correction ramène le quart de méridien à exactement 10 000 000 mètres). Il ne s'appuie que sur la méridienne de Delambre et

58. Voir également [Delambre, 1806, p. 10].
59. An VII, t. 2, p. 112.
60. [Smith, 1997, p. 31].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Méchain, faute de disposer de mesures assez rigoureuses de longitude[61]. L'ellipsoïde adopté pour la nouvelle carte de France, à la fin du XIXe siècle, est représentatif de ces ellipsoïdes locaux : il est fondé sur celui dit de « Clarke 1880 », son point de référence est situé à Paris, à la verticale de la coupole du Panthéon[62], et son méridien origine est celui de Paris. Le choix d'un ellipsoïde de référence est une décision importante, car elle conditionne toute la chaîne de production cartographique. Ainsi, la géographie britannique a adopté en 1830 un ellipsoïde (Airy) dont la précision s'est par la suite révélée perfectible, mais qui est cependant resté en usage jusqu'à la fin du XXe siècle, toutes les levées en étant dépendantes[63].

En 1910, un document « non exhaustif » de l'IGN recensait neuf ellipsoïdes différents en usage pour la seule Europe[64]. En général, les spécialistes de géodésie des différents pays collaborent autant que le permet l'état des relations diplomatiques du moment, car la question générale de la forme de la Terre exige de collecter et d'échanger des données en provenance de tous les points du globe. En dépit de la constitution d'une association géodésique internationale en 1864, et malgré des tentatives pour définir un système de référence mondial, les ellipsoïdes locaux restent en usage jusqu'à la fin du XXe siècle, principalement parce qu'ils forment la base des cartographies nationales.

L'ÉVOLUTION DES CARTES

La carte de Cassini était un modèle du point de vue des méthodes mises en œuvre, mais elle n'était pas adaptée à toutes les applications. Toutes ses feuilles avaient été levées avant la Révolution, et les plus anciennes étaient obsolètes lors de la parution des dernières, en 1815. Les plaques

61. Les chronomètres utilisés en marine n'étaient pas jugés assez fiables pour atteindre la précision requise pour les levées géodésiques. La méthode des satellites de Jupiter ne permet pas non plus d'atteindre une précision absolue. On avait parfois recours aux signaux de feu, qui consistaient à tirer une fusée visible à une centaine de kilomètres à mi-chemin entre deux postes d'observation. La comparaison des heures sidérales au moment de l'observation donnait l'écart de longitude. En organisant des chaînes d'observateurs et de signaux, il était possible d'utiliser cette méthode sur de longues distances. La précision cependant n'est pas meilleure qu'avec les autres méthodes. L'utilisation du télégraphe électrique, à partir du milieu du XIXe siècle, a permis de simplifier et d'améliorer les mesures.
62. La plupart des ellipsoïdes locaux sont définis par le nom du modèle de forme terrestre qu'ils utilisent (généralement le nom de son auteur suivi de l'année de publication) et un point de référence, c'est-à-dire un point auquel l'altitude du volume de référence est de zéro.
63. [Smith, 1997, p. 31].
64. [Levallois, 1988, p. 141].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de cuivre utilisées pour l'impression étaient parfois altérées. En outre, la figuration du relief y était très sommaire, car la triangulation n'avait pas été complétée par un nivellement systématique. Napoléon avait formé dès 1808 le projet d'une nouvelle carte de France, mais les campagnes militaires ont retardé l'entreprise jusqu'au règne de Louis XVIII. En 1817, à peine deux ans après la parution des dernières feuilles de la carte de Cassini, est mise en chantier la nouvelle carte de France (future carte d'état-major), qui devait aussi servir au renouvellement du cadastre. Cette carte doit être fondée sur une nouvelle triangulation afin de bénéficier de l'amélioration de la précision des instruments depuis la triangulation des Cassini. Cette triangulation est confiée au corps des ingénieurs géographes, sauf pour les observations astronomiques, réservées au bureau des longitudes. Les ingénieurs géographes étaient un ancien corps de militaires réorganisé après la Révolution pour effectuer des travaux topographiques, et dont de nombreux membres avaient effectué des levées pendant les campagnes de Napoléon. Les stations de premier ordre devaient être signalées par des bornes dont on aurait mesuré l'altitude, et qui pourraient servir de référence pour les nivellements particuliers à entreprendre par les ingénieurs des ponts et chaussées. Les opérations géodésiques, comprenant la triangulation, les observations astronomiques et des travaux de nivellement durent de 1818 à 1845[65]. La publication de la carte elle-même, par feuilles au 80 000e, se termine en 1880. Les levées étaient reportées au 1/10 000 sur des feuilles-minutes, au nombre de 64 par feuille à graver, avec un relief figuré en courbes de niveau traduites par des hachures sur la carte. La précision des levées était sensiblement supérieure à celles de la carte de Cassini. En outre, la projection choisie était plus élaborée. La carte de Cassini utilisait une projection assez simple, un aspect transverse d'une projection équirectangulaire centrée sur le méridien de Paris. La carte d'état-major. utilise la projection de Bonne[66], une projection équivalente assez ancienne reformulée au XVIIIe siècle par Rigobert Bonne qui a donné une expression mathématique à une construction géométrique utilisée auparavant.

65. [Puissant, 1832], [Peytier, 1853].

66. L'usage a consacré la dénomination « projection de Bonne » pour désigner la projection employée par la carte d'état-major mais les documents officiels de l'époque la désignent toujours sous le nom de « Flamstéed modifiée ». Dans d'autres pays d'Europe, cette projection est connue comme « projection du dépôt de la guerre », du nom de l'administration de rattachement des ingénieurs géographes. Le détail des opérations nécessaires à la projection se trouve dans [Puissant, 1821].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Extrait de la carte d'état-major, feuille de Lyon, 1841.

Source : © IGN, 2015.

La durée d'exécution de la carte d'état-major a été moindre que celle de la carte de Cassini. L'expérience acquise, le progrès des instruments, l'existence d'un corps d'ingénieurs qualifiés, le fait de travailler dans un pays moins troublé et au territoire unifié ont permis de terminer l'entreprise en un peu moins de 60 ans. Cette durée est conforme à ce qu'il était possible de réaliser avec les techniques de l'époque, mais la carte d'état-major n'échappe pas à l'inconvénient ordinaire d'une entreprise qui atteint sa conclusion plus d'un demi-siècle après sa conception originelle : la carte livrée ne répondait plus exactement aux besoins du temps. Les travaux préliminaires de géodésie n'étaient pas sans défaut, montrant en particulier aux points de fermeture de chaînes des écarts de coordonnées supérieurs à ce qu'un travail soigneux avec les techniques disponibles à l'époque aurait pu produire[67]. De ce point de vue, la méridienne de Delambre était supérieure, mais la somme de calculs qu'il aurait fallu exécuter pour obtenir une compensation satisfaisante sur une triangulation aussi étendue était trop importante par rapport aux moyens disponibles. La mathématisation de plus en plus poussée de la cartographie requiert des spécialistes en grand nombre. Ce qui pouvait être l'œuvre d'une poignée de savants au XVIIIe siècle devient une production de professionnels qualifiés qui ne sont pas nécessairement capables d'y apporter les mêmes raffinements.

67. [Levallois, 1988, p. 100], incrimine un manque de soin dans les calculs de report des coordonnées sur l'ellipsoïde.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Mais le problème le plus sérieux posé par la carte d'état-major avait ses racines dans le choix du système de projection. La projection de Bonne est une projection équivalente. Elle conserve donc le rapport des surfaces représentées, mais au détriment de la préservation des angles. Ce défaut, peu sensible au voisinage du méridien de référence (en l'occurrence le méridien de Paris), s'accroît sensiblement à mesure qu'on s'en éloigne (on a par exemple observé une déviation de 3 décigrades à la longitude de 5 grades)[68]. Dans la majorité des applications, cet inconvénient a peu de conséquences. Les problèmes sont apparus principalement avec la guerre de 1914. Les progrès de l'artillerie et la guerre de position amenaient les batteries à viser des objectifs hors de portée de vue, désignés par leur position sur la carte. Une bonne partie du front était fixée dans l'Est du pays, où justement les écarts angulaires sont assez sensibles. La difficulté pouvait être contournée par le recours à des systèmes locaux, ou en employant des projections décalées par fuseaux. Dans tous les cas, l'absence d'un système unifié était source de complications. C'est ce qui détermina l'adoption d'un système de projection conforme, qui permettait de conserver les angles. Le Lambert dit « Nord de guerre », centré spécialement sur le Nord-Est de la France, servit de transition entre la carte d'état-major et la nouvelle carte de France au 1/50 000, dite « type 1922 »[69], appuyée sur une nouvelle triangulation[70], avec comme référence l'ellipsoïde de Clarke 1880, et projetée selon trois cônes pour la France continentale plus un cône pour la Corse. Ces caractéristiques sont déjà celles de la carte IGN telle qu'elle a subsisté jusqu'à la fin du XXe siècle.

AUTOMATISATION ET NUMÉRISATION DE LA CARTOGRAPHIE

Fondamentalement, entre le XVIIIe siècle et le milieu du XXe siècle, il existe une assez grande continuité dans les techniques cartographiques. Les

68. [Levallois, 1988, p. 170]. L'usage du méridien de Paris comme origine des longitudes et des grades comme unité de mesure est longtemps resté une curiosité des cartes françaises.
69. Les premières feuilles de la carte au 1/50 000 sont antérieures au type 1922. Cependant, le « type 1900 », prédécesseur du type 1922 pour la métropole, carte en couleurs et en courbes de niveau, était trop complexe et trop coûteuse à produire, surtout en raison du grand nombre de couleurs employées sur chaque feuille.
70. Il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails de cette nouvelle triangulation, destinée à corriger les imperfections de la précédente. Les premiers travaux remontent à 1870, avec la vérification de la méridienne de Delambre. La triangulation de premier ordre (860 sommets) a été achevée en 1957, le réseau de détail (environ 55 000 points), dans les années 1980. Cette triangulation est accompagnée d'un nivellement général.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

instruments se perfectionnent et deviennent plus précis, les outils mathématiques s'affinent, mais il s'agit toujours de mesurer des angles et des distances sur le terrain, de calculer leur équivalent dans un système de coordonnées précis, et d'en proposer une représentation plane. Vers les années 1920, la photogrammétrie aérienne est l'innovation la plus importante en cartographie pour la première moitié du XXe siècle. Quoiqu'en apparence, l'usage des photographies aériennes, en réintroduisant le paysage, puisse sembler éloigner un peu la carte de l'univers des mathématiques où les progrès de la géodésie l'avaient si profondément ancrée, ce n'est en pratique guère le cas. La photographie aérienne épargne une partie du travail de terrain, simplifie et améliore le report des détails et le rendu du relief, mais elle laisse entier le travail géodésique et entraîne de nouveaux calculs pour établir une correspondance entre la géométrie de l'image et celle de la carte projetée. La photographie a modifié en profondeur la chaîne de production cartographique, mais n'a pas sensiblement affecté la nature des cartes[71].

Le cas de l'imagerie spatiale est assez différent. Apparue beaucoup plus récemment, sa résolution longtemps limitée n'en a pas fait *a priori* une source exploitable pour la cartographie à grande échelle. Les images d'une résolution suffisante pour être exploitables en cartographie ont longtemps été l'apanage des militaires, particulièrement américains, et ne pouvaient devenir une source pour la cartographie ordinaire qu'au prix d'une gestion de la chaîne du secret très complexe[72]. Les capacités actuelles des satellites en font en principe des sources utilisables en cartographie, sans qu'ils se substituent entièrement à l'imagerie aérienne. Ils sont utiles dans les zones peu accessibles des pays très vastes, comme le Grand Nord canadien. L'observation depuis l'espace par radar fournit des données d'altimétrie avec une bonne résolution spatiale sur de vastes zones, mais qui ne peuvent se substituer à un nivellement de précision pour la cartographie à grande échelle car elles peuvent localement présenter des erreurs. Les satellites d'observation de la Terre n'ont pas modifié fondamentalement la technique cartographique, mais ils ont transformé la maîtrise que les États ont de leur propre cartographie[73].

71. Son impact sur la qualité est délicat à établir. Sans doute, sur des territoires très étendus ou difficiles d'accès, elle a pu améliorer le niveau de détail [Thrower, 2007, p. 173], mais lorsqu'elle se substitue trop au travail de terrain, elle peut aussi être source d'erreurs.
72. [Cloud, 2002] ; voir également la partie II.
73. Voir la partie II.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les satellites, en revanche, ont beaucoup apporté à la géodésie et aux techniques de localisation. On sait depuis le XVIIIe siècle que la forme de la Terre est liée aux lois de la gravitation (théorème de Clairaut, qui supposait une terre homogène), et parallèlement aux mesures des méridiennes des XVIIIe et XIXe siècle, on procédait systématiquement à des mesures des variations de la gravité au moyen de pendules. Les satellites artificiels offrent un moyen d'observer de manière très complète les variations spatiales de la gravité, et d'avoir par là des informations sur l'irrégularité de la forme de la Terre. La trajectoire d'un satellite est en effet directement soumise aux variations de la gravité. L'intérêt pour la connaissance précise de ces variations a été renouvelé à la fois pour affiner les calculs de trajectoire et en raison de la généralisation de l'utilisation des satellites pour les applications de localisation. Des méthodes puissantes ont été élaborées pour déduire le géoïde (la forme du globe) des variations de la gravitation, à la fois grâce à des avancées théoriques et grâce à la puissance de calcul des machines. Des missions de satellites scientifiques sont spécialement dédiées à l'étude du champ gravitationnel, Notamment la mission GOCE (pour Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer), dont les résultats publiés en 2011 ont donné lieu à une certaine médiatisation[74].

Une des applications les plus spectaculaires des techniques spatiales à la géographie est le GPS. Quoique cette technique, qui a connu une diffusion extrêmement rapide, soit aujourd'hui assez familière, il n'est pas inutile d'en rappeler les principales caractéristiques, tant elle est importante dans le processus de numérisation de l'espace. La localisation par satellite remonte aux années 1960 et au système américain Transit, ou NNSS, initialement destiné à fournir aux sous-marins nucléaires lanceurs d'engins un moyen de connaître leur position de façon suffisamment précise pour procéder à un tir. Le principe de Transit reposait sur la mesure de l'effet Doppler sur le signal d'une série de satellites dont les orbites étaient connues. Transit est entré en service dans la marine américaine en 1964, et son usage a été étendu au domaine civil en 1967. Le coût des récepteurs et des moyens de calcul associés les a dans un premier temps réservés à quelques applications critiques (plates-formes pétrolières, supertankers), mais les derniers modèles ont pu équiper même des navires de plaisance[75]. Le système a compté jusqu'à six satellites en service, et le délai entre deux mesures à une station donnée, en fonction

74. Voir : < http://www.esa.int/esaCP/SEM1AK6UPLG_index_0.html >.
75. [Danchik, 1998].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

du passage des satellites au-dessus de l'horizon, était de 35 à 100 minutes, avec une précision comprise entre 15 et 100 m. Il était possible d'obtenir une précision supérieure en multipliant les mesures sur une station fixe, ce qui a conduit à utiliser le système pour des applications de levées topographiques. Le service a été interrompu en 1996. Le système Tskikada, ou Cicada, opérationnel à partir de 1974, est l'équivalent russe, à vocation essentiellement militaire[76]. D'autres applications de localisation utilisant des satellites disponibles pour le public sont les systèmes comme Argos et Cospas-SarSat, surtout destinés au secours d'urgence en mer ou en cas de catastrophe aérienne. Les deux systèmes, assez similaires dans leur conception, reposent sur des balises émettrices. Leur signal est capté par des satellites, et une analyse de l'effet Doppler, qui donne la direction d'émission, permet de calculer une position. Celle-ci est ensuite transmise à des stations de réception au sol. Dans leur principe, ces systèmes sont comparables à Transit, mais, sauf dans les systèmes récents complétés par le GPS, les utilisateurs n'ont pas connaissance de leur position, qui est recueillie par les stations de réception.

Le système GPS est le successeur de Transit. Il partage avec son prédécesseur le fait de fonctionner avec des récepteurs passifs. Ce point est particulièrement important pour des utilisateurs militaires qui ne veulent pas dévoiler leur position en émettant un signal. Ce type de système a en outre l'avantage de ne pas limiter le nombre des utilisateurs, contrairement aux systèmes actifs où il est théoriquement possible de saturer les capacités de traitement des satellites récepteurs. Le GPS n'utilise pas l'effet Doppler, mais une triangulation sur le signal d'au moins trois satellites (en pratique un minimum de 4 est ordinairement nécessaire) dont la position est connue. En comparant la différence entre un signal temporel émis par le satellite et une horloge de référence on peut calculer la distance entre le récepteur et le satellite. L'opération, répétée sur plusieurs satellites, permet de trianguler la position du récepteur. Il faut un minimum de 24 satellites pour assurer une couverture globale permanente. Une trentaine sont en orbite, afin d'augmenter les chances de pouvoir utiliser le système dans des régions de montagnes où la réception est souvent bloquée par le relief. Le système GPS est à tous points de vue plus complexe que le système Transit : il utilise beaucoup plus de satellites, ses signaux contiennent plus d'informations et leur traitement est plus raffiné (chaque récepteur doit traiter simultanément plusieurs signaux). Simple dans son principe, le GPS ne l'est

76. [Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2003, p. 171].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pas dans sa mise en œuvre. La précision requise dans la mesure du temps est extrême, et les corrections d'erreurs sont multiples et subtiles : effets de l'ionosphère, des réflexions d'ondes, effets de la relativité[77]. Ce sont les progrès de l'informatique qui ont rendu possible la mise en service du GPS et permis sa très large diffusion. Par rapport à Transit, le GPS offre l'avantage d'une mesure instantanément disponible et fiable même si le récepteur est en mouvement. Il est donc plus adapté aux applications de navigation. Sa précision est variable selon le type de récepteur, le lieu et le mode d'utilisation, mais en pratique, la localisation est généralement exacte à quelques mètres près. En employant deux récepteurs distants l'un de l'autre, on peut obtenir une précision relative de l'ordre du centimètre, utilisable pour des levées topographiques.

La localisation par satellite marque une rupture importante dans les techniques de localisation. Certes, on calcule une position en fonction d'une mesure de décalage temporel, comme pour un calcul de longitude, mais l'analogie s'arrête là. Le GPS, comme d'ailleurs son prédécesseur Transit, se localise avant tout dans un espace à trois dimensions indépendant d'un référentiel terrestre. Les coordonnées calculées doivent ensuite être converties en coordonnées géographiques pour être transmises à l'utilisateur ou reportées sur une carte. C'est une source d'erreurs potentiellement importantes, surtout dans le cas où le GPS n'intègre pas de dispositif d'affichage cartographique et que les coordonnées sont utilisées par exemple avec une carte papier. En 1986, alors que le système Transit commençait à être assez largement employé, le titre d'un article du *Journal of Navigation* exprimait ces difficultés de façon imagée : « Les systèmes de coordonnées : comment connaître votre position de façon très précise et complètement erronée »[78]. Les cartographies nationales sont fondées sur des systèmes de coordonnées particuliers. Les cartes portent souvent au moins un double système de coordonnées. Un système de coordonnées géographiques (en mesures angulaires), correspondant au référentiel utilisé lors des levées, et un système de coordonnées cartographiques (en coordonnées cartésiennes), des coordonnées planes, généralement exprimées en kilomètres, correspondant au résultat de la projection des coordonnées géographiques dans le système de la carte. Ces coordonnées sont liées à un ellipsoïde particulier, souvent local, et, dans le cas des coordonnées cartographiques, dépendantes d'un système

77. [Ashby, 2002].
78. "Coordinate Systems: How to Get Your Position Very Precise and Completely Wrong", [Ashkenazi, 1986].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de projection. La transposition de coordonnées d'un système à l'autre est un calcul souvent assez complexe, qui dans certains cas peut nécessiter le passage par un système de coordonnées intermédiaire. Le report direct de coordonnées importées d'un système dans un autre peut se traduire par des erreurs de localisation de dizaines ou de centaines de mètres dans le cas de coordonnées géographiques de même unité et ayant le même méridien origine, et de nombreux kilomètres dans le cas de coordonnées cartographiques dont les origines peuvent être très éloignées. Au mieux, il y a un risque de confusion ; au pire, les coordonnées fournies par un GPS peuvent se révéler inutilisables avec certaines cartes. Dans le petit milieu des gros utilisateurs de données géographiques, pendant les années qui ont suivi l'introduction du GPS, de nombreuses anecdotes s'échangeaient sur les conséquences plus ou moins désastreuses d'utilisation de mauvais systèmes de coordonnées[79].

Les coordonnées tridimensionnelles calculées par le GPS pourraient en théorie être transposées dans un repère géographique quelconque, mais les mesures de position sont liées à un modèle gravitationnel précis, et il est plus cohérent d'utiliser un système géodésique dont l'ellipsoïde soit compatible avec ce modèle gravitationnel.

Cet ellipsoïde est celui du World Geodetic System (WGS) 84. L'idée d'un ellipsoïde global est assez ancienne, et les propositions dans ce domaine n'ont pas manqué depuis au moins le début du XXe siècle. Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale et l'apparition des missiles balistiques à moyenne et longue portée que la définition d'un ellipsoïde global apparaît comme un enjeu stratégique[80]. Un ellipsoïde global, ou ellipsoïde géocentrique, par définition, n'a pas de point de référence mais est fondé sur une connaissance des variations de la gravité. Les progrès de la géodésie dans la deuxième moitié du XXe siècle, en particulier grâce aux données recueillies avec le système Transit, ont beaucoup amélioré la connaissance de la forme de la Terre. Le WGS 84, défini dans les années 1980 et périodiquement révisé depuis, est le résultat de ces avancées. C'est le système associé au GPS. Son méridien origine est le méridien origine international, parfois appelé méridien origine IERS pour International Earth Rotation and Reference Systems Service, situé à une centaine de mètres

79. On pense ici en particulier au milieu de la géographie militaire française. Il est malheureusement impossible de corroborer ces récits, où il était parfois question d'erreurs de plusieurs dizaines de kilomètres.
80. Voir la partie II.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à l'est du méridien de Greenwich à la latitude de l'Observatoire[81]. Les coordonnées géographiques fournies par un GPS, sauf conversion, sont référées au système WGS 84. L'usage des coordonnées cartographiques est moins commun, mais le système cartographique le plus ordinairement associé au WGS 84 est l'Universal Transverse Mercator (UTM), une projection sur 60 fuseaux de 6 degrés de longitude, centrés sur un méridien (ainsi la France est couverte par les fuseaux 30, 31 et 32), système standard pour l'armée américaine et l'OTAN. Les premiers GPS disponibles sur le marché se contentaient d'afficher des coordonnées et ne disposaient pas de système d'affichage cartographique, ce qui a causé une grande confusion chez les utilisateurs. Les GPS actuels, du moins les modèles grand public, ont pratiquement tous un affichage cartographique, si bien que le problème est moins aigu. En France, l'IGN a changé son système de référence en 2000, en adoptant un nouveau référentiel français, dit RGF 93, compatible avec le référentiel européen ETRS 89, qui correspond à une adaptation à l'Europe de WGS 84. L'ellipsoïde est le même, mais le repère n'est pas affecté par le mouvement des plaques tectoniques, le méridien origine est le méridien international à la date de 1989. Ce référentiel est progressivement adopté par les services cartographiques des différents pays d'Europe. Le nouveau système de coordonnées s'accompagne d'une nouvelle projection, le Lambert 93, construite sur un cône unique. Comme ce choix induit des altérations linéaires non négligeables, l'IGN prévoit la possibilité d'utiliser une projection conique conforme à 9 zones, mais ne fournit les données nécessaires que sur demande. Cette transition pose des problèmes aux utilisateurs qui ont des gros volumes de données dans les anciens systèmes. Traditionnellement, le problème de la définition du référentiel était plutôt le souci des producteurs de cartes. Le GPS en fait une préoccupation des utilisateurs.

LES CARTES ET L'ORDINATEUR

L'outil informatique a profondément modifié non seulement la production et la diffusion des cartes, mais aussi leur nature. L'automatisation du calcul a rendu de grands services à la géodésie. Les calculs fastidieux de

81. Cet écart, assez représentatif des problèmes liés à la multiplicité des référentiels, s'explique par la méthode de construction du modèle. Le méridien origine international n'est pas lié à un repère terrestre matériel, si bien que le mouvement des plaques tectoniques modifie sa position relative. La valeur annuelle du déplacement dans la région de Greenwich est de l'ordre de 2,5 cm.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

compensation ou de transformation de référentiel, qui nécessitaient l'usage de tables laborieusement compilées, peuvent s'effectuer avec une rapidité et un degré de précision difficiles à atteindre sans le recours à l'électronique. Mais ces premiers usages du calcul automatique se substituent simplement au calcul manuel sans changer la nature des cartes. Il n'en va pas de même du traitement informatique des données géographiques elles-mêmes. La possibilité de stocker et de manipuler automatiquement les objets géographiques par ordinateur ouvre une nouvelle ère de la cartographie.

L'informatisation de la géographie a pris deux voies initialement assez distinctes : le traitement des images spatiales et les systèmes d'information géographiques. Les images spatiales n'ont pas été massivement utilisées en cartographie, mais elles ont été parmi les premières données géographiques à faire systématiquement l'objet d'un traitement automatique. À ce titre, elles ont contribué à l'informatisation de la géographie. Les photographies sur film des années 1960 prises depuis les capsules Apollo et Gemini ont suscité un intérêt pour l'observation de la Terre depuis l'espace à des fins civiles[82]. Ces images, par leurs qualités esthétiques et leur richesse, ont aidé à lever les réticences des militaires américains à permettre que les civils aient un accès à des données spatiales. Le président Johnson et le Congrès étaient favorables au lancement d'un programme civil d'observation de la Terre depuis l'espace[83]. Ce programme a débouché en 1972 sur le lancement d'un premier satellite civil d'observation de la Terre, ERTS-1, renommé par la suite Landsat-1. ERTS-1 était équipé de plusieurs instruments, dont le principal était le radiomètre multispectral MSS (Multi Spectral Scanner). Le MSS mesurait par balayage le rayonnement réfléchi par le sol dans 4 longueurs d'onde, 2 dans le domaine visible (rouge et vert), et 2 dans le proche infrarouge[84]. Ces mesures étaient rassemblées dans des scènes de 185 km de côté, avec une résolution spatiale d'une soixantaine de mètres. Ces mesures étaient livrées aux utilisateurs sur bande magnétique, encodées sur 7 ou 6 bits, selon les canaux (il était aussi possible de les commander sous formes d'images sur papier). Le choix des bandes spectrales observées était favorable à l'étude de la végétation. ERTS-1 et ses successeurs (6 satellites placés sur orbite) ont été

82. [Lowman, 1999].
83. Programme alors appelé EROS, *Earth Ressource Observation Satellites*, lancé en 1966, voir [Kramer, 2001, p. 8].
84. La présence de ces canaux infrarouges incitait les utilisateurs qui recomposaient des images à partir de ces données à attribuer la couleur rouge aux canaux infrarouges (conformément à l'apparence des films couleur infrarouge), ce qui entraîna la prolifération d'images satellites en « fausses couleurs » où la végétation apparaissait en rouge sombre.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

très utilisés par les spécialistes des sciences de la terre. Le satellite a été pour beaucoup dans la banalisation de l'emploi de l'ordinateur dans la géographie, en particulier dans les universités et centres de recherche. En France, Fernand Verger en a été l'un des pionniers[85]. Avec la télédétection, en même temps que les techniques numériques, une (petite) communauté d'utilisateurs découvre quelques-unes des questions de géométrie sphérique et de projection qui ne préoccupaient naguère que le monde des cartographes professionnels.

Le traitement des données des premiers satellites d'observation de la Terre se heurte à la relative rareté des ordinateurs, à leurs capacités graphiques limitées ou inexistantes (certains pionniers, faute d'avoir accès à un traceur, impriment des cartes sur des imprimantes alphanumériques en jouant sur la plus ou moins grande densité de chaque caractère), et à la lourdeur des interfaces (aux premiers temps de la télédétection, les cartes perforées n'ont pas encore totalement disparu). À mesure de la diffusion des moyens informatiques, et en particulier avec l'apparition des micro-ordinateurs, la télédétection devient la première technique à employer massivement l'ordinateur dans la géographie universitaire. Elle séduit par la fascination qu'exercent à la fois l'informatique et le satellite, qui, notamment dans la tradition universitaire française, teintent de scientificité une discipline plutôt ancrée du côté des humanités.

L'autre grande voie par laquelle l'informatique a conquis la géographie[86] est celle des systèmes d'information géographique (SIG). Au sens strict, un SIG est une base de données informatisée qui comprend des objets géographiques, associée à un système d'interrogation qui permet généralement d'en extraire des cartes. Un cadastre informatisé, un inventaire forestier, un système de gestion de flotte de véhicules sont des exemples de SIG. Il s'agit aujourd'hui d'une industrie importante, avec des éditeurs de logiciels, des marchands de données, etc. L'usage tend à réserver le terme de SIG aux applications professionnelles utilisées dans les services ou à des fins de recherches, mais l'apparition de nombreuses applications géographiques grand public comme les GPS de navigation ou les terres virtuelles en ligne du type Google Earth ont brouillé les frontières. Les

85. [Verger, 2010].

86. Il faudrait mentionner la géographie quantitative, mais outre que les outils qu'elle utilise ne sont pas spécifiques à la géographie, l'informatique n'y joue pas nécessairement un rôle central. Sur ce courant, voir par exemple, pour le cas français, [Pumain et Robic, 2002], et pour un point de vue un peu plus critique, [Deneux, 2006, pp. 129-136].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

interfaces d'un SIG professionnel et de Google Earth sont très différentes, mais les techniques mises en œuvre ne sont pas très éloignées.

L'histoire des SIG reste en partie à écrire. Les premiers systèmes civils ont probablement été mis au point dans des universités ou des administrations qui n'ont pas nécessairement constitué d'archives[87]. Le système canadien d'information géographique, constitué dans les années 1960, est souvent cité comme le premier SIG. Jusqu'aux années 1980, les SIG restent à un stade expérimental. Des institutions ou des laboratoires développent des applications plus ou moins perfectionnées de cartographie automatique, ou adaptent des systèmes de bases de données pour pouvoir manipuler des coordonnées. Ces SIG de première génération ont souvent disparu sans laisser de trace lorsque leur financement s'est tari ou quand la personne qui les avait conçus ou qui les maintenait a changé de fonction. De grandes administrations, en particulier en Amérique du Nord, intègrent dans leur informatique des éléments de géographie sous diverses formes. Hors d'Amérique, le service cartographique national britannique (Ordnance Survey) avait commencé une expérience de numérisation de sa cartographie à grande échelle dès 1973.

Les SIG se développent véritablement à partir des années 1980, avec l'apparition de systèmes commerciaux (Arc/info en 1982[88], Mapinfo en 1986). Les premiers systèmes sont très coûteux, à la fois en raison du prix des licences des logiciels et de celui du matériel (mini-ordinateur dans le cas d'Arc/info). Les logiciels commerciaux unifient les principes de fonctionnement, et malgré des formats de données incompatibles, la façon de stocker les objets géographiques se standardise : tout se réduit en points, segments et polygones définis par des coordonnées (en général de type géographique) et décrits par des attributs stockés dans des tables séparées. Les logiciels capables de manipuler des objets géographiques sous forme de grille (raster) étaient plus courants, du fait des applications liées à la télédétection. Ces rasters correspondent le plus souvent à des images aériennes ou spatiales, mais ils peuvent aussi représenter des mesures altimétriques, ou toute autre donnée mesurable en continu. Les objets peuvent être organisés en couches et les requêtes adressées à la base acceptent un certain nombre d'opérateurs spatiaux.

Cette organisation des données, issue en partie de recherches théoriques sur la topologie, est destinée à rendre les objets géographiques

87. [Coppock et Rhind, 1991].

88. La société ESRI, éditeur d'Arc/Info, proposait déjà auparavant des outils de traitement de données géographiques, mais Arc/info est le premier SIG complet ; voir [Aronson, 1985].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

aisément manipulables par la machine. Elle est très bien appropriée pour manipuler des tracés issus de cartes topographiques construites dans la tradition mathématique évoquée plus haut, mais elle est aussi un cadre très contraignant pour l'intégration dans ces systèmes de données géographiques de toute nature.

Les SIG connaissent un développement considérable à partir du moment où le prix des systèmes devient plus abordable, où les données sont plus largement disponibles et où les interfaces se simplifient. Un des premiers logiciels largement disponibles, Arc/info, était destiné d'abord à être utilisé sur des mini-ordinateurs, puis sur des stations de travail (type Sun) relativement coûteuses. Le coût de la licence était élevé[89]. Son interface était exclusivement en ligne de commande, l'investissement en temps pour maîtriser le logiciel était considérable, et en pratique, l'utilisation de ce système nécessitait souvent l'emploi d'un ingénieur à plein temps. Par comparaison, Mapinfo, apparu 4 ans plus tard, fonctionnait sur un PC. La micro-informatique et les interfaces graphiques qui se généralisent dans les années 1990 contribuent à la diffusion des SIG. En 1991, un répertoire recensait déjà 371 applications commerciales assimilables à des SIG[90]. Il en va de la manipulation des données géographiques comme de tant d'autres domaines à la même époque : l'ordinateur se substitue petit à petit à tous les autres outils. Parallèlement aux progrès des SIG, c'est toute la chaîne cartographique qui s'informatise ; en quelques années, les tables à dessin disparaissent des ateliers de cartographies pour être remplacées par des ordinateurs individuels.

L'informatisation de la géographie touche successivement tous les utilisateurs, des professionnels au grand public en passant par le monde de l'université et de la recherche. Les premiers utilisateurs de SIG ont été les militaires, les grandes administrations, surtout nord-américaines, et les services cartographiques. Ces secteurs, et notamment le premier, sont encore aujourd'hui de gros utilisateurs de SIG et les principaux clients des systèmes les plus coûteux. Tous les métiers qui produisent ou utilisent de la cartographie recourent à l'informatique, mais les SIG ne sont nécessaires en théorie que pour les utilisateurs qui manipulent de l'information géoréférencée. Le zèle des commerciaux peut cependant, à la faveur d'une

89. La politique tarifaire de l'éditeur ESRI a toujours été assez opaque. Au milieu des années 1990, le coût d'une licence Arc/info pour station de travail Unix était de 10 000 à 20 000 $. Le logiciel ArcView, du même éditeur, pour PC, coûtait environ 1000 $; le prix d'une licence Mapinfo était du même ordre de grandeur. D'après : < http://www.sgsi.com/miusergroup/mi_v_ai.htm >.

90. [Goodchild, 1995].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

information incomplète des clients, amener à employer des SIG dans des situations où des solutions plus légères auraient mieux fait l'affaire, par exemple pour de la cartographie statistique.

Les rapports entre la géographie universitaire et les SIG sont complexes. Jusqu'à l'apparition de la télédétection et des SIG, la géographie en tant que discipline était restée assez étrangère à la mathématisation de l'appréhension de l'espace. Les progrès de la cartographie mathématique, dont, du reste, bon nombre sont antérieurs à la constitution formelle de la géographie comme discipline académique, ont été le fait avant tout de physiciens et de mathématiciens. Les géographes du corps des ingénieurs géographes étaient des polytechniciens, comme, plus tard, un grand nombre de cadres de l'IGN. La géographie universitaire, en revanche, a contribué au développement des SIG. La géographie quantitative anglaise et américaine des années 1960 a posé un certain nombre des bases conceptuelles des futurs SIG, par exemple la décomposition de l'espace en objets élémentaires. Elle a aussi, indirectement, préparé une génération de géographes à accueillir de nouvelles techniques numériques en introduisant des mathématiques dans leur formation. Quelques géographes quantitativistes emploient l'informatique dès les années 1970[91], mais c'est surtout la télédétection qui introduit cet outil chez les géographes. Cela explique que quelques-unes des expérimentations sur les SIG aient eu lieu dans la communauté des géographes universitaires[92], même si les précurseurs ont plutôt été dans le milieu de l'administration ou de l'armée.

Les SIG se sont imposés dans la deuxième moitié des années 1980 et les années 1990, d'abord en Amérique du Nord, puis en Europe. Il était encore possible, au début des années 1990, d'atteindre la quatrième année d'études supérieures en géographie sans avoir entendu parler de système d'information géographique. Pourtant, les SIG commencent alors à se diffuser dans les universités. En Amérique du Nord, la science de l'information géographique devient une branche structurée de la géographie, avec ses revues savantes spécialisées comme l'*International Journal of Geographical Informations Systems* (aujourd'hui *International Journal of Geographical Information Science*), créé en 1987. Certaines revues anciennes consacrées à la cartographie, comme *Cartographica*, s'ouvrent aux recherches sur les SIG.

91. [Pumain et Robic, 2002].
92. [Aronson, 1985].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

La communauté des spécialistes de SIG se compose de chercheurs venus de l'analyse spatiale (c'est le cas de M. Goodchild, l'un des spécialistes le plus connus du domaine), de spécialistes de télédétection, rejoints par de jeunes universitaires séduits par l'outil. La cohabitation était (et demeure) parfois difficile avec les géographes traditionnels, mais plus encore avec les géographes critiques inspirés par les divers courants de la postmodernité, pour des raisons épistémologiques[93], politiques, et en raison de la concurrence pour les postes et les crédits.

En France, la diffusion des SIG dans l'université est plus tardive. Les spécialistes de géographie quantitative et de télédétection s'y intéressent, mais, si la télédétection peut souvent bénéficier des moyens de laboratoires de sciences exactes, vers la fin des années 1980, peu de départements de géographie ont eu les moyens de financer l'équipement en matériel et en logiciel, sans compter l'acquisition des données. Au mieux, les SIG restent alors cantonnés au troisième cycle. Il existait, au milieu des années 1990, une recherche française assez dynamique autour des SIG et de ce qu'on commençait à appeler globalement la géomatique, mais c'est plutôt par le biais de l'enseignement que les SIG se sont généralisés à l'université, dans les années 2000. Les applications des SIG s'étant multipliées dans de nombreux métiers, dont ceux de l'aménagement, un des débouchés traditionnels des étudiants en géographie, toutes les formations intègrent progressivement au moins une initiation aux SIG. La baisse du prix du matériel informatique et la possibilité de négocier auprès des éditeurs des tarifs pédagogiques pour les licences de logiciels facilitent la mise en place de ces enseignements. Ainsi, le faible nombre initial de spécialistes de SIG en France et la façon particulière dont ces techniques se sont imposées à l'université expliquent qu'elles n'aient pas suscité ici les mêmes débats qu'aux États-Unis.

Hors du monde professionnel et universitaire, il est assez probable que les mots « systèmes d'information géographique » n'évoquent pas grand-chose. Pourtant, les techniques issues des SIG ont colonisé l'environnement quotidien. Les GPS de navigation qui équipent les véhicules ou qui sont disponibles sur les smartphones, de même que les terres virtuelles en ligne en sont des exemples. La disponibilité sur internet, le plus souvent gratuitement, de données géographiques et d'outils pour les manipuler (l'API Google Maps, pour ne citer que l'outil le plus courant, qui permet à l'auteur d'un site web de publier des cartes personnalisées en employant

93. Sur ces débats, voir la partie III.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

l'interface et les données de Google), a encouragé la floraison d'une sorte de géographie d'amateurs. On a parfois appelé « néogéographie » l'ensemble des nouvelles pratiques cartographiques des personnes *a priori* étrangères au monde de la géographie professionnelle. Ces pratiques recouvrent un éventail extrêmement large, des plus simples cartes de localisation à des pratiques artistiques très élaborées utilisant la cartographie[94].

Une des conséquences majeures de la banalisation des techniques liées au SIG est la substitution de l'écran au papier comme support privilégié de la carte. Cette substitution n'est pas complète, mais elle est fort étendue, à la fois dans les usages professionnels et auprès du grand public. Par exemple, chez ces grands utilisateurs de cartes que sont les militaires, la carte papier, appréciée pour sa légèreté, son faible coût et sa robustesse reste employée sur le terrain, mais elle est concurrencée par les SIG dans les postes de commandement, pour les préparations de mission[95], etc. Il en va de même, à des degrés divers, chez les autres catégories d'utilisateurs ; la carte papier ne disparaît pas, car, outre ses mérites propres, elle constitue souvent l'essentiel du patrimoine cartographique existant, mais elle est presque toujours complétée, et, dans certains usages, supplantée, par son équivalent sur écran. C'est aussi le cas auprès du grand public. Beaucoup d'automobilistes se fient à leur GPS au point de négliger de se munir d'une carte routière, et à la maison ou au bureau, lorsqu'on cherche à vérifier une localisation, le réflexe premier est plutôt de se connecter à l'internet que de sortir l'atlas.

Le passage de la carte papier à la carte sur écran n'est pas un simple changement du support. La différence la plus évidente est la fluidité de la carte sur écran qui se prête à tous les changements d'échelle, choix d'affichage, mises à jour plus ou moins instantanée, etc. Un autre point moins souvent souligné et pourtant d'une grande importance est la différence de qualité graphique entre la carte traditionnelle et la carte issue de SIG[96]. Indépendamment des capacités graphiques de plus en plus

94. [Desbois, 2011b]. Il n'est pas certain que ce néologisme soit encore employé dans quelques années.
95. Le déploiement d'un système technique ne signifie pas nécessairement qu'il est adopté. À la fin des années 1990, des pilotes français à qui avait été livré un système informatisé de préparation de mission disaient ainsi préférer se fier aux cartes papier. Ce n'est d'ailleurs pas nécessairement le signe d'une résistance au progrès, car dans le domaine militaire, les enjeux industriels ne coïncident pas toujours avec les impératifs opérationnels.
96. Les spécialistes de SIG insistent sur le fait qu'un SIG n'est pas destiné à produire des cartes. Selon la logique traditionnelle de la production cartographique, le SIG devrait servir à produire le canevas à partir duquel une carte pourrait être dressée, par exemple par un dessinateur spécialisé. Dans les faits, et en particulier dans la cartographie en ligne, les cartes sur écran sont le résultat de requêtes de SIG, à peine habillées de quelques raffinements graphiques ordinairement absents des sorties de SIG professionnels.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

impressionnantes de machines, la carte issue de SIG est presque toujours moins satisfaisante, visuellement, que la carte papier traditionnelle. Le chevelu hydrographique est souvent disgracieux, en raison d'une épaisseur de trait trop uniforme ; à certaines échelles, le détail des réseaux viaires est inapproprié et donne une image ou trop confuse ou trop pauvre ; le placement des toponymes et des autres indications textuelles est maladroit, etc. Ces défauts sont la conséquence inévitable du processus automatique de production de la carte. Quelles que soient les bases mathématiques rigoureuses de la carte à grande échelle traditionnelle, la dernière étape de la production suppose l'intervention d'un dessinateur capable de choix esthétiques. Par exemple, sur la carte topographique française, le placement des ombrages qui soulignent les pentes, rigoureux en apparence, requiert en réalité, pour être utile, un discernement hors de portée d'une machine. L'une des opérations les plus difficiles à automatiser est la généralisation, c'est-à-dire l'ensemble des compromis avec la rigueur géométrique nécessaires à l'expression claire de la carte en fonction de l'échelle du dessin : déplacer un bâtiment pour tenir compte de l'épaisseur du trait qui figure une route, supprimer un lacet, etc. Les recherches sur la généralisation automatique n'ont jusqu'à présent pas abouti à des résultats très probants, aussi les systèmes cartographiques qui proposent une grande amplitude d'échelles d'affichage reposent-ils souvent sur des techniques de gestion du niveau de détails qui combinent l'usage de jeux de données différents selon les échelles et de filtres qui suppriment automatiquement certains détails aux petites échelles. Mais ces techniques ne sont pas toujours efficaces lorsqu'il est possible de changer d'échelle en continu.

Ces considérations esthétiques sont plus importantes qu'on ne pourrait le penser. Sans doute les progrès de la généralisation automatique pourront-ils améliorer (du point de vue d'utilisateurs habitués à la carte traditionnelle) l'aspect des cartes sur écran. Pourtant, il est probable que les caractéristiques graphiques des cartes des GPS ou des cartes de Google Maps et des autres services de cartographie en ligne nous heurtent déjà moins que lors de leur apparition. Pour les générations dont le premier contact avec les cartes aura été ces cartes issues de SIG, l'aspect choquant aura tout à fait disparu. Ces nouvelles cartes modifient la norme de l'esthétique cartographique.

Chaque époque de la cartographie invente son esthétique qui exprime quelque chose de la fonction pratique, mais aussi symbolique, assignée

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

à la carte. Quelques hypothèses sur l'esthétique des cartes numériques actuelles seront explorées dans la partie III.

L'informatisation est la dernière étape en date de la mathématisation de la cartographie. Ces transformations techniques sont liées à des changements d'usage et de statut de la carte. À mesure que sa précision s'accroît, la cartographie requiert la mise en œuvre de systèmes techniques de plus en plus complexes, qui ne peuvent exister que grâce à des États puissants et centralisés. Dans la partie suivante, nous proposons de replacer ces évolutions techniques dans leur cadre politique, en montrant comment la carte, initialement surtout une curiosité du cabinet des savants, devient à l'époque moderne le symbole et l'instrument de la puissance des États. Nous verrons en particulier comment les militaires, surtout à partir du XIXe siècle, prennent le pouvoir sur la cartographie, dont ils déterminent les principales évolutions, jusqu'aux techniques géonumériques actuelles.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE II
LA CARTE ET L'ÉTAT, DE LA RENAISSANCE À L'INTERNET

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE II. LA CARTE ET L'ÉTAT, DE LA RENAISSANCE À L'INTERNET

Les cartes révèlent et façonnent nos conceptions de l'espace. Une de leurs fonctions importantes est d'exprimer un rapport entre le pouvoir politique et le territoire, non seulement en figurant les frontières, mais aussi à travers leurs usages institutionnels, les conditions de leur production, leur rôle idéologique, etc. Les cartes scientifiques modernes sont l'une des expressions de la façon dont la mesure, le calcul, et la science en général deviennent un instrument de gouvernement de plus en plus important. De même, les nouvelles cartes numériques sont les symptômes, et peut-être parfois les agents, de la crise des États-nations confrontés à la mondialisation, un phénomène lui-même étroitement mêlé à l'emprise des nombres, par l'entremise de la technique, sur l'espace. Plus faciles à produire et à reproduire avec les techniques numériques, les cartes se multiplient.

La prolifération actuelle des cartes sur écran est liée notamment au développement de l'internet. Les plus grands producteurs et diffuseurs d'information géographique sont de grandes sociétés mondialisées (originaires des États-Unis). La numérisation contemporaine de la cartographie est intimement liée à plusieurs aspects de la mondialisation : internationalisation de l'économie, importance croissante des activités liées au traitement de l'information, etc. C'est une rupture importante dans l'histoire de la cartographie.

Les transformations techniques dont il a été question dans la partie I se sont accompagnées d'une évolution complexe des relations entre les cartes et les États. La cartographie moderne a été un des instruments et des symboles de la souveraineté des États, puis, plus tard, un outil fondamental des entreprises coloniales des États européens. L'histoire de la formation des États modernes et l'histoire de la cartographie scientifique ont des liens étroits. Depuis les années 1970, les travaux d'histoire de la cartographie, notamment ceux de Monique Pelletier et de David Buisseret, ont contribué à mettre en lumière cette relation, en particulier pour le début de l'époque moderne et la période des Lumières, où l'on

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

assiste à une étatisation de la cartographie[1]. Très schématiquement, de la Révolution jusqu'à l'ère des cartes numériques, la cartographie continue à être un instrument de la souveraineté des États, mais sa dimension militaire devient prépondérante. L'ère actuelle voit le lien entre l'État et la carte se brouiller et devenir plus complexe, à la fois par un mouvement de globalisation et de privatisation, sans pour autant disparaître, en particulier par le biais des applications militaires.

LA CARTE ET L'ÉTAT MODERNE : LES DÉBUTS DE LA CARTOGRAPHIE OFFICIELLE

La cartographie a joué un rôle important dans l'émergence des États modernes, à la fois sur le plan symbolique et pratique. La forme médiévale du pouvoir ne méconnaissait pas l'importance de la dimension territoriale de la souveraineté, ne serait-ce que par le souvenir de l'antiquité romaine. Mais les relations de pouvoir de type féodal qui prévalaient alors en Europe, en donnant une importance première aux pouvoirs exercés sur les personnes dans le cadre de cascades d'allégeance et de réseaux de dépendances complexes, tendaient à minorer l'importance des questions spatiales au regard de celle des relations interpersonnelles. Aux XIIe et XIIIe siècles, dans l'Angleterre de Henri Ier et dans la France de Philippe Auguste, les administrations des souverains se perfectionnent et s'étoffent, ce qui entraîne une prise en compte progressive des questions territoriales dans un système de gouvernement centralisé[2]. À peu près à la même époque, l'affaiblissement du pouvoir réel de l'institution impériale favorise l'affirmation de la souveraineté des royaumes européens[3]. Le règne de Louis IX marque du point de vue des conceptions territoriales un tournant symbolique puisque le roi est désormais officiellement désigné comme « rex Franci(a)e », roi de France, en place du « Rex francorum », Roi des Francs, qui prévalait auparavant[4]. Les contours des territoires médiévaux,

1. La grande histoire de la cartographie de l'université de Chicago est sans aucun doute l'ensemble le plus riche d'études disponible sur le sujet. Malheureusement, elle ne concerne pour l'instant que la période antérieure à 1700. La cartographie à l'époque des Lumières est assez bien connue grâce aux études sur la carte des Cassini, mais on manque de recherches sur les autres pays. Quant au XIXe siècle, on dispose d'études éparses sur l'histoire des techniques et sur les cartographies coloniales, mais il reste beaucoup à faire sur la question des rapports entre cartes et société.
2. [Hollister et Baldwin, 1978].
3. [Ullman, 1949].
4. [Beaune, 1987].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cependant, sont souvent flous, et la carte n'est encore ni un instrument administratif ni une façon commune de représenter le territoire d'une nation, malgré des exemples isolés çà et là, comme les cartes de Matthew Pâris, cartes régionales de l'Angleterre au XIIe siècle[5], ou la carte de Gough, une carte de l'Angleterre du XIVe siècle. La place dans l'histoire de la cartographie de ces cartes médiévales, qui ne s'inscrivent pas dans la tradition des Mappamundi, n'est pas encore parfaitement comprise[6].

La diffusion de la Géographie de Ptolémée au XVe siècle[7] correspond à la fois à l'émergence d'une conception plus abstraite de l'espace et à une banalisation de la carte comme outil de description concrète du monde, par opposition à son interprétation symbolique à travers les Mappamundi. Avant même la carte, l'abstraction géographique fait son apparition dans les affaires politiques. Vers 1420, une dispute territoriale entre Florence et Milan est réglée par le tracé d'une frontière déterminée géométriquement, et non plus sur des repères naturels ou par l'énumération d'une liste de localités comme c'était l'usage[8]. L'exemple le plus connu de l'usage précoce d'une abstraction géométrique dans un conflit territorial est le partage du monde non chrétien entre Portugais et Espagnols par le traité de Tordesillas, en 1494, qui fixe la frontière entre les deux empires sur une ligne méridienne à 370 lieues à l'ouest de l'archipel du Cap-Vert. Les cartes servent à l'occasion à régler les détails de litiges territoriaux[9], mais ce n'est pas une règle générale. Les cités-états de l'Italie, que leurs rivalités maintiennent dans un état de guerre à peu près permanent, produisent de nombreux plans destinés à organiser leur défense[10]. À l'extrême fin du siècle, Charles VIII demande à Jacques Signot de reconnaître les cols alpins par lesquels une armée pourrait passer de France en Italie[11]. La carte tirée de ces reconnaissances, éditée en 1515, est probablement le premier exemple français d'une carte à fonction militaire dressée à l'initiative de la puissance publique. C'est une carte assez rudimentaire[12], accompagnée dans son édition de 1515 d'un descriptif d'itinéraires plus informatif que la carte elle-même ; l'essentiel de l'information est porté par le texte. La montée d'une conscience territoriale dans le domaine politique se poursuit

5. [Pelham, 1933].
6. [Andrews, 2009, pp. 10-13].
7. Voir la partie I.
8. [Edgerton, 1975, p. 114].
9. [Dainville, 1970].
10. [Kagan et Schmidt, 2007, p. 664].
11. [Buisseret, 1992, p. 101].
12. Une version numérisée est consultable sur le site de la BnF. [En ligne] : < http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b2000016q >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

durant le XVIe siècle. L'expansion du monde connu par les grandes découvertes renforce l'importance des cartes comme instruments de connaissance du monde. Les puissants s'attachent des géographes qui, sous divers titres, sont chargés de dresser les cartes. L'Espagne et le Portugal se dotent ainsi de services de cosmographes chargés de tenir à jour la cartographie de leurs expansions territoriales respectives. En France, Henri II crée la charge de géographe, puis de cosmographe du roi, dont le premier titulaire est André Thévet. Le titre de cosmographe reflète une des ambiguïtés de la fonction, tiraillée entre la géographie mathématique à la Ptolémée et la géographie empirique descriptive à la Strabon, ce qui suscite d'ailleurs, à l'encontre des cosmographes, des accusations d'affabulation de la part des plus critiques de leurs contemporains[13]. Montaigne ne porte pas une grande estime aux cosmographes :

« Cet homme que j'avais était homme simple et grossier, qui est une condition propre à rendre véritable témoignage ; car les fines gens remarquent bien plus curieusement et plus de choses, mais ils les glosent ; et pour faire valoir leur interprétation et la persuader, ils ne se peuvent garder d'altérer un peu l'Histoire ; ils ne vous représentent jamais les choses pures, ils les inclinent et masquent selon le visage qu'ils leur ont vu ; et, pour donner crédit à leur jugement et vous y attirer, prêtent volontiers de ce côté-là à la matière, l'allongent et l'amplifient. Ou il faut un homme très fidèle, ou si simple qu'il n'ait pas de quoi bâtir et donner de la vraisemblance à des inventions fausses, et qui n'ait rien épousé. Le mien était tel ; et, outre cela, il m'a fait voir à diverses fois plusieurs matelots et marchands qu'il avait connus en ce voyage. Ainsi je me contente de cette information, sans m'enquérir de ce que les cosmographes en disent. »[14]

L'ÉTAT ET LES CARTES D'APPARAT

La Renaissance voit donc bien la naissance d'une préoccupation de l'État pour la géographie, mais outre que la cartographie ne se détache pas toujours nettement de la description géographique, l'accumulation encyclopédique de prestige le dispute encore à la géographie utilitaire d'État. Cette géographie de prestige s'exprime aussi dans la cartographie d'apparat,

13. [Lestringant, 1991].
14. Michel de Montaigne, *Les essais* ; textes établis par Jean Balsamo, Michel Magnien et Catherine Magnien-Simonin, livre I, XXX, Paris, Gallimard, 2007 (coll. Bibliothèque de la Pléiade), pp. 210-211.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dont l'un des plus beaux exemples est la salle des cartes (Guardaroba Nuova) du Palazzo Vecchio à Florence. Ce cycle mural consiste en un cabinet entièrement décoré de cartes, destiné à accueillir une partie des collections de cartes et de globes de Cosme Ier de Toscane. Offert aux Médicis par des courtisans, le cabinet a été dessiné par Ignazio Danti à partir de 1563 d'après différents atlas de l'époque. Ce cycle de cartes jouait sur l'analogie entre le nom de Cosme et le mot « cosmos », en formant une cosmographie destinée à magnifier le pouvoir que son propriétaire exerçait sur le monde[15]. La carte a ici un rôle symbolique puissant, expressément associé au pouvoir[16]. Cette cartographie murale était assez en vogue depuis la fin du XVe siècle dans les palais européens[17].

Au XVIe siècle, certains particuliers possèdent également des cartes murales, comme en témoignent des inventaires de marchands vénitiens, et, au siècle suivant les tableaux d'intérieur flamands (Vermeer en particulier semble avoir nourri une obsession pour les cartes[18]). Bien que les cartes décoratives des particuliers et les cartes d'apparat des puissants participent à un même mouvement de prolifération cartographique, les deux procèdent de logiques un peu différentes. Les cartes des particuliers sont des gravures imprimées qui manifestent que leur propriétaire est instruit et curieux du monde de son temps. Les cartes des palais sont des œuvres uniques et précieuses, tout comme les grands globes, qui signalent la richesse et symbolisent la puissance. Certaines de ces cartes sont exécutées spécialement pour célébrer un fait d'armes du souverain, comme la tapisserie monumentale commandée par Charles Quint (environ 5 × 9 m), représentant une carte du bassin méditerranéen. Cette carte, exécutée sur le modèle des portulans, fait partie d'un ensemble commandé vers 1546 par l'empereur, amateur de cartes notoire, pour commémorer son expédition de Tunis[19]. La valeur symbolique attachée à la carte est encore plus évidente lorsqu'elle est utilisée comme un élément de décor dans un portrait de monarque. La reine Elizabeth Ire d'Angleterre a ainsi été plusieurs fois représentée en compagnie de globes ou de cartes[20]. Un des plus beaux exemples est le portrait peint vers 1592 par Marcus Gerards le Jeune, qui représente la reine debout sur une carte d'Angleterre. Cette

15. [Fiorani, 2007, pp. 218-220].
16. Cinq siècles plus tard, une grande société internationale de conseil en entreprise décore la salle de réunion de ses bureaux parisiens, sis Place Vendôme, d'une gigantesque mappemonde murale.
17. [Morel, 1993].
18. Voir la partie III.
19. [Hoinka et De Castro, 2005].
20. [Barber, 2004].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Portrait d'Elizabeth 1re d'Angleterre par Marcus Gerards le Jeune (vers 1592), huile sur toile, 241,3×152,4 cm, National Portrait Gallery.

Source : © National Portrait Gallery, London.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

iconographie semble avoir été particulièrement prisée en Angleterre. À la même époque, en France, quoique le roi Henri IV soit très féru de cartographie, il n'apparaît guère entouré de cartes dans ses portraits, à l'exception d'une peinture le représentant (probablement) enfant, avec une carte roulée à ses pieds : les cartes, vers 1560, faisaient partie de l'éducation des jeunes nobles, et il n'y a donc pas nécessairement la même valeur symbolique attachée à cette carte qu'à celles qui figurent dans les portraits d'Elizabeth[21].

LA CARTE AU SERVICE DU GOUVERNEMENT : LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'ADMINISTRATION

La transformation des conceptions de l'espace qui accompagne les débuts de la cartographie moderne correspond aussi au développement de nouvelles pratiques administratives dans lesquelles la carte devient un instrument central. À côté de ce qu'on pourrait appeler une cartographie politique, destinée à donner forme et corps aux États en voie de centralisation, se constitue une cartographie administrative conçue comme un moyen d'agir sur le territoire. La cartographie utilitaire n'est pas à proprement parler une nouveauté. Pour régler une dispute de limite entre domaines ou pour les besoins de divers travaux, la levée de plans locaux, connue dans l'Antiquité, avait probablement été pratiquée au Moyen Âge, au moins vers la fin de la période[22]. Les cartes utilitaires se multiplient à la Renaissance, à l'initiative des autorités centrales. Entre la fin du XVIe siècle et le XVIIe, la plupart des États européens ont recours à la cartographie de façon plus ou moins systématique. Parallèlement à la cartographie des terres nouvelles par les puissances coloniales, les États entreprennent l'inventaire cartographique de leur propre territoire. Une des entreprises les plus complètes en ce domaine est celle de la Suède, qui, sous le règne de Gustave II Adolphe (1611-1632), a procédé à une cartographie systématique à toutes les échelles, de la carte topographique au cadastre en passant par les plans de villes. La logique de cette frénésie cartographique n'est pas entièrement claire. Même s'il est tentant d'y voir une entreprise d'inventaire destinée à rationaliser l'administration, ces cartes sont exécutées dans un contexte culturel qui ne correspond pas encore tout à fait à la rationalité moderne. Leurs

21. [Buisseret, 1992, p. 107].
22. [Harvey, 1987].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

maîtres d'œuvre ou les savants de leur entourage sont pétris d'astrologie et d'ésotérisme[23], ce qui rend l'interprétation de ces travaux particulièrement délicate[24]. L'astrologie, qui connaît un pic de popularité dans la première moitié du XVIIIe siècle, avait de forts liens avec la géographie car il fallait déterminer avec précision, par des mesures astronomiques, les coordonnées du lieu de naissance pour faire un horoscope.

À divers degrés, ce souci cartographique se retrouve dans d'autres États : au Danemark[25], en Angleterre[26], en France[27], aux Pays-Bas, etc. Même en l'absence de grands États centralisés, comme dans l'aire allemande ou en Italie, la cartographie se banalise dans les petites principautés.

Les conséquences de cette production cartographique abondante sont multiples. D'une part, les cartes deviennent des objets familiers, au moins dans la partie instruite de la population. Cela contribue sans doute à faire évoluer les conceptions de l'espace[28]. D'autre part, le lien qui s'établit entre le pouvoir et la carte, et plus particulièrement la montée en puissance des États comme producteurs de cartes, fait de la cartographie un élément de la construction de la souveraineté. La production de la carte est à la fois un symbole fort de la maîtrise du territoire cartographié, et un moyen d'exercer plus efficacement un pouvoir sur ce territoire. La mise en carte du territoire correspond donc à la construction à la fois symbolique et pragmatique d'un cadre spatial à l'intérieur duquel le pouvoir peut s'exercer. Même si, à la Renaissance, les structures mentales ne correspondent probablement pas entièrement à la rationalité scientifique telle que l'ont construite les Lumières, le fait que ces cartes, dans l'ensemble, soient dressées par des méthodes mathématiques (triangulation, relevés de coordonnées géographiques) tend à produire des espaces nationaux mesurés et délimités qui deviennent, de ce fait, un des éléments essentiels de la définition des nations.

En pratique, la définition des États-nations comme entités territoriales décrites par leur cartographie est longue à s'imposer totalement. Ainsi, en 1659, lorsque le traité des Pyrénées fixe la frontière entre l'Espagne et la France, il dresse une liste de localités en précisant leur appartenance à l'une ou l'autre puissance, sans recourir à une définition géographique précise de la frontière. Quelques années auparavant, les traités de

23. [Stahlman, 1956].
24. [Herva et Ylimaunu, 2010] ; [Herva, 2010].
25. [Strandsbjerg, 2008].
26. [Barber, 1992].
27. [Buisseret, 1992].
28. Voir la partie III.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Westphalie n'avaient pas davantage fait usage de la carte. Ce n'est qu'à partir des guerres napoléoniennes que l'usage s'impose d'accompagner les traités réglant des litiges territoriaux d'annexes cartographiques[29].

L'évolution des conceptions et des pratiques territoriales est un processus lent et progressif. L'entreprise de la carte des Cassini illustre la complexité de ce phénomène. En apparence, il y a une coïncidence parfaite entre la construction d'un État fortement centralisé et la réalisation d'une carte scientifique à grande échelle fondée sur une mesure rigoureuse de la totalité du territoire. Colbert en prend l'initiative, cautionnée par Louis XIV, puis, les mesures préliminaires étant terminées, Louis XV approuve la fabrication de la carte elle-même. L'initiative est donc entièrement publique, comme l'est la quasi-intégralité du financement : à partir de 1756, à la suite de difficultés de financement, la propriété de la carte est formellement transférée à une compagnie privée composée de 50 actionnaires. La contribution réelle des capitaux privés est cependant restée limitée, en particulier grâce au recours au financement par les provinces. Dans sa construction, cette carte ne tient en théorie aucun compte des particularismes locaux. Elle unifie tout le territoire dans son canevas mathématique rigoureux[30]. Du point de vue de la conception du territoire, c'est donc une évolution sensible par rapport à la première politique cartographique de Colbert qui consistait à compiler les cartographies des différentes provinces. Le projet de la carte de Cassini dénote bien une conception du territoire qu'on pourrait qualifier de moderne. Son exécution cependant se heurte à la réalité de l'organisation territoriale hétérogène du royaume de France. Le projet des savants responsables de la carte était de former des ingénieurs qui puissent effectuer partout les levées topographiques nécessaires. Mais les pays d'États comme les généralités, les uns et les autres mis à contribution pour financer les opérations cartographiques, manifestent leur autonomie de plusieurs manières. Certains rechignent à contribuer, ou ne le font qu'à condition qu'on leur dresse une carte particulière de leur territoire. Plusieurs intendants, plutôt que de contribuer financièrement, préfèrent faire dresser par leurs services une carte à plus grande échelle de leur généralité[31] pour en livrer une réduction aux Cassini. Jean-Dominique Cassini assure que la généralité de Limoges

29. [Black, 2009].
30. Sur le souci d'exactitude qui a guidé les Cassini, voir [Cassini de Thury, 1783].
31. Ces cartes sont appuyées sur le canevas de la triangulation principale des Cassini. Le fait que plusieurs provinces aient souhaité dresser elles-mêmes leur carte suggère que les techniques de levées topographiques étaient relativement répandues.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

préféra dépenser 100 000 livres pour dresser sa propre carte plutôt que de contribuer des 10 000 qu'on lui réclamait[32]. Des pays d'États passent des traités en bonne et due forme avec les cartographes pour régler les détails de la levée de leur carte sur leur territoire et demandent un droit de regard sur le produit fini. C'est en particulier le cas de la Bretagne qui fait tant de difficultés qu'on ne peut en achever la carte qu'après la Révolution. Jean-Dominique Cassini attribue principalement aux exigences et à la mauvaise volonté des provinces la durée excessive de la phase finale de l'exécution de la carte[33]. Pour les provinces, avant la Révolution, l'exécution de la carte de Cassini est aussi, paradoxalement, une occasion de s'affirmer comme autant d'entités territoriales dotées d'une certaine autonomie. La maîtrise de la cartographie est donc bien perçue comme un élément important de la construction d'une souveraineté, et la carte des Cassini est l'occasion d'une affirmation de territorialités concurrentes.

Le grand projet de carte scientifique unifiée était assez à même de plaire aux révolutionnaires de 1789. Cependant, beaucoup d'entre eux, du moins dans les premiers temps, semblent en avoir ignoré l'existence. En 1790, le comité de division chargé du nouveau découpage départemental commence ses travaux avec des cartes hétérogènes achetées « sur les quais ou chez les marchands d'estampes » avant de prendre conscience de l'existence de la « carte de l'Observatoire »[34]. C'est finalement la carte des Cassini, spécialement réduite sur 18 feuilles, qui sert à tracer la nouvelle division du pays. Le découpage départemental qui, en principe, ne s'appuie que sur des considérations géographiques, est en quelque sorte l'équivalent, sur le plan politique, du projet territorial implicite de la carte des Cassini dans le domaine des représentations. Le découpage, issu de compromis et de négociations, n'est pas aussi radical que certaines propositions initiales qui auraient souhaité une division géométrique régulière[35], mais il représente bien une unification du territoire en sous-divisions plus ou moins homogènes formant un pavage complet et rationnel sans vides ni chevauchements. Même si des concessions sont faites aux intérêts locaux, le découpage en départements ordonne l'espace national selon une logique qui doit plus à la mesure qu'à l'histoire. Non seulement ce découpage est un projet qui a une parenté intellectuelle avec celui de la carte des Cassini, mais il aurait été difficile, voire impossible, à mener à bien sans cette

32. [Cassini, 1810, p. 120].
33. *Ibid.*, p. 121.
34. *Ibid.*, p. 117.
35. [Arnoult, 1992].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

carte. La carte des Cassini marque donc bien, à plusieurs égards, une étape importante dans la formation du projet national français moderne.

APRÈS LES CASSINI, LE TEMPS DES MILITAIRES

Les révolutionnaires ont trouvé si utile la carte des Cassini que celle-ci est nationalisée en 1793, et confiée au dépôt de la guerre, organisme créé en 1688 pour conserver les archives militaires[36], prédécesseur du Service géographique de l'armée (SGA). Cette nationalisation et ce transfert signent la fin de la cartographie des savants et le commencement de la géographie des militaires[37]. À partir de la Révolution, les questions de géographie et même, dans une large de mesure, de géodésie, font l'objet de raffinements techniques mais ne mobilisent plus que rarement les plus éminents scientifiques du temps. Les travaux cartographiques font appel aux techniques les plus avancées de leur époque, mais ils n'en sont plus à l'origine. La carte est désormais une affaire principalement administrative et militaire. Dans de nombreux pays en effet, la responsabilité de la cartographie à grande échelle du territoire national revient à des militaires spécialisés. C'est le cas par exemple en Angleterre, avec l'Ordnance Survey, créé dès 1791[38]. Plus tard, la Belgique, la Russie, l'Italie se dotent d'instituts cartographiques militaires. Si les militaires ne sont pas toujours l'unique source de la cartographie (le meilleur contre-exemple est probablement celui des États-Unis)[39], il est rare qu'ils n'y soient pas mêlés en quelque façon. Au début du XIXe siècle, ce qu'on pourrait nommer les grandes puissances cartographiques de l'époque, la France et l'Angleterre, ont confié leur cartographie nationale aux militaires, créant ainsi un modèle d'organisation souvent reproduit.

Cette militarisation de la cartographie répond à plusieurs logiques. Il existait une tradition cartographique chez les militaires, familiers des techniques de levées topographiques pour les besoins de la guerre et de l'organisation de la défense, en particulier autour des fortifications. En France, le corps des ingénieurs du Roi, connus aussi comme ingénieurs des camps et des armées puis ingénieurs géographes, apparu sous Henri IV, se

36. [Levallois, 1988, p. 87].
37. [Godlewska, 1998].
38. [Hewitt, 2011].
39. La cartographie nationale est du ressort d'une agence civile (United States Geological Survey [USGS], agence géologique des États-Unis), mais il existe aussi une cartographie militaire parallèle.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

structure et s'organise au cours des XVIIe et XVIIIe siècles. Vauban est particulièrement soucieux de développer les compétences cartographiques de ce corps. Les ingénieurs du Roi ne sont pas, en tant que corps, directement impliqués dans les grandes entreprises cartographiques de l'Académie et des Cassini, mais les contacts sont nombreux et les ingénieurs maîtrisent les techniques de la triangulation et s'appuient sur le canevas des Cassini[40]. Ce corps a connu des fortunes variables, selon les nécessités de la géographie de guerre et les soubresauts politiques. Après une éclipse pendant la Révolution, il reprend une importance de premier plan sous Napoléon, avant de contribuer, avec le bureau des longitudes, à la nouvelle carte topographique. Les ingénieurs géographes sont rattachés au dépôt de la guerre.

L'existence de spécialistes dotés d'un savoir-faire cartographique explique en partie le rôle joué par les militaires dans la cartographie à partir du XIXe siècle, mais ce rôle correspond également à une conception particulière du territoire national, issue des guerres du XVIIIe siècle, de la Révolution, et confortée ensuite par les guerres napoléoniennes : la vision des territoires des nations comme objets construits par la guerre. L'idée de patrie, très débattue au XVIIIe siècle, est fortement liée à la célébration des guerres passées[41]. La militarisation de la cartographie fait écho à la nation forgée dans la guerre. Il ne s'agit pas uniquement d'une relation symbolique : la carte est un instrument de défense. En France au moins, confier la cartographie aux militaires n'était probablement pas la seule solution techniquement possible. Le fait que la carte de Cassini, dans l'ensemble, ait été réalisée sans leur concours le prouve, et d'autres techniciens, comme par exemple le corps des ingénieurs des ponts-et-chaussées, auraient pu procéder aux levées cartographiques[42]. Au début du XIXe siècle, les ingénieurs civils et militaires se disputaient la maîtrise de la cartographie[43]. Le contexte historique et militaire particulier a pesé en faveur de la militarisation de la cartographie, mais le fait que cette voie ait été choisie par de nombreux pays suggère que le lien entre souveraineté, armée et territoire n'est pas uniquement une affaire de circonstances. Le rattachement de la cartographie au domaine militaire modifie le statut de la carte dont la production se trouve désormais associée au périmètre des fonctions régaliennes. Les opérations de triangulation et de cartographie, particulièrement dans le cadre des États modernes issus des Lumières,

40. [Virol, 2008].
41. [Suratteau, 1983].
42. [Verdier, 2008].
43. [Bret, 2008].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

représentent une appropriation symbolique du territoire, en même temps qu'un moyen d'action particulièrement emblématique du gouvernement par la science et la technique.

CARTOGRAPHIES COLONIALES

La relation entre l'affirmation des gouvernements modernes et la cartographie est illustrée notamment par la cartographie coloniale. L'exemple de l'Algérie française et celui des Indes britanniques illustrent le lien entre colonisation et cartographie. Le cas de l'Amérique du Nord, dans un contexte assez différent, présente un autre aspect des relations entre domination de l'espace et géodésie.

Algérie

L'Algérie a constitué le laboratoire de la cartographie coloniale française. Les ingénieurs géographes du dépôt de la guerre participent aux premières expéditions militaires, dès 1830. Leur rôle est d'abord de dresser des cartes des théâtres d'opération, mais aussi de préparer la carte générale de la colonie. « Nous avons marché l'épée dans la main, le mètre dans l'autre », a déclaré Bugeaud en 1845[44]. La carte fait partie du processus de colonisation. C'est certes un outil mis à la disposition des colons, mais aussi un moyen de prendre possession symboliquement du territoire en le soumettant à la même géométrie que la métropole. On rattache même l'Algérie au système géodésique français par une chaîne de triangles qui traverse l'Espagne. Cette opération permet, en prolongeant la méridienne française jusqu'aux Shetlands, de mesurer un arc terrestre de 29° ; elle a donc un réel intérêt géodésique, mais c'est aussi une façon d'affirmer le rattachement de l'Algérie à la France en l'incluant dans le même système de référence. Le modèle de la carte de France est constamment invoqué par les cartographes de l'Algérie[45]. La publication d'une carte d'Algérie aux mêmes normes que les cartes de la métropole[46] est un symbole fort

44. Cité par [Martin, 1932, p. 315].
45. [Blais, 2010].
46. L'Algérie, dans sa partie nord, a été dotée avant 1914 d'une carte au 1/50000 en courbes de niveaux et en couleurs, couvrant une zone qui s'étendait du littoral jusqu'à une centaine de kilomètres à l'intérieur des terres. Cette carte correspond aux spécifications de la carte de France « type 1900 », dont les travaux en métropole, à la même époque, sont fort peu avancés.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de maîtrise de l'espace, surtout dans un pays qui a longtemps résisté, car elle prouve, par la triangulation qu'elle suppose, que la totalité du territoire a été arpenté, et donc soumis[47]. La carte est moins l'instrument de la colonisation que le témoignage de son achèvement, ou du moins de l'achèvement de la phase de conquête.

Le cas des Indes britanniques est peut-être encore plus significatif, en raison de l'énormité de l'étendue du territoire concerné, de son hétérogénéité, et de l'importance particulière qu'y ont pris les questions cartographiques, tant pendant la période coloniale qu'après l'indépendance.

Inde

La triangulation et la cartographie de l'Inde s'inscrivent précocement dans le projet colonial britannique. L'enjeu était multiple. La cartographie à petite échelle du sous-continent, dès la fin du XVIIIe siècle, donnait à voir un territoire unifié en masquant la complexité de l'organisation de l'espace et des héritages historiques, notamment en utilisant préférentiellement un découpage régional inspiré de l'apogée de l'empire Moghol[48]. À partir de 1802, diverses opérations de géodésie sont conduites en Inde. L'ensemble de ces opérations, dont la mesure d'une longue méridienne traversant le sous-continent, est connu sous le nom de Grande Triangulation (Great [ou Grand] Trigonometrical Survey). Cette entreprise, dans de nombreuses histoires de la géodésie et de la cartographie, est glorifiée comme un triomphe majeur de la cartographie scientifique et le fondement de l'exactitude de la cartographie britannique de l'Inde. Le plus éminent monument à cette Grande Triangulation, particulièrement révélateur de la façon dont cette entreprise a été héroïsée, est l'Everest, nommé ainsi en 1865, par la Société royale de géographie, du nom d'un des responsables de la triangulation, Sir George Everest : le mont Everest a été désigné comme la plus haute montagne du monde lors de mesures effectuées depuis le Bengale (le Népal étant fermé aux Britanniques) à l'occasion de la Grande Triangulation.

Edney[49] en propose une lecture plus nuancée. La triangulation, explique-t-il en substance, représente autant un choix idéologique destiné

47. En réalité, le réseau de triangles, tout comme la cartographie à grande échelle, s'interrompt à l'entrée du désert.
48. [Edney, 1997, p. 10].
49. *Ibid*.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à mettre en scène l'homogénéité de la cartographie de l'Inde qu'une solution technique rationnelle pour répondre à la demande cartographique de la puissance coloniale. Les obstacles pratiques et économiques, les frictions entre les différents pouvoirs et individus concernés (Compagnie des Indes, Couronne, savants, responsables locaux, etc., chaque groupe étant, la plupart du temps, divisé en factions) n'ont pas vraiment permis que la Grande Triangulation serve de base uniforme à la cartographie indienne. Les levées topographiques ont peiné à suivre les travaux de géodésie, et, en pratique, les cartes locales ont souvent été produites indépendamment de la Grande Triangulation, avec le secours de méthodes inspirées des traditions locales d'arpentage[50]. Le rôle de celle-ci a donc été davantage de produire une image de l'unification cartographique que de servir de canevas effectif à la cartographie coloniale. Ce qui peut sembler un demi-échec sur le plan pratique est pourtant une construction symbolique puissante qui a une place de choix dans les discours du colonisateur. Par une certaine ironie de l'histoire, à cette étroite association entre cartographie et colonisation en Inde répond un usage nationaliste de la carte, non seulement, ce qui est assez commun, dans son utilisation iconique par les patriotes indiens[51], mais aussi dans la politique cartographique de l'Inde postcoloniale. Le Service géographique indien (Survey of India) s'inscrit entièrement dans la continuité de la cartographie coloniale, comme le montre la présentation historique sur la page d'accueil de son site web. Une fenêtre fait défiler les dates clés du service, en remontant aux premières cartes coloniales. La Grande Triangulation, comme de juste, occupe une bonne place, mais sans mention des participants britanniques, à l'exception de George Everest[52] (en revanche, les noms des Indiens impliqués dans les opérations les plus prestigieuses sont mis en valeur). Le caractère stratégique de la cartographie est souligné par la politique restrictive de diffusion de la cartographie. La diffusion des cartes les plus précises est soumise à l'appréciation du ministère de la Défense[53], ce qui n'est pas généralement l'usage commun des démocraties[54]. Dès le XVIIIe siècle, la Compagnie des Indes avait cherché à contrôler

50. [Raj, 2010].
51. [Ramaswamy, 2002].
52. [En ligne] : < http://www.surveyofindia.gov.in/ >. Cela n'a pas toujours été le cas. Ramaswamy [2002, p. 169], reproduit un emblème du Survey of India qui porte les noms des premiers cartographes britanniques.
53. [En ligne] : < http://www.surveyofindia.gov.in/tenders/nationalmappolicy/nationalmappolicy.pdf >.
54. Il est commun de censurer les installations sensibles sur les cartes à grande échelle (voir plus bas). Israël ne permet pas la diffusion d'images satellites à haute résolution, mais les cartes topographiques à grande échelle sont disponibles dans le commerce.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la diffusion de l'information géographique[55], et il est possible que ces restrictions s'inscrivent dans cette tradition. Mais elles sont aussi révélatrices de la valeur stratégique attachée à la cartographie. Parmi les éléments qui constituent ce qu'on pourrait appeler la souveraineté cartographique, la maîtrise de la dissémination de l'information est importante. Si l'on considère l'importance pratique, mais peut-être encore davantage symbolique, qu'a eue la cartographie dans la colonisation britannique de l'Inde, on ne peut guère s'étonner que l'Inde postcoloniale fasse preuve d'un excès de zèle dans sa volonté de démontrer sa souveraineté en la matière. Il n'est pas non plus surprenant que, lorsque cette souveraineté est menacée par le satellite et la diffusion de l'information géographique par l'internet, les réactions, comme on le verra plus loin, soient très vives.

Amérique du Nord

De toutes les régions du monde, l'Amérique du Nord est peut-être celle où les techniques associées à la cartographie scientifique sont le plus intimement mêlées à la question de la maîtrise de l'espace. Les colons européens ont envisagé le continent nord-américain comme une terre plus ou moins vierge ouverte à leurs ambitions. Cette vision, profondément biaisée, élude les dépossessions, les massacres, et les épidémies qui ont causé un effondrement démographique de la population indigène du Nord-Est dans les premiers temps de la colonisation[56]. Elle correspond d'ailleurs moins à une conception issue de l'expérience des premiers colons, dont les contacts avec les Indiens étaient assez nombreux et complexes, qu'à une construction idéologique qui permettait l'éviction des Indiens de leurs terres, pour des motifs mi-religieux (les Indiens ne faisant pas fructifier les terres étaient indignes de ce don de Dieu), mi-légaux (les Indiens n'avaient pas de titres de propriété valables). Dans les faits, la doctrine n'a guère été appliquée, et à partir de 1630 environ, les terres tenues par les Indiens sont plutôt simplement achetées par les colons[57]. Il n'en demeure pas moins que le mythe de la terre vierge, soutenu par la disponibilité effective de vastes terres peu densément peuplées (souvent en raison même de l'effondrement démographique des Indiens après les premiers contacts), structure fortement les conceptions de l'espace des colons européens. Durant l'époque

55. [Edney, 1997, pp. 142-143].
56. [Cook, 1973].
57. [Jennings, 1971].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

coloniale, les propriétés des particuliers sont généralement tracées selon le système européen, les limites de parcelles étant fixées en s'aidant de repères dans le paysage. La confusion dans les conditions d'attribution des propriétés et la validité des titres, la volonté d'établir une base de taxation claire, et divers troubles en Angleterre et dans les colonies amènent à la révocation des titres de propriété de Nouvelle Angleterre en 1690. Cette révocation nécessite la refonte complète du cadastre, ou plutôt, dans bien des cas, son établissement, ce qui entraîne une intense activité de relevés cartographiques et de production de plans. Les propriétaires doivent alors se familiariser avec la lecture de cartes et les techniques élémentaires de relevés topographiques, ce qui a pour effet d'implanter une culture cartographique assez développée et bien partagée[58].

Les frontières entre les colonies, fixées en Angleterre dans des termes parfois ambigus, faute d'une reconnaissance précise du terrain, font l'objet de divers litiges. Le plus célèbre d'entre eux illustre l'importance de la géodésie dans la formation du territoire américain. La limite entre la Pennsylvanie, au nord, et le Maryland, au sud, avait initialement été fixée sur le 40e parallèle. Les deux colonies sont entrées en conflit, en particulier après que des mesures plus précises, en 1682, soit un an après la fondation de la Pennsylvanie, ont révélé que le 40e degré de latitude se situait sensiblement plus au nord qu'on ne l'avait initialement estimé, ce qui privait la Pennsylvanie d'une bande de territoire d'une trentaine de kilomètres de large[59]. Après plusieurs décennies de conflit, en 1760, sur un arbitrage de Londres, les astronomes Mason et Dixon reçoivent mission de tracer, en guise de frontière, un parallèle légèrement au sud de 40°. En l'absence de cours d'eau ou d'autres repères dans le paysage, il n'était pas rare de fixer les limites des colonies en fonction de méridiens et de parallèles. Le cas de la ligne Mason-Dixon est particulier à plus d'un titre. Le soin particulier apporté à la mesure dans le tracé d'une ligne qui ne fait aucune concession aux rugosités du terrain est un monument à la rigueur mathématique appliquée à la géographie. Dans cette terre considérée comme vierge, le graticule de la carte est tracé directement sur le terrain. Le recours à la géodésie pour arbitrer un différend territorial est

58. [Brückner, 2006, pp. 16-25].
59. L'histoire de cette frontière intérieure se trouve un peu partout. L'association pour la sauvegarde de la ligne Mason-Dixon propose sur son site web un important choix de documents : < http://www.mdlpp.org/?page=library >. La célébrité de cette ligne vient moins de son mode de tracé que du fait qu'elle représente la frontière symbolique entre le nord et le sud. Voir également la partie III.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

aussi révélateur de la façon dont la mesure, la science et la technique deviennent des moyens de gouvernement.

Après l'indépendance, la grille géodésique devient graduellement un des principes fondamentaux d'organisation de l'espace américain. Non seulement elle fixe les limites des nouveaux États à mesure de la progression vers l'Ouest de la colonisation européenne, mais elle devient surtout le fondement du système de division de la terre agricole. Le cadastre en damier n'était pas inconnu dans l'Amérique coloniale, notamment dans les cas des communautés de colons de la Nouvelle-Angleterre[60], mais il cohabitait avec des formes moins régulières. À la fin de la guerre d'indépendance, l'État fédéral obtient les droits sur la plus grande partie des terres inoccupées que certaines colonies détenaient dans l'Ouest, surtout entre les Appalaches et le Mississippi, qui marque alors la borne occidentale du territoire des États-Unis. La vente de ces terres doit alimenter le budget fédéral. Le parti de Thomas Jefferson, favorable à l'établissement d'une petite propriété foncière, l'emporte sur les conservateurs qui souhaitaient la généralisation de la grande propriété, commune dans les États du Sud. L'ordonnance foncière de 1785 fixe les modalités du lotissement des terres de l'Ouest. La supervision des opérations est confiée à un « Géographe des États-Unis », qui doit procéder à l'arpentage et à la division de toutes les terres acquises auprès des Indiens en les répartissant en *townships* carrés de 6 miles de côté, divisés en 36 sections d'un mile carré. Les côtés est et ouest de chaque grand carré doivent correspondre à des méridiens. La méthode en elle-même ne marque pas de rupture radicale par rapport aux techniques d'arpentage pratiquées dans les colonies, mais c'est son caractère systématique qui est une nouveauté. Les premiers *townships* sont établis sur une ligne perpendiculaire à la frontière occidentale de la Pennsylvanie, au nord de la rivière Ohio (cette ligne est désignée sous le nom de "Geographer's line"). Un système de numérotation régulier permet d'identifier chaque *township* et chaque section. Les premières opérations d'établissement du nouveau cadastre, de 1785 à 1796, menées par des topographes modérément expérimentés, sont assez éloignées de la rigueur géodésique du projet initial[61]. Malgré ses imperfections, ce premier cadastre fixe tous les caractères principaux de l'organisation de l'espace dans l'Ouest américain : la régularité du découpage en damier et l'alignement sur les lignes géodésiques. À mesure du peuplement de l'Est et de

60. [White, 1991, pp. 7-8].
61. Les angles des *townships* ne coïncident pas toujours, [White, 1991, p. 21].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la progression du territoire des États-Unis vers l'Ouest, le même système est étendu, avec quelques variantes, à l'ensemble des terres publiques. Le dessin des parcelles et des routes, et même la disposition des rues des villes de l'Ouest se soumet à la géométrie de la grille, au point que celle-ci finit par incarner la représentation géographique standard de la nation[62]. La projection sur l'espace concret du graticule cartographique est un geste politique important. Tout comme l'usage des coordonnées géographiques abolit la hiérarchie des lieux qui sous-tendait la construction des mappemondes médiévales, le découpage cadastral jeffersonien est supposé effacer les hiérarchies sociales en construisant une nation d'égaux dans un espace réglé. Quoique la logique de cette politique agraire soit claire et que ses fondements inspirés des Lumières soient parfaitement rationnels, la correspondance entre le projet épistémologique de la géographie ptoléméenne et le projet politique du cadastre jeffersonien est telle qu'on pourrait presque imaginer qu'une forme de pensée magique est à l'œuvre : comme si la simple matérialisation de la grille abstraite avait la vertu de transposer, dans l'ordre politique et social, son pouvoir égalisateur.

Les États-Unis sont un pays où les rapports entre géodésie, territoire et pouvoir sont très étroits. Avec l'avancée vers l'Ouest du *township*, la construction de la nation s'est identifiée à la progression des levées topographiques. Plus encore qu'une affaire de souveraineté, la géographie aux États-Unis est une affaire d'identité nationale. L'agence cartographique nationale américaine United States Geological Survey Agency (USGS), créée assez tardivement, n'est pas liée à l'armée. Au XXe siècle, cependant, la géographie militaire américaine a eu une influence considérable sur l'évolution des rapports entre géographie et souveraineté. Les instruments de cette mutation ont été le satellite et l'internet.

GUERRE ET CARTOGRAPHIE AU XXe SIÈCLE

Les liens entre la cartographie et les militaires restent très forts au XXe siècle. Le caractère stratégique de l'information géographique de précision est renforcé par l'accroissement de la portée des armes et de la mobilité des troupes. Dans la continuité de la militarisation de la cartographie au XIXe siècle, les militaires sont, au XXe siècle, les principaux moteurs de l'évolution des techniques cartographiques. Dès la

62. [Brückner, 2006, p. 194] ; [Maumi, 2007].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

première guerre mondiale, la portée accrue de l'artillerie avait conduit en France à abandonner la projection équivalente de la carte d'état-major en faveur d'une projection conforme[63], mais c'est surtout à partir de la seconde guerre mondiale que la cartographie devient une préoccupation de premier plan pour les militaires. L'ampleur globale du conflit et l'apparition de nouvelles armes transforment les besoins cartographiques des armées. Jusqu'à cette époque, l'essentiel de la cartographie militaire avait consisté dans des cartes nationales précises, éventuellement complétées par une cartographie des zones frontalières des pays limitrophes et des territoires coloniaux. À partir de la seconde guerre mondiale, pour les grandes puissances, la maîtrise de la cartographie des théâtres d'opérations lointains éventuels devient un enjeu essentiel. Le projet de débarquement en Angleterre par les Allemands, en 1940, donne ainsi lieu à une intense préparation cartographique, effectuée à partir des données de l'Ordnance Survey map[64]. La préparation du débarquement allié en Normandie implique également une production cartographique très importante, tant pour mettre à jour les cartes françaises disponibles que pour les adapter aux besoins spécifiques des opérations militaires[65]. La nécessité de produire dans l'urgence et l'impossibilité d'effectuer des relevés sur le terrain donnent une importance particulière aux techniques de reconnaissance aérienne. Dans le Pacifique, les États-Unis cartographient systématiquement les atolls et les récifs à mesure de la progression des forces vers le Japon[66]. L'expérience acquise en matière de cartographie à partir d'images et les nouvelles données géodésiques recueillies à cette occasion ont préparé les grands bouleversements cartographiques de la période suivante.

LA CARTOGRAPHIE DE GUERRE FROIDE ET LA GLOBALISATION DE LA GÉODÉSIE

Les années de l'après seconde guerre mondiale marquent un glissement du centre de gravité de la cartographie scientifique de l'Europe vers les États-Unis. Cela correspond à des évolutions techniques liées à l'apparition des missiles balistiques à longue portée. Mais c'est aussi conforme à l'évolution

63. Voir la partie I.
64. [Rose et Willig, 2004].
65. [Rose, Clatworthy et Nathanail, 2006].
66. [Cloud, 2006].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de la géopolitique mondiale. En matière de cartographie, l'innovation et la production sont liées à la puissance des États. De même que les grandes entreprises coloniales européennes avaient été un des moteurs de la production cartographique lors de la période précédente, la guerre froide est l'occasion d'une révolution dans la géographie militaire. Cette révolution touche à la fois la géodésie et les méthodes de levées cartographiques.

Les changements de la géodésie sont liés à l'emploi de missiles balistiques à longue portée dans le cadre de la dissuasion nucléaire. Quant à la question des levées et de la production cartographique, elle se pose alors dans des termes assez différents dans le camp américain et dans le camp soviétique. Les deux superpuissances, dans la perspective d'une confrontation militaire, ont besoin de disposer d'une cartographie à grande échelle des terrains d'affrontement conventionnels et nucléaires. Mais alors que les Soviétiques peuvent en grande partie se reposer sur les cartes disponibles dans le commerce pour les pays de l'Ouest, quitte à les traduire et à les compléter, les Américains n'ont accès à aucune cartographie fiable du bloc de l'Est. Comme ils ne peuvent procéder à des relevés classiques sur un territoire qui leur est fermé, ils doivent recourir à des moyens photogrammétriques.

Les transformations de la géodésie

Vers la fin de la guerre en Europe, l'apparition des premiers missiles balistiques à moyenne portée, les fusées allemandes V-2, met en évidence les conséquences de l'incompatibilité des référentiels géographiques nationaux. Les tirs effectués sur Londres à partir du continent font apparaître un décalage de près de 150 mètres entre les systèmes de coordonnées français et britanniques[67]. À partir de la fin des années 1950, l'adoption des missiles balistiques parmi les principaux vecteurs des armes atomiques tant par l'URSS que par les États-Unis nécessite de nouvelles mesures géodésiques pour relier les différents systèmes entre eux et corriger les décalages. Le matériel géodésique saisi par les Américains en Allemagne dans les dernières années de la guerre a permis aux États-Unis d'acquérir de précieuses connaissances géodésiques sur l'Est de l'Europe et le territoire russe, notamment grâce à la saisie de relevés allemands effectués

67. [Warner, 2000, p. 393].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

au début du XXe siècle dans le cadre du projet de chemin de fer transsibérien[68]. Ces données permettaient en particulier de rattacher à des réseaux géodésiques connus des points précis de territoires rendus inaccessibles par la guerre froide, ce qui pouvait par la suite servir de base à des relevés photogrammétriques. Parallèlement, les militaires américains financent un important effort de recherche en géodésie à Columbus, Ohio, à l'université de l'État de l'Ohio[69]. Le but des recherches était à la fois de connecter entre eux les différents systèmes géodésiques continentaux et d'acquérir une connaissance fine du champ gravitationnel terrestre, en particulier dans le but de permettre des tirs de missiles balistiques à longue distance. Entre 1957 et 1958, l'année géophysique internationale marque à la fois une coopération scientifique internationale qui contraste avec l'atmosphère de guerre froide et, assez paradoxalement, un moment important dans la consolidation d'un complexe militaro-industrialo-scientifique[70].

LES NOUVELLES CARTOGRAPHIES MILITAIRES

Chez les deux superpuissances, la guerre froide marque une évolution des rapports entre cartographie et défense. L'enjeu n'est plus de maîtriser la cartographie nationale, mais de constituer une cartographie détaillée des théâtres d'opération potentiels. Contrairement à la cartographie nationale, cette cartographie a un usage exclusivement militaire. L'organisation de sa production et de sa diffusion est de ce fait très différente de celle des cartes, même produites par les militaires, des territoires nationaux. La multiplication des conflits périphériques lointains (Corée, Vietnam, etc.) et la perspective d'une confrontation directe entre les États-Unis et l'URSS sont à l'origine d'une production massive de cartes d'un côté comme de l'autre. La nature des cartes et les modes de production sont toutefois assez différents.

68. [Cloud, 2002, p. 267].
69. [Cloud, 2000].
70. [Korsmo, 2007] ; [Collis et Dodds, 2008]. L'année géophysique internationale a consisté en un grand effort de coopération internationale autour des sciences de la terre. Un des événements les plus marquants a été le lancement de Spoutnik. De nombreux programmes scientifiques liés à cette année étaient purement civils, mais certaines recherches géodésiques étaient directement liées aux projets de missiles à longue portée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les cartes soviétiques

L'histoire de la cartographie militaire soviétique est encore assez mal connue. Les cartes militaires étaient secrètes, et elles n'ont été révélées au public que lors de la débâcle du bloc communiste, lorsque des stocks de cartes abandonnées par les forces soviétiques sont apparus sur le marché (un grand nombre de ces cartes peuvent encore être achetées sur internet, sous forme numérique ou papier). Faute d'une ouverture des archives des services cartographiques militaires soviétiques, les cartes elles-mêmes sont la principale source d'information sur cette entreprise cartographique. Ces cartes sont à des échelles variables, du 1/10 000 pour les plans de villes au 1/1 000 000. Outre le vaste territoire national, la cartographie militaire couvrait le monde entier, avec des cartes à grande échelle (1/100 000 ou 1/50 000) pour les régions considérées comme les plus stratégiques : Europe, une partie de l'Asie, Afrique du Nord[71]. Ces cartes semblent avoir été produites pour l'essentiel entre la fin de la seconde guerre mondiale et la chute de l'Union soviétique, quoique certaines feuilles aient été imprimées dans les années 1990[72]. Les cartes portent des renseignements utiles aux militaires, comme la hauteur des ponts, les chenaux navigables, et le détail de certaines installations stratégiques qui ne figure pas sur les cartes disponibles pour le public dans les pays concernés. La précision des cartes militaires russe est ainsi parfois supérieure à celle des cartes disponibles localement. Le processus de production de ces cartes n'est pas entièrement clair. L'essentiel de l'information provient des cartes disponibles dans le commerce[73], traduites en russe, redessinées selon la charte graphique commune et dans la projection de Gauss-Krueger, une variante de l'UTM, les coordonnées étant rapportées au système géodésique soviétique. Les informations supplémentaires étaient collectées par les moyens les plus divers : imagerie, travail de terrain d'agents de renseignement, etc. L'ampleur de l'entreprise cartographique et la précision des renseignements, en particulier à proximité des sites les plus stratégiques, laissent pantois.

71. [Davies, 2005].
72. [Davies, 2006].
73. [Cruickshank, 2010].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

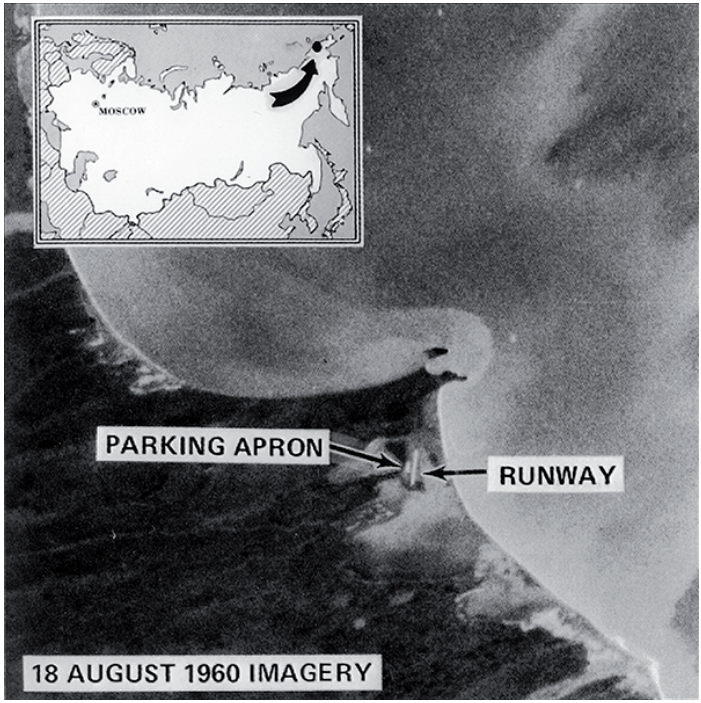
La cartographie militaire américaine et le développement de la télédétection

La cartographie militaire américaine a emprunté des voies assez différentes. Dans le contexte de la guerre froide, les États-Unis ont cherché à acquérir de l'information géographique sur les théâtres d'opération probables, mais la cartographie de l'Europe communiste n'était pas librement disponible. Les relevés directs sur le terrain étaient beaucoup plus difficiles à réaliser qu'à l'Ouest. Ces circonstances particulières ont contribué à donner à l'imagerie aérienne et spatiale un poids prépondérant dans l'acquisition des données géographiques par l'armée américaine. Les premiers systèmes d'imagerie, à partir de ballons ou d'avions volant à haute altitude, étaient davantage destinés à la collecte de renseignements ponctuels, en particulier sur l'état des forces soviétiques, qu'à des missions cartographiques[74]. Le projet GENETRIX, à partir de janvier 1956, a consisté à faire dériver des centaines de ballons à haute altitude au-dessus du territoire soviétique, sous couvert d'études météorologiques. La majorité de ces ballons, qui avaient tendance à perdre de l'altitude la nuit, ont été abattus par les Soviétiques. Après l'échec des ballons, des avions spécialement conçus pour l'observation ont été utilisés. L'avion espion à haute altitude U2 a été opérationnel à partir de juillet 1956. L'un d'eux a été abattu en 1960 par un missile soviétique, ce qui a démontré les limites d'une méthode qui impliquait nécessairement de violer l'espace aérien soviétique. À partir du début des années 1960, les satellites d'observation de la Terre remplacent graduellement les avions. Le programme CORONA, lancé dans les années 1950 mais opérationnel seulement à partir des années 1960, repose sur une série de satellites équipés de caméras dont les films sont éjectés et récupérés en altitude par des avions. Les premiers satellites emportaient assez de film pour produire des images pendant quelques jours, les suivants pendant quelques semaines. 120 satellites ont été lancés jusqu'en 1971, avant leur remplacement par HEXAGON[75], la génération suivante de satellites militaires d'observation[76].

74. [Guerriero, 2002].
75. Le programme HEXAGON, ainsi que le programme GAMBIT, ont été déclassifiés le 17 septembre 2011. Voir : < http://www.nro.gov/foia/declass/GAMBHEX.html >.
76. [Norris, 2010, p. 147].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Image acquise lors de la première mission CORONA réussie.



Source : National Reconnaissance Office (NRO), 2015. < http://www.nro.gov/images/corona/highres/cor1h.jpg >.

Les satellites militaires d'observation fournissent de grandes quantités de données sur des surfaces étendues, adaptées à une multitude d'applications cartographiques[77]. Des techniques nouvelles de photogrammétrie sont mises au point pour obtenir une localisation précise des objets photographiés. La question de la localisation devient, au fil des années, d'autant plus importante que la doctrine américaine sur l'emploi des armes nucléaires évolue.

L'ARME ATOMIQUE ET LA GÉOGRAPHIE MILITAIRE

Dans les premiers temps après la guerre, la bombe atomique est avant tout envisagée comme un moyen de rétablir l'équilibre des forces armées

77. [Cloud, 2002, p. 271].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

contre l'Union soviétique, qui disposait en Europe de forces conventionnelles plus importantes que le bloc de l'Ouest. L'arme atomique devait faire peser la menace d'une destruction massive des villes et de l'appareil industriel de l'URSS et de ses alliés, afin de les dissuader de s'engager dans un conflit[78]. Les cibles potentielles des bombes atomiques étaient surtout des villes, objectifs aisément localisés et ne demandant pas une précision de tir importante. Initialement, les missions de bombardement étaient principalement dévolues aux bombardiers, puis, à partir de la fin des années 1950, à des missiles balistiques tirés depuis des silos ou des sous-marins[79]. Ces derniers étaient particulièrement imprécis, tant du fait de la conception de leur système de guidage que de la difficulté à obtenir une localisation suffisamment précise du sous-marin et une mesure exacte de la gravité en mer ; l'erreur circulaire probable[80] de la première génération de missiles Polaris, en service à partir de 1963, était estimée à plus de 6 km (4 miles)[81]. L'imprécision des tirs, partiellement corrigée par les versions suivantes, n'était pas considérée comme rédhibitoire dans le cadre d'un emploi contre des villes, cibles très vulnérables face aux effets thermiques et mécaniques d'une bombe à fission. En revanche, cette imprécision ne permet pas de viser efficacement des cibles militaires plus petites et plus résistantes, comme des bunkers[82].

À partir des années 1960, l'emploi d'armes nucléaires contre des cibles militaires est de plus en plus couramment envisagé aux États-Unis tant par les militaires que par les politiques. La disponibilité d'armes en plus grand nombre permettait d'allonger la liste des cibles potentielles. En outre,

78. [Rosenberg, 1979].
79. Initialement, les États-Unis avaient développé, dans les années 1950, des missiles de croisière inspirés des V1 allemands. Ils souffraient de problèmes de guidage et risquaient d'être interceptés. Ils ont été supplantés par les missiles balistiques, issus du V2, avant de revenir en faveur lorsque les techniques de guidage et les données géographiques (modèles numériques de terrain) ont été disponibles, en particulier dans les années 1980 ; voir [Werrell, 1989].
80. Rayon du cercle, centré sur le point visé, à l'intérieur duquel on peut s'attendre à voir tomber 50 % des projectiles.
81. [Spinardi, 1990, p. 153]. Le chiffre donné par Spinardi est plus élevé que ce qu'on trouve habituellement. La valeur ordinairement donnée est de 1 800 mètres (par exemple [Chinworth, 2006]). 1 800 mètres est la valeur théorique. Les 4 miles mentionnés par Spinardi sont l'estimation d'un officier impliqué dans le programme.
82. La destruction d'un bâtiment civil moyen par le souffle d'une arme nucléaire requiert environ une surpression de l'ordre de 350 hpa (5 psi.). Dans le cas d'une explosion d'une mégatonne en altitude (puissance supérieure à celle des armes en service actuellement mais correspondant, par exemple, à celle des têtes thermonucléaires W59 des missiles Minuteman 1 des années 1960), une telle pression est observée à environ 7 km de l'explosion [Ehrlich, 1985, p. 75]. La destruction d'une cible militaire très protégée, comme un bunker de commandement ou un silo à missile nécessite une surpression de 500 à 1 000 fois plus importante, qui ne peut être obtenue qu'au voisinage immédiat de l'explosion.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'acquisition des armes nucléaires par l'URSS (et plus tard par la Chine, mais avec un nombre de têtes nucléaires beaucoup plus faible) pose la question des frappes préventives sur les sites de lancement connus. Depuis le milieu des années 1950, les États-Unis et l'URSS disposent d'armes à fusion beaucoup plus puissantes que les bombes à fission de la génération précédente, susceptibles de détruire même des cibles très résistantes. Les frappes sur des sites fortement protégés nécessitent cependant, outre des systèmes de guidage précis, des données géographiques de grande qualité.

Le repérage et la localisation des cibles sont une des missions importantes des satellites d'observation de la Terre. Leur mission de renseignement se double de fait d'une mission cartographique. La quantité de données entraîne le développement de méthodes automatiques de traitement de l'information géographique qui, par des biais divers, passent dans le domaine civil[83]. La géographie militaire américaine joue un rôle fondamental dans l'évolution de la géographie en général. L'évolution de la géodésie, une bonne partie des systèmes d'information géographique, les techniques de géolocalisation, la télédétection, en sont issues plus ou moins directement.

CARTOGRAPHIES SECRÈTES

Les cartographies militaires soviétiques et américaines sont assez différentes à la fois par leurs sources, leurs méthodes, et leurs buts. Elles ont en commun leur caractère secret.

La cartographie militaire soviétique était entièrement séparée de la cartographie civile, et accessible seulement aux personnes disposant d'une habilitation de haut niveau[84]. Non seulement les cartes étrangères étaient secrètes, mais surtout la cartographie nationale était soumise à un contrôle très rigide. La propagande stalinienne avait attribué l'avance rapide des armées allemandes en territoire russe, dans les premiers mois de la guerre, à la disponibilité d'une cartographie détaillée de bonne qualité. Des rumeurs faisant mention d'achats massifs de cartes par des ambassades étrangères juste avant l'offensive avaient circulé. Il n'est pas certain qu'elles aient été fondées, car les Allemands avaient mis la main sur un stock considérable de matériel géographique militaire soviétique

83. [Cloud, 2002].
84. [Davies, 2005, p. 31].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dès les premiers jours de la guerre, en juin 1941, en saisissant dans une agence cartographique à Minsk, des centaines de milliers de cartes topographiques destinées à l'armée rouge, des plaques originales et des relevés topographiques[85]. Après la guerre, Staline lance une grande entreprise de cartographie complète du territoire soviétique au 1/100 000, mais ces cartes sont réservées à un usage militaire et ne peuvent même pas servir de base à l'établissement de cartes grand public, toutes dérivées du 1/2 500 000, même aux grandes échelles. Cette carte est intentionnellement imprécise. À partir des années 1970, l'application d'un système de projection spécial introduit des erreurs aléatoires dans les distances, les coordonnées et les directions[86]. Des cartes corrigées au 1/200 000, établies à partir des cartes militaires, sont commercialisées en Russie depuis 1989.

Le traitement du secret est beaucoup plus complexe dans le cas de la cartographie militaire américaine. Les moyens d'acquisition des données, en particulier les satellites, sont entourés du plus grand secret : désinformation, budgets secrets, accès extrêmement contrôlé à l'information, etc., tout est mis en œuvre pour que rien ne filtre de ces programmes. Le programme CORONA, qui a pris fin au début des années 1970, n'a été rendu public qu'en 1995. Mais si le détail des moyens d'observation reste très protégé, il existe une porosité entre le monde militaire et le monde civil pour les méthodes de traitement de l'information et même pour une partie des données, qui ont notamment permis de refaire la cartographie des États-Unis. Aussi bien les avancées de la géodésie obtenues à l'occasion de la mise au point des missiles que l'imagerie des satellites militaires ont trouvé des applications civiles, à travers des processus complexes de filtrage et de transmission de l'information. Par exemple, les images du système CORONA restaient strictement secrètes, mais des éléments de cartographie dérivés de ces images pouvaient être incorporés, sans en dévoiler l'origine, à des cartes destinées aux civils. Environ 6 % des images de CORONA ont été prises sur le territoire américain spécifiquement pour des applications cartographiques, aucun système civil ne pouvant offrir des images de cette résolution avec une couverture aussi étendue[87].

85. [Postnikov, 2002, p. 250].
86. *Ibid.*, p. 251.
87. [Cloud et Clarke, 1999, p. 51].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

LES SATELLITES D'OBSERVATION ET LA QUESTION DE LA SOUVERAINETÉ

Les cartographies militaires américaines et soviétiques étaient des instruments de pouvoir importants pour les deux superpuissances. Même secrètes, elles avaient des implications sur la définition de la souveraineté des États. La cartographie soviétique ne semble pas avoir suscité beaucoup de réactions officielles. La divulgation publique des cartes a certes causé un choc dû à l'ampleur de l'entreprise et la précision des détails, notamment en Suède où des indications précises sur l'emplacement des champs de mines ou le gabarit des chenaux à proximité des bases navales militaires n'avaient pu être collectées que par l'espionnage[88], mais ce n'était là qu'une illustration parmi d'autres de l'étendue du travail des services de renseignements soviétiques à l'Ouest. Pour la majorité des feuilles, ces cartes sont des adaptations de la cartographie existant dans le commerce, au point que l'Ordnance Survey a cherché à en interdire la commercialisation au motif qu'elles enfreignaient son copyright. Un examen plus approfondi suggère cependant que les matériaux utilisés sont assez divers et parfois trop anciens pour tomber sous le coup de la loi sur la propriété intellectuelle[89]. Le fait que toutes ces cartes aient une légende en russe et des toponymes imprimés en cyrillique en fait davantage des objets de curiosité qu'une concurrence réellement menaçante pour les producteurs nationaux. Bien que la cartographie soit liée à la souveraineté des États, cette cartographie clandestine n'est pas, en pratique, apparue comme une menace plus grave que celle posée en général par les activités d'espionnage soviétiques à l'Ouest.

Le cas des reconnaissances aériennes et des satellites d'observation est assez différent. Depuis 1919, la convention de Paris sur la régulation de la navigation aérienne reconnaît la pleine souveraineté des États sur l'espace aérien situé au-dessus de leur territoire et de leurs eaux territoriales. Ce principe, confirmé par des traités ultérieurs (convention de Chicago de 1944), permet aux États de contrôler le survol de leur territoire autant qu'ils le jugent nécessaire pour assurer leur sécurité. Dans ce cadre, les ballons du projet GENETRIX ou les avions U2 qui survolent le territoire soviétique sans

88. [Davies, 2005].
89. [Davies, 2005] ; [Cruickshank, 2010].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

autorisation violent la loi internationale[90]. Le pouvoir soviétique ne manque pas d'utiliser cet argument en organisant l'exposition, pour la presse, des restes de ballons et des équipements de surveillance, et, plus tard, lors de l'affaire de l'U2 abattu ; quoique l'Union soviétique n'ait pas été signataire des conventions sur la navigation aérienne, elle en reconnaît néanmoins les principes, surtout quand ils servent ses fins.

L'avènement des satellites artificiels se fait dans un vide juridique. Aucune des conventions existantes lors du lancement de Spoutnik 1, en 1957, ne donne de définition de « l'espace aérien » sur lequel les États exercent leur souveraineté. La trajectoire des satellites les place, sauf en cas de chute, hors de l'espace aérien[91]. Les responsables du projet CORONA étaient initialement très préoccupés de la vulnérabilité de leur système. La trajectoire d'un satellite est très prévisible, ce qui le rend relativement facile à abattre par un pays qui dispose de lanceurs spatiaux[92]. Les Soviétiques cependant n'ont fait aucune tentative pour abattre les satellites américains. Ils disposaient de leur propre programme de satellites militaires d'observation (Zenit, opérationnels à partir de 1962), et n'avaient pas nécessairement intérêt à rechercher la confrontation sur ce terrain.

Avant même que le programme CORONA ne soit opérationnel, les militaires et les services de renseignements américains ont encouragé et financé un programme de satellites scientifiques afin de servir de couverture aux systèmes militaires et de contribuer à rendre acceptable l'idée d'un espace orbital international ouvert[93]. Les satellites d'observation météorologique TIROS (1960) avaient une résolution trop faible pour inquiéter les militaires[94]. L'année géophysique internationale a fourni une occasion de promouvoir l'idée d'une utilisation scientifique de l'espace (c'est aussi dans ce cadre qu'a été lancé Spoutnik 1). Dans l'atmosphère de coopération scientifique internationale de cet événement, la ques-

90. Eisenhower avait proposé en 1955 à l'Union soviétique un accord mutuel de « ciel ouvert » qui aurait autorisé une surveillance aérienne réciproque dans le cadre du contrôle des armements. La proposition a été rejetée.
91. [Latchford, 1959].
92. [Wheelon, 1995, p. 259].
93. [McDougall, 1985, p. 111 *sqq.*] ; [Day, 2000].
94. Au sujet de TIROS 1, après l'incident de l'U2, Khrouchtchev, après avoir confirmé qu'il ferait abattre tout avion espion qui violerait l'espace aérien soviétique, avait déclaré à De Gaulle : « Et en ce qui concerne les Spoutniks, les E.U. en ont lancé un qui photographie notre pays. Nous n'avons pas protesté ; qu'ils prennent autant de photos qu'ils veulent » (cité par [Day, 2000, p. 189]). Même si TIROS 1 n'avait en effet aucune utilité comme satellite de renseignement, cette déclaration montre que les Soviétiques étaient prêts à faire une distinction entre l'espace aérien et l'espace extra-atmosphérique.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

tion du statut juridique de l'Antarctique avait été posée, et résolue par un traité de 1959 qui en faisait une terre commune dédiée à l'activité scientifique[95]. Ce traité a fourni un modèle pour définir le statut légal de l'espace extra-atmosphérique et des corps célestes[96]. Les principes de ce statut s'imposent petit à petit. Les Soviétiques, initialement réticents à ouvrir leur espace extra-atmosphérique, se ravisent au début des années 1960 lorsque leurs relations avec la Chine se tendent et qu'ils doivent s'appuyer sur des satellites d'observation pour surveiller l'état d'armement de leur voisin[97]. La formalisation du droit de l'espace intervient relativement tardivement, avec le *Traité sur l'espace extra-atmosphérique* de décembre 1966. Ce texte stipule que : « L'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, peut être exploré et utilisé librement par tous les États sans aucune discrimination, dans des conditions d'égalité et conformément au droit international, toutes les régions des corps célestes devant être librement accessibles »[98]. Signé initialement par les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Union soviétique, rejoints ensuite par une centaine de pays, le traité fixe une limite à la souveraineté des États au-delà de leur espace atmosphérique (sans préciser d'altitude). L'espace extra-atmosphérique acquiert un statut juridique entre celui de la haute mer (pour la liberté de circulation) et celui de l'Antarctique (pour l'encouragement aux activités scientifiques). Il n'est pas fait spécifiquement mention des activités d'observation, mais le traité encourageant la liberté des activités scientifiques, les satellites scientifiques d'observation de la Terre sont implicitement autorisés. Les satellites militaires d'observation ne sont pas mentionnés. À l'époque, tous sont secrets, même si leur existence est connue[99]. Seuls les États-Unis et l'URSS en possèdent, et les deux superpuissances acceptent le principe de cette surveillance réciproque, à la fois pour disposer d'un outil pour vérifier le respect d'éventuels accords concernant les armements (le traité SALT 1, signé en 1972,

95. Sur le caractère international de l'Antarctique, voir [Retaillé, 2012].
96. [Peterson, 1997].
97. Les satellites d'observation soviétiques étaient aussi destinés à la surveillance des pays de l'Ouest et plus spécifiquement des États-Unis, mais contrairement à la Chine, d'autres moyens de renseignements y étaient utilisables.
98. Le texte en français du traité et les détails de sa ratification sont disponibles en ligne. Texte : < http://www.unoosa.org/oosa/fr/SpaceLaw/gares/html/gares_21_2222.html >. Détails de la ratification : < http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/ST_SPACE_11_Rev2_Add3F.pdf >.
99. Les satellites apparaissent ainsi, quoique sous une forme très éloignée de la réalité, dans le film *Fail Safe* (Sydney Lumet, 1964).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

est postérieur au *Traité sur l'espace extra-atmosphérique*) et en raison de concessions mutuelles sur les systèmes d'armes et de renseignement[100].

LES DÉBUTS DE LA TÉLÉDÉTECTION CIVILE

Jusqu'au début des années 1970, l'imagerie spatiale d'une résolution exploitable pour la cartographie reste strictement cantonnée au domaine militaire. La diffusion des données issues des satellites militaires est extrêmement encadrée, et les images elles-mêmes ne sont visibles que par un nombre très réduit de personnes. À partir de 1972, avec le programme Landsat, l'imagerie spatiale devient accessible aux civils. Le programme Landsat fait partie du versant civil du secteur spatial américain. Les missions habitées Gemini et Apollo avaient montré au public l'intérêt des images obtenues depuis l'espace[101]. Le Département de l'Intérieur américain souhaitait conduire un programme de satellites d'observation civils dédiés notamment à la cartographie, mais c'est finalement la National Aeronautics and Space Administration (NASA) qui lui est préférée[102]. Quoique la résolution du satellite soit modeste (une soixantaine de mètres, quand la caméra cartographique d'un satellite HEXAGON a une résolution d'environ 9 m, et sa caméra haute résolution d'1 m[103]), certains militaires américains se sont inquiétés de la mise à disposition de ce genre d'outils aux civils[104].

Jusqu'à l'apparition des satellites d'observation, la souveraineté des États s'exerçait aussi dans la maîtrise des informations qu'ils divulguaient au sujet de leur propre territoire. Le fait que la cartographie détaillée soit la plupart du temps l'affaire d'instituts nationaux, souvent liés à l'armée, est révélateur de cette volonté de maîtrise. Tant que les satellites

100. Les satellites étaient plus importants pour les États-Unis que pour l'URSS. En revanche, les missiles intercontinentaux étaient plus importants pour l'URSS, qui ne disposait pas de bases à partir desquelles frapper les États-Unis avec des missiles à moyenne portée, faute d'avoir pu en implanter à Cuba en 1962. Les États-Unis ont accepté de ne pas promouvoir l'interdiction des missiles intercontinentaux en échange du renoncement par les Soviétiques à la lutte contre les satellites espions [Peterson, 1997].
101. [Lowman, 1999].
102. [Williamson, 1997].
103. La résolution modeste, outre qu'elle contrarie les applications militaires, s'explique à la fois par le choix de privilégier les images à vaste couverture spatiale et par la technique de réception des images par ondes radio. Les satellites militaires contemporains utilisaient encore des films photographiques éjectés dans des capsules récupérées en vol, technique qui permettait une meilleure qualité d'image, mais à un coût considérablement plus élevé et une durée de vie limitée.
104. [Mack, 1990, pp. 74-75].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

d'observation sont restés réservés aux militaires des deux superpuissances, leur utilisation n'a pas beaucoup inquiété les États qui n'étaient pas directement parties prenantes de la guerre froide. La commercialisation d'images suscite plus de réactions. Au début du programme Landsat, certains pays d'Amérique latine ont protesté contre l'observation de leur territoire depuis l'espace. Leur préoccupation concernait moins leurs installations militaires que les ressources naturelles qui pourraient être divulguées par Landsat. Le Mexique a ainsi cherché à interdire la collecte de données sur son territoire depuis l'espace[105]. La portée réelle de ce genre d'interdiction est cependant très limitée, car un pays comme le Mexique n'a aucun moyen technique de s'opposer à la prise d'images de son territoire par un satellite. Le *Traité sur l'espace extra-atmosphérique* ne fixe pas de limite à une utilisation pacifique de l'espace, ainsi que la NASA ne manque jamais de le rappeler lorsqu'elle est confrontée à des protestations.

Passées ces premières réactions, le programme Landsat a plutôt été bien accueilli par les différents États, dans la mesure où ils ont été capables de bénéficier de l'imagerie captée au-dessus de leur territoire. Le principe de proposer aux États survolés un accès aux images les concernant a été précocement adopté par la NASA pour rendre plus acceptable la surveillance depuis l'espace. Ce principe est formalisé dans les « principes sur la télédétection » adoptés par une résolution de l'ONU en 1986 :

« Dès que les données primaires et les données traitées concernant le territoire relevant de sa juridiction sont produites, l'État observé a accès à ces données sans discrimination et à des conditions de prix raisonnables. L'État observé a également accès aux informations analysées disponibles concernant le territoire relevant de sa juridiction qui sont en possession de tout État participant à des activités de télédétection sans discrimination et aux mêmes conditions, compte dûment tenu des besoins et intérêts des pays en développement. »[106]

105. [Litfin, 1999, p. 102].

106. Bureau des affaires spatiales des Nations unies : < www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/STSPACE11F.pdf >, texte des principes sur la télédétection page 50. Contrairement aux traités, les résolutions de l'ONU n'ont pas force de loi. La même résolution confirme qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir une autorisation de la part d'un État pour l'observer depuis l'espace, tout en affirmant que cette observation ne doit pas porter préjudice à l'État observé.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Grâce à cet accès aux données[107], qui, pour Landsat, sont restées à un prix relativement abordable jusqu'à la privatisation du programme en 1984[108], de nombreux pays, notamment en développement, ont trouvé plus d'avantages que d'inconvénients à la télédétection. Beaucoup se sont dotés de stations de réception des images Landsat. Le Brésil, par exemple, a pu corriger la cartographie de sa partie amazonienne, auparavant mal exploitée[109].

Les données Landsat ont une résolution trop grossière pour révéler le détail d'installations sensibles. Même Landsat 5, lancé en 1984, a une résolution spatiale de 30 à 60 mètres (selon le capteur utilisé). À partir du milieu des années 1980, d'autres satellites commencent à offrir des résolutions plus fines. SPOT 1, lancé par la France en 1986, propose une résolution d'une dizaine de mètres sur son canal panchromatique, réduisant l'écart entre les capteurs civils et les capteurs militaires à champ large (environ 6 m pour la caméra cartographique des derniers HEXAGON, au début des années 1980, pour une surface couverte par scène du même ordre de grandeur). L'arrivée des images SPOT sur le marché est une évolution importante non seulement parce qu'elle met sur le marché des images de meilleure résolution, mais surtout parce qu'elle entame l'hégémonie des États-Unis en matière de satellites d'observation commerciaux. En 1987, l'Union soviétique commence à commercialiser des images, issues de satellites utilisant de la pellicule (caméra de type KFA-1000), d'une résolution comprise entre 5 et 10 m, mais avec une couverture géographique incomplète.

Le gouvernement des États-Unis s'était opposé, pour des raisons de sécurité, à la commercialisation d'images d'une résolution inférieure à 10 m. La disponibilité, même limitée, d'images plus fines vendues par d'autres pays constituait un désavantage manifeste pour les marchands d'imagerie américains. À partir de 1988, les restrictions sur la commercialisation d'images haute résolution par des sociétés américaines s'assouplissent graduellement, à mesure que la concurrence internationale se renforce[110]. Des sociétés privées se voient accorder des licences pour

107. Cet accès n'est pas total, puisqu'il ne s'applique ni aux images des satellites militaires, ni à celles des satellites commerciaux.
108. Cette privatisation a été décidée par Ronald Reagan pour des motifs essentiellement idéologiques. Une forte augmentation des prix s'est traduite par une chute des ventes. Le gouvernement américain ayant dépensé des sommes considérables pour acquérir des images Landsat pendant la première guerre du Golfe, le système a été renationalisé en 1992 [Florini et Deheqanzada, 1999].
109. [Litfin, 1999, pp. 102-103].
110. [Li, 2002].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

commercialiser de l'imagerie spatiale haute résolution[111]. À partir de 2000, la société Orbital Image Corporation (renommée GeoEye en 2006), exploite le satellite Ikonos pour commercialiser des images d'environ 1 m de résolution. Ce type d'image rivalise de précision avec de l'imagerie aérienne et autorise la réalisation d'une cartographie à grande échelle (théoriquement jusqu'au 1/10 000), avec une efficacité d'autant plus grande que les progrès de la géodésie et de la maîtrise précise des trajectoires orbitales permettent une géolocalisation fine des images sans nécessairement recourir à des points de calage sur le terrain.

Les principes de la télédétection de l'ONU ont fait l'objet d'un consensus assez large à l'époque de leur rédaction en raison du manque relatif de précision des satellites commerciaux contemporains. La cartographie de précision de chaque État restait alors sous son contrôle, exception faite des cartographies militaires secrètes. Un grand nombre d'États exerçaient une censure plus ou moins importante sur leur cartographie, au moins sur les installations militaires, parfois sur les ressources naturelles. La commercialisation d'images de résolution métrique précisément géoréférencées modifie la donne.

Les pays où la cartographie est censurée, ou qui imposent des restrictions à la distribution des images aériennes, ne peuvent s'opposer à ce que des données jugées sensibles soient disponibles à la vente, en particulier à l'étranger. Ainsi, le Sultanat d'Oman, qui censure systématiquement les photographies aériennes de ses installations militaires et portuaires, ne peut empêcher que ces mêmes installations soient clairement visibles sur les images commercialisées par GeoEye. De même, l'Inde, qui dispose de ses propres moyens de télédétection, encadre strictement la diffusion des images d'une résolution inférieure à 5 m : les images dont la taille de pixel est comprise entre 1 et 5 m ne sont rendues disponibles qu'après qu'on a vérifié que n'y figurent pas d'installations sensibles, et les images plus fines ne sont accessibles que sur accréditation spéciale. Cela n'empêche pas des sociétés américaines de proposer des résolutions inférieures au mètre pour l'ensemble du territoire indien[112].

111. Le système de licence peut fixer une limite de résolution aux images commercialisables. Cette limite est de 50 cm, pour le satellite GeoEye-1, capable d'une résolution maximale de 41 cm. Les images d'une résolution supérieure sont réservées à un usage gouvernemental. La valeur de cette limite de 50 cm semble arbitraire. Le président de la société GeoEye se déclare favorable à une politique plus libre de commercialisation, la différence entre une résolution de 50 cm et une de 41 étant, en pratique, de peu de conséquence (Interview du 29 octobre 2010 pour DefenseMediaNetwork : < http://www.defensemedianetwork.com/stories/eyes-in-the-skies/ >).

112. [Harris, 2009, p. 25].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Initialement, le coût des données spatiales haute résolution et la relative complexité de leur traitement ont limité leur diffusion. En 2001, le prix d'une image Ikonos, selon les traitements appliqués[113], variait de 37 à 146 dollars par kilomètre carré[114], une image représentant au minimum 121 km²[115]. À ce tarif, la couverture en image Ikonos de l'équivalent d'une feuille de la carte IGN au 1/50 000 aurait coûté approximativement entre 20 000 et 80 000 $. Le prix est donc, dans les premiers temps, un obstacle important à la diffusion de l'imagerie spatiale haute résolution. Celle-ci reste pour l'essentiel confinée à des services gouvernementaux, des instituts de recherche, et à quelques organisations non gouvernementales ou sociétés privées.

LES GLOBES VIRTUELS

La dissémination gratuite d'information géographique précise, et particulièrement d'imagerie spatiale à haute résolution, par le biais de l'internet est un phénomène récent. Cette dissémination se fait en particulier par le biais des globes virtuels. Le plus connu d'entre eux est Google Earth, mis en ligne en 2005. WorldWind (2004, NASA), Bing Maps (2006, Microsoft) et Marble (2006, KDE, développement communautaire), proposent des fonctions plus ou moins équivalentes : une interface simple d'accès à des données géographiques mêlant de l'imagerie et de la cartographie sur l'ensemble du globe. Il existe aussi un certain nombre de services en ligne qui offrent les mêmes fonctions à l'échelle du territoire d'un pays, comme Géoportail pour la France. Du point de vue technique, ces globes mobilisent une bonne partie des avancées des sciences géographiques issues de la guerre froide : imagerie spatiale, traitement automatique des données géographiques, référentiel géodésique global, etc.

113. Les tarifs varient en particulier en fonction de la précision du géoréférencement. Les images les plus coûteuses sont rectifiées pour tenir compte des décalages dus à l'effet du relief. Les prix sont aujourd'hui moins élevés et comprennent systématiquement des traitements de rectification. À titre d'exemple, une société canadienne propose, en 2012, des images Ikonos à 23 dollars par km² pour des images nouvelles (commande minimale de 100 km² d'un seul tenant), et 10 dollars par km² pour des images d'archive (image de 49 km² au minimum). [En ligne] : < http://www.gsf.qc.ca/Teledetection/Tele_All_en.html >.
114. [Jakobsen, 2002].
115. Le satellite scanne une bande de terrain le long de son orbite. Son champ de vision est de 11 km dans le cas d'une prise de vue verticale. Une image est formée par une bande scannée plus ou moins longue. La longueur minimale est de 11 km, la longueur maximale de 1 000 km pour une image mono [Dial et *al.*, 2003].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les globes virtuels ont essentiellement une vocation ludique et pédagogique. Ils s'inscrivent dans une tradition de mise en spectacle du monde que l'on peut faire remonter aux panoramas, populaires dans les villes du XIXe siècle, et qui préfiguraient une forme de tourisme en fauteuil. Quoique de nombreux panoramas fussent consacrés à de hauts faits historiques, il en existait aussi à thèmes géographiques, comme celui ouvert en 1889 sur le Quai d'Orsay par la Compagnie générale transatlantique qui simulait un voyage maritime[116]. Variante du panorama, plusieurs globes concaves[117] qui permettaient au public de voir une carte complète du monde à une échelle de l'ordre du 1/1 000 000 ont été construits, avec un succès variable, au cours du XIXe siècle, comme le Géorama à Paris (1823), ou le grand globe de Wyld à Londres (1851)[118]. Élisée Reclus avait soumis, pour l'Exposition universelle de Paris en 1900, un projet de globe pédagogique gigantesque (160 mètres de diamètre externe). Le coût de l'édifice avait été estimé à 20 millions de francs, quand la tour Eiffel n'en a coûté que 8 ; c'est une des raisons, parmi d'autres, pour lesquelles ce globe n'a jamais été construit[119].

Le développement du cinéma a démodé les panoramas, mais l'idée d'un globe géant éducatif, conçu sur le modèle des planétariums, a été remise au goût du jour dans les années 1960 par Buckminster Fuller à travers le projet du Geoscope. Ce projet, jamais réalisé, proposait la construction d'un grand globe terrestre[120], prévu à l'origine pour être exposé à New York, puis proposé pour le grand dôme du pavillon des États-Unis de l'Exposition universelle de 1967, à Montréal. Le globe, couvert d'une mosaïque de photographies aériennes couvrant le monde entier, devait être animé au moyen de lampes commandées par ordinateur afin d'afficher des informations telles que les mouvements de population, l'état de la météorologie, etc[121]. Le Geoscope devait être une célébration de la technique et un moyen de promouvoir une utopie de solidarité globale. L'emploi du terme

116. [Schwartz, 1998, pp. 169-171].
117. Ces globes portent une carte imprimée sur leur face interne. Les visiteurs circulent à l'intérieur sur une ou plusieurs galeries, et peuvent examiner les grandes cartes sans déformation ni coupure. Un de ces globes, le Mapparium, construit dans les années 1930, est encore visible à la bibliothèque Mary Baker Eddy, à Boston. [En ligne] : < http://www.marybakereddylibrary.org/exhibits/mapparium >.
118. [Fierro, 1987].
119. [Alavoine-Muller, 2003].
120. Le projet de New York était bien celui d'un globe géant. Pour l'exposition de Montréal, Fuller avait envisagé de représenter la Terre sur un icosaèdre ou un cuboctaèdre déplié, selon un système de projection qu'il avait mis au point et popularisé dans les années 1940 (projection dite de Fuller, ou Dimaxion, selon son nom commercial). Voir [Massey, 2006, illustration p. 477]. Sur la projection de Fuller, voir [Snyder, 1993, p. 269].
121. [Fuller, 1977, pp. 137-138].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de « vaisseau spatial Terre » (*Spaceship Earth*) par Fuller pour parler de la Terre est révélateur de la façon dont les premières images spatiales ont frappé les imaginations de l'époque. La photographie la plus emblématique, celle de la Terre entière vue de la lune, n'a été prise qu'en 1968, mais les photographies des missions Gemini avaient reçu une large publicité dès 1964[122]. Sans doute l'expression, dont Fuller n'a pas l'exclusivité[123], est-elle en grande partie inspirée par une idéologie technocratique qui plaide pour un pilotage des nations par des experts qui rendrait obsolète la politique[124], mais elle correspond aussi à l'évolution des représentations géopolitiques du temps de la guerre froide, marquées par la rivalité entre les deux superpuissances dont les enjeux s'expriment à l'échelle du globe entier[125].

Le grand Geoscope de Fuller n'a jamais été réalisé, pour des raisons techniques et financières. Ses simulations à base de cartes ont cependant connu un certain succès aux États-Unis à la fin des années 1970. Les progrès du traitement informatique des données géographiques et les capacités graphiques croissantes des ordinateurs permettent, dans les années 1990, d'envisager une version logicielle d'un globe éducatif. Il n'est pas facile de retracer précisément la genèse des globes virtuels actuels. Un discours prononcé par le vice-président Al Gore en 1998[126] décrit ce que pourrait être une Terre numérique (*Digital Earth*) à but éducatif : le dispositif envisagé est un système de réalité virtuelle installé dans un musée (le volume de données à traiter semble alors disproportionné par rapport aux débits des connexions domestiques) qui permettrait à l'utilisateur d'accéder à une somme d'information importante à partir d'un globe terrestre sur lequel on pourrait zoomer jusqu'à une très grande échelle. Le projet pourrait s'appuyer sur l'utilisation de l'imagerie spatiale haute résolution désormais autorisée à la vente, à défaut d'être effectivement disponible. L'entreprise paraît alors si vaste qu'Al Gore la juge hors de portée d'une

122. [Lowman, 1999].
123. Fuller lui-même avait publié, en 1969, un « mode d'emploi du vaisseau spatial Terre », (*Operating manual for spaceship Earth*, Southern Illinois University Press, 1969). La paternité de cette notion revient à Kenneth E. Boulding, en 1966. Voir [Musset, 2012, p. 84].
124. Fuller est un personnage complexe. On trouve aussi chez lui une défense de la démocratie directe appuyée sur les nouveaux moyens de communication, et son geoscope, au moyen d'un jeu interactif, aurait aussi pu servir à encourager une participation citoyenne à la gestion des ressources mondiales [Massey, 2006]. Cela explique qu'il ait pu à la fois collaborer étroitement avec les milieux militaires et être une figure importante des contre-cultures américaines [Anker, 2007, p. 431].
125. [Cosgrove, 2003, p. 244].
126. "The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century", Conférence au California Science Center, 31 janvier 1998. [En ligne] < http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=6210 >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

organisation gouvernementale ou d'une entreprise privée seule. Il ne l'envisage que comme un effort collectif de centaines de milliers d'individus, d'entreprises, de centres de recherches et d'administrations.

Le discours d'Al Gore est presque systématiquement cité par toutes les études sur les globes virtuels. Il est important en raison du statut d'Al Gore, et parce qu'il marque un nouvel engagement des pouvoirs publics américains dans le renouveau de la cartographie civile. Cependant, l'effort public qui a suivi, et qui a consisté essentiellement en une initiative fédérale pour promouvoir l'interopérabilité des données géographiques, n'a pas survécu à la défaite électorale d'Al Gore aux élections présidentielles de 2000[127]. Quant aux idées développées, nombre d'entre elles circulaient depuis un certain temps, au moins dans la petite communauté des géomaticiens. Du côté du grand public, les utilisateurs de l'encyclopédie Microsoft Encarta étaient déjà familiers d'une interface en forme de globe pour accéder à de l'information géographique. Quant au dispositif technique décrit par Al Gore (lunettes de réalité virtuelle et gants de données servant à la manipulation d'un globe virtuel), il paraît sortir tout droit du film de Robert Longho *Johnny Mnemonic*, une adaptation de William Gibson de 1995[128]. Le plus important n'est donc pas la description de cette terre numérique qui faisait déjà l'objet de recherches sous diverses formes, mais la libéralisation du marché des données d'imagerie spatiale à haute résolution[129].

Les premiers globes virtuels disponibles pour le grand public apparaissent vers le milieu des années 2000, avec World Wind de la NASA en 2004, proposant une couverture à 15 m (Landsat 7) sur la majeure partie du globe et une résolution supérieure sur les États-Unis, Google Earth en 2005, et en 2006 Bing Maps, le service de cartographie en ligne de Microsoft, qui propose des fonctions équivalentes à celles d'une terre virtuelle depuis un navigateur internet. Il est difficile d'estimer précisément la diffusion de ces applications, notamment pour la plus populaire d'entre elles, Google Earth. En 2011, Google a célébré le milliardième téléchargement de l'application, tous supports confondus (logiciel dédié, application mobile, et extension de navigateur). Cela ne permet pas d'estimer le nombre d'utilisateurs uniques réguliers, mais c'est tout de même le signe d'une diffusion très large.

127. [Butler, 2006].
128. Ce type de dispositif excitait l'imagination des cinéastes hollywoodiens, puisqu'on aperçoit un système d'accès aux images satellitaires très proche de Google Earth dans le film d'espionnage *Shadow Conspiracy* (*Haute trahison*) de George P. Cosmatos, sorti en 1997.
129. [Bar Zeev et Crampton, 2008].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Le développement de ces logiciels a plusieurs conséquences sur la nature des rapports entre les États et la cartographie. De larges moyens cartographiques sont désormais aux mains d'intérêts privés. La société Google, dont les produits géographiques font l'objet de la diffusion la plus large et de la plus forte exposition médiatique, suscite un certain nombre de débats en raison de ce qui est ressenti par divers États comme une atteinte à leur souveraineté géographique. Les données cartographiques de Google Earth (tracé des routes, hydrographie, etc.) sont acquises auprès de divers producteurs dans le monde. Elles ne sont donc ordinairement pas différentes de ce qui est disponible localement et ne sont pas, la plupart du temps, un objet de polémique, excepté dans les cas de litiges territoriaux. Les deux grands sujets de mécontentement des États à l'égard des globes virtuels, et plus particulièrement de Google Earth, sont la mise à disposition d'images à haute définition de leur territoire, et des contestations sur le tracé des frontières et la toponymie.

LA CIRCULATION DES IMAGES À HAUTE DÉFINITION

La société Google se fournit en images auprès de la société GeoEye pour l'essentiel de l'imagerie spatiale, et auprès de fournisseurs variés pour les photographies aériennes utilisées pour les images en très haute résolution parfois disponibles sur certaines zones urbaines. Google Earth diffuse en particulier les images du satellite GeoEye 1, avec une résolution de l'ordre de 50 cm. Google, société de droit américain, n'est pas tenue de respecter les règles concernant la diffusion des images spatiales des autres États[130].

Plusieurs États se sont inquiétés des possibles atteintes à la sécurité nationale dont Google se rendrait responsable en diffusant des images haute résolution de leur territoire[131]. Les gouvernements australien, néerlandais, sud-coréen, parmi d'autres, se sont inquiétés de l'usage que des terroristes ou une nation ennemie pourrait faire des images de leurs installations sensibles. Le contexte post-11 septembre explique que la menace terroriste soit souvent mise en avant.

130. Un cas particulier concerne les États où Google est implanté et propose une version locale de ses services. Les services offerts localement doivent alors se conformer à la loi du pays. Voir sur le blog Ogle Earth une comparaison entre l'imagerie disponible sur le site (sud-)coréen de Google et sur le site international : < http://ogleearth.com/2012/07/constraining-online-maps-the-case-of-south-korea/ >.
131. [Kumar, 2010, pp. 159-162].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Depuis la mise en service de Google Earth, le service a été publiquement mis en cause dans plusieurs affaires de terrorisme. En juillet 2006, l'Open Source Center, organisme chargé d'exploiter les sources ouvertes au bénéfice des services de renseignements américains, a divulgué une vidéo postée par un groupe salafiste jihadiste irakien qui tendait à montrer que Google Earth était utilisé pour la préparation d'attaques contre les troupes américaines[132]. Peu après, à l'occasion d'attaques manquées contre des installations pétrolières au Yémen, en septembre 2006, la presse yéménite avait affirmé que les terroristes avaient planifié leurs actions avec Google Earth. Un article avait parlé, au sujet de la mise à disposition d'images précises par Google Earth, d'une atteinte à la souveraineté nationale[133].

Début 2007, des attaques au mortier contre des bases militaires britanniques à Bassora ont, semble-t-il, été préparées en utilisant Google Earth : des photographies tirées du logiciel ont été trouvées chez les insurgés[134]. Google Earth, dans ce cas, a remplacé les images par de plus anciennes, sur lesquelles les bases n'étaient pas visibles[135]. En revanche, contrairement à ce qu'a affirmé le *Daily Telegraph*[136], il est inexact que Google Earth ait caviardé (*blotted out*) les bases britanniques en Irak et diverses installations sensibles au Royaume-Uni. En réalité, une bonne partie du territoire britannique n'était pas couverte par des images en haute résolution à la date de rédaction de l'article.

L'Inde est l'un des États les plus ouvertement critiques envers Google Earth. L'internet indien est relativement ouvert, mais la qualité des images fournies par Google Earth a causé un certain émoi dans un pays où l'accès à l'imagerie haute définition est en principe réglementé. Dès la mise en ligne du service, des articles de presse ont dénoncé la divulgation du détail d'installations sensibles[137], et le président de l'Union indienne, Abdul

132. Rapport de l'Open Source Center du 19 juillet 2006, mis en ligne par la Fédération des scientifiques américains, < www.fas.org/irp/dni/osc/osc071906.pdf >.
133. *Yemen Observer*, 31 octobre 2006. [En ligne] : < http://www.yobserver.com/front-page/10011133.html >. L'affirmation, dans le même article, selon lequel Google Earth aurait conclu un accord avec Israël pendant la guerre contre le Liban semble sans fondement. Le cas particulier du territoire israélien dans Google Earth est traité plus bas.
134. "Terrorists 'use Google Maps to hit UK troops'", *The Telegraph*, 13 janvier 2007. [En ligne] : < http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1539401/Terrorists-use-Google-maps-to-hit-UK-troops.html >.
135. [En ligne] : < http://www.theregister.co.uk/2007/01/17/google_erases_brit_bases/ >.
136. < http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1540039/Google-blots-out-Iraq-bases-on-internet.html >. Commentaire de l'article ici : < http://ogleearth.com/2007/01/basra-new-daily-telegraph-article-has-no-clue/ >.
137. Par exemple : < http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2005-10-17/india/27864918_1_google-earth-satellite-images-sensitive-locations >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Kamal a publiquement exprimé son inquiétude[138]. Bien qu'une porte-parole de Google ait affirmé que « Google prend très au sérieux les inquiétudes du gouvernement au sujet de Google Maps et Google Earth, et serait heureux de discuter avec le gouvernement indien [...] »[139], rien n'indique que Google Earth ait accepté d'altérer les images[140]. La polémique prend une ampleur particulière après les attentats de Bombay. En novembre 2008, 10 terroristes pakistanais attaquent plusieurs sites de Bombay avec des armes automatiques et des grenades. En trois jours, les attaques font 175 morts (dont 9 des terroristes) et plusieurs centaines de blessés. La presse indienne affirme que les terroristes ont utilisé Google Earth pour se familiariser avec le terrain[141], bien que ce fait ne figure pas dans le dossier officiel, et que l'attaque ayant visé des sites publics de centre-ville, n'importe quelle source cartographique, comme par exemple des guides touristiques, aurait pu être employée[142]. Les attaques ont cependant été suivies de nouvelles demandes visant à censurer les images de Google Earth[143], toujours sans effet.

Il est assez difficile de connaître la position précise de Google sur ces questions. Google n'a jamais admis avoir altéré des images disponibles dans Google Earth ou Google Maps. Les images utilisées sont toutes des images disponibles soit gratuitement, soit commercialement. Elles ne peuvent rien révéler qui ne soit déjà accessible autrement. L'internet, cependant, abonde en sites qui répertorient les cas supposés de censure par Google Earth[144]. Ces listes sont peu fiables, en raison notamment des mises à jour assez fréquentes des images. Par exemple, la plupart signalent que la Maison Blanche, à Washington, est floutée ou retouchée, ce qui ne semble pas être le cas sur les images les plus récentes disponibles dans le logiciel. Toutefois, la Maison Blanche apparaît parfois avec une résolution inférieure dans des séries d'images plus anciennes : la résolution est légèrement dégradée pour la série d'images de décembre 2008, fortement dégradée pour la série de mars 2005. Le monument est masqué

138. [Kumar, 2010, p. 162].
139. *Times of India*, 21 décembre 2005. [En ligne] : < http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2005-12-21/india/27833690_1_defence-ministry-satellite-imagery-installations ≥.
140. On peut lire sur certains sites internet que des images du territoire indien seraient censurées par Google. Cependant, il n'a pas été possible de trouver un seul cas manifeste de censure.
141. [En ligne] : < http://www.business-standard.com/india/news/terrorists-used-google-earth/00/06/341730/ >.
142. [Norris, 2010, p. 14].
143. [Norris, *Ibid.*, p. 1].
144. Par exemple : < http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_map_images_with_missing_or_unclear_data ; http://www.itsecurity.com/features/51-things-not-on-google-maps-071508/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

sur la série d'avril 1999. Les trois séries d'images altérées correspondent à des images en très haute résolution, assez nettement plus détaillées que toutes les autres séries. Google se fournit en images auprès de sources multiples. Les images censurées proviennent d'organismes publics[145] ; elles ont été censurées avant d'être publiées, comme on peut le vérifier sur le SIG de Washington[146]. La censure des images de Google Earth a donc pour origine, dans la majorité des cas, les fournisseurs d'images et non la société Google[147]. Ceci explique la diversité des styles de censure : masquage, dégradation de la résolution, floutage, ou solutions plus créatives. Dans ce dernier domaine, un des cas les plus remarquables est celui des Pays-Bas, qui masquent les sites jugés sensibles par une mosaïque de polygones colorés[148].

Sauf cas exceptionnel, comme pour l'affaire de Bassora, Google ne semble pas censurer les images sur son site international. Qu'une société comme Google se plie à une injonction de censure d'un pays pour y préserver ses intérêts commerciaux n'aurait rien d'inédit, mais jusqu'à présent, cela ne paraît pas être le cas de Google Earth.

Les images censurées sont pour l'essentiel des images aériennes à très haute définition, fournies soit par des instituts nationaux, soit par des sociétés qui les produisent en conformité avec les lois des pays photographiés. Contrairement à l'imagerie spatiale dont le contrôle échappe aux pays qui en sont l'objet, les prises de vue effectuées dans les espaces aériens nationaux sont soumises aux réglementations locales. Cependant, la multiplication des sources d'images et la disponibilité commerciale d'imagerie spatiale à 50 cm rendent ces tentatives de dissimulation assez peu efficaces. Il suffit souvent de changer de terre virtuelle, ou même de modifier dans Google Earth la date du jeu de données affiché pour contourner la censure. Par exemple, en juillet 2012, Google Earth affiche par défaut des images de 2006 (meilleure résolution disponible) lorsqu'on zoome sur l'île du Ramier, au sud de Toulouse, lieu d'implantation de la Société nationale des poudres et explosifs, devenue le groupe SNPE (activité arrêtée en 2013). Le site est fortement pixellisé (origines des données :

145. Système d'information géographique du District of Columbia en 1999, USGS (service géologique des États-Unis, responsable de la cartographie civile) en 2005, et USDA (ministère de l'Agriculture) en 2008.
146. [En ligne] : < http://dcatlas.dcgis.dc.gov/dcgis_allservices/viewer.htm >.
147. [En ligne] : < http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/07/21/AR2007072101296.html >.
148. [En ligne] : < http://www.digitaltrends.com/web/artist-sheds-light-on-colorful-dutch-google-earth-censorship/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

images aériennes IGN, d'après Google Maps). On peut avoir une image non retouchée en choisissant des données plus récentes (de 2009, origine des données : images spatiales GeoEye). Le site Bing propose soit une image floutée du site, soit une image en très haute définition selon qu'on choisit « meilleure vue » ou « image satellite »[149].

Google Maps diffère un peu de Google Earth, car il en existe des versions locales. Ces versions sont accessibles par l'URL maps.google.[nom de domaine du pays, éventuellement précédé de « .co »]. Les versions locales de Google Maps peuvent, pour se conformer aux lois, limiter le niveau de zoom. C'est le cas au moins pour la version coréenne (maps.google.co.kr) qui limite le zoom à trois niveaux en dessous de ce qu'autorise la version internationale, probablement pour se conformer à la loi qui ne permet pas de diffuser d'images des installations militaires[150]. Comme l'internet coréen est ouvert, tout un chacun peut accéder à des images plus précises par le site international de Google Maps ou par Google Earth. Au moins la filiale coréenne de Google reste-t-elle, formellement, dans la légalité.

Les terres virtuelles ne font que mettre en évidence une réalité qui remonte en fait à la commercialisation d'imagerie spatiale haute définition : les États contemporains n'ont plus une maîtrise complète de la divulgation et du secret de leur information géographique. Un des derniers obstacles à la diffusion large des images haute définition est la concentration des moyens d'imagerie spatiale entre les mains d'un petit nombre de sociétés, toutes américaines. La loi des États-Unis est donc en mesure, pour le moment, de réguler la circulation des images spatiales haute définition. C'est effectivement le cas puisque les images commercialisées sont légèrement moins précises que ce que permettrait la technique (50 cm au lieu de 41), mais cette restriction est de peu de conséquence en pratique.

Le seul État pour lequel les images spatiales haute définition ne sont pas (entièrement) disponibles est l'État d'Israël. En 1997, l'État d'Israël, craignant que la disponibilité commerciale d'images spatiales à haute

149. Bing ne précise pas la date des images affichées, et l'accès aux métadonnées n'est pas possible de façon simple. Il existe cependant un outil en ligne qui donne la date de chaque image : < http://mvexel.dev.openstreetmap.org/bing/ >. Les images en plus haute définition datent de septembre 2006, et proviennent d'une autre source que celles de Google Earth. Il s'agit d'images aériennes (définition de l'ordre de 0,1 m, fournies par 3di international, société britannique d'imagerie aérienne). Curieusement, au niveau de zoom immédiatement inférieur, Bing affiche des images plus récentes datées août 2010/avril 2011 (postérieures à octobre 2010, d'après la comparaison avec Google Earth), d'origine spatiale, fournies par Digital Globe (définition de l'ordre de 50 cm). Quant à la différence entre « meilleure vue » et « image satellite », elle ne semble pas être constante. Ainsi, sur la centrale nucléaire de Flamanville, la vue « image satellite » est censurée, mais non la vue « meilleure vue ».

150. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2012/07/constraining-online-maps-the-case-of-south-korea/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

résolution ne nuise à sa sécurité en permettant à ses voisins arabes de recueillir des informations sur ses installations militaires, a fait pression sur le sénat des États-Unis pour interdire la commercialisation par des sociétés américaines d'images de son territoire à une résolution inférieure à 2 m. Cette disposition particulière, connue sous le nom d'amendement Kyl-Bingaman, a été ajoutée au Defense Authorization Act de 1997[151] et interdit aux sociétés américaines de commercialiser des images spatiales d'une résolution supérieure à ce qu'il est possible de se procurer sur le marché international. Le gouvernement des États-Unis interprète ce texte en interdisant la diffusion d'images d'une résolution inférieure à 2 m[152]. Cela explique que les images de Tel Aviv dans Google Earth ou Bing soient d'une qualité sensiblement inférieure à celle de Beyrouth. Le système français Pleiades, dont le premier satellite a été lancé en décembre 2011, peut fournir des images d'une résolution de 50 cm. Ces images sont commercialisées par la société française Astrium, qui n'est en principe pas liée par la réglementation américaine. Le journal israélien *Haaretz* a laissé entendre, dans un article de mars 2011, que « la plupart des pays » acceptent de ne pas diffuser d'images haute résolution d'Israël, mais que le lancement d'un satellite turc en 2013 pourrait changer la donne[153]. Contactée, la société Astrium a confirmé ne pas diffuser d'images en très haute résolution du territoire israélien sans demander, au cas par cas, un avis préalable à l'administration française, afin de ne pas mettre en difficulté le gouvernement français, partenaire majeur de la société. Le gouvernement français dispose théoriquement des moyens de limiter la commercialisation de données d'origine spatiale, avec le titre VII de la loi nº 208-518 du 3 juin 2008[154]. Le développement des drones fait passer au second plan les préoccupations de sécurité liées à l'imagerie spatiale.

151. Il s'agit d'un acte fédéral qui fixe, pour chaque année fiscale, le budget de la défense des États-Unis.
152. [Thompson, 2007, p. 136].
153. < http://www.haaretz.com/news/diplomacy-defense/new-turkish-satellite-could-publish-uncensored-images-of-israel-1.348361 >.
154. Article 24 : « L'autorité administrative compétente s'assure que l'activité des exploitants primaires de données d'origine spatiale ne porte pas atteinte aux intérêts fondamentaux de la Nation, notamment à la défense nationale, à la politique extérieure et aux engagements internationaux de la France. À ce titre, elle peut, à tout moment, prescrire les mesures de restriction à l'activité des exploitants primaires de données d'origine spatiale nécessaires à la sauvegarde de ces intérêts. » [En ligne] : < http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000018931380#LEGISCTA000018939316 >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

LA CARTOGRAPHIE EN LIGNE ET LES LITIGES TERRITORIAUX

Dans les globes virtuels, le tracé des frontières et la toponymie des territoires contestés suscitent de nombreuses réactions de la part des États, soit par la voie officielle, soit dans la presse et sur l'internet. Le tracé des frontières peut être imprécis, parfois erroné, mais le plus souvent, les réactions concernent des zones contestées entre deux pays qui ne peuvent s'accorder sur une frontière unique. Les cas sont très nombreux. L'Inde a des litiges frontaliers à la fois avec le Pakistan et la Chine. Il est illégal de distribuer en Inde des cartes sur lesquelles le tracé des frontières ne soit pas conforme à celui officiellement approuvé par le gouvernement. En 2005, le gouvernement indien, par le ministère des Affaires étrangères, a officiellement protesté contre Google. au sujet d'un territoire du Cachemire qui apparaissait alors comme une partie du Pakistan mais que l'Inde revendique pour sien, sous le nom de « Cachemire sous occupation pakistanaise ; *Pakistan-Occupied Kashmir* »[155]. La protestation a pris la forme d'une lettre officielle à la direction de Google et d'instructions à l'ambassade indienne à Washington[156]. Des polémiques du même genre sont déclenchées par la toponymie. Ainsi, l'usage de noms chinois par Google Maps dans une région de l'Himalaya appartenant à l'Inde a-t-il suscité la colère d'internautes indiens. Le blog officiel de Google Earth, en cette occasion, reconnaît une erreur[157].

Ce type de litige est extrêmement fréquent. Il est rare que ces affaires aient un écho hors des territoires directement concernés. Cependant, un cas a eu un retentissement médiatique plus important. En novembre 2010, des milliers de sites web et de nombreux médias du monde entier ont rapporté que le Nicaragua avait envahi un territoire du Costa-Rica à cause d'une erreur de Google Maps[158]. En réalité, comme l'a démontré Stefan Geens sur son blog Ogle Earth[159], l'action du Nicaragua correspond à une interprétation particulière d'un avis de la Cour internationale de justice au sujet des droits du Nicaragua sur le Rio San Juan, le fleuve sur lequel est fixée la frontière avec le Costa-Rica. Google Maps a été mentionné *a*

155. La majorité des cartes produites hors d'Inde, comme Google Earth, attribuent cette région au Pakistan.
156. [En ligne] : < http://www.international.ucla.edu/asia/news/article.asp?parentid=34660 >.
157. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2009/08/china-india-data-error-explained.html >.
158. Par exemple : < http://www.courrierinternational.com/article/2010/11/18/quand-google-maps-declenche-l-invasion-du-costa-rica >.
159. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2010/11/about-costa-rica-nicaragua-their-border-and-google/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

posteriori, et si en effet il y avait une erreur dans le tracé de la frontière, comme Google Earth l'a reconnu sur son blog officiel[160], cette erreur n'a pas été cause de la guerre.

À la différence des controverses sur l'imagerie, sur lesquelles Google ne communique pas, les questions de frontières et de toponymie sont discutées à la fois sur le blog officiel de la société Google[161] et sur le blog spécifique de Google Maps / Google Earth[162]. Les frontières disputées sont désignées comme telles, et lorsqu'il y a des toponymes concurrents, Google Earth les mentionne. Ainsi, l'étendue maritime entre la péninsule coréenne et le Japon est-elle nommée à la fois « Mer de l'Est », suivant l'usage coréen, et « Mer du Japon », selon l'usage japonais et conformément à la nomenclature internationale la plus répandue. Les versions locales de Google Maps peuvent présenter une toponymie et des tracés de frontières différents de ceux de la version internationale. Par exemple maps.google.co.in, version indienne de Google Maps, inclut la totalité du Cachemire dans le territoire indien. La version chinoise, ditu.google.cn, fait de Taiwan une province chinoise.

Les réactions suscitées par les services de cartographie en ligne sont révélatrices du caractère sensible des questions cartographiques pour les États et pour une partie des opinions publiques nationales. En ce qui concerne la diffusion des images, l'aspect symbolique est plus important que les réels enjeux de sécurité. En effet, d'une part, toutes les images accessibles par les globes virtuels sont disponibles auprès d'autres sources, et d'autre part, les risques liés à la diffusion de ces images ne sont pas très clairement identifiés. Le risque terroriste est celui qui est le plus souvent mis en avant. Même dans le cas de l'affaire de Bassora, qui constitue un des cas les plus directs de mise en cause des images satellites dans le cadre de problèmes liés à la sécurité, le rôle réel des images n'est pas établi. Plusieurs centaines de civils irakiens qui avaient accès aux bases britanniques pour en assurer l'approvisionnement ou l'entretien auraient pu recueillir tous les renseignements nécessaires à la préparation des attaques[163].

160. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2010/11/regarding-boundary-between-costa-rica.html >.
161. [En ligne] : < http://googlepublicpolicy.blogspot.fr/2009/12/when-sources-disagree-borders-and-place.html >.
162. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2010/07/improving-quality-of-borders-in-google.html >.
163. [Norris, 2010, p. 16].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les protestations contre la diffusion des images spatiales en haute résolution s'expliquent en partie par une culture institutionnelle des milieux militaires attachée au secret, surtout dans le contexte particulier de l'après-11 septembre. Mais c'est aussi le fait de perdre la maîtrise sur l'information divulguée qui pose problème. La maîtrise de l'information géographique nationale a été si étroitement liée à la souveraineté des États que l'apparition des services de cartographie en ligne représente, au moins symboliquement, un défi à cette souveraineté.

LES ÉTATS FACE À LA CARTOGRAPHIE EN LIGNE

Les réactions des États à l'émergence des services cartographiques en ligne ne se limitent pas à des protestations. Dans plusieurs pays, les techniques géonumériques peuvent se trouver en contradiction avec les lois locales. Dans le cas des services de cartographie et d'imagerie en ligne, il n'est pas possible d'en interdire l'accès dans les pays qui ne pratiquent pas un filtrage sévère de l'internet. Un blocage est possible à partir du fournisseur du service, qui pourrait refuser l'accès à certaines adresses IP identifiées comme appartenant à un pays particulier. Cette technique est mise en œuvre par des fournisseurs de vidéo en *streaming*, pour des raisons de droits, ou par un site comme Ebay, pour se conformer à diverses réglementations commerciales. Cette interdiction serait facile à contourner dans tous les pays où l'internet est suffisamment libre, et n'est pas appliquée par les principaux fournisseurs de cartes en ligne. Un filtrage peut être mis en place à l'intérieur d'un pays avec le concours des fournisseurs d'accès. Cette méthode est peu efficace. Bahreïn a censuré Google Earth en 2006 (parmi d'autres sites), parce que les sujets du royaume se montraient un peu trop curieux à l'endroit des luxueuses propriétés de la famille royale. L'effet de la censure a été de rendre les habitants plus habiles dans les techniques pour la contourner, et de faire circuler des documents reprenant les images les plus intéressantes[164].

La censure des services d'images spatiales par les États, à supposer qu'elle puisse être appliquée efficacement, aurait un côté paradoxal : seuls les habitants du pays seraient privés de la possibilité de voir les installations sensibles que tout le reste du monde pourrait scruter à loisir.

164. [En ligne] : < http://www.bahrainrights.org/node/810 >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Quelques États (France, Inde, Chine) proposent des systèmes nationaux de cartographie en ligne. Officiellement, il ne s'agit jamais d'une réponse aux globes virtuels en général et à Google Earth en particulier. Ces services sont supposés proposer des cartes et des images meilleures ou mieux adaptées aux publics nationaux, mais les capacités techniques (notamment le débit des serveurs) et les interfaces souffrent souvent de la comparaison avec Google Earth et Google Maps.

Les systèmes de cartographie en ligne créés par les États répondent au moins autant à un désir d'affirmer une forme de souveraineté géographique qu'à une nécessité de proposer de nouveaux services. Le caractère particulièrement solennel du lancement du site français Géoportail en est l'illustration. Géoportail a été annoncé par Jacques Chirac lors de ses vœux 2006 à la fonction publique, sous la forme d'un service permettant « d'accéder, sur une base territoriale, à toutes les informations relatives au service public », puis inauguré par le président de la République, le 23 juin 2006, et présenté à la presse par trois ministres[165]. Dans un premier temps du moins, le service n'a rien offert de mieux que l'équivalent Google[166], et lorsque les internautes ont pu s'y connecter (les serveurs n'ont pas résisté au nombre de demandes des premiers jours), ils ont pu constater qu'une des différences les plus notables avec le service américain était la censure massive qui mouchetait la carte de France de petites taches blanches supposées masquer les installations sensibles. Cette censure résultait de l'application stricte d'un décret de 1973 qui interdisait la diffusion d'images aériennes d'un certain nombre de sites, dont la liste était secrète. La presse a remarqué que l'effet principal de cette censure très visible avait surtout été de dévoiler cette liste au grand public[167] (la censure des images aériennes a par la suite été rendue plus discrète). Elle a aussi permis à de nombreux internautes de savoir vers quelles coordonnées diriger Google Earth pour jouir du spectacle des lieux interdits.

Officiellement, Géoportail n'est pas une réponse française à Google Earth[168]. Il correspond à l'application de la directive européenne INSPIRE[169]

165. [En ligne] : < http://www.lefigaro.fr/sciences/20060623.WWW000000812_la_france_se_devoile_sur_la_toile.html >.
166. Le service permet aujourd'hui d'afficher la cartographie, les cartes anciennes, le parcellaire, et ce qui lui confère un réel intérêt.
167. [En ligne] : < http://www.lefigaro.fr/sciences/20060623.WWW000000814_la_censure_trop_visible_des_zones_strategiques.html >.
168. [En ligne] : < http://www.zdnet.fr/actualites/patrick-leboeuf-ign-le-geoportail-n-est-pas-un-rival-de-google-earth-malgre-des-fonctionnalites-proches-39314659.htm >.
169. [En ligne] : < http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:FR:PDF >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

(Infrastructure for Spatial Information in the European Community). Cette directive, entrée en vigueur presque un an après l'ouverture de Géoportail, porte principalement sur l'échange et la circulation de l'information géographique entre les États membres de l'Union[170]. Il y est surtout question de l'accès des « autorités publiques » aux données géographiques. Seul le paragraphe 19 mentionne le grand public, avec des exigences assez limitées[171]. Le calendrier de mise en place de Géoportail, la solennité de son lancement, et les similitudes d'aspect et de fonctions avec Google Maps suggèrent qu'il s'agit de bien plus que la simple application de la directive INSPIRE. Symboliquement, l'inauguration du système par le président de la République fait le lien entre Géoportail et la nation française. La France, avec la militarisation de sa cartographie puis la création de l'IGN, a fait de la production cartographique une activité quasi-régalienne. Géoportail peut donc être interprété comme une tentative de perpétuer la tradition de contrôle étatique de l'État sur la cartographie dans un contexte où ce contrôle est menacé par les services de cartographie en ligne.

Dans une certaine mesure, le cas indien est comparable. L'Inde est un des États où les protestations contre Google Earth ont été les plus nombreuses. Cette sensibilité particulière des Indiens face aux questions cartographiques est à mettre en relation avec le rôle joué par la cartographie pendant la colonisation britannique, puis par la réappropriation de la cartographie et de la géodésie par l'Inde indépendante. Comme la France, l'Inde a mis en ligne un service de cartographie similaire à Google Earth, Bhuvan (La Terre)[172]. Ce service, inauguré en 2009 et toujours en version beta en juillet 2012, est un globe virtuel fondé sur de l'imagerie satellitaire indienne. Bien qu'il puisse afficher n'importe quelle région du monde, seule l'Inde bénéficie d'informations détaillées. Les images ont une résolution maximale de 2,5 m, et les installations militaires sont censurées. En l'état, le service n'est pas encore au niveau d'un Google Maps. Comme dans le cas de Géoportail, la mise en place de ce service ressemble beaucoup à une réponse nationale à Google Earth.

170. À l'échelle mondiale, l'initiative des Nations unies, *United Nation Spatial Data Infrastructure* (UNSDI), a des objectifs similaires.

171. « L'expérience, dans les États membres, a démontré qu'il était important, pour la réussite de la mise en place d'une infrastructure d'information géographique, qu'un nombre minimal de services soit mis gratuitement à la disposition du public. Il convient donc que les États membres proposent gratuitement, au minimum, des services de recherche et, moyennant le respect de certaines conditions, de consultation des séries de données géographiques. »

172. [En ligne] : < http://bhuvan.nrsc.gov.in/bhuvan/# >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Le cas de la Chine est assez différent. L'internet chinois est étroitement contrôlé par le pouvoir[173]. Les liaisons avec le reste du monde, en particulier, sont soumises à un système de filtrage qui peut empêcher l'accès à des sites soit parce qu'ils sont sur une liste noire, soit parce qu'ils contiennent des mots interdits. Bien qu'il ne soit pas impossible de contourner ces moyens de censure, l'internet chinois est suffisamment fermé pour que l'accès à des services tels que Google Maps puisse être rendu difficile pour l'utilisateur moyen. La nature exacte de la censure peut varier selon le contexte politique. Google est implanté en Chine. et y détient le domaine google.cn. Pendant longtemps, les résultats de recherche ont été censurés pour être conformes à la législation chinoise, mais en mars 2010, le site google.cn est redirigé vers la version hongkongaise de Google, non censurée[174]. Quoique les sites de Google extérieurs à la Chine ne soient pas bloqués en permanence (mais le filtrage par mots clés reste actif), ils sont plus lents[175], et parfois inaccessibles[176]. Les difficultés d'accès et le risque de censure s'appliquent aussi aux services cartographiques, mais ceux-ci sont confrontés à des problèmes spécifiques. Les activités cartographiques sont étroitement réglementées en Chine, où l'usage d'un GPS peut être assimilé à des relevés topographiques illégaux[177], ce qui amène certains fabricants d'appareils dotés de fonctions de géolocalisation à désactiver le GPS sur le territoire chinois[178]. Google Maps existe en version chinoise[179]. Ce site respecte les frontières conformes aux lois chinoises, et ne permet pas aux utilisateurs de mettre en ligne du contenu. Cependant, une loi récente oblige les fournisseurs de cartes en ligne à héberger leurs données sur le sol chinois[180]. Pour l'instant, ce n'est pas le cas de Google, mais la société a cependant demandé une licence pour continuer la cartographie en ligne et s'est associée avec le chinois

173. [Dowell, 2006].
174. [En ligne] : < http://www.itpro.co.uk/621703/google-stops-censoring-search-in-china >. La redirection n'est pas automatique, elle se fait par un lien sur la page d'accueil de google.cn, qui, elle, ne permet aucune recherche.
175. [Dann et Haddow, 2008, p. 221].
176. Il n'est pas possible de savoir si un site inaccessible est censuré ou simplement indisponible. Plusieurs sites web proposent de tester des URL pour vérifier si elles sont accessibles depuis la Chine. Par exemple : < http://www.websitepulse.com/help/testtools.china-test.html >. Pour le cas particulier des sites Google, le site Transparency Report collecte les problèmes de connexion quelle que soit leur origine. Une page particulière est dédiée à la Chine : < http://www.google.com/transparencyreport/traffic/?r=CN >.
177. [En ligne] : < http://www.telecomasia.net/content/foreigners-using-gps-face-arrest-china-0 >.
178. [En ligne] : < http://gpstracklog.com/2012/02/panasonic-disabling-gps-in-their-cameras-to-please-china.html >.
179. [En ligne] : < http://ditu.google.cn >.
180. [En ligne] : < http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2010-05/19/c_13302696.htm >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Beijing Guxiang Information Technology. La participation de la société chinoise permet à Google de se conformer à la loi[181].

Les services de cartographie en ligne étrangers sont dans une position plus faible en Chine que dans la majorité des autres pays, puisqu'ils sont sous la menace permanente de la censure. Dans ce contexte, la mise en place par Baidu, le géant chinois de l'internet, d'un système de cartographie en ligne[182] est plus qu'une manifestation symbolique de souveraineté cartographique. Baidu Maps semble déjà en position dominante sur le marché chinois de la cartographie en ligne[183]. Conformément au modèle chinois d'un internet partiellement isolé du réseau mondial, Baidu Maps se substitue à Google Maps et à Bing Maps comme le moteur de recherche de Baidu se substitue à Google. L'existence de Baidu Maps doit autant à la politique de la Chine à l'égard d'internet en général qu'à des questions touchant spécifiquement la souveraineté cartographique.

Il est difficile de dire combien de pays se sont dotés de services cartographiques en ligne. Une page Wikipedia en langue anglaise recense une soixantaine de services dans une trentaine de pays[184], mais cette liste regroupe des services très hétérogènes, du catalogue de données au système cartographique complet, en passant par des pages créées par les Applications Programming Interfaces (API, interface de programmation en français) de Bing ou Google Maps. Les performances, la précision et la richesse des données, et la convivialité de l'interface sont aussi extrêmement variables. La liste semble en outre incomplète : il y manque par exemple le géoportail allemand et ses déclinaisons dans les Länder, ainsi que le chinois Koubei. La directive européenne INSPIRE a encouragé la création de portails cartographiques nationaux en Europe, et la mise en place de ces services est facilitée par l'existence d'une offre logicielle très abondante dans ce domaine.

De nombreuses solutions de diffusion de données géographiques relativement simples à mettre en œuvre existent désormais. Les organismes qui détiennent de l'information cartographique sous forme numérique peuvent soit choisir un des systèmes commerciaux déjà existants, ou

181. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2011/06/google-jv-applies-for-online-mapping-license-in-china/ >.
182. [En ligne] : < http://map.baidu.com/ >.
183. [En ligne] : < http://www.zdnet.com/baidu-leads-china-online-map-market-2062305054/ >. Certains utilisateurs rapportent que la base de données cartographique de Baidu est plus précise que celle de Google : < http://ishiyou.tumblr.com/post/27361280872/chinese-apps-worth-downloading >. Il existe plusieurs services concurrents en Chine, mais de moindre audience : Sogou Maps, Mapbar, Koubei Maps, etc.
184. [En ligne] : < http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_online_map_services >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

avoir recours au logiciel libre. Une association de standardisation, l'Open Geospatial Consortium (OGC), promeut des normes pour les formats de données et les modes d'accès, ce qui simplifie la conception des systèmes de cartographie en ligne. Début septembre 2012, le site de l'OGC recense 219 entreprises ou organisations qui proposent des produits conformes aux standards, de la brique logicielle au système complet[185]. Cette offre logicielle ne s'adresse que marginalement aux États. Elle est surtout destinée aux administrations, organisations ou entreprises qui souhaitent proposer des services cartographiques en ligne.

L'apparition de serveurs cartographiques nationaux ne correspond que très partiellement à une réappropriation de la cartographie par les États. La notion même de cartographie nationale devient plus floue. Les grands organismes de production cartographique nationaux comme l'IGN ou l'Ordnance Survey existent toujours, mais ils s'insèrent désormais dans une nébuleuse de producteurs d'information géographique. Les cartes effectivement en usage, en particulier celles des systèmes de navigation mobiles, ne sont plus dérivées des seules cartes nationales, mais sont soit fournies par des sociétés spécialisées comme Navteq (smartphones Nokia, GPS Garmin, etc.), qui compilent les bases de données nationales et les mettent à jour grâce notamment aux retours des utilisateurs, soit issues de sources diverses comme Open Street Map, carte coopérative mondiale sur le modèle de Wikipedia.

Du XVIe à la fin du XXe siècle, l'évolution de la cartographie scientifique a suivi de près l'ascension puis le triomphe de l'État-nation comme forme dominante de l'organisation du territoire. Il est intéressant de constater que c'est au moment où la prééminence de l'échelon national comme unité efficace d'organisation économique, politique et sociale semble contestée par le mouvement de mondialisation que les techniques cartographiques et les représentations de l'espace connaissent une mutation majeure. Le fait que les nouvelles cartes soient non plus attachées aux référentiels géographiques nationaux mais toutes ancrées sur la grille globale du GPS est une expression parmi d'autres des mutations de l'organisation de l'espace mondial. Les transformations des logiques de la production cartographique, beaucoup moins centrée qu'auparavant sur les États, en sont une autre. Ces changements sont des symptômes d'une reconfiguration des rapports entre pouvoir, territoire, et représentations. Ils correspondent aussi à une transformation profonde de nos conceptions de l'espace.

185. [En ligne] : < http://www.opengeospatial.org/resource/products >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

PARTIE III
LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE III. LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

Il est difficile d'imaginer une façon de penser l'agencement matériel d'un territoire qui n'aurait pas recours, d'une façon ou d'une autre, à la carte. Les cartes sont si indispensables à nos représentations de l'espace que nous avons peine à saisir ce qu'ont pu être les conceptions de l'espace géographique des cultures et des époques qui ne les connaissaient pas.

Des études assez nombreuses s'attachent à montrer à quel point la carte est une construction culturelle complexe qui exprime une vision du monde[1]. Cependant, le cas de la cartographie mathématisée est un peu particulier, dans la mesure où elle prétend plus qu'une autre à l'objectivité. Si l'objectivité qu'on prête aux cartes scientifiques correspond à la représentation fidèle de leur objet, encore faudrait-il savoir ce qu'elles sont supposées représenter. Comme le fait remarquer Henri Lefebvre[2], aucune carte ni aucun ensemble de cartes ne sauraient rendre compte de la totalité des réalités d'un territoire, notamment dans ses dimensions sociales. Plutôt que de dire que la cartographie scientifique est objective, mieux vaudrait dire qu'elle est efficace. Les mesures de l'espace qu'elle exprime sous forme graphique sont suffisamment nombreuses et précises pour qu'on puisse s'en servir de guide pour accomplir un certain nombre d'actions, et au premier chef expédier un projectile d'un point A à un point B avec des chances raisonnables de succès. Du canon de 75 au missile balistique intercontinental, ce genre de préoccupations a en grande partie déterminé les évolutions des techniques cartographiques, au moins du XIXe siècle à la fin du XXe.

Cette cartographie mathématisée forme la base de nos représentations graphiques de l'espace, particulièrement avec le développement de la géographie numérique. Le calcul et la technique sont plus ou moins cachés pour la plupart des utilisateurs, mais peuvent difficilement être entièrement ignorés. La description de l'espace par la mesure et le calcul est fort éloignée de l'expérience quotidienne et d'une appréhension intuitive

1. [Jacob, 1992] ; [Harley, 2001] ; [Cosgrove 1999] ; [Dodge, Kitchin et Perkins, 2011] parmi bien d'autres.
2. [Lefebvre, 2000, p. 103].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou sensible de l'espace. La carte vient corriger, altérer, prolonger, la perception immédiate de l'espace, tout comme d'autres formes de représentations (descriptions scientifiques, romans, films, etc.). Les dispositifs cartographiques, avec la cartographie en ligne et les GPS, se multiplient dans l'environnement quotidien. La cartographie, mode d'appréhension privilégié de l'espace lointain, est de plus en plus sollicitée pour représenter l'environnement proche. Cette fonction d'orientation dévolue à la carte a toujours été importante, mais avec la généralisation des smartphones équipés de GPS et connectés à l'internet, un nombre croissant de personnes ont, pour ainsi dire, toutes les cartes du monde dans leur poche. La prolifération cartographique de notre époque est sans précédent. Cela ne signifie pas nécessairement que la carte est plus importante qu'auparavant dans la formation de nos représentations du monde, tant les autres médias, notamment visuels, saturent notre attention. Mais cela implique au moins que la carte continue à jouer un rôle très important dans nos conceptions de l'espace géographique.

Afin de comprendre comment les changements contemporains de la cartographie interviennent dans la modification de nos conceptions de l'espace géographique, il faut replacer les représentations cartographiques dans leur contexte social et culturel. Pour cela, une des voies possibles est de repérer la place des cartes dans les productions imaginaires, en particulier dans les fictions. C'est là un indicateur assez sûr du statut des cartes dans les représentations collectives. Parce que les œuvres de fiction, à des degrés divers, reflètent l'atmosphère culturelle de leur temps, mais aussi parce qu'elles contribuent à la former, elles constituent, comme l'art, un point de vue sur leur époque. Les imaginaires sont donc le fil directeur de cette dernière partie. Ces imaginaires ne sont pas créés *ex nihilo* par les œuvres de fiction. Ils sont façonnés par les usages des cartes, la place de la cartographie dans la société. À travers les représentations de la cartographie, dans la peinture, dans la littérature, on saisit la place des cartes dans la culture, car les cartes sont replacées dans leur contexte d'utilisation. L'environnement de la carte, sa mise en situation, en dit souvent aussi long que la carte elle-même sur les rapports entre cartographie et conception de l'espace. L'association des mots « carte » et « imaginaire » convoque immédiatement au moins deux images archétypales : la carte au trésor, et les rêveries d'enfant sur des pages d'atlas. C'est surtout depuis la fin du XIXe siècle que ces thèmes sont importants. L'imaginaire cartographique a une histoire plus longue, et il ne se résume pas à ces deux clichés.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'ÉVOLUTION DES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

La place de la cartographie scientifique dans notre culture actuelle doit se comprendre dans la continuité des héritages des époques précédentes. L'évolution des imaginaires cartographiques suit de près les mutations de la carte. L'Antiquité gréco-romaine n'a pratiquement laissé aucune carte, et les témoignages sur la cartographie dans la culture et la société sont à peine plus nombreux. Une grande partie des problèmes théoriques de la cartographie scientifique était posée, et parfois résolus, dès l'époque de Ptolémée. Et pourtant, nous savons fort peu de chose du statut de la cartographie dans l'Antiquité. Presque tous les passages de la littérature antique, hors textes scientifiques et techniques, où il est question de cartes ont été cités dans la première partie : corpus trop maigre pour avoir des certitudes.

La cartographie médiévale, pour l'essentiel, appartient à une tradition différente. Le Moyen Âge européen a laissé assez peu de cartes. Celles antérieures à la fin du XIIIe siècle sont essentiellement des mappemondes, le plus souvent incluses dans des manuscrits (c'est le cas de 900 des quelques 1 100 mappemondes médiévales connues)[3] dont la fonction est davantage d'illustrer de façon symbolique un ordre divin du monde que de proposer une description géographique précise. Les portulans médiévaux, dont les premiers exemples connus remontent à la toute fin du XIIIe siècle, nous sont également parvenus en petit nombre : environ 180 cartes individuelles ou collections de cartes reliées antérieures à 1500[4]. Quant aux cartes du Moyen Âge qui n'appartiennent à aucune de ces deux catégories, cartes locales, cartes d'un pays, etc., elles sont très rares et pratiquement toujours postérieures à 1350[5]. Sans doute nombre de cartes médiévales ont-elles été perdues, notamment parmi les portulans exposés aux rigueurs des voyages en mer, et probablement quelques-unes restent-elles à découvrir. Mais la minceur du corpus cartographique médiéval ne peut entièrement être imputable aux pertes et aux destructions. Il ne semble pas que la carte ait constitué un élément central de l'outillage intellectuel du Moyen Âge européen.

La Renaissance ne marque donc pas seulement une rupture dans les techniques cartographiques, mais aussi dans la place de la carte dans la culture européenne. Même si l'historiographie récente a plutôt tendance à nuancer l'idée selon laquelle la Renaissance marque une rupture avec

3. [Woodward, 1987, p. 286].
4. [Campbell, 1987, p. 373].
5. [Harvey, 1987, p. 465].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le Moyen Âge, à la fois en mettant en avant les avancées médiévales et en soulignant les continuités entre les périodes, dans le domaine spécifique de la cartographie, la mutation est rapide et spectaculaire[6]. À partir du XVIe siècle, les cartes se multiplient[7]. La redécouverte de Ptolémée, un nouvel intérêt pour toutes les techniques de mesure, le perfectionnement des arts visuels et le renforcement des États ont accompagné la révolution cartographique de la Renaissance[8].

Alors que les cartes étaient des objets rares, elles circulent à la fois sous forme de collections regroupées dans des atlas et de feuilles individuelles à diverses échelles. Les cartes deviennent un des éléments constitutifs de l'univers matériel et mental de toutes les personnes instruites en Europe. Au XVIIe siècle, en Europe, les cartes sont des objets suffisamment communs pour apparaître sur la scène des théâtres, dans les pages des romans, et aux murs des maisons.

LA VOGUE CARTOGRAPHIQUE DU XVIIe SIÈCLE

Le Roi Lear de Shakespeare date de 1608. Dans la première scène, le roi divise son royaume sur une carte. Cette apparition d'une carte sur la scène du théâtre élisabéthain n'est pas unique[9]. Pour le public de l'époque, l'usage d'une carte pour décrire un territoire est une évidence. La carte est un objet ordinaire de l'exercice du pouvoir. La carte n'a pas seulement une valeur symbolique, c'est aussi un instrument de mesure de l'espace, une référence graphique sur laquelle on peut fonder un projet.

La carte devient le mode privilégié de description de l'espace, au point que même les œuvres du passé sont susceptibles d'une relecture cartographique. À partir du milieu du XVIe siècle, des éditions italiennes de Dante sont imprimées avec une cartographie des lieux décrits inspirée des méthodes de Ptolémée[10]. D'autres œuvres de fiction sont éditées accompagnées de cartes, notamment l'*Orlando Furioso*[11].

6. [Woodward, 1991, p. 83].
7. Voir la partie I.
8. [Conley, 1996, p. 1].
9. [Turner 2007, p. 420]. Pour rester chez Shakespeare, une carte apparaît également dans *Henri IV*, 1re partie, acte III, scène I, également dans un contexte de partage territorial.
10. [Cachey, 2007], p. 453.
11. *Ibid.*, p. 457.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

L'engouement pour la cartographie qui s'empare de l'Europe à l'époque moderne se trouve exprimé avec une netteté particulière par Robert Burton, dans son *Anatomie de la Mélancolie* (1621) :

« Il me semble que n'importe qui prendrait plaisir à contempler une carte de géographie [...], les contours et la disposition des lieux, voir, pour ainsi dire, toutes les provinces lointaines, les villes, les cités du monde, et sans mettre les pieds hors de son étude, en mesurer à la règle et au compas la distance et l'étendue, en examiner le site. »[12]

Ce passage fait partie d'un développement sur les cabinets de curiosité et met en parallèle les livres et les cartes, comme pour augmenter l'érudition classique fondée sur les livres anciens d'une connaissance nouvelle fondée sur les cartes. Il est significatif que les notions de mesure et d'échelle[13] soient ici invoquées, signe que l'on est dans un régime cartographique scientifique. Burton poursuit en citant de nombreuses sources géographiques, au premier rang desquelles Mercator, Ortelius et Hondius, Braun et Hogenberg, éditeurs de plans et de vues de villes à Cologne, ainsi qu'une douzaine d'autres. Sans doute la bibliothèque de Burton est-elle particulièrement fournie, mais les cartes faisaient partie de l'environnement des érudits. Les cartes sous diverses formes sont des objets de collection qui font l'objet d'un marché important dès le XVIe siècle[14]. Ce sont des objets d'agrément, des symboles d'érudition, avant d'être des instruments utilitaires. Le fait que Burton les mentionne dans un passage sur les cabinets de curiosité est bien représentatif du statut des cartes à l'époque. Au XVIIe siècle, en Europe, les cartes et les atlas sont assez communs pour être familiers au public.

12. "*Methinks it would please any man to look upon a geographical map, [...] chorographical, topographical delineations, to behold, as it were, all the remote provinces, towns, cities of the world, and never to go forth of the limits of his study, to measure by the scale and compass their extent, distance, examine their site*" *Anatomy of Melancholy*, 2-2-4. [En ligne] : < http://www.gutenberg.org/files/10800/10800-h/ampart2.html >, texte corrigé ("*seale*", qui n'a aucun sens, est corrigé en "*scale*", conformément à d'autres éditions). Le passage omis à l'emplacement des crochets est une citation en latin tirée de la préface d'Hondius à la republication de l'atlas de Mercator (1606) :"*suavi animum delectatione allicere, ob incredibilem rerum varietatem et jucunditatem, et ad pleniorem sui cognitionem excitare*". « séduire l'esprit par un doux plaisir, grâce l'incroyable variété et agrément des objets, et le pousser à une meilleure connaissance de soi ».
13. "scale and compass" désigne à la fois des instruments de mesure, soit un instrument gradué et un compas (on désigne ainsi l'emblème maçonnique de l'équerre et du compas), mais aussi, en cartographie, l'échelle graphique et la rose des vents.
14. [Tolias, 2007].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'officier et la jeune fille riant, Johannes Vermeer, vers 1657, huile sur toile, 50,5×56 cm, New-York, Frick Collection.

Source : © The Frick Collection, 2015.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Rien n'illustre l'appétit que certaines régions d'Europe ont pu avoir pour la cartographie au XVIIe siècle comme la peinture hollandaise d'intérieur. Les artistes hollandais du XVIIe siècle, particulièrement Vermeer mais aussi Van Musscher, Maes et Ochtervelt ont très souvent représenté des cartes utilisées comme décorations d'intérieur dans leurs tableaux. Les cartes de Vermeer, reproduites avec une grande minutie, ont été étudiées à la fois par les historiens de l'art et les historiens de la cartographie. Il s'agit de cartes pendues aux murs ou encadrées, représentant tantôt la Hollande, tantôt les Provinces Unies, tantôt l'Europe. Sur 27 scènes d'intérieur (portraits exclus), 8 montrent des cartes, dont sept identifiables[15]. Les cartes en peinture peuvent avoir une valeur symbolique ou allégorique, mais l'usage de cartes pour la décoration intérieure en Hollande au XVIIIe siècle est attesté à la fois par les inventaires et par quelques cartes d'époque qui nous sont parvenues percées de trous par les clous qui ont servi à les suspendre. Amsterdam était alors l'un des principaux centres de production de cartes en Europe. Elles étaient vendues par les éditeurs ou les marchands d'art qui en faisaient commerce en même temps que les gravures. Le succès des cartes pour la décoration était tel que certains éditeurs réimprimaient des cartes obsolètes uniquement pour ce marché[16].

Cette présence des cartes dans l'environnement domestique n'était pas l'apanage de la Hollande. Les inventaires de succession d'autres régions d'Europe révèlent que les cartes faisaient partie des possessions courantes non seulement des érudits mais aussi des marchands[17].

Dans le cas hollandais, le témoignage de la peinture nous renseigne sur les sujets cartographiés. Les inventaires se contentent souvent de mentionner des cartes de géographie sans toujours préciser ce qu'elles représentent. Les cartes des intérieurs hollandais sont plutôt des cartes de la Hollande ou des Provinces-Unies, plus rarement d'Europe.

15. *Une jeune fille assoupie* (Metropolitan Museum of Art, New York), présente une carte inidentifiable (on n'en voit que la bordure). Une même grande carte de la Hollande et de la Frise Occidentale publiée vers 1620 par Van Berckenrode figure dans trois tableaux : *L'officier et la jeune fille riant* (Frick Collection, New York), *La femme en bleu lisant une lettre* (Rijksmuseum, Amsterdam), et, moins visible, *La lettre d'amour* (Rijksmuseum, Amsterdam). Les autres cartes représentées chez Vermeer sont : une carte des Provinces-Unies publiée par Huyck Allart, dans *La jeune femme à l'aiguière* (Metropolitan Museum of Art, New York) ; une grande carte d'Europe par Hondius dans *La femme au luth* (Metropolitan Museum of Art, New York) ; une très grande carte des Provinces-Unies par Nicolaus Visscher dans *L'art de la peinture* (Kunsthistorisches Museum, Vienne) ; et une carte des côtes et des mers d'Europe par Blaeu, dans *Le géographe* (Städel Museum, Francfort). Voir [Welu, 1975].
16. [Welu, 1975].
17. [Fiorani, 2007, p. 805].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les mappemondes ou les cartes du Nouveau Monde ne semblent pas spécialement appréciées. Là où Burton se délecte dans l'exotisme, les marchands d'Amsterdam préfèrent au contraire contempler leur environnement proche. Parce que ce qu'elles représentent est familier, ce que ces cartes affichées donnent à voir est le spectacle de la cartographie même. Outre leurs qualités esthétiques intrinsèques, l'attrait de ces cartes réside dans la démonstration de l'efficacité de la technique cartographique qu'elles déploient. Cette démonstration est d'autant plus convaincante que l'espace cartographié étant familier, chacun peut constater l'exactitude et la précision de la représentation, et en comprendre plus aisément les conventions[18]. Ce n'est là qu'un aspect de ce phénomène complexe que sont les cartes ornementales. D'autres interprétations sont possibles : imitation des cartes murales des puissants, émergence d'une conscience nationale dans des États dont la dimension territoriale est de plus en plus importante, élément de la mutation globale du régime visuel ancien, etc. Il n'en demeure pas moins que la diffusion de la cartographie moderne dans diverses couches de la société de l'Europe du XVIIe siècle induit nécessairement un renouvellement des conceptions communes de l'espace géographique. Pour toute une partie de la population, l'espace de référence n'est pas celui de la perception quotidienne immédiate, mais celui de la mesure et du calcul rendu visible à travers la carte.

Un autre signe de la façon dont la carte s'impose comme un élément central de l'outillage intellectuel de l'Europe moderne est la prolifération des métaphores cartographiques. Une des plus connues d'entre elles est la Carte du pays de Tendre, ou Carte de Tendre. La Carte de Tendre est une allégorie cartographique autour du thème de l'amour. Elle apparaît, sous forme de récit d'un divertissement de salon, dans le premier volume de la première partie de *Clélie, une histoire romaine*, roman de Madeleine de Scudéry paru en 1654[19]. Il s'agit de trouver un itinéraire pour aller de « Nouvelle amitié » à « Tendre ». Une gravure reproduit la carte dans le roman[20]. La gravure seule a été reproduite abondamment, et imitée

18. C'est en raison d'une logique similaire que toute personne qui, pour la première fois manipule Google Earth, zoome d'abord sur sa propre maison.
19. *Clélie, une histoire romaine*, Paris, A. Courbé, 1660, p. 394 *sq*.
20. p. 398. Cette carte est à peu près tout ce dont on se souvient aujourd'hui des dix volumes de ce roman.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou parodiée dès la parution du roman[21]. L'allégorie spatiale n'est pas un genre nouveau : même sous leur forme graphique, il existe des allégories spatiales antérieures à celle de Mme de Scudéry[22]. L'aspect cartographique de ces premières allégories est cependant moins marqué. Le traitement cartographique reflète les nouvelles conceptions de l'espace. Le style graphique de la gravure est conforme aux cartes de la fin du XVIe et du début du XVIIe siècle, et peut rappeler, par exemple, celui de la carte de France de La Guillotière, établie à la fin du XVIe siècle et éditée à partir de 1615[23]. La carte comporte une échelle en « lieues d'amitié » ; il s'agit donc bien d'un espace mesuré. La cartographie est prise comme modèle de la connaissance en général, ainsi qu'en atteste le dictionnaire de Furetière :

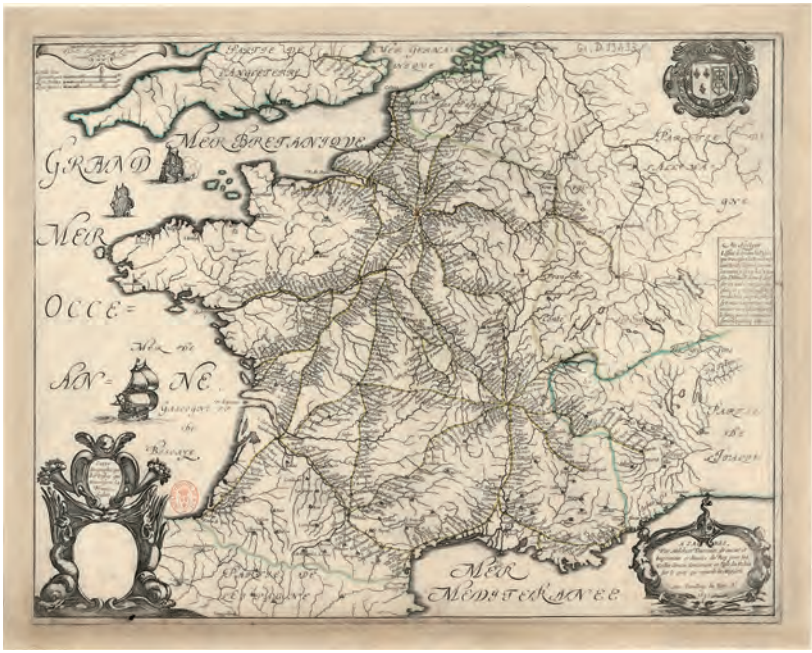
« Savoir la carte se dit non seulement au propre, de ceux qui savent la géographie, mais plus souvent, au figuré, de ceux qui connaissent les intrigues d'une cour, le train des affaires d'un État, les détours d'une maison, les connaissances, les habitudes, les secrets d'une famille, d'un quartier. »[24]

L'usage de l'expression figurée « savoir la carte » révèle à quel point la cartographie s'est imposée comme un outil central de la connaissance du monde. Dans cette expression, la carte est l'instrument capable de conférer un avantage tactique ou politique à qui la détient et sait la lire. C'est probablement l'usage militaire de la carte à laquelle il est fait référence ici. La connaissance du territoire la plus efficace, d'après cette expression, n'est pas celle de l'expérience immédiate, mais celle qui passe par l'intermédiaire de la carte, c'est-à-dire de la mesure et du calcul. Furetière associe lui-même, dans le même article du dictionnaire, la carte avec l'idée de précision. Il signale qu'« on a trouvé l'invention de faire des cartes topographiques fort exactes, en faisant des observations avec des instruments garnis d'alidades en deux stations », perfectionnement de la triangulation qu'il date de 1595.

21. Voir [Denis, 2002]. Homet [1985, p. 19], recense, pour le seul XVIIe siècle français, les cartes suivantes : les cartes des royaumes de coquetterie, de galanterie, des îles d'Erotie, des îles du Mariage, du Royaume d'Amour en l'isle de Cythère, de l'Empire des Précieuses, du Royaume de Frisquemore, des États du Grand lac d'Osmeor, la carte de la bataille des Romans dans l'histoire des derniers troubles du Royaume d'Eloquence, les cartes des pays de Jansénie, des chemins de la perfection, des routes à suivre pour échapper aux vices, la carte des isles de la gastronomie, les cartes du Bonheur... Voir également [Van Delft, 1985].
22. Les allégories spatiales, surtout liées à des techniques de mémorisation, sont anciennes. C'est même un des fondements de l'art mnémotechnique antique. Ces allégories spatiales, cependant, ne sont pas cartographiques [Rouveret, 1982]. Mme de Scudéry, François Hedelin d'Aubignac, et Pierre Le Moyne ont chacun revendiqué l'antériorité de l'idée d'une géographie allégorique [Reitinger 1999, p. 109].
23. [Pelletier, 2009, p. 101].
24. *Dictionnaire universel, contenant généralement tous les mots françois tant vieux que modernes, et les termes de toutes les sciences et des arts* première édition – posthume – 1690, t. 1, non paginé, article « carte ».

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Carte géographique des postes qui traversent la France, Nicolas Sanson, 1632.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

Au XVIIe siècle, l'essentiel des éléments de ce qu'on peut appeler un imaginaire de la carte est en place en Europe : la carte comme support de l'exotisme, comme symbole de la précision technique, comme instrument de la connaissance par excellence, et comme outil de pouvoir. Ces thèmes sont ceux qui dominent les imaginaires cartographiques des époques suivantes. Si l'on en juge par la prolifération des cartes dans les intérieurs et la multiplication des cartes allégoriques, le XVIIe siècle semble avoir connu une passion particulière pour la cartographie. Comme pour toutes les modes, il est présomptueux de prétendre en éclairer les raisons. Quelques éléments cependant peuvent être avancés pour expliquer cette passion cartographique.

Les cartes du XVIIe siècle ont encore l'attrait de la nouveauté. La cartographie du Nouveau Monde est encore incertaine, notamment pour les contours exacts des masses continentales américaines et le détail de l'intérieur des terres, et le spectacle du progrès des découvertes tel que les

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cartes en rendaient compte en faisait un objet de curiosité. Shakespeare le relate à sa façon, dans *La nuit des rois* (1601) : “he does smile his face into more lines than is in the new map, with the augmentation of the Indies” / « Son sourire peint plus de lignes sur son visage qu’il n’y en a sur la nouvelle carte, augmentée des Indes ». Les premières cartes montrant les Amériques datent du début du XVIe siècle (la carte de Waldseemüller, par exemple a été publiée en 1507), et ne peuvent guère être appelées « nouvelles » au début du XVIIe siècle. L’atlas d’Ortelius, cependant, n’est paru en anglais que vers 1601, une trentaine d’années après sa première édition[25]. Peut-être est-ce à cette parution qu’il est fait allusion. Les cartes sont des témoins des découvertes, elles sont aussi une illustration des progrès techniques, comme le note Furetière.

Outre leur nouveauté, un autre élément qui pourrait contribuer à la popularité des cartes est leur caractère esthétique. Les cartes portent souvent des ornementations qui en font des objets décoratifs. Sur la carte de La Guillotière, les mers sont agitées de vagues et sillonnées de navires. Le pourtour et les cartouches peuvent être richement décorés. Les marchands hollandais proposent d’ailleurs d’acheter les cartes au choix avec ou sans ornements additionnels[26]. La tradition de la carte ornementale ne s’est jamais tout à fait éteinte, mais les cartes courantes, à mesure qu’elles deviennent plus techniques et que leur valeur utilitaire prend le pas sur leur valeur iconique, perdent petit à petit leurs ornements. Le XVIIe siècle est probablement un moment charnière dans l’esthétique cartographique. L’évolution des cartes de France le suggère : à mesure que la précision des cartes augmente et que leur caractère scientifique s’affirme, en particulier sous l’impulsion de l’Académie des sciences, l’ornementation et la fantaisie reculent. Un cartographe comme Nicolas Sanson (1600-1667) illustre cette évolution. Alors que sa *Carte géographique des postes qui traversent la France*, de 1632, est encore dans un style assez orné, avec des cartouches chargés, des navires dans la mer, un lettrage à arabesques, beaucoup de ses cartes plus tardives sont nettement plus sobres (Monique Pelletier parle même, au sujet d’une carte du Roussillon de 1660, d’un style « un peu sec »[27] : seul le cartouche du titre est encore orné, et le lettrage est austère). Sur les cartes du siècle suivant, on rencontre assez fréquemment des cadres ou des cartouches décorés, mais le figuré cartographique lui-même tend vers la sobriété. La carte de Cassini est en quelque

25. [Worms, 2007, p. 1705].
26. [Welu, 1975, p. 538].
27. [Pelletier et Ozanne, 1995, pp. 86-87 et 107].

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

sorte l'aboutissement de ce processus esthétique de rejet de l'ornement par la cartographie scientifique. Il est difficile de savoir si la tendance à l'ornementation des cartes du XVIIe siècle est explicable par l'existence d'un marché de la carte ornementale ou si les transformations de l'aspect des cartes ont progressivement détourné les particuliers de l'usage de les employer à la décoration de leur intérieur. Le déclin de l'usage ornemental des cartes peut aussi avoir d'autres causes : effet de mode, apparition de nouveaux types de décoration d'intérieur, etc.

CARTOGRAPHIE ET CULTURE AU XVIIIe SIÈCLE

Au XVIIIe siècle, alors même que les cartes se multiplient et que leurs usages se diversifient, alors que de grandes entreprises cartographiques naissent notamment en France et aux Indes, alors que la cartographie scientifique atteint une forme de maturité technique qui en fixe les grands principes pour près de deux siècles, la passion cartographique du siècle précédent paraît s'émousser.

On peine à trouver des cartes aux murs dans les scènes d'intérieur peintes au XVIIe siècle en France par Boucher ou Fragonard, aux Pays-Bas par Horemans père et fils, Buys ou Troost, ou en Italie par Longhi[28]. Les cartes ornementales sont alors davantage en faveur au Nouveau Monde. À partir de 1750 environ, dans les colonies anglaises d'Amérique, émerge un marché de la grande carte ornementale destinée à décorer les intérieurs des colons[29]. Ces cartes représentaient aussi bien les colonies elles-mêmes que des régions d'Europe, comme dans une double tentative de commémorer la terre d'origine et d'apprivoiser le pays d'adoption. On les trouve aussi bien chez les marchands de gravures que chez les vendeurs de meubles et d'ustensiles domestiques, et on en rencontre exposées dans des lieux publics ou sur les murs des particuliers, comme si la vogue déclinante en Europe de la carte ornementale s'était déplacée vers l'Amérique, territoire alors en formation où l'espace géographique garde un pouvoir de fascination.

28. Même dans la *Leçon de géographie* de ce dernier (Venise, Galleria Querini-Stampalia), aucune carte au mur, mais seulement un globe, et un atlas sur le sol au premier plan, ouvert sur une carte inidentifiable. L'évolution des genres dans la peinture peut cependant fausser la perspective : la grande époque de la peinture de scènes d'intérieur aux Pays-Bas est le XVIIe siècle, et les collections sont souvent moins riches en tableaux du XVIIIe siècle.
29. [Brückner (dir), 2011, pp. 389-441].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

En Europe, les cartes n'ont pas totalement disparu (on en aperçoit une dans le tableau de Nicolaes Muys, *L'Heure du thé à l'intérieur*, 1777, Rotterdam, Musée Boijmans Van Beuningen), mais elles sont devenues rares. Cette raréfaction des cartes ornementales coïncide avec la multiplication des usages de la cartographie. Les cartes deviennent des outils pour la conduite des affaires les plus diverses, et les premiers guides destinés aux voyageurs apparaissent[30] ; les cartes, en quelque sorte, se banalisent.

La vogue des cartes allégoriques se maintient, toujours principalement par de multiples variations sur la Carte de Tendre, dans des registres allant du galant au pornographique[31]. C'est notamment en Angleterre que ce genre de carte connaît le succès[32]. Aucune de ces cartes allégoriques, cependant, ne connaît le succès de son modèle. La pratique ne s'est d'ailleurs jamais éteinte, et la cartographie allégorique s'établit comme un genre en soi, qui témoigne de la place centrale que l'idée de cartographie occupe dans notre mode d'organisation de la connaissance. Le genre, toutefois, reste dans l'ensemble peu sensible à toutes les évolutions de la cartographie, le modèle demeurant, jusqu'à ce jour, celui de Mme de Scudéry[33].

Quoique la littérature du XVIIIe siècle ne montre pas d'intérêt spécialement marqué pour les cartes, il existe quelques textes révélateurs de la place de la cartographie dans la société et la culture de l'époque. *Tristram Shandy* (1759-1767), le roman de Laurence Sterne, est l'un d'entre eux. Une « carte des fortifications de Namur et de ses environs », en particulier, est supposée aider Toby, oncle du narrateur, à rendre intelligible le récit des circonstances dans lesquelles il a reçu une blessure à l'aine, lors du siège

30. [Pelletier et Ozane, 1995, p. 101].
31. [Withers, 2007, pp. 213-216].
32. [Reitinger, 1999]. Dans le domaine anglophone, il existe aussi une tradition de cartes allégoriques morales ou religieuses. Les éditions de *Pilgrim's Progress* de John Bunyan (1678), notamment, sont assez fréquemment accompagnées d'une carte figurant la voie à suivre pour le chrétien. Une variante plus tardive est la *Gospel Temperance Railroad Map*, ou *carte évangélique des chemins de fer*, éditée aux États-Unis au début du XXe siècle à des fins de propagande morale et antialcoolique. On y apprend non seulement comment gagner son salut, mais aussi que suivre la Rivière du sport conduit inéluctablement dans le Lac de bière. Il est vrai que le mot, à l'époque, désigne le divertissement en général. Ce genre de cartes morales existe aussi en France, et le genre est encore florissant au XIXe siècle [Grison, 1997].
33. Jusqu'à cette *Carte de Tendre de la Recherche* proposée par Jean-Luc Michel sur son site web en complément de son manuel *Le mémoire de recherches en information-communication*, Paris, Éditions Ellipses Marketing, 2006. [En ligne] : < http://www.cetec-info.org/JLMichel/Tendre.Recherche.html >. Indépendamment des conceptions de la recherche que manifeste cette carte, les métamorphoses d'une forme graphique qui passe des précieuses du XVIIe siècle à la page web donnée en lien inspireront à tout un chacun des méditations diverses.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de cette ville[34]. De cette capacité à reconstituer précisément son aventure de façon à pouvoir en parler sans émotion dépend, pense-t-il, sa guérison. La carte devient ainsi, de façon humoristique, un instrument de mise en ordre du monde. L'entreprise échoue en raison du pouvoir de fascination de la carte : l'oncle Toby se procure « un plan de presque toutes les places fortifiées d'Italie et de Flandre, lisant à mesure et comparant avec soin les récits de leurs sièges... »[35]. La carte est ici, une fois de plus associée à l'art militaire. Ce n'est pourtant pas toujours le cas : dans le même roman, le père utilise « une carte Sanson »[36] pour préparer un voyage en France. Cette circonstance révèle non seulement qu'il était commun de préparer un voyage à l'aide de cartes, mais que la carte des relais de poste de Sanson était suffisamment commune pour qu'on puisse s'y référer sans autre explication. Le traducteur français ne s'y est pas trompé, en choisissant de traduire par « une carte Sanson », comme on aurait pu dire, au XXe siècle, « une carte Michelin ».

Une autre illustration du rôle central de la carte dans l'univers mental européen du XVIIIe siècle est donnée par le *Discours préliminaire des éditeurs de l'encyclopédie*, rédigé par d'Alembert (1751). Au sujet de l'ordre encyclopédique des connaissances, l'auteur écrit :

« Ce dernier consiste à [...] rassembler [les connaissances] dans le plus petit espace possible, et à placer, pour ainsi dire, le Philosophe au-dessus de ce vaste labyrinthe dans un point de vue fort élevé d'où il puisse apercevoir à la fois les Sciences et les Arts principaux ; voir d'un coup d'œil les objets de ses spéculations, et les opérations qu'il peut faire sur ces objets ; distinguer les branches générales des connaissances humaines, les points qui les séparent ou qui les unissent ; et entrevoir même quelquefois les routes secrètes qui les rapprochent. C'est une espèce de mappemonde qui doit montrer les principaux pays, leur position et leur dépendance mutuelle, le chemin en ligne droite qu'il y a de l'un à l'autre ; chemin souvent coupé par mille obstacles, qui ne peuvent être connus dans chaque pays que des habitants ou des voyageurs, et qui ne sauraient être montrés que dans des cartes particulières fort détaillées. Ces cartes particulières seront les différents articles de notre Encyclopédie, et l'arbre ou système figuré en sera la mappemonde.

34. Livre 2, chapitre premier. La numérotation des chapitres diffère d'une édition à l'autre. L'édition citée ici est celle, en deux volumes, de la collection 10-18, Paris, Robert Laffont, 1975 (traduction Charles Mauron).
35. Livre 2, chapitre 3.
36. Livre 3, chapitre 2 ; *a map of Sanson's* dans le texte original.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Mais comme dans les cartes générales du globe que nous habitons, les objets sont plus ou moins rapprochés, et présentent un coup d'œil différent selon le point de vue où l'œil est placé par le Géographe qui construit la carte, de même la forme de l'arbre encyclopédique dépendra du point de vue où l'on se mettra pour envisager l'univers littéraire. On peut donc imaginer autant de systèmes différents de la connaissance humaine, que de mappemondes de différentes projections ; et chacun de ces systèmes pourra même avoir, à l'exclusion des autres, quelque avantage particulier. »[37].

Ce passage éclaire quelques aspects importants du rôle de la carte comme outil de connaissance, et de l'imaginaire scientifique du XVIIIe siècle. La carte est explicitement associée à la notion de point de vue dans un système qui place le regard au cœur des processus de connaissance. La carte représente l'idéal d'un regard surplombant, et pour ainsi dire désincarné, proposé comme modèle à toute forme de connaissance scientifique. La force de cette image est d'autant plus grande qu'au XVIIIe siècle, la cartographie est en effet la préoccupation de quelques-uns des plus éminents savants du temps, et le domaine où le perfectionnement des instruments et des méthodes de mesure est le plus spectaculaire. L'importance de la vision dans l'organisation de la connaissance a pour conséquence la nécessité de recourir au graphique et à la figure. La carte symbolise l'efficacité de l'outil graphique, et en retour, le caractère insuffisant du texte seul pour consigner et transmettre la connaissance. De là l'importance des planches illustrées de l'*Encyclopédie*. Comme le dit lui-même d'Alembert :

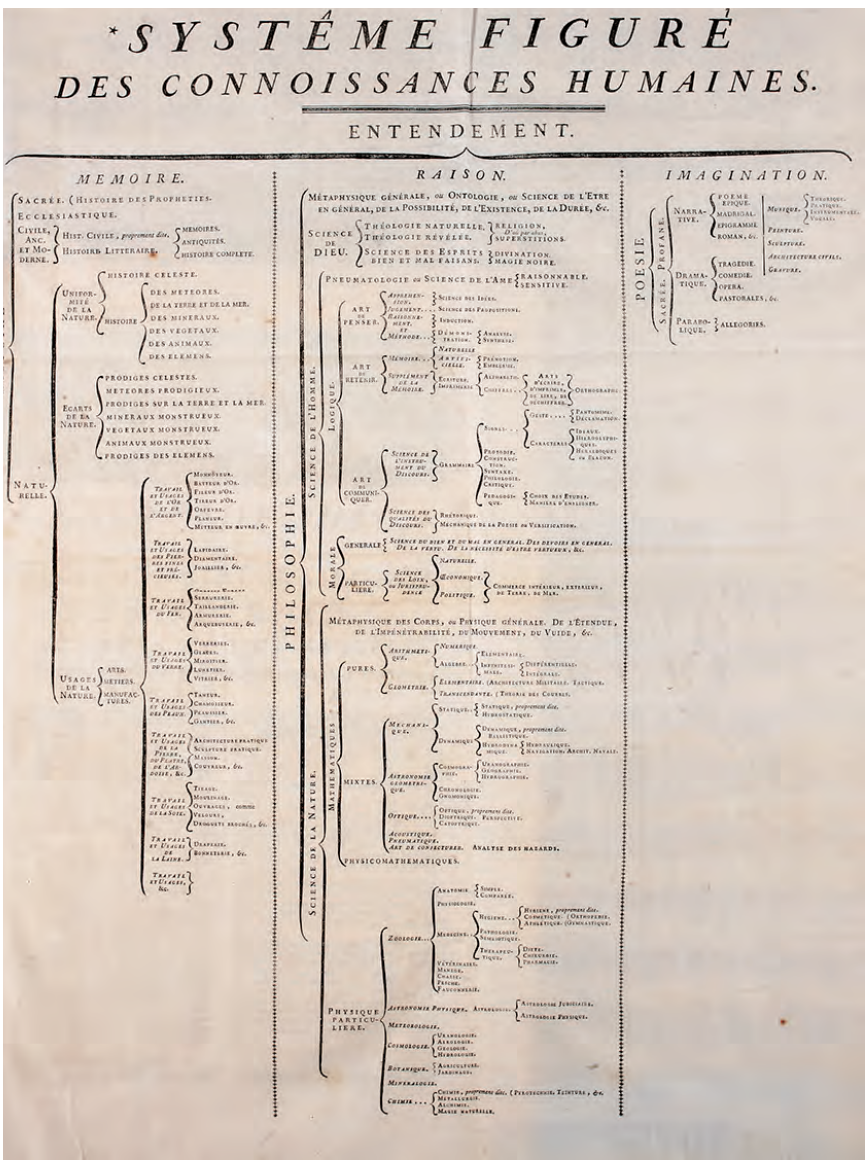
« [...] le peu d'habitude qu'on a et d'écrire, et de lire des écrits sur les Arts, rend les choses difficiles à expliquer d'une manière intelligible. De là naît le besoin de Figures[38]. On pourrait démontrer par mille exemples, qu'un Dictionnaire pur et simple de définitions, quelque bien qu'il soit fait, ne peut se passer de figures, sans tomber dans des descriptions obscures ou vagues ; combien donc à plus forte raison ce secours ne nous était-il pas nécessaire ? Un coup d'œil sur l'objet ou sur sa représentation en dit plus qu'une page de discours. »[39]

Suivant ce principe, le Discours préliminaire se clôt par une représentation graphique du système des connaissances (système figuré des

37. Volume 1, page XV. Texte d'après la version numérisée de l'Encyclopédie par l'université du Michigan : < http://encyclopedie.uchicago.edu/ >.
38. Laurence Sterne s'est-il souvenu de ce passage ? L'obsession de l'oncle Toby pour sa carte de Namur est en tous cas issue de la même logique.
39. pp. XXXIX-XL.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Représenation graphique des connaissances – système figuré des connaissances humaines, D'Alembert, 1751.



Source : L'Encyclopédie, 1751.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

connaissances humaines), inspiré des divisions de Bacon. Cette figure se présente comme un arbre qui divise l'entendement en trois facultés, mémoire, raison et imagination, correspondant chacune à un grand domaine de l'activité de l'esprit, soit respectivement l'histoire, la philosophie, et la poésie, chaque domaine se ramifiant à son tour en multiples branches et sous-branches. Quoique d'Alembert, dans l'explication du graphique, emploie le terme d'« arbre », lorsqu'il en est fait d'abord mention dans le cours Discours préliminaire, c'est le mot « carte » qui est utilisé[40]. Peut-être d'Alembert ne fait-il que filer la métaphore introduite quelques pages auparavant ; mais peut-être est-ce aussi révélateur de l'emprise d'une sorte de modèle cartographique sur la conception des sciences à l'époque des Lumières. La mention des systèmes de projection à la fin du premier passage cité montre que le public instruit de l'époque était non seulement familier des mappemondes, mais en outre assez au fait des problèmes posés par leur construction.

Les progrès de la cartographie au XVIIIe siècle reposent notamment sur l'affinement des mesures de la Terre ; ils ont donc une portée universelle, à même de séduire les philosophes des Lumières. Dans le *Dictionnaire philosophique*, Voltaire ouvre ainsi l'article géographie :

« La géographie est une de ces sciences qu'il faudra toujours perfectionner. Quelque peine qu'on ait prise, il n'a pas été possible jusqu'à présent d'avoir une description exacte de la Terre. Il faudrait que tous les souverains s'entendissent et se prêtassent des secours mutuels pour ce grand ouvrage. Mais ils se sont presque toujours plus appliqués à ravager le monde qu'à le mesurer. »

Qu'aurait dit Voltaire s'il avait su que dans les deux siècles suivants, la plupart des soins que l'on prit pour mesurer le monde avec plus d'exactitude furent motivés par la volonté d'être à même de le ravager plus efficacement ? Rousseau se montre plus méfiant vis-à-vis des cartes, surtout en ce qui concerne leur usage pédagogique :

« En quelque étude que ce puisse être, sans l'idée des choses représentées, les signes représentants ne sont rien. On borne pourtant toujours l'enfant à ces signes, sans jamais pouvoir lui faire comprendre aucune des choses qu'ils représentent. En pensant lui apprendre la description de la Terre, on ne lui apprend qu'à connaître des cartes ; on lui apprend des noms de villes, de pays, de rivières, qu'il ne conçoit pas exister ailleurs que sur le papier où on les lui montre. Je me souviens d'avoir vu quelque

40. « une espèce de Carte », p. XXVIII.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

part une géographie qui commençait ainsi : Qu'est-ce que le monde ? C'est un globe de carton. Telle est précisément la géographie des enfants. Je pose en fait qu'après deux ans de sphère et de cosmographie, il n'y a pas un seul enfant de dix ans qui, sur les règles qu'on lui a données, sût se conduire de Paris à Saint-Denis. Je pose en fait qu'il n'y en a pas un qui, sur un plan du jardin de son père, fût en état d'en suivre les détours sans s'égarer. »[41]

Il est apparemment insensible à la poésie cartographique qui enthousiasmait Burton presque 150 ans auparavant. Ennemi du simulacre, peu confiant dans le progrès, il ne croit pas bon d'exposer le jeune enfant aux cartes et aux atlas. Cette opinion reste isolée, en son siècle comme en ceux qui suivent ; en matière de cartes, les Rousseau sont rares et les Burton sont légion.

À la fin du XVIIIe siècle, les cartes ne sont plus des objets rares ou précieux. Elles sont d'un usage commun chez ceux qui voyagent, dans l'administration, dans l'éducation des enfants. Le XVIIIe siècle a surtout renforcé les liens entre le calcul, la science et la cartographie. Cela a des conséquences sur l'aspect graphique des cartes. Les feuilles individuelles de la carte de Cassini sont représentatives de la nouvelle esthétique des cartes : aucune ornementation, et un style graphique dépouillé qui laisse peu de place à la fantaisie du graveur. Il est difficile, dans cette évolution, de faire la part de ce qui procède d'une évolution du goût, d'une volonté délibérée de créer une nouvelle esthétique, et des contraintes économiques et techniques. Les cadres décoratifs et les cartouches ornés se rencontrent encore de loin en loin dans les cartes ultérieures, mais la tendance est nettement à la sobriété. La carte de Cassini, quoique levée sur des mesures précises, ne donne que peu à voir ces mesures. Chaque feuille ne comporte qu'un petit nombre de chiffres : le numéro de la feuille, la graduation de l'échelle, et la distance en toises de chacun des quatre angles à la méridienne et à la perpendiculaire : discret rappel du système qui a servi à établir la carte. L'étude de la réception de ces changements de style reste à faire. Ils marquent une mutation dans les modalités de l'autorité cartographique. Là où l'ornement convoque le prestige du commanditaire, du cartographe ou du graveur, le chiffre, jusque dans son mystère (combien d'utilisateurs de la carte de Cassini étaient capables de

41. *Émile, ou De l'éducation*, 1762, livre 2, Paris, Garnier-Flammarion, 1966, p. 135.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dire la signification du « 37 500 » inscrit verticalement dans l'angle nord-ouest de la feuille 141 ?)[42], invoque l'autorité de la mesure et du calcul.

LES TRANSFORMATIONS DE L'IMAGINAIRE CARTOGRAPHIQUE AU XIXe SIÈCLE

L'imaginaire cartographique qu'on voit se former au XVIIIe siècle s'enrichit et se développe au XIXe. L'urbanisation, la circulation plus importante de l'imprimé, une production cartographique accrue en Europe, en Amérique, et dans les possessions d'outre-mer des États européens, de nouveaux usages des cartes, tout concourt à diffuser la cartographie dans des secteurs de plus en plus étendus de la société. L'épanouissement du roman comme genre littéraire offre un nouveau point de vue sur l'imaginaire des cartes.

Dans la peinture du XIXe siècle, les représentations de cartes sont assez nombreuses, mais dans un contexte nouveau : elles figurent le plus souvent dans des portraits, particulièrement de militaires. Les portraits avec carte ne sont pas entièrement nouveaux. Un portrait de Claude Le Blanc, ministre de la Guerre, daté de 1718, le montre debout à côté d'une table sur laquelle sont déroulées des cartes[43]. L'association entre les militaires et la carte se renforce au XIXe siècle. La militarisation de la carte de France et une utilisation plus importante de la cartographie dans une guerre plus mobile (Napoléon 1er dans ses campagnes était accompagné d'un bureau de topographie mobile chargé de lever des cartes des champs de bataille) y ont contribué. Le portrait de Maréchal de France avec carte prolifère particulièrement après la création du musée de l'Histoire de France à Versailles par Louis-Philippe (1837). Afin de garnir ce musée destiné à célébrer les faits marquants de l'Histoire de France, de nombreux tableaux ont été commandés ou acquis au cours du XIXe siècle, entre autres des portraits des maréchaux d'Empire et d'autres militaires par François-Joseph Heim, Charles-Philippe Larivière, Jules Rigo, Jean-Adolphe Beauce,

42. Combien d'utilisateurs, même experts, des cartes de l'IGN, sont capables d'expliquer la signification des quelque 6 chiffraisons du cadre d'une carte de la série orange des années 1990 ? Cette débauche de repères s'observe pour quelques cartes qui se trouvent à la fois à proximité des limites d'un cône Lambert et d'un fuseau UTM. C'est par exemple le cas de la feuille de Bourmont (nº 3212), édition de 1998.
43. Peinture anonyme, Versailles ; musée national des châteaux de Versailles et de Trianon.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Horace Vernet, etc[44]. Un nombre important de ces portraits représente leur sujet en pied, debout à côté d'une table ou d'un autre support sur lequel sont étalées des cartes. Dans quelques tableaux, le militaire pose la main sur les cartes. Le musée de l'Histoire de France concentre une quantité importante de ce genre de portraits, mais il n'en a aucunement l'exclusivité : on en trouve dans les lieux officiels, dans les collections des musées des beaux-arts, pour peu qu'ils soient bien dotés en peinture académique du XIXe siècle, et ces sujets sont souvent reproduits en gravures imprimées. Une variante du portrait de militaire avec carte est l'image de Napoléon penché sur une carte. Ce lieu commun de l'iconographie impériale, est décliné sur tous les supports, gravure, illustration de livres d'histoire, statuettes, etc[45]. La carte joue ici un rôle multiple. Elle est l'attribut du chef militaire, étant l'outil qui lui permet d'exercer son art de la stratégie. Cet outil est d'autant plus emblématique, qu'à l'époque où la plupart de ces tableaux sont peints, la cartographie nationale française est désormais entre les mains des militaires. La carte a aussi un rôle symbolique : maîtriser la carte, c'est déjà se rendre maître du terrain. Lorsque la carte est identifiable sur le tableau, elle peut servir à commémorer un

44. Liste probablement incomplète de portraits de militaires avec carte, XIXe siècle, musée de l'Histoire de France de Versailles : Alexandre Denis Abel de Pujol : Portrait présumé d'Auguste Marie Henri Picot, Comte de Dampierre, Maréchal (1834) Jean-Adolphe Beauce : Achille-François Bazaine, Maréchal de France (1867) Léon Cognet : Nicolas-Joseph, marquis Maison, Maréchal de France (1835) Joseph Désiré Court : Sylvain-Charles, Comte Valée, Maréchal de France (1838) Victor-Guy, Baron Duperre, Amiral de France (1832) Marie-Eleonore Godefroid : Jacques-Alexandre-Bernard Law, marquis de Lauriston, Maréchal de France (1824) François-Joseph Heim : Pierre de Riel, Marquis de Beurnonville, Général en chef de l'armée de la Moselle (1834) François Kinson : Louis-Antoine d'Artois, Duc d'Angoulème (1825) Philippe Larivière : Arnaud Jacques Leroy de Saint-Arnaud, Maréchal de France (1854) Elie Frédéric Forey, Maréchal de France (1865) Regnaud de Saint-Jean-d'Angely, Maréchal de France (1860) Jean Charles Nicaise Perrin : Jean Lannes, Duc de Montebello, Maréchal de France (vers 1807) Jules Rigo : Romain-Joseph Defosses, Amiral de France (1863) Georges Rouget : François-Christophe Kellerman, Général en chef de l'armée de la Moselle (1835) Jean-Sébastien Rouillard : Napoléon Bonaparte, Général en chef de l'armée d'Italie (1836) Horace Vernet : Laurent, Marquis de Gouvion-Saint-Cyr, Maréchal de France (1821) Jacques-Louis-César-Alexandre, Comte de Randon, Maréchal de France (1857) Franz Xavier WinterHalter : François-Horace, Comte Sebastiani, Maréchal de France (1841). Sans compter diverses scènes d'histoire militaire ou épisodes historiques du premier empire où des cartes figurent dans le décor.

45. La majorité des images de Napoléon penché sur une carte ont été produites bien après l'Empire, et ont continué à être produites tout au long du XXe siècle en France et dans d'autres pays. C'est par exemple dans cette attitude que Napoléon est représenté au musée de Cire de Waterloo. Parmi les exemples précoces, on peut citer quelques-uns des 69 dessins pour l'illustration de *L'Histoire de France sous l'Empire de Napoléon le Grand* par Charles Monnet, 1809 (Château de Malmaison) et un petit bronze d'Antoine Mouton, Napoléon 1er assis consultant une carte, 1809, Château de Fontainebleau. Un certain nombre de gravures sur ce thème, difficilement identifiables ou datables, circulent sur les nombreux sites web consacrés à Napoléon.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

épisode de la carrière du militaire représenté[46] (on trouve par exemple des gravures représentant Bugeaud avec une carte de l'Algérie).

La prolifération de cette iconographie pose un certain nombre de questions. En elle-même, l'association du monde militaire à la cartographie, pour les raisons déjà évoquées, n'est pas étonnante. Mais à partir du moment où la carte est un élément central de la culture et des modes de pensée, le fait qu'elle soit aussi étroitement liée, dans un certain nombre de représentations, à l'armée et à la guerre, introduit un élément martial dans l'imaginaire du territoire cartographié : non seulement la carte est un objet associé à la guerre, mais cette association est si étroite, et la carte est si essentielle à nos conceptions du territoire, que cette militarisation de la carte implique en quelque sorte que le territoire moderne, c'est-à-dire arpenté, mesuré, cartographié, soit, au moins en partie, une construction militaire.

En France du moins, avec le musée de l'Histoire de France de Versailles, célébration délibérée de la patrie en particulier dans sa dimension militaire, on assiste à une mise en scène appuyée du versant guerrier de la cartographie[47]. Que représentent ces cartes, hors des cas où il s'agit d'évoquer un épisode précis de la carrière du personnage représenté ? Elles sont certes une représentation symbolique du champ de bataille, mais au-delà, elles figurent aussi le territoire en général, conquis, arpenté et défendu par le soldat. Le fait qu'il existe une importante dimension militaire à l'origine de la territorialité de l'État moderne n'est pas sans conséquence sur la nature de l'espace dans nos sociétés. L'espace militaire et l'espace civil diffèrent dans leurs conceptions et leurs usages de l'accès, de la circulation, de la propriété, etc. On pourrait penser que l'emprise technique et symbolique des militaires sur la cartographie qui se met en place au XIXe siècle modifie le regard porté sur la carte par le public européen.

D'après ce qu'on peut saisir des imaginaires cartographiques, en particulier par les représentations de la carte dans la fiction, cette association entre la carte et le militaire n'est pas à sens unique : la représentation du militaire, et plus spécifiquement du chef, appelle l'image de la carte (dans les peintures du XIXe siècle, dans les photographies de propagande

46. Les portraits avec cartes ne sont pas tous nécessairement militaires. Ainsi peut-on voir au musée de Nantes un portrait du révérend-père Bichet, missionnaire en Afrique et cartographe, assis à une table couverte de cartes (portrait de 1885 par Tissot, musée des Beaux-Arts de Nantes). De même, le portrait de Dumont d'Urville commandé à Jérôme Cartelier en 1846 pour le musée de l'Histoire de France de Versailles, qui représente le navigateur accoudé sur une carte d'Océanie, est davantage un hommage à l'explorateur qu'au militaire.

47. Particulièrement visible en France, cette association entre le monde militaire et la cartographie se retrouve dans de nombreux autres pays où les travaux cartographiques sont confiés à des spécialistes de l'armée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou d'actualité et dans le cinéma au XXe siècle), mais la carte est elle-même assez fréquemment associée au monde de l'armée et de la guerre.

Par exemple, Balzac n'est pas un auteur fort intéressé par les cartes. Cependant, dans une somme romanesque comme *La comédie humaine*, les cartes apparaissent nécessairement çà et là. Il est intéressant de relever dans quel contexte. Dans les 17 volumes de l'édition Furne disponible sous forme numérique sur le site du groupe international d'études balazaciennes[48], on rencontre 16 mentions de cartes géographiques[49]. Compte tenu de la forte proportion de romans consacrés à l'étude de la société parisienne et provinciale du XIXe siècle, ce nombre modeste n'est pas étonnant. Sur ces 14 références, 3 sont des évocations de la carte de Tendre[50], preuve de la popularité de cette allégorie, que l'on retrouve d'ailleurs citée dans d'autres œuvres du XIXe siècle. Une référence à la carte est une métaphore sur le mode ironique, dans *Un prince de Bohème*, où la Bohème parisienne et la Bohème historique sont mises en parallèle[51]. Deux occurrences sont des comparaisons : un mur a l'aspect d'une carte de géographie, dans *Le curé de village*[52], et, dans *La peau de chagrin*, la carte d'un atlas ouvert chez le naturaliste Lavrille est prise comme référence de taille[53]. Deux autres sont des variantes de l'expression « rayer de la carte » toutes deux dans *Sur Catherine de Médicis*, pour signifier que les lieux évoqués n'existent plus : « Le nom de cette rue, maintenant effacé sur la carte »[54] et, « Cette rue nommée d'Autriche sur quelques vieux plans, et aussi de l'Austruc, a disparu de la carte comme tant d'autres »[55]. Toujours dans *Sur Catherine de Médicis*, une référence est faite aux cartes anciennes pour préciser l'état exact du Louvre sous Charles IX[56]. Deux autres références à des cartes sont utilisées simplement pour appuyer des descriptions géographiques, celles des côtes de la Norvège dans *Séraphîta*[57], et celle du site de Guérande dans *Béatrix*[58]. Une carte, sans réellement apparaître dans l'intrigue, a une fonction géographique : celle

48. < http://www.v1.paris.fr/commun/v2asp/musees/balzac/furne/presentation.htm >.
49. Décompte effectué grâce à l'outil de recherche en plein texte proposé sur le site. La pagination indiquée est celle de l'édition originale.
50. *Modeste Mignon*, vol 4, p. 116 ; *La muse du département*, vol 6, p. 422 ; *Le cabinet des antiques*, vol 7, p. 170.
51. Vol 12, p. 100.
52. Vol 13, p. 575.
53. Vol 14, p. 174.
54. Vol 15, p. 504.
55. Vol 16, p. 19.
56. Vol. 15, p. 645.
57. Vol. 16, p. 208.
58. Vol. 3, p. 289.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

des environs de Paris que Phellion, employé de ministère, s'est donnée[59] à des fins touristiques.

Il n'y a que 4 exemples dans *La comédie humaine* de cartes mises en scène comme des accessoires de l'intrigue dans leur fonction cartographique. Dans la nouvelle *Maître Cornélius*, un personnage tire de sa poche un plan pour y chercher une adresse[60], sans trop de souci de vraisemblance historique pour une intrigue se déroulant au XVe siècle. Dans *Le cousin Pons*, Magus, collectionneur d'art, a une carte d'Europe sur laquelle il répertorie les tableaux qu'il convoite[61]. Le passage mérite d'être cité :

« Quand un chef-d'œuvre se trouvait dans les conditions où il le voulait, la vie de cet homme s'animait, il avait un coup à monter, une affaire à mener, une bataille de Marengo à gagner. Il entassait ruse sur ruse pour avoir sa nouvelle sultane à bon marché. Magus possédait sa carte d'Europe, une carte où les chefs-d'œuvre étaient marqués, et il chargeait ses coreligionnaires dans chaque endroit d'espionner l'affaire pour son compte, moyennant une prime. Mais aussi quelles récompenses pour tant de soins !... »

La carte est ici un objet réel ou une image pour souligner la connaissance parfaite qu'a Magus de la localisation des œuvres. C'est la métaphore guerrière de « la bataille de Marengo », bataille en effet où l'enjeu était d'échelle européenne, qui appelle l'image de la carte. On retrouve ici l'association de la carte et de la guerre, qui est également présente dans les deux autres mentions de cartes dans *La comédie humaine* : l'une dans *Les Chouans*, où « des cartes géographiques, et des plans déroulés sur une grande table »[62] donnent immédiatement le ton de l'ambiance guerrière, et l'autre dans *Une ténébreuse affaire*, où l'on retrouve, à la veille de la bataille d'Iéna, Napoléon, comme il se doit, penché sur une carte[63].

Les cartes font bien partie de l'univers mental de Balzac. Elles permettent de préciser des détails géographiques, leur aspect est familier, elles fournissent la matière d'expressions imagées. Mais lorsqu'elles apparaissent comme des objets matériels qui jouent un rôle dans l'intrigue,

59. *Les employés ou la femme supérieure*, vol 11, p. 201. On reprend à dessein le mot de Balzac : « L'un de ses plus grands plaisirs consistait à explorer les environs de Paris, il s'en était donné la carte. Possédant déjà à fond Antony, Arcueil, Bièvre, Fontenay-aux-Roses, Aulnay, si célèbre par le séjour de plusieurs grands écrivains, il espérait avec le temps connaître toute la partie ouest des environs de Paris. » ; « il s'en était donné la carte » sonne curieusement, un peu comme une expression figurée dont le sens nous serait devenu obscur, et dont les dictionnaires n'ont pas gardé trace. Au bénéfice du doute, cette carte-là intègre notre cartothèque balzacienne.
60. Vol 15, p. 433.
61. Vol 17, p. 487.
62. Vol 13, p. 121.
63. Vol 12, p. 394.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

c'est dans un contexte guerrier. Ou plus exactement, les cartes servent à poser le décor de la guerre ; guerre réelle dans *Les Chouans* et *Une ténébreuse affaire*, guerre par métaphore dans *Le cousin Pons*.

Un imaginaire cartographique assez comparable se déploie dans une œuvre un peu plus tardive, qui elle aussi se distingue par la variété des milieux qu'elle met en scène et l'ampleur de son intrigue : *Les misérables*, de Victor Hugo (1862). Six chapitres des *Misérables* font mention de cartes de géographie[64]. L'un d'eux[65] est encore une référence à la Carte de Tendre (dite « carte du Tendre » dans le texte). Deux autres chapitres[66] mentionnent « une vieille carte de France sous la République » affichée au mur de l'arrière-salle du café où se réunissent les révolutionnaires avant l'insurrection de juin 1832. La carte sert ici d'icône de la nation, et est le prétexte d'un éloge de Napoléon par Marius[67]. Au chapitre I-7-1, Jean Valjean, sous l'identité de Monsieur Madeleine, consulte une carte routière pour calculer la distance entre Montreuil-sur-Mer et Arras, où il s'apprête à se rendre pour se dénoncer et sauver Champmathieu, qui a été arrêté à sa place :

« Puis il rentra à la mairie, et le garçon de bureau le vit examiner avec attention une carte routière de France qui était suspendue dans son cabinet. Il écrivit quelques chiffres au crayon sur un papier. »

Les chiffres qu'il note sont les nombres de lieues entre les relais de poste sur la route entre Montreuil-sur-Mer et Arras. Un peu plus tard, les chiffres notés par Valjean suffisent à Scaufflaire, à qui il loue un cheval et une voiture, à déduire sa destination[68]. Comme dans *Tristram Shandy*, c'est une carte à petite échelle[69] qui est utilisée pour préparer un voyage, même sur une distance assez courte (20 lieues, soit environ 80 km).

Les deux autres chapitres où apparaissent des cartes concernent la bataille de Waterloo. Dans le chapitre II-1-7, « Napoléon de belle humeur », Napoléon est encore une fois représenté en train de consulter une carte, en l'occurrence celle du champ de bataille de Waterloo. Quant au

64. La recherche des occurrences a été effectuée sur le texte définitif du roman, tel qu'il a été publié en ligne par le groupe Hugo, de l'université de Paris VII, au moyen de l'outil proposé sur site : < http://groupugo.div.jussieu.fr/Recherches_indexees/Querymiserables.aspx >.
65. IV-12-6, « En attendant ».
66. III-4-1, « Un groupe qui a failli devenir historique » et III-4-5, « Élargissement de l'horizon ».
67. III-4-5 : « Il se leva, il marcha lentement vers la carte de France étalée sur le mur et au bas de laquelle on voyait une île dans un compartiment séparé, il posa son doigt sur ce compartiment, et dit : – La Corse. Une petite île qui a fait la France bien grande. »
68. I-7-2, « Perspicacité de Maître Scaufflaire ».
69. Les cartes routières, au XIXe siècle, pouvaient avoir une échelle de l'ordre du millionième. Elles figuraient les liaisons entre localités, avec un système indiquant les distances (soit directement par des chiffres, soit par des pointillés). On en trouve encore, parfois pliées et protégées par une reliure de carton, chez les antiquaires.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

chapitre II-1-2, « Hougomont », il présente un secteur particulier du site de la bataille, la ferme d'Hougomont. Le décor est ainsi planté :

« Hougomont, vu sur la carte, en plan géométral, bâtiments et enclos compris, présente une espèce de rectangle irrégulier dont un angle aurait été entaillé. »

De tous les lieux décrits par Hugo dans *Les misérables*, celui-là seul l'est par référence à sa carte. Le statut de ce passage est un peu particulier dans le roman. Hugo s'y met lui-même en scène comme « un passant, celui qui raconte cette histoire »[70], lors d'une visite qu'il fait sur le champ de bataille en 1861. Le coup d'œil explicitement cartographique dont l'aspect scientifique est renforcé par la mention du plan géométral (en vue verticale et non en perspective), peut s'interpréter à la fois comme une évocation de l'écrivain se documentant pour son roman et comme une façon d'adopter le coup d'œil du général avant la bataille. Le regard cartographique contribue à instaurer une atmosphère militaire. C'est la réduction du terrain à sa géométrie presque abstraite qui est caractéristique de la conception de l'espace propre à la guerre moderne. Ce motif est d'ailleurs repris un peu plus loin[71], lorsque Napoléon, examinant la carte de Waterloo dit à Soult : « Joli échiquier ! ».

La comédie humaine et *Les misérables* donnent une image assez semblable de la façon dont les cartes pouvaient être perçues en France vers le milieu du XIXe siècle : un genre de document assez commun, mais fortement lié au monde militaire. Le fait que la carte soit commune ne signifie pas nécessairement qu'elle est familière à tous. Dans sa nouvelle *Un cœur simple*, publiée en 1877 mais dont l'action se situe dans la première moitié du XIXe siècle, Flaubert fait un portrait de Félicité, servante de Mme Aubain, bourgeoise de Pont-l'Evêque. Son neveu s'embarque comme mousse pour La Havane. Félicité cherche à savoir où se trouve La Havane, et interroge M. Bourais, un ancien avoué qui gère les propriétés de Mme Aubain :

« Il atteignit son atlas, puis commença des explications sur les longitudes ; et il avait un beau sourire de cuistre devant l'ahurissement de Félicité. Enfin, avec son porte-crayon, il indiqua, dans les découpures d'une tache ovale, un point noir, imperceptible, en ajoutant « Voici. » Elle se pencha sur la carte ; ce réseau de lignes coloriées fatiguait sa vue, sans lui rien apprendre ; et Bourais l'invitant à dire ce qui l'embarrassait elle le pria de lui montrer la maison où demeurait Victor. Bourais leva les

70. II-1-1, « ce qu'on rencontre en venant de Nivelles ».
71. II-1-7.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

bras, il éternua, rit énormément ; une candeur pareille excitait sa joie ; et Félicité n'en comprenait pas le motif, – elle qui s'attendait peut-être à voir jusqu'au portrait de son neveu, tant son intelligence était bornée ! »

Félicité est ici comme le paysan d'Aristophane. Son incapacité à lire la carte est le signe de sa simplicité, et le symbole du caractère extrêmement borné de son monde. À l'époque de Flaubert, ce type d'ignorance semble hors norme. Curieusement, dans *Bouvard et Pécuchet*, la perplexité face aux cartes de Victor, un orphelin que les deux amis se mêlent d'éduquer, est exprimée presque dans les mêmes termes : « Au moyen d'un atlas, Pécuchet lui exposa l'Europe. Mais ébloui par tant de lignes et de couleurs, il ne retrouvait plus les noms. »[72]. Flaubert, cependant, n'envisage pas les cartes uniquement comme révélateur de l'innocence de ses personnages. Il n'ignore pas non plus l'association des cartes avec la chose militaire, puisque, lorsque Bouvard et Pécuchet se piquent d'histoire et forment le projet d'écrire une vie du Duc d'Angoulême[73], parmi les quelques vignettes qu'ils retiennent comme représentatives des épisodes marquant de sa vie, figure celle-ci : « Il s'assoit au pied d'un chêne, déploie une carte, médite... ». Il y a sans doute là une pointe d'ironie, tant le cliché est commun. Dans *Madame Bovary*, pour Emma, un plan de Paris trompe l'ennui de la province en fournissant un support à ses rêveries[74] :

« Elle s'acheta un plan de Paris, et, du bout de son doigt, sur la carte, elle faisait des courses dans la capitale. Elle remontait les boulevards, s'arrêtant à chaque angle, entre les lignes des rues, devant les carrés blancs qui figurent les maisons. Les yeux fatigués à la fin, elle fermait ses paupières, et elle voyait dans les ténèbres se tordre au vent des becs de gaz, avec des marchepieds de calèches, qui se déployaient à grand fracas devant le péristyle des théâtres. »

On s'étonne presque de ne pas rencontrer plus souvent ce genre de scène dans les grands romans classiques du XIXe siècle, tant les cartes semblent propres à servir de support à tous les voyages imaginaires.

Les romans français attachés à des peintures psychologiques ou sociales sont assez peu préoccupés de cartes. Il en va de même dans la littérature britannique. Chez Jane Austen ou Charles Dickens, les cartes sont rarement plus que des éléments du décor. Ces œuvres, parce qu'elles forment une somme sur la société de leur époque, offrent des indications

72. Gustave Flaubert, *Bouvard et Pécuchet*, Paris, A. Lemerre, 1881, Chapitre 10.
73. *Bouvard et Pécuchet*, *op. cit.*, Chapitre 4.
74. Gustave Flaubert, *Madame Bovary, mœurs de province*, Paris, M. Lévy frères, 1857, Chapitre 9.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

sur la place des cartes dans la culture de leur époque. Elles ne contribuent pas à proprement parler à construire un imaginaire cartographique.

On voit émerger cet imaginaire dans la seconde moitié du XIXe siècle, avec le développement d'une littérature d'aventure relatant des voyages. Tous les récits de voyages et tous les romans d'aventure ne mettent pas nécessairement en scène des cartes. *Moby Dick* (Herman Melville, 1851), si on peut l'apparenter à cette catégorie, en est remarquablement dépourvu. Au contraire, parlant de l'île natale de Queequeg, le narrateur affirme qu'« elle n'est sur aucune carte ; les vrais lieux n'y figurent jamais »[75]. Cette affirmation énigmatique est susceptible de bien des interprétations. Elle fait de la quête de la baleine blanche un voyage étranger au monde mesuré des cartes de géographie. Les cartes de marine, cependant, y sont importantes. Le capitaine Achab se penche chaque nuit sur ses cartes[76], mais celles-ci, loin d'être les documents à l'autorité établie par la rigueur de la mesure et du calcul, sont un labyrinthe (*maze*) sans cesse redessiné par les annotations du capitaine qui cherche à prévoir les déplacements de la baleine blanche[77].

C'est surtout avec Jules Verne et Stevenson qu'un imaginaire cartographique littéraire s'affirme en Europe. Dès le début de *Cinq semaines en ballon* (1863), premier roman de ses *Voyages extraordinaires*, la question cartographique est au cœur de l'intrigue, puisque le but de l'expédition est de faire progresser la « cartologie » de l'Afrique[78]. Les références aux cartes y sont fort nombreuses ; le chapitre 5 presque entier est consacré à une répétition sur la carte du voyage envisagé. Le roman, entre autres thèmes, établit un parallèle entre le regard surplombant des passagers d'un ballon et le regard cartographique :

« Je vole avec la rapidité de l'ouragan tantôt au plus haut des airs, tantôt à cent pieds du sol, et la carte africaine se déroule sous mes yeux dans le grand atlas du monde ! »[79]

Par une sorte de renversement de l'image ordinaire, c'est ici le paysage qui évoque la carte et non l'inverse[80]. Pour Verne, il existe une fluidité dans

75. "*It is not down in any map; true places never are*" ; *Moby Dick*, New York, Harper & brother publishers, 1851, Chapitre 12.
76. *Ibid.*, Chapitre 44.
77. Sur la géographie de *Moby Dick*, voir [Bulson, 2009].
78. Jules Verne, *Cinq semaines en ballon, voyage de découverte en Afrique par trois Anglais, rédigé sur les notes du docteur Ferguson*, Paris, J. Hetzel, 1863, Chapitre 1.
79. Chapitre 3.
80. C'est un exemple précoce du renversement du sens de la métaphore entre technique et nature. Le référent premier est la technique, et la nature est décrite par analogie avec elle. Cette figure est très utilisée par William Gibson.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la circulation entre l'imaginaire et la carte. L'explorateur qui s'imagine voir la carte en survolant le paysage est l'image inversée de Verne lui-même (et de son lecteur), dont les rêveries sur les cartes inspirent les romans. Verne a déclaré lui-même : « je crois vraiment que c'est ma passion pour les cartes et les explorateurs du monde entier qui m'a amené à rédiger le premier de ma longue série de romans géographiques »[81]. Pour Verne, la carte n'est pas seulement un support sur lequel l'imagination peut broder, c'est aussi un symbole de la science et de la technique du XIXe siècle. Il y a chez Verne une gourmandise du chiffre (ses romans en sont pleins), qui se délecte notamment des latitudes et longitudes. La carte pour Verne a ceci de satisfaisant qu'elle contente à la fois le géomètre et le poète.

L'autre grand auteur de l'imaginaire cartographique de la fin du XIXe siècle est Robert Louis Stevenson, en particulier avec son roman *L'île au trésor* (1883). Dans ce roman dont l'action se situe au XVIIIe siècle, c'est une carte au trésor, prototype d'une longue lignée de cartes fictives, qui est au centre de l'intrigue. Cette carte est bien une carte scientifique, « la carte d'une île, avec latitude et longitude, hauteur des fonds, nom des reliefs, des baies, des chenaux »[82]. Cependant, contrairement à Verne, Stevenson n'est pas spécialement intéressé par l'aspect scientifique de la carte : il est fasciné par le support à l'imaginaire que procure la carte. Tandis que Verne partait de cartes réelles, quitte à en combler les blancs ou à les modifier pour servir ses desseins romanesques, Stevenson a expliqué que son *Île au trésor* est d'abord née du dessin d'une carte fictive, et, à cette occasion, a expliqué sa passion pour les cartes :

« On me dit qu'il y a des gens qui n'aiment pas les cartes, et j'ai peine à le croire. Les noms, le contour des forêts, le tracé des routes et des rivières, les traces de l'homme préhistorique, toujours visibles par monts et par vaux, les moulins et les ruines, les étangs et les bacs, et peut-être le menhir, le cercle de pierres druidiques sur la lande ; voilà un sujet d'intérêt inépuisable pour quiconque a des yeux pour voir ou deux sous d'imagination pour comprendre ! » [83]

81. Entretien cité par [Minerva, 2003, p. 25]. Sur les rapports entre Jules Verne et la science géographique, voir [Humeau, 1995], et [Dupuy, 2011].
82. "*the map of an island, with latitude and longitude, soundings, names of hills and bays and inlets*", *Treasure Island*, Leipzig, B. Tauchnitz, 1884, Chapitre 6.
83. "*I am told there are people who do not care for maps, and find it hard to believe. The names, the shapes of the woodlands, the courses of the roads and rivers, the prehistoric footsteps of man still distinctly traceable up hill and down dale, the mills and the ruins, the ponds and the ferries, perhaps the Standing Stone or the Druidic Circle on the heath; here is an inexhaustible fund of interest for any man with eyes to see or twopence-worth of imagination to understand with!*" [Stevenson, 2010, p. 64].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Cet imaginaire cartographique est assez différent de celui de Jules Verne, à la fois par l'échelle et par la nature. Quand Jules Verne, du moins dans *Cinq semaines en ballon*, envisage la carte à l'échelle d'un continent, Stevenson se penche sur la carte à grande échelle. Le genre de carte qu'il décrit correspond davantage à la feuille de l'Ordnance Survey map qu'à la page d'atlas. Verne s'intéresse à l'étendue à parcourir et à explorer, Stevenson au foisonnement du détail, au potentiel romanesque du microcosme cartographique. La curiosité des deux écrivains est d'une nature différente. Jules Verne se tourne plus volontiers vers les blancs de la carte, pour les combler par l'imagination ; Stevenson est hypnotisé par la prolifération des signes. Pour Jules Verne, la carte est la réponse ; pour Stevenson, c'est une énigme à déchiffrer : le X qui marque l'emplacement du trésor symbolise l'inconnue de son équation cartographique.

Cette approche différente explique le style différent, souligné par Christian Jacob[84], des cartes insérées dans les éditions de *L'île au trésor* et de *L'île mystérieuse* de Jules Verne : assez vraisemblable et relativement simple dans le cas de Jules Verne, moins plausible et plus compliquée chez Stevenson[85]. Même si la carte de Stevenson n'est pas réaliste, elle correspond, dans la version qui est décrite plus que dans celle qui est publiée, à un style cartographique identifiable : celui de la carte topographique à grande échelle. Quoique la carte de l'île au trésor joue évidemment sur l'exotisme, la fascination de Stevenson pour les cartes n'est pas nécessairement liée à l'exotisme. Stevenson est moins intéressé par la géographie en elle-même que par l'histoire, ou les histoires, dont les traces peuvent se lire, ou s'imaginer, sur la carte. Il y a une parenté entre la contemplation de la carte et l'attitude du romancier. Le regard vertical est l'équivalent de l'omniscience du narrateur de roman.

Contrairement à Jules Verne, Stevenson n'a pas persisté dans la fiction cartographique. L'un comme l'autre ont cependant contribué à établir la carte parmi les éléments importants de l'imaginaire romanesque. Le roman d'exploration connaît probablement son apogée avec Jules Verne. L'époque est aux grandes explorations des masses continentales, en Afrique, en Amérique du Sud. Lorsque les zones en blanc reculent sur les cartes et que les voyages lointains ne sont plus réservés aux explorateurs,

84. [Jacob, 1992, p. 368].
85. C'est l'opinion de Jacob. On peut tout aussi bien trouver à l'îe Lincoln, décor du roman de Jules Verne, un je-ne-sais-quoi, peut-être un excès d'élégance dans la qualité presque calligraphique des courbes de son pourtour, qui trahit la main de l'artiste. L'île mystérieuse est un cas de carte (fictive) à grande échelle chez Jules Verne. La cartographie est l'un des enjeux du roman. Sur la carte de L'Île mystérieuse, voir également [Fontanabona, 2012].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le romanesque géographique à la Jules Verne, quoique toujours séduisant, perd un peu de son caractère extraordinaire.

La fascination cartographique pour le lointain, cependant, est décrite par d'autres auteurs. On la trouve par exemple exprimée de façon particulièrement frappante chez Conrad, dans *Le cœur des ténèbres*. Marlow, le personnage dont le récit forme l'essentiel de ce court roman, explique ainsi l'origine de sa vocation de marin :

« C'est que tout gamin, j'avais la passion des cartes. Je pouvais rester des heures à regarder l'Amérique du Sud, ou l'Afrique, ou l'Australie, perdu dans des rêves d'exploration. À cette époque, il restait beaucoup d'endroits en blanc sur la Terre, et quand j'en trouvais un sur une carte qui avait l'air spécialement tentant (mais ils l'étaient tous) j'y posais le doigt et je disais : "quand je serai grand, j'irai là". Le pôle Nord était un de ces endroits, je m'en souviens. Eh bien, je n'y suis pas allé, et je n'essayerai même pas maintenant. Ça a perdu son charme. »[86]

Ce type de rêverie cartographique correspond aux propres souvenirs de Conrad[87]. On sent déjà ici pointer la nostalgie d'un monde qui n'était pas encore entièrement cartographié. Le blanc des cartes a été remplacé par les couleurs du partage colonial de l'Afrique, comme le constate Marlow en regardant une carte affichée dans le bureau où il se fait recruter pour naviguer sur le Congo :

« Une grande carte magnifique, avec toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Il y avait une bonne dose de rouge, et ça fait toujours plaisir à voir, parce qu'on est sûr que là, on fait du bon boulot, un sacré morceau de bleu, un peu de vert, des taches oranges, et, sur la côte est, un bout de mauve, pour montrer où les joyeux pionniers du progrès boivent leurs joyeuses bières blondes. »[88]

86. "*Now when I was a little chap I had a passion for maps. I would look for hours at South America, or Africa, or Australia, and lose myself in all the glories of exploration. At that time there were many blank spaces on the earth, and when I saw one that looked particularly inviting on a map (but they all look that) I would put my finger on it and say, 'When I grow up I will go there.' The North Pole was one of these places, I remember. Well, I haven't been there yet, and shall not try now. The glamour's off.*" (Chapitre 1).

87. Ces souvenirs sont rapportés dans l'autobiographie de Conrad (*A Personal Record*, New York, Harper & Brothers Publishers, 1912), et dans le texte "Geography and Some Explorers", publié dans le volume *Last Essays* (1926). Voir également [Ho, 2007].

88. "*a large shining map, marked with all the colors of a rainbow. There was a vast amount of red-good to see at any time, because one knows that some real work is done in there, a deuce of a lot of blue, a little green, smears of orange, and, on the East Coast, a purple patch, to show where the jolly pioneers of progress drink the jolly lager-beer.*" (*Heart of Darkness*, Blackwood's Magazine, 1899, Chapitre 1).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Cette mosaïque colorée est probablement, pour la mappemonde, l'image qui a dominé tout le XXe siècle, contribuant à enfermer l'imaginaire géopolitique dans ce cadre réducteur[89], jusqu'à ce que le globe virtuel de Google Earth la supplante comme icône géographique dominante. Cette mosaïque colorée fait écho au blanc des cartes du premier passage cité, et elle marque un aboutissement dans le processus de cartographie scientifique du monde qui s'ouvre avec les grandes découvertes de la Renaissance. Du point de vue européen, le monde s'engage à la Renaissance dans une période d'expansion spatiale ; il s'agrandit à mesure que de nouvelles terres sont explorées. Cette période s'achève vers la fin du XIXe siècle, à la fois par les dernières grandes explorations et par le partage de l'Afrique par les Européens qui soumettent le continent à l'ordre étatique et cartographique commun. Désormais parcouru par les vapeurs et encerclé des câbles du télégraphe, le monde ne peut plus que rétrécir. L'écart entre le rêve sur le blanc des cartes et la réalité brutale, quelques années plus tard, de la colonisation européenne de l'Afrique est exprimée par Conrad dans ses souvenirs, lorsqu'il évoque le moment où il s'est lui-même retrouvé sur le Congo, au point où, enfant, il avait posé le doigt sur le blanc au cœur de la carte africaine :

« Une grande mélancolie s'abattit sur moi. Oui, c'était l'endroit exact. Mais nul ami ténébreux à mes côtés dans l'immensité de la nuit sauvage, aucun souvenir glorieux pour me hanter, que le rappel prosaïque d'un misérable coup médiatique[90], et la conscience amère de la plus vile ruée au pillage qui ait jamais déshonoré l'histoire de la morale humaine et de l'exploration géographique. »[91]

L'achèvement de la cartographie du globe coïncide avec le triomphe de l'État comme forme d'organisation territoriale unique, ou plus exactement de l'État et des empires coloniaux. La nostalgie de Conrad est autant celle de l'inexploré que celle des espaces qui n'étaient pas encore soumis à la rapacité du commerce moderne. Avec la fin des grandes explorations et

89. Cette représentation cartographique est non seulement fort peu apte à rendre compte d'une réalité sociale, économique, ou culturelle dont le cadre de déploiement ne serait pas l'État, mais de plus, elle domine tant l'imaginaire géographique qu'elle est une entrave à la réflexion sur ces phénomènes. [Retaillé, 1996].

90. Les expéditions du journaliste Stanley, en particulier celle de 1871 pour retrouver Livingstone [Walder, 2002, p. 290]. Conrad situe sa résolution d'enfant en 1868, et a voyagé au Congo en 1890.

91. "*A great melancholy descended on me. Yes, this was the very spot. But there was no shadowy friend to stand by my side in the night of the enormous wilderness, no great haunting memory, but only the unholy recollection of a prosaic newspaper 'stunt' and the distasteful knowledge of the vilest scramble for loot that ever disfigured the history of human conscience and geographical exploration*", "Geography and Some Explorers", *Last Essays*, *op. cit.*, p. 25.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la disparition presque complète des espaces blancs, la cartographie au début du XXe siècle franchit une étape. Cette transformation est à la fois l'instrument et le symptôme d'une forme de mondialisation fondée sur l'extension des empires, les progrès des transports et des communications.

La carte comme objet d'enquête n'est pas sujette aux mêmes mutations de son sens. Elle prospère, en particulier dans le roman policier. Arthur Conan Doyle, par exemple, en use de plusieurs façons : carte au trésor dans *Le signe des quatre* (1890), carte à grande échelle comme instrument d'enquête dans *Le chien des Baskerville* (1902). Dans ce dernier cas, c'est une feuille de la carte de l'Ordnance Survey qui sert de premier terrain d'investigation. L'imaginaire cartographique, dans ce cas, n'est pas lié au support à la rêverie offert par la carte, comme c'était le cas chez Stevenson, mais au pouvoir que confère la précision de la vision cartographique. C'est une variante du regard stratégique du militaire, transposé dans le domaine policier.

CARTES ET LITTÉRATURE AU XXe SIÈCLE

Le XXe siècle est caractérisé par un renforcement et un élargissement de l'imaginaire cartographique. Jules Verne, Stevenson et quelques-uns de leurs héritiers sont des auteurs extrêmement populaires. Ils contribuent à diffuser la vision romanesque de la cartographie. La géographie en général se formalise en discipline structurée, notamment en France. Les cartes elles-mêmes deviennent plus communes par le biais de l'école, de la baisse des coûts de l'imprimé, de la démocratisation des voyages grâce au chemin de fer, etc. Aux États-Unis en particulier, la généralisation de la galvanoplastie à la cire[92] pour les impressions cartographiques après 1850, beaucoup moins coûteuse que les techniques antérieures à plaque de cuivre, autorise une diffusion beaucoup plus large des cartes en tous genres. Ce procédé permet d'industrialiser l'impression des cartes. L'emploi d'un personnel moins spécialisé, la difficulté à reproduire les demi-tons, et peut-être le désir de simplifier des cartes destinées à un large public conduisent à une production qui diverge notablement de l'esthétique des cartes européennes de l'époque : un relief simplifié, une toponymie abondante, une typographie relativement peu variée amène

92. Formation du relief d'impression par électrolyse métallique sur un support de cire rendu conductrice par dépôt d'un matériau conducteur en surface. Ce procédé est bien adapté à des travaux qui mêlent dessin au trait et emploi de caractères mobiles.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

certains historiens de la cartographie à porter un jugement assez négatif sur la qualité de la cartographie américaine des années 1850 aux années 1950, période pendant laquelle la galvanoplastie à la cire domine la production. Cependant, le faible coût permet une large diffusion des cartes. La société Rand McNally, fondée au milieu du XIXe siècle, grâce à une politique de distribution agressive et imaginative (souscriptions, vente dans les gares, avec les journaux, etc.), devient l'un des premiers producteurs de cartes et d'atlas (ces derniers couvrant surtout le territoire national). Ces documents cartographiques connaissent ainsi une importante diffusion dans les foyers de la classe moyenne[93] et contribuent à construire une culture cartographique populaire.

Ces différentes mutations ont pour conséquence une imprégnation croissante de l'univers mental européen et américain par la cartographie. Les deux grandes sommes romanesques de la première moitié du XXe siècle, *À la recherche du temps perdu* (1913-1927) et *Ulysse* (1922), en portent toutes deux témoignage.

Les cartes, au sens géographique, ne sont pas très présentes dans *À la recherche du temps perdu* : 12 références[94], majoritairement dans le cadre de métaphores, d'images diverses, ou de comparaisons. Si l'on considère que l'édition parue chez Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade) d'*À la recherche du temps perdu* occupe, généreux appareil critique compris, quatre volumes, quand celle de *La comédie humaine* en compte douze, on peut affirmer que Proust est davantage imprégné de cartographie que ne l'était Balzac. C'est également sensible dans la multiplication des métaphores et des comparaisons mettant en jeu des cartes. Dire « la carte », par exemple « de France » est une façon ordinaire de désigner le territoire français. Ce sont ces apparitions de cartes au détour d'une phrase, davantage que les quelques cartes matérielles qui apparaissent çà et là[95], qui démontrent les progrès de l'imaginaire cartographique. Cette imprégnation cartographique s'accompagne d'une conscience précise de la réalité géographique[96]. Par exemple, le narrateur, en voyage à Venise, note que :

93. [Schulten, 2001, pp. 23-28].
94. Décompte effectué à partir du texte de l'édition originale disponible en ligne : < http://alarecherchedutempsperdu.org/ >.
95. L'une d'elles est une carte de la forêt de Compiègne sur laquelle Swann passe ses journées penché lorsqu'Odette est à Pierrefonds, où il ne peut l'accompagner : « Il passait ses journées penché sur une carte de la forêt de Compiègne comme si ç'avait été la carte du Tendre » (*Un amour de Swann*). On constate une fois de plus l'étonnante vitalité de l'allégorie de Mme de Scudéry.
96. Voir [Ferré, 1939] pour une étude plus générale de la géographie proustienne.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

« Dans le bassin de l'arsenal, à cause d'un élément scientifique lui aussi, la latitude, il y avait cette singularité des choses qui, même semblables en apparence à celles de notre pays, se révèlent étrangères, en exil sous d'autres cieux ; je sentais que cet horizon si voisin, que j'aurais pu atteindre en une heure, c'était une courbure de la Terre tout autre que celle des mers de France, une courbure lointaine qui se trouvait, par l'artifice du voyage, amarrée près de moi »[97]

La référence à « un élément scientifique » (un passage précédent parlait de la décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène)[98] est intéressante : la perception de l'espace, par l'allusion à la latitude, passe par le prisme de la géodésie. La mention de la latitude en elle-même n'a rien d'inhabituel dans un contexte littéraire : à l'occasion, Balzac parle de latitude (et éventuellement de longitude), mais c'est soit par dérision, soit par allusion à la navigation, ou encore en référence à la théorie des climats. Ici, Proust traduit une expérience sensible en termes de technique cartographique, comme pourrait le faire, dans un contexte différent, un personnage de Jules Verne. Cela dénote, au moins en cette circonstance, un mode de perception de l'espace influencé par la science géodésique, si élémentaire soit-elle. La référence épisodique à la cartographie chez Proust peut se comprendre comme un élément des nombreuses références à la science en général (astronomie, optique, physique) qui jalonnent le roman. *À la recherche du temps perdu* est, explicitement, sinon une entreprise scientifique au sens classique, au moins un projet lié à la connaissance (de la psychologie, de la société, etc.) : un narrateur différent du narrateur principal, qui intervient à deux reprises dans le roman, et qui représente l'auteur, désigne le texte d'*À la recherche du temps perdu* sous l'appellation singulière de « ma démonstration »[99]. Les analogies entre les observations sur la société ou la psychologie et des observations scientifiques s'inscrivent dans ce projet global, où la cartographie occupe une place marginale.

97. *Albertine disparue*. On conserve le découpage, le texte et les titres de la première édition, qui diffèrent légèrement de l'édition plus récente par Jean-Yves Tadié pour la collection Bibliothèque de la Pléiade.
98. Le texte de l'édition Folio, identique à celui de la première édition dans la collection Bibliothèque de la Pléiade établi par André Ferré et Pierre Clarac, parle curieusement « d'hydrogène et d'azote » (p. 325).
99. « Dans ce livre, où il n'y a pas un seul fait qui ne soit fictif, où il n'y a pas un seul personnage « à clefs », où tout a été inventé par moi selon les besoins de ma démonstration [...] », *Le temps retrouvé*, p. 197 de l'édition Folio. L'autre intervention de ce second narrateur est au début de *La prisonnière*, lorsqu'il est question du prénom du narrateur (p. 86 de l'édition Folio).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Une forme de sensibilité cartographique est bien présente chez Proust, même si elle n'est pas la caractéristique la plus saillante de son écriture. Ce trait est plus affirmé chez Joyce, pour plusieurs raisons. *Ulysse* calque sa structure sur celle de l'*Odyssée*. Les trajets dans Dublin de Leopold Bloom, au cours d'une journée, se superposent aux épisodes de l'errance d'Ulysse. *Ulysse* est donc, entre autres choses, un roman sur l'espace. Mais à vingt-sept siècles de distance, la nature de l'espace a profondément changé. La géographie de l'*Odyssée* est celle, incertaine et fantastique, d'un monde sans carte. Au contraire, le Dublin du 16 juin 1904, moment de l'action du roman, est un espace sur-cartographié : les Anglais ont expérimenté d'abord en Irlande, à partir de 1824, la cartographie à très grande échelle (6 pouces par mile, soit 1/10560) avant de l'étendre au reste des îles Britanniques[100]. Cette carte, levée pour des raisons fiscales, a nécessité un travail de terrain extrêmement visible des soldats de l'Ordnance Survey, et a constitué un acte de colonisation qui a marqué les Irlandais[101]. La question de la cartographie est donc particulièrement sensible en Irlande.

Joyce a déclaré avoir eu l'ambition de récréer dans *Ulysse* une image si précise de Dublin que, la ville viendrait-elle à disparaître, on pourrait la reconstruire à partir du roman[102]. Il utilise lors de la rédaction une documentation cartographique extrêmement précise, sans doute d'origine anglaise, en particulier pour la rédaction de l'épisode des « Rochers errants »[103]. Frank Budgen, ami de Joyce, rapporte que « voir Joyce travailler sur les "Rochers errants", c'était voir [...] un géomètre avec un théodolite et une

100. [Andrew, 2002].
101. [Smith, 2003, p. 71]. Les ingénieurs géographes chargés des levées topographiques affrontaient parfois l'hostilité de la population et travaillaient sous protection militaire. La nature exacte de l'activité des ingénieurs n'était pas nécessairement claire pour les habitants. [Hewitt, 2011, p. 252]. Dans son étude très détaillée de la production de la carte d'Irlande au XIXe siècle, [Andrews, 2001], signale également l'opposition des habitants (p. 43). Cependant, celle-ci semble s'être manifestée surtout au début de l'entreprise, ou lors de levées effectuées sur des propriétés privées, sans lien, dans ce cas, avec un sentiment national. Après la publication des premières feuilles, l'entreprise cartographique, sans cesser tout à fait d'être critiquée, est plutôt appréciée favorablement (p. 94). La pièce de théâtre de Brian Friel *Translations* (1980) met en scène un épisode fictif de la levée de la carte irlandaise, présentée comme une entreprise coloniale violente, en particulier par la modification de la toponymie. Il s'agit là plutôt d'une relecture contemporaine que d'une reconstitution historique. Bulson [2001, p. 91] attribue à la pièce de Friel la vision contemporaine de la cartographie de l'Irlande comme une étape importante de la colonisation britannique.
102. Cité par [Hegglund, 2012, p. 85].
103. [Hegglund, 2012, p. 86]. Les épisodes du roman n'ont pas de titre, mais l'usage est de les nommer d'après des personnages ou des épisodes de la mythologie grecque liés à l'*Odyssée*, selon un système de correspondances dont Joyce lui-même a fourni les clés. Les analyses de Hegglund, que l'on suit plus ou moins ici, du moins pour l'épisode des « Rochers errants », sont proches de celle de Bulson [2006, pp. 65-84].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

chaîne d'arpenteur »[104]. Ce chapitre décrit les faits et gestes, anodins pour la plupart, d'un certain nombre de personnes, ou groupes de personnes à Dublin, le 16 juin 1904, vers 15 heures (ces indications sont précisément données dans le texte). Le chapitre est formé d'une série de 19 vignettes, de longueur variable. Certains événements apparaissent dans plusieurs vignettes, soit parce que les personnages se croisent, soit parce que de courts passages d'une vignette sont interpolés dans une autre. Les différentes vignettes correspondent à des actions plus ou moins simultanées. Plusieurs décrivent des trajets, en particulier la première, trajet d'un ecclésiastique, et la dernière, parcours d'un cortège officiel. Les indications de lieu sont très nombreuses et précises, et la simultanéité des actions soulignée par les interférences entre les vignettes donne l'impression de saisir un moment de la vie de Dublin sous de multiples points de vue.

La construction cartographique sous-jacente transparaît à travers la minutie dans la description des itinéraires, au point d'inviter à la reconstruction cartographique[105]. Joyce propose, sous forme littéraire, une cartographie alternative de Dublin, en mobilisant la cartographie coloniale[106] (lors de l'écriture) pour se la réapproprier en la reconstruisant à l'intérieur du récit et en faisant non l'enregistrement froid de l'espace soumis par la puissance coloniale, mais un territoire défini par les trajectoires de ses habitants. Mais cette reconstruction à hauteur d'homme élimine le point de vue vertical de la carte d'origine, de sorte que sans aide cartographique, le lecteur étranger à Dublin est rapidement égaré entre ces rochers errants.

La possibilité d'une équivalence entre la carte et le texte, ou du moins la suggestion que l'on peut passer de manière fluide de l'une à l'autre, est présentée dans un autre passage d'*Ulysse*, « Éole ». Cet épisode se déroule vers midi dans les locaux du *Freeman's Journal*, quotidien nationaliste. Au milieu d'une cacophonie de discussions croisées, Myles Crawford, directeur du journal, raconte comment un journaliste a été capable de transmettre par câble à un quotidien new-yorkais, le *New York World*, les détails sur un double assassinat commis quelques années plus tôt par des nationalistes. Le journaliste a utilisé une publicité parue dans un ancien numéro du *Freeman's Journal* et que possédait le *New York World* pour transmettre une carte des lieux du crime, en utilisant les lettres de l'annonce

104. Cité par Hegglund, *op. cit.*, p. 86.
105. Cela a en effet été tenté, et accompli plusieurs fois. Voir par exemple [Seidel, 1986], ou, avec des moyens plus modernes : < http://hjs.ff.cuni.cz/archives/v7/essays/gunn.htm >.
106. Sur les sources cartographiques exactes de Joyce, voir [Bulson, 2009, p. 77].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

publicitaire comme des repères pour placer les différents éléments[107]. Cette métamorphose d'un texte en carte, chez un auteur aussi épris d'énigmes et de codes que Joyce, peut s'entendre comme une suggestion du potentiel cartographique de tout texte en général, et d'*Ulysse* en particulier.

Il est impossible de dire si cette lecture de Joyce est historiquement correcte, c'est-à-dire si Joyce a consciemment construit une critique d'une cartographie coloniale. Les conditions de rédaction du chapitre, le contexte particulier de l'Irlande, le fait que l'identité irlandaise soit un des thèmes importants dans le roman, sont autant d'éléments qui rendent cette hypothèse vraisemblable. Et pourtant, une telle lecture aurait été peu probable avant les années 1990. Les études plus anciennes sur la géographie de Joyce sont plutôt consacrées à en démontrer la précision[108]. Les études qui envisagent la cartographie joycienne comme une tentative de critiquer ou de se réapproprier la cartographie coloniale sont publiées dans les années 2000[109]. Elles correspondent à une floraison des études postcoloniales, et arrivent dans le sillage de l'approche critique de la cartographie. Le dernier tiers du XXe siècle voit en effet le développement d'études assez nombreuses sur la cartographie, en particulier pour souligner que les cartes de toutes natures, loin d'être des instruments neutres d'enregistrement d'une réalité spatiale, sont des signes de relations de pouvoir et des vecteurs d'idéologies (voir plus loin). L'interprétation de l'épisode des « Rochers errants » en termes de cartographie contestataire est probablement autant révélatrice de l'imaginaire cartographique des universitaires d'aujourd'hui que de celui de Joyce.

CARTES ET CINÉMA

L'imaginaire cartographique qui se déploie dans les œuvres de fiction de la seconde moitié du XXe siècle est, généralement, plus conventionnel et plus simple, du moins jusqu'à ce que les techniques géonumériques viennent bouleverser les conceptions et les usages de la carte. Le cinéma est un vecteur important de cet imaginaire : il partage avec la carte la caractéristique d'être, au moins en partie, une technique de la vision. De manière encore

107. "*B is parkgate. Good.*[...] *T is viceregal lodge. C is where murder took place. K is Knockmaroon gate.*"« B, c'est la grille du parc. Bon.[...] T, c'est la résidence du vice-roi. C c'est le lieu du meurtre. K c'est Knockmaroon gate. »
108. Par exemple [Seidel, 1986].
109. [Bulson, 2001], [Hegglund, 2003], qui sont, essentiellement, des premières versions des études publiées en volume et déjà citées.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

plus nette que la littérature, le cinéma est préoccupé d'espace. Enfin, parce qu'il peut toucher un très large public, il participe à la construction d'un imaginaire commun très largement partagé. Les rapports entre le cinéma et la carte sont riches et complexes dans la mesure où il s'agit de deux modes d'enregistrement et d'exploration de l'espace qui sont amenés à dialoguer de multiples façons, et cela au sein même du médium cinématographique. Cette question générale dépasse notre propos[110]. Il s'agit ici, plus spécifiquement, de comprendre en quoi le cinéma peut contribuer à inventer, à enrichir ou à diffuser un imaginaire cartographique.

Les cartes sont très nombreuses au cinéma : accessoires de l'intrigue, éléments du décor, artifice de narration (pour représenter un voyage), leurs usages sont multiples[111]. L'image mobile, les possibilités de montage, de transitions, autorisent des visualisations nouvelles, comme par exemple, au début de *Casablanca* (Michael Curtiz, 1942), lorsqu'un globe permet de localiser la France, puis lorsqu'une succession de cartes, avec des images en surimpression et une voix off précisant le contexte historique, situe le cadre de l'action. Ce type de visualisation cartographique anticipe ce qu'offre, 60 ans plus tard, l'interface des globes virtuels[112]. Malgré ces innovations visuelles, la majeure partie de l'imaginaire cartographique du cinéma constitue un prolongement de l'imaginaire qui s'est formé entre le XIXe et la première moitié du XXe siècle : cartes au trésor (les adaptations de *L'île au trésor* sont très nombreuses, sans compter les histoires de pirates qui en sont plus ou moins inspirées), cartes symbolisant le voyage, détectives, policiers et militaires en tous genres scrutant des cartes (un motif si éternel qu'on le retrouve à toutes les époques et dans tous les contextes, de *Cléopâtre*[113] à *La guerre des étoiles*[114]). Un film d'aventure comme *Les aventuriers de l'arche perdue*[115], en recyclant sur un mode légèrement ironique les principaux motifs du film d'aventure, ne manque pas de mettre en scène des cartes en abondance, et de toutes les façons : dans le décor, comme ellipse narrative pour le voyage, etc[116]. Cette

110. On pourra se reporter, pour avoir un aperçu des nombreuses questions posées par les rapports entre cartographie et cinéma, à un numéro de la revue *The Cartographic Journal* de 2009 (nº 46-1), consacré au « cinéma cartographique », ainsi qu'à l'ouvrage de 2009 de Tom Conley, *Cartographic Cinema*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2007.
111. [Caquard et Taylor, 2009].
112. [Caquard, 2009].
113. Joseph L. Mankiewicz, 1963.
114. George Lucas, 1977.
115. Steven Spielberg, 1981
116. [Conley, 2007], pp. 100-105.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

récapitulation nostalgique montre la persistance d'un certain romanesque cartographique que le cinéma perpétue et développe plus qu'il ne le crée.

Il existe cependant au moins un motif de l'imaginaire cartographique dont le cinéma peut revendiquer la création : il s'agit d'une variante de la carte militaire, la mappemonde de l'apocalypse dans la salle de commandement stratégique d'une grande puissance nucléaire, ordinairement les États-Unis, la "*war room*"[117], dont l'archétype est celle mise en scène par Kubrick dans *Docteur Folamour* (1964). Dans un imaginaire cartographique cinématographique qui, pour l'essentiel, se contente de recycler des thèmes déjà connus, cette image tranche par ce qu'elle dévoile de la cartographie de la guerre froide : la guerre nucléaire comme raison ultime des principales mutations de la cartographie mondiale. La dimension symbolique de ces images est importante. La grande mappemonde murale est un rappel des cartes d'apparat des puissants. Les militaires des époques antérieures étaient plutôt penchés sur des cartes à grande échelle. Le passage à la mappemonde est révélateur du changement d'échelle de la guerre elle-même. Cette modification d'échelle s'accompagne d'une mutation de l'agencement physique du dispositif cartographique : ce n'est plus la table sur laquelle on se penche, mais une grande carte surplombante vers laquelle on lève les yeux. Il y a donc une inversion des positions respectives entre le militaire et la carte par rapport à l'imagerie traditionnelle[118]. Le militaire ne domine plus la carte, il est dominé par elle : le technique et le matériel prennent le dessus sur l'humain. La carte est réduite aux contours continentaux, aux trajectoires des bombardiers et aux symboles marquant les objectifs. Que ce soit à dessein ou par le hasard des choix du décorateur, la salle de guerre de *Docteur Folamour* révèle quelques grandes caractéristiques d'une partie importante de la cartographie militaire de l'après-guerre : une cartographie globale, essentiellement préoccupée de balistique, faite de trajectoires et de cibles potentielles, où l'espace intermédiaire entre l'origine du projectile et son objectif est réduit à une abstraction. Ce caractère abstrait de l'espace est aussi rendu, dans le film, par les multiples codes qui servent à désigner les

117. On trouve une collection de "*War rooms*" sur le blog de Sébastien Caquard : < http://spacefiction.wordpress.com/tag/war-room/ >.

118. Ceci s'applique non seulement à *Docteur Folamour*, mais aussi à d'autres films, notamment *Fail Safe* (*Point limite*, Sidney Lumet, 1964), ou, vingt ans plus tard, *WarGames* (*Jeux de guerre*, John Badham, 1983). Dans ce dernier cas, le décor est fortement inspiré par l'aspect des salles de contrôle des missions spatiales de la NASA.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cibles[119], et par le paysage désert extrêmement monotone (des montagnes anonymes) survolé par le bombardier.

Ces images de la salle de guerre ne sont pas uniquement une création de cinéma. Il n'existe pas de "*war room*" en tant que telle, mais les archives qui montrent les postes de commandement du Strategic Air Command au début des années 1960 révèlent en effet des dispositifs cartographiques plus ou moins comparables à ceux de *Docteur Folamour*. Vers 1963, l'armée de l'air des États-Unis a réalisé un film de propagande d'une vingtaine de minutes, probablement en vue de la sortie imminente de *Docteur Folamour*. Ce film, *SAC Command Post*, est destiné à démontrer « que la troisième guerre mondiale ne pourrait pas être déclenchée par le lancement non autorisé d'une bombe nucléaire »[120]. Le documentaire montre plusieurs dispositifs cartographiques, en particulier de grandes cartes à l'échelle continentale surplombant une salle de contrôle[121]. On aperçoit aussi une carte sur un écran, supposée être le système d'alerte en cas de frappe nucléaire sur le sol américain. Il s'agit d'une carte fort simple, sans toponymes, limitée aux contours continentaux, aux parallèles et aux méridiens ; là encore, on retrouve une esthétique cartographique dominée par les questions géodésiques et balistiques. Des photographies d'archive montrent d'autres cartes, l'une des plus spectaculaires étant une très grande carte de l'hémisphère nord en projection polaire utilisable pour visualiser à l'échelle stratégique un conflit nucléaire entre les États-Unis et l'URSS[122]. Il est frappant de voir à quel point, dans la réalité comme dans la fiction, la figure de la grande carte surplombant le militaire tend à supplanter, à l'ère nucléaire, celle du militaire penché sur la carte.

119. Les cibles sont désignées par un code alphanumérique suivi d'un toponyme. La première cible du bombardier dont on suit la progression est nommée Laputa, comme l'île volante aux savants épris de mesure et de calcul des voyages de Gulliver (troisième partie, chapitres 1 à 3).

120. "t*o be confident that world war 3 can't be triggered by unauthorized launching of a nuclear bomb*", mots de conclusion du documentaire. Le film intégral est disponible en ligne : < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb304/index.htm#film03 >. Pour des raisons inconnues, le film n'a jamais été diffusé jusqu'à son exhumation récente des archives.

121. < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb304/index.htm#12 >. L'image qui figure sur cette page est un photogramme tiré du film.

122. < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/gallery/image03.htm >. On peut voir une démonstration de l'usage de cette carte, ou d'une carte très similaire, dans un film documentaire non daté, *The Power of Decision*, qui présente une simulation de conflit nucléaire entre les États-Unis et l'URSS. Le film et quelques détails sur son origine et sa destination probable sont disponibles en ligne : < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb336/index.htm >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

UN NOUVEAU REGARD SUR LA CARTE : LES APPROCHES CRITIQUES

En apparence, jusqu'à la diffusion massive des techniques numériques, hormis l'exception qu'on vient de mentionner, l'imaginaire cartographique évolue assez peu au cours du XXe siècle. Pourtant, le regard porté sur les cartes se modifie vers la fin du siècle. Un signe important de ce changement est l'intérêt croissant dont les cartes sont l'objet, à la fois dans le monde universitaire et dans le grand public. Du côté du monde universitaire, les études historiques et épistémologiques sur la cartographie se multiplient. L'histoire des relations entre le monde académique et la cartographie est longue et complexe. Les changements techniques de la cartographie ont, à diverses époques, mobilisé les savants des sciences de la terre, de l'astronomie, ou des mathématiques à des degrés variables. Les efforts de ces savants étaient sous-tendus par la volonté de construire des représentations de l'espace appropriées à des fins précises, assez souvent militaires. La carte était considérée plus ou moins comme une représentation adéquate du territoire, et le caractère scientifique, et même mathématique, de son processus de production garantissait une forme d'objectivité. L'histoire de la cartographie est une discipline assez bien établie. La revue *Imago Mundi* est ainsi publiée depuis 1935. Une approche plus critique de la cartographie, en revanche, est plus récente.

Le renouvellement des études sur la cartographie et le développement de l'intérêt pour les cartes en général qui se manifestent à partir des années 1980 correspondent à la convergence de plusieurs mouvements. Le nouvel essor de l'intérêt pour la cartographie de la fin du XXe siècle se développe dans une ambiance intellectuelle marquée par une attention accrue pour les dimensions spatiales des phénomènes sociaux, politiques et économiques. La mondialisation, la vogue de la géopolitique au lendemain de la guerre mondiale et durant la guerre froide, les nouvelles techniques permettant de traiter plus facilement les données spatiales, tout cela a amené les sciences sociales à tenter de mieux intégrer la question de l'espace à leurs problématiques. Dans ce contexte, la production de cartes, et plus largement, l'intérêt pour la cartographie sont stimulés. Les approches théoriques de la cartographie se développent. La cartographie se structure comme science dès le XIXe siècle, en particulier avec le besoin de former les topographes de l'armée. En France, les manuels du colonel Puissant témoignent de cet effort de synthèse. La théorisation porte alors surtout sur les questions de géodésie et de projection, moins

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

sur la carte en elle-même comme objet graphique. Au XXe siècle, l'effort cartographique de la Grande-Bretagne et des États-Unis pendant la seconde guerre mondiale, puis durant la guerre froide entraîne un renouvellement de la discipline. Arthur Robinson, l'une des figures majeures de la cartographie américaine de l'après-guerre, s'est formé par la pratique de la cartographie militaire[123]. Robinson s'efforce de théoriser l'aspect graphique des cartes dès les années 1950, en s'appuyant sur des études expérimentales sur la perception des éléments textuels et graphiques[124]. Son but est d'éliminer de la conception graphique des cartes tout choix arbitraire ou fondé sur une considération esthétique. Il pense alors que la cartographie doit être une discipline autonome, indépendante de la géographie. Il affine sa théorie au cours de sa carrière. Dans un ouvrage coécrit avec Barbara Petchenik dans les années 1970[125], la cartographie est présentée à la lumière des théories de la communication et des sciences cognitives. Tirant argument des usages métaphoriques très nombreux du mot carte, et en particulier du fait que Korzybski, dans un ouvrage de 1941[126], avait utilisé l'image de la carte et du territoire pour décrire la relation entre le langage et le monde, les auteurs suggèrent le caractère fondamental de la représentation cartographique, ou en tout cas de la spatialisation comme opération cognitive élémentaire. Le passage cité par Robinson et Petchenik mérite d'être reproduit :

« Il faut noter deux particularités importantes de la carte. Une carte n'est pas le territoire qu'elle représente, mais, si elle est correcte, elle a une structure similaire à celle du territoire, ce qui la rend utilisable. Si la carte pouvait être absolument correcte, elle inclurait, à une échelle réduite, la carte de la carte ; la carte de la carte de la carte ; et ainsi de suite à l'infini, comme Royce, le premier, l'avait remarqué »[127].

123. [Crampton et Krygier, 2006, p. 20]. Robinson est surtout connu en France pour la projection du globe à laquelle il a laissé son nom.
124. [Robinson, 1952].
125. [Robinson et Petchenik, 1976], en particulier le chapitre 2, Map as a communication system, pp. 23-42.
126. [En ligne] : < http://esgs.free.fr/uk/art/sands.htm >.
127. "*Two important characteristics of should be noticed. A map is not the territory it represents, but, if correct, it has a similar structure to the territory, which accounts for its usefulness. If the map could be ideally correct, it would include, in a reduced scale, the map of the map; the map of the map of the map; and so on, endlessly, a fact first noticed by Royce.*" *Science and Sanity*. Le passage en question est dans le chapitre IV, p. 58. Le texte de Josiah Royce auquel il est fait allusion est un essai qui figure à la fin du premier volume de l'ouvrage *The World and the Individual* (1898-1900), sur les contradictions des systèmes auto-représentatifs (*Supplementary Essay: The One, the Many, and the Infinite*, section III). [En ligne] : < http://www.giffordlectures.org/Browse.asp?PubID=TPWATI&Volume=0&Issue=0&ArticleID=14 >. Ce texte est une des inspirations de Borges pour ses fictions cartographiques. Pour d'autres sources, voir [Palski, 1999].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans une veine comparable mais avec un esprit différent, en France, la *Sémiologie graphique* de Jacques Bertin[128], davantage tournée vers la cartographie thématique que vers la carte topographique, marque également la réflexion sur la conception des cartes. Contrairement à Robinson, Bertin ne s'appuie pas sur des études antérieures et ne mobilise pas d'appareil théorique autre que celui qu'il crée (l'ouvrage ne comporte pas de bibliographie). Se fondant sur sa pratique de la cartographie thématique[129], Bertin édicte des règles graphiques dont tout géographe passé dans le système universitaire français entre 1975 et 1990 (voire au-delà) a au moins entendu parler.

Ces efforts pour théoriser certains aspects de la cartographie ont pour ambition de permettre d'élaborer des cartes plus efficaces. Ils impliquent une certaine réflexion sur la nature et la fonction des cartes, sans remettre fondamentalement en cause les traditions cartographiques dans lesquelles ils s'inscrivent : une cartographie détachée de la géographie universitaire pour Robinson[130], une cartographie au service d'une géographie économique, humaine et sociale chez Bertin. Dans un cas comme dans l'autre, la carte est considérée comme un outil qui, correctement maîtrisé, permet une représentation objective du monde.

L'idée que la cartographie est une activité fortement politique et que, par conséquent, une carte n'est pas une représentation neutre, est pourtant ancienne et plus commune qu'on pourrait le penser. Les usages politiques symboliques de la carte tout comme les violences de la cartographie coloniale aux Indes ou en Irlande, et les réactions suscitées en retour, montrent que la dimension politique de la cartographie, à défaut d'être articulée dans une théorie structurée, est, d'une façon ou d'une autre, clairement perçue.

Une approche théorique de la cartographie fondée sur des positions plus radicalement critiques émerge dans les années 1970 et s'épanouit à la fin des années 1980. En elle-même, la critique de la carte n'est pas nouvelle : on a vu que Rousseau s'en méfiait. Au moins en ce qui concerne leur usage pédagogique, Élisée Reclus n'est pas loin de partager le point de

128. [Bertin, 1967].
129. [Palsky et Robic, 2000].
130. Sur l'autonomie de la cartographie, d'autres spécialistes de cartographie de la même époque avaient une opinion opposée [Crampton et Krygier, 2006, p. 21].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

vue de Rousseau, quoiqu'il se déclare en faveur des globes[131]. La critique plus systématique qui se développe à la fin du XXe siècle a des fondements différents. L'écho de certaines réflexions de Foucault sur l'importance des configurations spatiales dans les systèmes de surveillance et de contrôle, et, d'une manière plus générale, la relecture de divers théoriciens français par les universitaires américains joue un rôle important dans l'élaboration de l'approche critique de la cartographie.

Brian Harley (1932-1991) a eu une influence déterminante sur l'évolution des idées sur la cartographie. Son article de 1989 intitulé « Déconstruire la carte » est presque immanquablement cité dans tous les travaux ultérieurs de cartographie critique[132]. Cet article peut aussi, à bien des égards, être considéré comme la base du projet de la grande histoire de la cartographie de l'université de Chicago, actuellement en cours de publication.

La théorie cartographique avait peu emprunté aux différents mouvements de pensée qui agitaient les autres sciences humaines. Dès la première ligne du résumé de son article, Harley se situe dans le courant qu'il nomme « la pensée postmoderne » ("postmodern thinking"), une attitude que la référence derridienne contenue dans le titre pourrait suffire à suggérer. L'article, en effet, plaide pour une transition épistémologique ("*epistemological shift*") dans la théorie cartographique, ce qui, entre autres choses, supposerait de cesser de croire que les cartes sont ce que ceux qui les font prétendent qu'elles sont. Cela signifie que la théorie et l'histoire de la cartographie ne devraient pas être écrites par les cartographes, trop soucieux d'écrire la légende de la marche vers le progrès de leur art, mais par des historiens. Harley mobilise pour son entreprise tout l'arsenal intellectuel de la postmodernité universitaire américaine : la déconstruction, la critique des Lumières et du positivisme, l'intertextualité, Foucault (epistémè incluse) et Derrida, dans une démarche qu'il qualifie lui-même d'éclectique. Son propos est de mettre au jour les mécanismes de pouvoir à l'œuvre dans la production du savoir cartographique et de démonter la rhétorique spécifique de la carte. Bien qu'il affirme son intention d'envisager toutes les formes de cartographie, c'est principalement la tradition de la cartographie scientifique européenne des époques

131. [Reclus, 1903]. Le principal reproche fait à la carte, surtout à petite échelle, est de produire une image imparfaite en raison des déformations dues à la projection, et de son incapacité à faire voir correctement le relief. On fait parfois de Karl Ritter un précurseur de la critique de la cartographie [Bord, 1997], mais le passage cité par Jean-Paul Bord ne vise que les mauvaises cartes établies sans travail de terrain. Il loue au contraire celles qui sont « [...] le résultat d'études faites sur les lieux, d'observations rassemblées avec critique... ». [Ritter, 1837, p. 19].

132. Titre original : "*Deconstructing the map*".

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

moderne et contemporaine qui est visée. Sont discutées principalement la prétention à l'objectivité des cartes, et l'idée de progrès cartographique, c'est-à-dire l'idée selon laquelle à mesure de la réduction des incertitudes de la mesure, l'image du monde proposée par les cartes s'approche de plus en plus d'une forme de vérité. L'effet du discours sur le progrès, par les normes qu'il édicte pour évaluer la qualité d'une carte, est notamment de créer, par rejet, une cartographie illégitime, représentée par exemple par les traditions non européennes. L'histoire de la cartographie doit donc accorder autant d'importance aux règles sociales et politiques qui régissent la production des cartes qu'aux aspects techniques, particulièrement si ces règles sont tacites et relèvent du domaine de l'inconscient parce qu'elles découlent d'un ordre du monde dicté par un contexte socio-culturel que la carte ne cherche pas à remettre en question (lorsqu'elle n'a pas pour fonction implicite de le perpétuer).

Pour dévoiler cette dimension de la carte, explique Harley, il faut déconstruire le système de signes qui la constitue en le considérant comme un texte susceptible de polysémie, afin d'en opacifier la transparence trompeuse. C'est pourquoi les théories de la communication sont insuffisantes, voire inadéquates, pour rendre compte de la nature des cartes, car il faut plutôt étudier la tension entre ce que la carte prétend dire, ce qu'elle dit, et ce qu'elle cache. La stratégie de déconstruction doit s'appliquer tout particulièrement à la cartographie scientifique, en révélant comment le sens littéral est en même temps intensément métaphorique, par exemple en montrant qu'il existe une tactique de mise en scène de l'autorité scientifique et politique à travers une esthétique de l'austérité[133]. Le détail et la précision même des cartes topographiques modernes sont une image de la volonté de pouvoir et de contrôle qui caractérise l'utilitarisme des États. Cette déconstruction doit permettre de situer les cartes dans un système de relations de pouvoir : un pouvoir exercé sur les cartes, au moyen des cartes, comme outils d'administration, mais aussi par les cartes, dont émane une autorité propre, et qui, par la

133. Harley ne les mentionne pas, mais le lecteur français ne peut s'empêcher de songer ici à certaines cartes IGN au 1/50 000 des années 1980, série orange, avec carroyage UTM superposé, où cette mise en scène se traduit par une débauche de chiffres et de repères étourdissante (jusqu'à 6 systèmes de graduations pour des cartes en bordure de cône Lambert et de fuseau UTM). Le système géodésique français, jusqu'à son abandon de fait en l'an 2000, exige certes qu'on exprime les coordonnées géographiques en grades rapportées au méridien de Paris, et il y a là sans doute un discours implicite sur la souveraineté cartographique française ; mais qui sait si la longue survie de ce système pittoresque n'est pas en partie due, peut-être inconsciemment, au fait qu'il permettait d'introduire, pour employer une métaphore horlogère, une complication supplémentaire dans l'orle de nos cartes ?

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

normalisation, représentent une tentative pour discipliner le foisonnement du monde dans leurs catégories fixes.

Une bonne partie de la recherche historique sur la cartographie depuis les années 1990 s'inscrit plus ou moins dans cette perspective, éventuellement allégée de tout ou partie de ses références théoriques[134], soit par l'influence directe d'Harley, soit parce que la méthode historique en général a évolué dans ce sens. Ce n'est pas par hasard que l'inflexion de la réflexion sur les cartes s'opère à la fin des années 1980. Cela correspond à la montée en puissance des techniques numériques dans la cartographie. Harley les mentionne en passant au début de son article, pour dénoncer l'attitude souvent arrogante de leurs promoteurs :

« À mesure que les producteurs de cartes épousent la cartographie assistée par ordinateur et les systèmes d'information géographique, leur rhétorique scientiste se fait plus bruyante. »[135]

Le développement des techniques numériques en géographie fait l'objet d'un débat riche et complexe, qui permet de saisir quelques-uns des grands enjeux culturels et politiques de cette mutation de la cartographie. Le monde universitaire a été confronté aux techniques de la géographie numérique avant le grand public, en contribuant à les élaborer et en formant des spécialistes. Le débat sur la numérisation de la cartographie excède, de loin, les questions de cartographie. L'usage de l'informatique pour traiter des questions spatiales s'est développé en grande partie hors de l'université : dans le milieu militaire, dans l'administration, etc. Par exemple, dès les années 1970, la gestion de la production et de la distribution d'électricité des États-Unis reposait sur un système de simulation perfectionné par SIG[136]. Quelques géographes universitaires ont précocement entrevu le potentiel de l'informatique appliquée à la géographie[137]. Les SIG ne se sont pas d'abord imposés principalement comme des outils cartographiques, d'autant que les capacités graphiques des SIG ont été relativement pauvres jusqu'aux années 1990, et, en tout cas, très en deçà des exigences traditionnelles de la cartographie traditionnelle. On a vu en eux des outils de recherche, capables de traiter de grandes quantités de données spatiales et d'ouvrir de nouvelles voies à la géographie, en

134. La référence à Foucault est assez répandue. Derrida, en ce qui concerne la cartographie, est moins prisé. Harley lui-même, en dépit du titre de l'article, ne l'utilise en fait que pour des emprunts ponctuels, alors que l'esprit général de sa démarche doit beaucoup plus à Foucault.
135. "*As they embrace computer-assisted methods and Geographical Information Systems, the scientistic rhetoric of map makers is becoming more strident.*"
136. [Dobson, 1993].
137. [Dobson, 1983].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

particulier dans des domaines appliqués comme l'aménagement, la gestion des ressources et des flux.

Le débat autour des SIG se développe surtout dans les années 1990 aux États-Unis. Durant la décennie précédente, les SIG ont été introduits dans de nombreux départements de géographie comme élément de formation des étudiants et comme outils de recherche. Cela a impliqué des réorientations dans les politiques de recrutement des enseignants et des choix budgétaires en faveur d'équipements techniques encore coûteux à l'époque[138]. Le débat, avant de se tenir publiquement dans les revues spécialisées, a d'abord eu lieu dans les départements des universités sur des questions de postes et de budgets. Le débat théorique est venu plus tard, dans différentes revues. Il a donné lieu à une prolifération d'articles. On ne citera ici que quelques exemples, pour donner le ton du débat et montrer en quoi les discussions autour des SIG ont pu participer à la transformation des idées sur l'espace et la cartographie[139].

En 1983, Jerry Dobson avait publié, dans la revue *The Professional Geographer*, un article sur « la géographie automatisée »[140] qui envisageait les perspectives ouvertes par la révolution technique représentée par l'usage de l'informatique pour la géographie. Dobson avait une expérience concrète de l'usage des SIG pour l'administration, en particulier à l'Oak Ridge National Laboratory, dans le domaine de l'énergie ; son texte à la fois bien informé et solidement argumenté a suscité de nombreuses réactions. Dans le petit milieu de la géographie informatisée, le texte fait date, si bien que dix ans plus tard, la même revue invite Dobson à écrire un nouveau texte pour faire le bilan de la décennie passée, propose à un certain nombre de chercheurs de réagir au nouveau texte, et plus généralement, à exprimer leur vision de la technique informatique appliquée à la géographie.

Parmi ces chercheurs, John Pickles représente le point de vue de la géographie critique. Son argumentation mérite d'être résumée. Tout en notant que l'évolution de la géographie a en grande partie confirmé les intuitions de Dobson, il remarque que la révolution annoncée en 1983, si elle a eu lieu, a été silencieuse : l'informatique s'est glissée dans toutes les parties de la discipline sans en remettre en cause les fondements. Cependant, l'informatisation a favorisé une tradition géographique qui se donne comme ambition

138. [Pickles, 1993], p. 453. L'arbitrage se fait d'autant plus facilement en faveur de l'informatique que celle-ci ouvre la perspective de décrocher des contrats de recherche qui peuvent rentabiliser l'investissement [Dobson, 1983, p. 137].
139. Schuurman [2000] propose un compte rendu détaillé des controverses de la décennie 1990. On trouve chez Crampton [2010, pp. 98-111], un récit plus concis de ces disputes.
140. "Automated geography", [Dobson, 1983].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'étude de phénomènes spatiaux dont on admet qu'ils puissent être décrits par un certain nombre de données à partir desquelles, moyennant l'emploi de méthodes appropriées, il est possible de produire des représentations qui satisfont un ensemble de critères de scientificité.

Envisagée de la sorte, la méthode géographique, essentiellement formelle, est pour ainsi dire indépendante des sujets auxquels on l'applique. Or, cette approche, en partie imposée par les contraintes de l'automatisation, se construit complètement à l'écart des débats contemporains des sciences humaines en général et de la géographie en particulier, sur la production de l'espace par des dynamiques liées aux rapports de forces politiques, aux questions sociales, au genre, etc. La remise en cause du positivisme, du postulat d'objectivité, de la pertinence de la transposition du modèle scientifique de la physique à l'étude de la société, sont en porte-à-faux avec le projet de la géographie numérique. L'emploi même de la technique fait obstacle à une approche critique des effets géographiques et sociaux de l'informatisation. La géographie numérique est d'ailleurs à l'image des transformations que la technique impose (ou qui sont imposées au nom de la technique) au monde du travail, ce que révèle notamment le vocabulaire : efficacité, optimisation, traitement de données, etc., sont autant de termes caractéristiques du langage de l'entreprise des années 1980 et que la géographie numérique reprend à son compte. Tout en soulignant le potentiel aliénant des machines, Pickles invoque l'image du cyborg d'Haraway[141] pour suggérer que les rapports entre science, connaissance et société, même dans un contexte dominé par les techniques d'automatisation, peuvent être différents de la vision dominante de la géographie numérique. Cependant, en 1993, les inégalités dans l'accès aux données et aux matériels contribuent à perpétuer les rapports de pouvoir existants, alors qu'en théorie, une dissémination large de ces techniques, en permettant à chacun de s'approprier l'information, pourrait favoriser la démocratisation de la société.

Ce texte de Pickles contient déjà une bonne partie des critiques adressées aux techniques de la géographie numérique. À cette critique de nature épistémologique, qui peut prendre une forme légèrement différente chez

141. *Le Manifeste cyborg*, point de vue féministe sur la technique, paru en 1985, est le développement d'une conférence sur le même thème de 1983 (New Machines, New Bodies, New Communities: Political Dilemmas of a Cyborg Feminist, dans le cadre du colloque *The Scholar and the Feminist X: the question of technology*, Barnard College Women's Center, New York, 23 avril 1983). Pickles ne manque pas de souligner la coïncidence chronologique avec le premier article de Dobson (mai 1983), et la divergence de perspective.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

d'autres auteurs[142], s'ajoutent des critiques liées à l'emploi des SIG, que ce soit dans un contexte militaire[143] ou dans des systèmes policiers de surveillance et de contrôle[144]. Ce débat sur les SIG n'a pas eu de conséquences sur l'évolution de la géographie universitaire. Le fonctionnement global de l'université tend à favoriser les partisans de la géographie numérique, dont la majorité ignore les critiques adressées à leur spécialité. L'écologie universitaire nord-américaine offre par ailleurs une niche où la géographie critique peut (plus ou moins) prospérer. Quelques chercheurs essaient d'intégrer les techniques numériques dans une démarche critique[145].

LES IMAGINAIRES DE LA GÉOGRAPHIE NUMÉRIQUE

Les résultats concrets de ce débat sont maigres, mais au moins ces discussions ont-elles permis de développer les grands thèmes de l'approche critique de la géographie numérique. Lorsque, dans les années 2000, les techniques géonumériques se répandent auprès du grand public, en arrière-plan de l'émerveillement qu'elles suscitent, un discours critique structuré les accompagne déjà. La controverse sur les SIG n'a eu aucun écho hors d'une petite partie de la géographie universitaire. Cependant, l'imaginaire de la géographie numérique, tel qu'on peut le percevoir dans la fiction contemporaine, incorpore certains éléments proches des thèmes débattus. La cartographie numérique est perçue à la fois comme carte et comme objet numérique. Or, la technique numérique en elle-même est associée à un imaginaire complexe, notamment parce qu'au cinéma, elle incarne la technique d'illusion par excellence. La technique numérique est liée à une perte de confiance dans l'image en général, même s'il est difficile d'affirmer que cette défiance s'étend à la cartographie.

142. Par exemple Sheppard [1993], insiste davantage sur les biais introduits par l'utilisation de données produites par des organismes qui, par les catégories qu'ils définissent, imposent leur conception du monde social.
143. Smith [1992] analyse le rôle des techniques de la géographie numérique pendant la première guerre du Golfe, et s'étonne de l'indifférence des géographes face à l'usage des outils qu'ils contribuent à développer. On trouve une série de points de vue plus ou moins critiques dans le recueil *Ground Truth*, dirigé par Pickles en 1995.
144. Par exemple Graham [1998], avec une approche englobant l'ensemble des techniques numériques.
145. [O'Sullivan, 2006] : le « SIG critique » est un « étrange animal » ("*curious beast*"), très isolé et extrêmement minoritaire. Les débats sur la géographie numérique n'ont pratiquement jamais lieu dans les publications spécialisées du domaine : moins de 4 % des articles parus dans 4 des principales revues savantes consacrées aux systèmes d'information géographiques entre 1995 et 2003 s'intéressent aux implications sociales des techniques ou aux questions épistémologiques qu'elles soulèvent.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Le grand public découvre la géographie numérique dans un environnement culturel déjà saturé de cartes. Atlas thématiques, infographies dans la presse, à la télévision, etc., les cartes sont omniprésentes dans notre environnement médiatique[146]. Les cartes sont aujourd'hui plus faciles à produire, à reproduire et à diffuser. Les formes multiples de l'anxiété spatiale contemporaine nourrie, entre autres, par la mondialisation médiatique contribuent à entretenir une boulimie cartographique. Cet appétit pour les cartes touche également le monde universitaire, dans lequel les études sur le sujet se multiplient, et le milieu de l'art où les cartes sont fréquemment le sujet ou la matière des œuvres[147]. L'adoption extrêmement rapide par le grand public des techniques géonumériques (GPS, géoweb, etc.) s'intègre dans ce contexte. Ces nouvelles techniques modifient assez profondément l'apparence des cartes, leur rhétorique, pour reprendre le mot de Harley, et l'imaginaire qu'elles construisent.

Un des changements notables de la cartographie, ces dernières années, est, en apparence, purement cosmétique. Il concerne en particulier les cartes de localisation comme celles qui apparaissent à la télévision française, par exemple pour indiquer le lieu d'un fait divers, le parcours d'une étape du tour de France, etc. La carte dessinée a presque systématiquement été remplacée par une image spatiale ou aérienne, avec, la plupart du temps, une animation comprenant un mouvement de zoom avec effet 3D et passage par la vue oblique. Il s'agit très nettement d'une esthétique à la Google Earth, plus cinématique que cartographique. Autant la carte topographique, avec ses grilles, ses chiffres, ses repères géodésiques, exhibait l'instrumentation intellectuelle et mathématique qui avait servi à la produire, autant ces cartographies médiatiques la dissimulent. La rhétorique mathématique de la carte topographique correspond à une stratégie d'affirmation d'autorité. La rhétorique photographique et cinématique des visualisations actuelles repose sur une autre logique. C'est l'autorité de l'image, et non celle du calcul, qui est invoquée ; ce qui est assez paradoxal à une époque où les possibilités accrues de manipulation de l'image ont miné la confiance dans l'image photographique.

Ce glissement du dessin à l'image de type photographique ne touche pas seulement les cartes sur écran : Michelin imprime ses cartes

146. [Retaillé, 1996] ; [Monmonier, 1999].
147. Sur ce sujet, voir par exemple le nº 20 des *Carnets du Paysage* (Actes Sud, 2010), et [Harmon (dir.), 2009]. La diversité des approches artistiques contemporaine de la cartographie est à peu près inépuisable. Le domaine, cependant, est trop éloigné de mes compétences pour que je m'y aventure ici.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

départementales au 1/150 000 sur un fond d'imagerie spatiale estompé, et, à en croire le petit macaron rouge « Relief image satellite » imprimé sous le titre de la carte, en fait un argument commercial. Dans ce cas précis, mettre en avant l'image satellite est assez étonnant. Un dossier de presse Michelin d'avril 2010[148] parle même de « fond cartographique satellite », ce qui est un peu excessif pour un discret ombrage issu du modèle de relief. Le fait qu'en l'occurrence, la carte papier s'efforce de singer la carte sur écran, et plus précisément Google Maps et Google Earth, montre bien de quel côté se situe l'autorité cartographique.

Le succès de ces images spatiales est tel que le globe vu de l'espace, ou, parfois, son développement sous forme de planisphère, est en train de supplanter la mosaïque colorée des États comme expression visuelle dominante de la géographie dans les médias[149]. Denis Cosgrove a étudié en détail les métamorphoses de l'image du globe terrestre dans la culture occidentale[150]. Il a montré notamment la valeur iconique des images de la Terre prises depuis la Lune lors des différentes missions Apollo. Ces images sont susceptibles d'interprétations symboliques variées, selon l'angle sous lequel elles sont prises, les positions respectives des masses continentales visibles, etc. Elles ont été abondamment reproduites, mises en scène, enrôlées pour les causes les plus diverses. Elles ont beaucoup contribué à banaliser l'image photographique de la Terre vue de l'espace. Comme elles fixent la Terre sous des angles inhabituels, que les nuages masquent certaines parties, ce ne sont pas à proprement parler des documents géographiques.

La Terre de Google Earth et ses clones sont d'une tout autre nature. Ces images de la Terre sont entièrement dépourvues de nuages (en cela, elles ne sont pas réalistes), complètement manipulables, zoomables jusqu'aux niveaux de détail les plus extrêmes. Ce qu'elles montrent n'est pas tant la réalité matérielle du Globe, comme les images Apollo, mais un regard omniscient. Ce qui est surtout donné à voir, c'est le caractère entièrement visible de cette Terre. Quoique les usages des globes virtuels soient très variés, l'imaginaire auquel ils sont liés est à chercher principalement du côté des fictions d'espionnage et de guerre froide. L'idée d'un monde encerclé de satellites d'observation militaires, généralement

148. *La cartographie Michelin à l'heure du temps réel*. [En ligne] : < www.michelin.com/corporate/FR/content/newsAndPress/10031-MICHCORP-NEWS2010.pdf >. La mention du « temps réel » montre bien que l'on est passé d'un régime d'une certaine stabilité cartographique à un nouveau type de rapports entre la carte et le temps.
149. [Dodge et Perkins, 2000, p. 497].
150. [Cosgrove, 2001].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

américains, toujours au bon endroit (ou apparemment capables d'accourir à la demande), toujours prêts à zoomer sur le moindre détail, dans un ciel perpétuellement dépourvu de nuages, a été largement popularisée par le cinéma et la télévision. Le film de Tony Scott *Enemy of the State* (*Ennemi d'État*, 1998), ou la série *24* sont des exemples d'un usage particulièrement important de ce motif[151]. L'association entre le satellite et l'espionnage est si bien établie qu'on peut situer le climat d'un récit, au cinéma, en utilisant, en guise de plan d'établissement, une image de type spatial sur laquelle on zoome pour localiser l'action. Cette figure est, par exemple, utilisée dans *The Sum of All Fears* (*La somme de toutes les peurs*, Phil Alden Robinson, 2002). L'incarnation contemporaine de la carte représentée par ces systèmes à base d'images est apparentée au monde militaire et à celui du renseignement non seulement parce qu'elle met en œuvre des techniques issues de la guerre froide (le satellite, le système géodésique mondial, etc.), mais aussi parce que sa forme visuelle est étroitement liée aux représentations fictives des techniques militaires, et parce que ce qu'elle donne à voir, c'est-à-dire un globe perpétuellement offert au regard, est une métaphore de la surveillance globale depuis l'espace.

L'association entre la carte sur écran et la surveillance ne repose pas uniquement sur la présence des images satellite. Les techniques géonumériques en général sont très fréquemment représentées dans la fiction dans un contexte policier ou d'espionnage. Dans la série militaro-policière *NCIS* (2003-), l'écran du système d'information géographique est souvent un des lieux importants de l'action[152]. La surveillance, dans ce cas, ne passe pas par l'image spatiale, mais par l'emploi de techniques de géolocalisation, la plupart du temps pour retrouver un suspect grâce à son téléphone portable. La carte elle-même devient un instrument de surveillance.

Ces nouvelles cartographies correspondent à une modification des imaginaires géographiques. Dans la mesure où les cartes jouent un rôle fondamental dans la façon dont nous concevons l'espace géographique, les mutations de la cartographie affectent nécessairement notre regard sur notre environnement et sur le monde en général. L'un des observateurs de ces mutations est William Gibson[153]. Son œuvre romanesque, publiée entre 1984 et 2010, peut se lire comme une suite de variations sur

151. On trouve une analyse complète des usages des techniques géonumériques dans la série *24* sur le blog de Thierry Joliveau : < http://mondegeonumerique.wordpress.com/tag/24/ >.
152. Ce n'est pas à proprement parler une nouveauté. Dans *Docteur Folamour*, et plus encore dans *Point limite*, déjà cités, l'action se déroulait en partie sur des cartes animées.
153. Pour une approche générale, et assez théorique, de la question de l'espace chez William Gibson, voir [Kneale, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le thème des rapports entre l'espace, l'histoire et la technique. Les deux derniers romans, *Spook Country* en 2007 (*Code source,* Au diable Vauvert, 2008)[154], et *Zero History* en 2010 (*Histoire zéro*, Au diable Vauvert, 2013), abordent la question des techniques géonumériques, qui sont même au cœur de l'intrigue de *Spook Country*.

William Gibson est surtout connu comme l'inventeur du mot « cyberespace », popularisé par son roman de science-fiction de 1984 *Neuromancer* (*Neuromancien,* Éditions La Découverte, 1985). En même temps que le mot, il a contribué à façonner l'imaginaire de l'espace virtuel, en particulier en développant l'analogie entre l'espace virtuel du réseau informatique et les paysages urbains nocturnes d'Amérique du Nord. Cette métaphore visuelle a été souvent utilisée par le cinéma et la télévision[155]. William Gibson occupe une place assez particulière dans la fabrique de nos imaginaires spatiaux, parce qu'il a acquis un statut d'icône au sein des études sur la cyberculture, mais aussi parce que sa propension à mettre en scène la théorie sociale[156], au fil des romans, est devenue de plus en plus consciente et délibérée. Il illustre la perméabilité qui peut exister entre le monde des théoriciens universitaires et la fiction littéraire. Il a, par exemple, influencé les conceptions des ingénieurs informaticiens qui ont participé au développement de l'informatique en réseau dans les années 1980[157]. À ce titre, il est une référence constante des études sur les relations entre société et technique. Mais ce sont surtout ses premiers romans, *Neuromancien* et, dans une moindre mesure, les deux suivants, *Count Zero* en 1986 (*Comte Zéro,* Éditions La Découverte, 1986) et *Mona Lisa Overdrive* en 1988 (*Mona Lisa s'éclate*, Éditions J'ai lu, 1990), qui ont retenu l'attention. Ces trois romans, typiques du genre cyberpunk, forment un cycle situé dans un futur relativement éloigné, et font une place importante aux spéculations sur l'espace virtuel. Le cycle suivant, également composé de trois romans (*Virtual Light* en 1993 [*Lumière virtuelle,* Éditons J'ai lu, 1995], *Idoru* en 1996, même titre original, 1998, *All tomorrow's*

154. Le titre français est une énigme ; il n'a de rapport ni avec le titre anglais, ni avec le contenu du roman. Ce n'est pas le seul mystère de cette traduction. Elle est signée d'un certain Alain Smissi, dont c'est apparemment à ce jour la seule traduction. L'homophonie avec Alan Smithee, pseudonyme utilisé par convention à Hollywood par les réalisateurs qui, en désaccord avec le studio sur le montage final de leur film, désavouaient leur œuvre, est troublante. Comme beaucoup d'auteurs de littérature de genre, William Gibson n'a pas toujours été bien servi par ses traducteurs. *Parano Land* serait un titre plus approprié.

155. [Desbois, 2011].

156. Le dernier ouvrage de William Gibson à ce jour, *Distrust that particular flavor* est un recueil d'essais. Ces essais éclairent parfois ses romans, mais c'est bien dans sa fiction que se trouve le meilleur de sa théorie. Sur les rapports entre Willian Gibson et la théorie, voir [Sponsler, 1992].

157. [Flichy, 2001].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

parties en 1999, *Tomorrow's parties*, Au diable Vauvert, 2001), est situé dans un futur plus proche, et traite, entre autres sujets, d'urbanisme. À partir de ce cycle, la circulation des thèmes et des idées entre la théorie sociale universitaire et la fiction de Gibson devient plus manifeste. Dans *Virtual Light*, Gibson reconnaît par exemple s'être inspiré de Mike Davis pour imaginer le futur urbain de la Californie[158].

Les trois romans suivants, *Pattern Recognition* en 2003 (*Identification des schémas*, Au diable Vauvert, 2004), *Spook Country* et *Zero History*, sont situés de nos jours. Ce sont des thrillers technologiques, s'il faut leur assigner un genre[159], reliés les uns aux autres par des personnages communs. *Spook Country* (*Code source*) est un roman construit autour du thème de la géolocalisation. Ce thème est décliné de différentes façons : d'un côté, Hollis Henry, une journaliste fait un reportage sur des œuvres « d'art locationnel », des sculptures virtuelles liées à des coordonnées géographiques précises, et que l'on peut voir au moyen de lunettes de réalité augmentée ; de l'autre, Bobby Chombo, un « géo-hacker »[160] suit par GPS les déplacements d'un conteneur que se disputent différents personnages plus ou moins liés au monde du renseignement. Bobby Chombo est également chargé de la partie technique des œuvres en réalité virtuelle, faisant ainsi le lien entre les intrigues. Ces intrigues mettent en scène différentes facettes des techniques géonumériques, et sont le prétexte à des commentaires sur les mutations de la nature de l'espace.

Un des motifs importants du roman est celui de la grille. La grille est celle du GPS ("GPS grid")[161]. Les connotations du mot *grid* en anglais ne sont pas exactement les mêmes que celles du français grille. Des emplois comme "*electric grid*" (réseau électrique), "*grid computing*" (système de

158. La référence est indiquée explicitement dans le roman, dans les remerciements. De plus, avant la parution de *Lumière virtuelle*, William Gibson avait déclaré : « Si vous voulez lire ce qui se fait de mieux, hors fiction, dans le genre cyberpunk, lisez un livre de Mike Davis qui s'appelle *City of Quartz*. Mike Davis est un vieux gauchiste de LA qui a écrit cette superbe analyse sémiotique sur ce qu'est LA aujourd'hui, et c'est juste comme un grand pamphlet, mais il a vraiment pigé le truc ».“*If you want to read the coolest piece of cyberpunk non-fiction, get a book by Mike Davis called City of Quartz. Mike Davis is an old LA lefty who's written this brilliant semiotic analysis of what LA is today and it's just one of those great rants, but he really gets it down*". [Fischlin, Hollinger et Taylor, 1992, p. 4].
159. Pour Jameson [2007, p. 384], Gibson n'a pas changé de genre, mais seulement transposé dans le monde contemporain le genre de la science-fiction, plus adapté à notre époque que le roman réaliste traditionnel.
160. Le terme qui apparaît dans le roman est utilisé pour désigner un spécialiste des techniques de géolocalisation capable de les détourner pour les usages les plus variés. À moins de faire entrer dans cette catégorie les auteurs de *mashups* Google Maps et les artistes inspirés par la géolocalisation, il est probable que Bobby Chombo en soit le seul exemple.
161. William Gibson, *Spook Country*, New York, Berkley Books, 2007, p. 42.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

calcul distribué sur un réseau de machines)[162], et d'autres liés au monde de la technique, donnent une teinte nettement plus technologique au terme anglais qu'au terme français. En lui-même, le terme "GPS *grid*" ne renvoie à aucune réalité technique. Le système GPS est lié à un système géodésique de référence, mais n'implique pas de référence à une grille fixe. Ce qui ressemble le plus à une grille GPS est le Military Grid Reference System, le système cartésien de localisation de l'OTAN, un quadrillage kilométrique lié à l'UTM[163], mais il est plus probable qu'il s'agisse ici d'une invention romanesque. Le personnage de Bobby Chombo est obsédé par cette grille ; Alfredo, un des artistes, présente ainsi Chombo à Hollis Henry :

« De l'index, il traça une ligne sur la nappe blanche. Puis une autre, à angle droit. "La grille GPS", dit-il.

Elle sentit des poils minuscules se hérisser sur ses reins, juste au-dessus de la ceinture.

Alberto se pencha : "Chez lui, Bobby découpe l'espace en petit carrés, alignés sur la grille. Il voit tout selon les lignes de la grille, le monde découpé comme ça. C'est vrai, bien sûr, mais..." Il fronça les sourcils. "Il ne dort jamais deux fois dans le même carré. Il les raye à mesure, et ne retourne jamais dans un où il a déjà dormi." »[164]

Plusieurs éléments importants de la grille sont mis en place dans ce passage. Tout d'abord, une géométrie orthogonale. Cette orthogonalité est la marque de l'artificialité, et plus précisément d'une mise en ordre austère. La réaction d'Hollis à la mention de la grille est inattendue : elle frissonne, saisie par la chair de poule. Il s'agit d'une réaction corporelle instinctive, comme si la grille en elle-même représentait un danger susceptible d'inspirer une répulsion innée. Cette grille d'extension mondiale, normalement invisible, a une existence objective, au point que Chombo éprouve le besoin de la matérialiser. Alfredo concède d'ailleurs à Chombo qu'en effet, « le monde [est] découpé comme ça ». Les lignes de la grille ne sont pas de pure convention. Un système technique lourd et des organismes politiques puissants sont dédiés à leur production et à leur entretien. Elles sont donc aussi réelles que, par exemple, les frontières

162. On parle en français de « grille informatique », par traduction littérale de l'anglais.
163. Ce système correspond au carroyage UTM reporté sur certaines cartes IGN au 1/50 000.
164. William Gibson, *op. cit.*, p. 42 : "*He put a forefinger on the white cloth, tracing a line. Crossed it with another, at a right angle. 'The GPS grid', he said.* She felt minute hair shift, on the small of her back, just above the waistband. *Alberto leaned forward. 'Bobby divides his place into smaller squares, within the grid. He sees everything in terms of GPS gridlines, the world divided up that way. It is, of course, but...' He Frowned. 'He won't sleep in the same square twice. He crosses them off, never goes back to one where he's slept before.'*".

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

politiques. La dernière information sur la grille donnée par ce passage est l'étrange manie de Bobby Chombo, qui ne dort jamais deux fois dans le même carré. Bobby Chombo est toujours présenté comme l'expert. La grille est son domaine de compétence et son comportement semble lié à un savoir secret. L'excentricité de cette manie, dont aucune explication n'est jamais donnée, produit un effet comique. Elle est aussi vaguement inquiétante, parce qu'elle évoque la conduite de quelqu'un de traqué.

LA GRILLE ET SES IMAGINAIRES

Le motif de la grille géométrique en général est un élément important du paysage et de l'imaginaire géographique américain. Le système de cadastre aligné sur les méridiens et les parallèles qui caractérise une bonne partie des États-Unis inscrit la géodésie dans le paysage. Cette géométrie, visible tant sur la carte que sur le terrain, constitue une référence culturelle commune importante pour les Américains[165]. Elle englobe les régions rurales, où elle fonde la division cadastrale, mais aussi le monde urbain, où la voierie est souvent alignée sur la même grille. Cette géométrisation du territoire, qui s'impose sans égard pour les accidents particuliers de la topographie[166], est la marque de sa conquête : « Ce cadastre puritain, c'est un garde-fou contre la terreur du *wilderness* et de la sauvagerie. Il faut imposer au pays une topographie fantôme, y projeter la grille d'un Baedeker, pour faire rempart contre le sauvage du dehors et exorciser le sauvage du dedans »[167], note Pierre-Yves Pétillon à l'occasion d'une analyse du roman de Pynchon *Gravity's Rainbow* (*L'Arc-en ciel de la gravité*, 1973). Dans ce roman, le thème de la géodésie est abordé de façon oblique. Il l'est beaucoup plus frontalement dans *Mason and Dixon* (*Mason et Dixon*, 1997). Ce roman particulièrement touffu est une fantaisie postmoderne centrée sur les personnages de Charles Mason et Jeremiah Dixon, deux astronomes anglais du XVIIIe siècle surtout connus pour avoir, entre 1763 et 1767, mené de grandes opérations d'arpentage en Amérique pour résoudre des différends territoriaux entre les colonies anglaises. La ligne qu'ils ont tracée et qui sépare le Delaware et la Pennsylvanie (à

165. [Brückner, 2006, p. 194]. Voir également, pour une description et une interprétation de ce paysage, [Cosgrove, 2008, pp. 87-103], et, sur la grille en général, [Geyh, 2009, pp. 63-91].
166. Cosgrove [2008, p. 96], note que lorsque quelque accident du relief ou de l'hydrographie vient perturber l'ordonnancement de l'échiquier cadastral, vu d'avion, c'est la nature qui paraît déplacée, étrangère à la logique géométrique du paysage.
167. [Pétillon, 1979, p. 184].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'est et au nord) du Maryland et de la Virginie (au sud) est devenue plus tard une ligne de démarcation majeure du territoire américain, séparant les États du Nord-Est des États esclavagistes du Sud. Une bonne partie du roman de Pynchon est consacrée au tracé de cette ligne, dont la plus longue section est un parallèle situé un peu au sud de 40° de latitude nord. Pynchon parle ainsi de l'Ouest, vers lequel progressent les astronomes :

« [...] vers l'Ouest, là où rien n'est encore cartographié, ni consigné, ni vu, par la majorité du genre humain, – véritable champ d'épandage pour espoirs hypothétiques, pour tout ce qui *pourrait être vrai*,– Paradis terrestre, Fontaine de jouvence, Pays du prêtre Jean, Royaume du Christ, par-delà toujours le couchant, intacts jusqu'à ce que le prochain territoire de l'Ouest soit observé et enregistré, mesuré et ancré, rattaché au réseau des points déjà connus, dont la lente triangulation se force un chemin à travers le continent, changeant l'hypothétique en factuel, réduisant les possibles à des évidences utiles aux fins des États, arrachant au domaine du Sacré ses marches une par une, pour les assigner à ce monde dépouillé et mortel qui est notre demeure, et notre désespoir. »[168]

Le fait même que Pynchon ait eu l'idée d'écrire ce qui est, au moins en partie, une odyssée géodésique, montre bien que le thème travaille la culture américaine[169]. La conquête de l'Ouest est ici totalement confondue avec l'entreprise cartographique. La cartographie est un processus de désenchantement ; contrairement à un Jules Verne un siècle plus tôt, en bon postmoderne, Pynchon ne saurait se réjouir du spectacle du triomphe de la science européenne. L'Amérique du Nord est plus sensible à cet aspect que, par exemple, l'Europe, parce que découverte, conquête, cartographie et aménagement sont un seul et même mouvement, et que l'acte de mesurer par le cadastre s'imprime dans le paysage par l'installation des colons, le tracé des routes et des limites de parcelles. Dans Pynchon, la

168. *Mason & Dixon*, chap. 34, p. 345 de l'édition de poche Vintage Books : "[...] *West-ward, wherever'tis not yet mapp'd, nor written down, nor ever, by the majority of Mankind, seen, -serving as a very Rubbish-Tip for subjunctive Hopes, for all that may yet be true,- Earthly Paradise, Fountain of Youth, Realms of Prester John, Christ's Kingdom, ever behind the sunset, safe till the next Territory to the West be seen and recorded, measur'd and tied in, back into the Net-Work of Points already known, that slowly triangulate its Way into the Continent, changing all from subjunctive to declarative, reducing Possibilities to Simplicities that serve the ends of Governments, -winning away from the realm of the Sacred, its Borderlands one by one, and assuming them unto the bare mortal World that is our home, and our Despair.*".

169. La littérature américaine en général est davantage préoccupée par les questions concernant l'espace et le territoire que la littérature européenne. Cette thèse soutenue par Pierre-Yves Pétillon dans l'ouvrage cité plus haut pourrait également s'appliquer au cinéma : un des genres majeurs du cinéma américain, le western, est, avant tout, l'odyssée d'une géographie en construction.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

violence des effets de la géodésie est soulignée par la description détaillée des opérations de défrichement menées sur le tracé de la Ligne à travers les forêts du Nouveau Monde[170]. La progression de la grille est une suite de désillusions, mais tant qu'il reste un extérieur de la grille, les espoirs peuvent subsister[171]. Même après la fermeture de la frontière, il reste un extérieur à la grille cadastrale, dans la nature sauvage des montagnes, des forêts, des déserts, et des réserves indiennes. Une partie de cet extérieur fait même l'objet d'une protection institutionnelle par le système des parcs nationaux, un mécanisme que les États-Unis ont été les premiers à mettre en place, avec la création du parc de Yellowstone dès 1872[172]. Il y a dans les parcs naturels américains quelque chose qui ressemble à une mauvaise conscience de la cartographie ; non pas qu'ils soient moins inventoriés et cartographiés que le reste, mais du moins ne portent-ils pas la marque de la grille.

La grille du GPS, au contraire, n'a pas d'extérieur. Elle s'impose à tous les lieux ; aucun n'est hors de la grille[173]. Le GPS est l'un des premiers, sinon le premier système technique réellement global, présent littéralement en tous lieux. Gibson partage avec Pynchon une certaine nostalgie d'une époque pré-cartographique, avec une chronologie un peu différente. La nostalgie est un thème important chez Gibson[174]. Elle n'est pas nécessairement liée à la cartographie mais elle pourrait l'être dans le cas de ce roman. Cette nostalgie est exprimée par le personnage d'Hollis Henry, après la visite de plusieurs œuvres d'art virtuel :

« [...] elle rentra à pied au Mondrian ; c'était ce moment étrange et fugace qui appartient à chaque matin ensoleillé de West Hollywood, lorsque l'air se pare d'une singulière promesse éternelle de chlorophylle et de fruit invisible que le soleil réchauffe, juste avant que ne s'abatte la chape d'hydrocarbures. Ce sentiment d'une beauté à la limite du champ de vision, antérieure à la Chute, une chose qui avait disparu il y a un peu

170. Voir en particulier [Ireton, 2011], pour une analyse détaillée de la vision de la mathématisation et de ses effets violents sur le monde dans le roman de Pynchon.
171. Cette vision diffère de celle de l'historien Frederick Jackson Turner, un des premiers à avoir placé la notion de frontière au centre de l'histoire américaine dès les années 1890. Pour Turner, il fallait s'inquiéter de l'achèvement de la marche vers l'Ouest car le peuple américain s'était forgé dans la confrontation avec le *wilderness*. [Cosgrove, 2008, p. 112]. Le texte de Turner est disponible en ligne : < http://xroads.virginia.edu/~HYPER/TURNER/home.html >.
172. Cosgrove, *op. cit*. p. 82.
173. Ici encore, l'anglo-américain "*off the grid*" correspond à un imaginaire différent de ce qu'évoque le mot français « grille » : "*off the Grid*" se dit surtout des habitations déconnectées des réseaux publics (principalement pour l'électricité), mais aussi, plus généralement, des individus en marge du système qui ne sont pas enregistrés dans les fichiers des administrations.
174. Voir par exemple [Desbois, 2011c].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

plus d'un siècle, mais à cet instant douloureusement présente, comme si la ville était quelque chose qu'on aurait pu essuyer de ses lunettes pour l'oublier. »[175]

Ce passage fait écho à celui, cité précédemment, de Pynchon[176], notamment par l'idée de la chute et du Paradis perdu (l'adjectif anglais "prelapsarian" est plus évocateur que la traduction ne peut le rendre). La chute dont il est question ici est datée d'un peu plus d'un siècle ; on ne peut la rapporter à un événement précis : il peut s'agir de la fermeture de la frontière, ou du début de la croissance urbaine de Los Angeles après la découverte de pétrole. Le paradis perdu, fait de verdure et de fruits mûrs, peut sembler une version assez conventionnelle de l'Arcadie, telle que la culture américaine en produit périodiquement. Mais le contexte et certains détails suggèrent autre chose, d'autant que la pastorale n'appartient pas au registre ordinaire de Gibson, auteur profondément urbain. Cette brève hallucination d'Hollis Henry se produit au retour d'une visite d'art virtuel (un monument à la mémoire d'Helmut Newton, sur le site de son accident de voiture fatal), à la fin d'un chapitre presque entièrement consacré aux œuvres d'art géonumériques. Ce qui est opposé au paradis terrestre n'est pas seulement la ville moderne, mais aussi la technique des œuvres d'art, et notamment la géolocalisation. L'image des lunettes, à la fin du passage, est un rappel des lunettes de réalité virtuelle qui permettent d'accéder aux œuvres. Dans ce moment irréel, par un processus d'interversion entre réalité et illusion, c'est la ville que l'on pourrait effacer comme si elle était un de ces objets virtuels de la réalité augmentée. Cette version particulière de l'Arcadie se trouve donc liée, en arrière-plan, aux techniques géonumériques qui parcourent le roman. À cet instant, ce qui repousse la beauté à la périphérie du champ de vision (sens de l'adjectif *peripheral* dans le texte original), ce qui s'interpose et rend le Paradis terrestre inaccessible, autant que la ville moderne, c'est la grille du GPS, ultime achèvement de

175. Chapitre 4 ; p. 26 : "[...] *she walked back to the Mondrian, through that weird evanescent moment that belongs to every sunny morning in West Hollywood, when some strange perpetual promise of chlorophyll and hidden, warming fruit graces the air, just before the hydrocarbon blanket settles in. That sense of some peripheral and prelapsarian beauty, of something a little more than a hundred years past, but in that moment achingly present, as though the city were something you could wipe from your glasses and forget*".

176. La correspondance peut n'être pas fortuite ou ne pas être fortuite ?, Pynchon étant une des inspirations littéraires de Gibson. Voir [Henthorne, 2011, p. 80]. Il y a par ailleurs un fort intertexte conradien dans *Spook Country*, qui emprunte des éléments à la nouvelle de Conrad, *Karain: a memory* (1897). Il n'est pas question de carte dans cette histoire de fantôme malais, mais la présence de l'ombre Conrad, maître de la nostalgie cartographique, dans *Code Source*, est tout à fait appropriée [Henthorne, p. 111].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la grande entreprise de désenchantement du continent commencée avec la triangulation des colons.

Cette nouvelle grille, cependant, n'est pas seulement un équivalent moderne du cadastre orthogonal des colons. Elle en partage la géométrie, mais, par bien des aspects, elle s'en distingue. La grille cadastrale est éminemment et doublement visible, sur le plan où elle est d'abord tracée, puis dans le paysage où elle s'inscrit. Celle du GPS au contraire est invisible : on n'en voit que les effets : chaque point de l'espace est assigné à ses coordonnées, mais le dispositif géométrique cartésien en lui-même ne se dévoile pas. Seul Bobby Chombo matérialise les lignes et les rend visibles, par exemple dans son atelier sur Romaine Street :

« Sur le sol gris, on avait sommairement tracé à la poudre blanche un quadrillage régulier, – chaque case, estima-t-elle, devait faire deux mètres de côté – ; on avait dû utiliser un de ces appareils pour les terrains de sport. D'ailleurs, il y en avait un : vert sapin, à une roue, en forme d'entonnoir, appuyé contre le mur du fond. La grille ne semblait pas parfaitement alignée sur celle, quelle qu'elle fût, sur laquelle étaient alignés le bâtiment et la ville [...]. »[177]

Outre l'obsession de Bobby en elle-même, d'autres détails sont intrigants dans cette scène. La taille des mailles de la grille, deux mètres, est symbolique de l'échelle à laquelle se joue aujourd'hui la précision de la localisation géographique[178]. Les mailles de la grille GPS sont de l'ordre de grandeur du corps humain, ce qui les rend plus menaçantes. Le décalage entre la grille de Bobby et celle de la ville est mystérieux. Comme beaucoup de villes américaines, Los Angeles est en partie alignée sur la grille cadastrale, selon les méridiens et les parallèles. C'est en particulier le cas de Romaine Street, rigoureusement orientée sur un axe est-ouest. La grille de Bobby Chombo suggère un ordre secret, subtilement différent de la géographie visible et connue de tous. L'ordre du monde imposé par le GPS serait donc différent non seulement en précision, mais peut-être aussi en nature, de l'ordre ancien lisible dans le cadastre.

L'idée d'un ordre nouveau invisible est inquiétante. La grille invisible du GPS symbolise toutes les techniques de contrôle, et en particulier tous

177. Chap. 11, p. 56 : "*The gray floor had been marked out in what she guessed were two-meter grid squares, loosely drawn in some white powder delivered by one of those spreaders they use on athletic fields. She could see one of these, in fact, a forest-green uniwheeled hopper, propped against the far wall. This grid didn't seem to be aligned with whatever grid system the city and this building were aligned with* [...]".

178. Dans de bonnes conditions de réception et avec un matériel de qualité, il est possible en effet d'atteindre une précision de localisation inférieure à trois mètres, en mode standard.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

les réseaux électroniques dont la toile invisible enserre l'environnement quotidien. La grille GPS, omniprésente, représente toutes les autres grilles modernes. L'image de la grille comme moyen de contrôle figure notamment dans le Manifeste Cyborg, de Donna Haraway :

« D'un côté, un monde de cyborgs signifie la projection définitive d'une grille de contrôle sur la planète, l'abstraction définitive d'une guerre des étoiles apocalyptique menée au nom de la défense du pays, l'appropriation définitive du corps des femmes dans une orgie masculiniste de guerre. »[179]

Écrit en 1985, le texte ne peut faire référence au GPS. Cependant, l'allusion à la guerre des étoiles, et celle, implicite, à la guerre nucléaire, évoque les orbites satellitaires et les trajectoires paraboliques qui appartiennent exactement à la même famille de systèmes techniques. La grille de contrôle selon Haraway est fortement liée à la guerre, ce qui est aussi le cas du GPS. Le thème féministe qui apparaît ici, et qui est le véritable sujet d'Haraway, est lié avant tout à la constatation qu'historiquement, et dans l'état des choses présent, la technique et la guerre sont des domaines fortement masculins[180]. Cela seul légitime un questionnement féministe sur ces sujets. Gibson ne pose pas frontalement la question du genre et de l'espace, mais le fait que le personnage principal du roman soit une femme n'est probablement pas indifférent. Il est possible de faire le lien entre les techniques de pouvoir marquées du sceau de la masculinité, ne serait-ce qu'à travers l'exaltation des valeurs dites viriles dans la rhétorique guerrière, et l'état de sujétion sociale, politique et symbolique imposé aux femmes. Face à une mise en ordre du monde qui est, de fait sinon de nature, masculine (ou masculiniste, pour reprendre le thème d'Haraway), le choix d'un point de vue féminin semble approprié. C'est bien le personnage d'Hollis Henry qui ressent le plus clairement l'oppression de la grille :

179. "*From one perspective, a cyborg world is about the final imposition of a grid of control on the planet, about the final abstraction embodied in a Star Wars apocalypse waged in the name of defence, about the final appropriation of women's bodies in a masculinist orgy of war*". Texte de 1985 disponible en ligne sur plusieurs sites. Par exemple : < https://netfiles.uiuc.edu/jwstone2/WAM/Haraway.pdf >. Le texte se poursuit ainsi : "*From another perspective, a cyborg world might be about lived social and bodily realities in which people are not afraid of their joint kinship with animals and machines, not afraid of permanently partial identities and contradictory standpoints.*" « D'un autre côté, un monde de cyborgs pourrait signifier que l'on pourrait vivre les réalités sociales et corporelles sans s'effaroucher de notre double apparentement avec l'animal et la machine, ni de nos identités toujours incomplètes ou de nos positions contradictoires. ».

180. La question de la science et de la technique traitée par le féminisme universitaire est extrêmement complexe. Haraway, pour sa part, ne dit pas que la science, l'objectivité (ce terme, dans certaines approches critiques, est extrêmement péjoratif) ou les techniques de la vision sont par essence masculines. Elles le sont par état de fait. Voir [Haraway, 1988].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

« La guerre contre la terreur. C'est toujours comme cela qu'ils disaient ? Ça l'avait rattrapée, de toute évidence : la terreur. Juste là, dans sa main, au Starbucks, n'osant plus se fier à son propre téléphone, ni à ce réseau qui s'étirait derrière, tendu entre ces faux arbres sinistres qu'on voyait par ici le long des voies express, relais mobiles grimés de faux feuillages grotesques, palmes cubistes, conifères art-déco, toute une forêt claire, support d'une grille invisible, pas très différente de celle tracée sur le sol de l'atelier de Bobby avec de la farine, de la craie, de l'anthrax, du laxatif pour bébé, ou quoi que cela puisse être. Les arbres que Bobby utilisait pour trianguler. Le réseau de la téléphonie, entièrement numérique, et, supposait-elle, entièrement sur écoute. »[181]

Ce passage se situe à peu près à la moitié du livre, dans un chapitre intitulé "Spook Country", ce qui est aussi le titre original du roman[182]. C'est un moment de basculement pour Hollis Henry, qui, à l'occasion d'un coup de fil banal, se rend compte qu'elle glisse dans la paranoïa ordinaire qui fait le quotidien des espions. Le motif de la grille de contrôle reparaît ici, à la fois en relation avec le climat post-11 septembre et la banalisation des techniques numériques. Comme Haraway, Hollis fait l'association entre la grille et la guerre ; non plus sous la forme de l'apocalypse thermonucléaire, mais d'une guerre diffuse, au point que son nom même est incertain. Dans cette guerre, la fonction première de la grille n'est plus balistique mais surveillante. Par la grâce de la convergence numérique, les mêmes techniques, et les mêmes infrastructures (les relais mobiles), servent à la localisation et à l'écoute. C'est un territoire paranoïaque[183] qui est créé ici : paranoïa des surveillants et paranoïa des surveillés se répondent asymétriquement. Le camouflage des antennes, vaguement ridicule, évoque moins une tentative ratée de décoration qu'une exhibition obscène de la dissimulation : ces antennes sont d'autant plus visibles qu'elles sont déguisées. La conscience de la présence de cette grille de contrôle contamine la perception. La grille GPS elle-même, telle qu'elle

181. Chapitre 34, pp. 159-160 : "*The war on terror. Were they still calling it that? She'd caught some, she decided: terror. Right here in here hand, in Starbucks, afraid to trust her own phone and the net stretching out from it, strung through those creepy fake trees you saw from highways here, the cellular towers disguised with grotesque faux foliage, Cubist fronds, Art Deco conifers, a thin forest supporting an invisible grid, not unlike the one spread on Bobby's factory floor in flour, chalk, anthrax, baby laxative, whatever it was. The trees Bobby triangulated on. The net of telephony, all digitized, and all, she had to suppose, listened to*."
182. Alain Smissi traduit ici : « Espions unis d'Amérique ».
183. Le mot, ici et par la suite, ne doit s'entendre aucunement au sens clinique, mais au sens d'Hofstadter (1964) : la tendance à soupçonner des complots, et plus généralement, à sur-interpréter tous les signes.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

apparaît tracée par Bobby, devient l'objet de nouveaux soupçons, mêlant la panique des courriers à l'anthrax de 2001 aux secrets sordides du trafic de drogue (la farine et le laxatif pour bébé étant, selon la culture populaire, des additifs utilisés pour couper la cocaïne).

TERRITOIRES DE LA PARANOÏA

Le récit paranoïaque est un genre majeur de la fabrique des imaginaires contemporains. Ses racines sont multiples. Il procède à la fois du récit de conjuration classique et du roman d'espionnage. L'institutionnalisation et, pourrait-on dire, l'industrialisation du renseignement, avec tout ce que cela implique de développements techniques, pendant la période de la guerre froide, a donné un nouveau souffle au genre, cependant que l'expérience du totalitarisme propose le modèle d'une société de surveillance dont le roman *1984* (publié en 1949) fournit une fois pour toutes l'archétype imaginaire, comme en témoigne l'enrichissement du vocabulaire des termes Big Brother et orwellien. En jetant un doute sur la crédibilité des gouvernements, les controverses sur l'assassinat de Kennedy, l'affaire du Watergate et quelques autres faits divers ont, parallèlement, donné un supplément de plausibilité aux fictions paranoïaques. Plus récemment, l'intensification réelle et visible de la surveillance policière après les attentats du 11 septembre a réactualisé le thème[184].

Jameson[185] attribue le succès des récits paranoïaques à l'efficacité de l'allégorie qu'ils proposent. La conspiration tentaculaire, explique-t-il, est à l'image du capitalisme avancé, qui prétend embrasser dans sa logique de marchandisation des secteurs de plus en plus étendus de la vie sociale et privée. La fiction de complot est une allégorie dont le déchiffrement se fait surtout sur le plan inconscient (car ce n'est qu'au niveau le plus souterrain de notre imaginaire collectif que notre esprit est en permanence préoccupé de la réalité sociale), et qui propose les éléments minimaux capables de figurer le capitalisme avancé : un réseau potentiellement infini et une

184. Le 11 septembre et ses suites forment une partie du fond des trois derniers romans de William Gibson. Voir [McAvan, 2010], et [Link, 2008]. Sur la culture conspirationniste contemporaine, voir [Jones, 2012].

185. Ces idées, appuyées essentiellement par des analyses de films, sont développées dans la première partie de [Jameson, 1992]. Ce chapitre a été traduit en français et publié séparément [Jameson, 2007b]. La traduction est malheureusement dépourvue des images qui illustrent l'original. Sur le même thème, mais en littérature, et avec une référence à Gibson, voir également [Boof-Vermesse, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

explication plausible de son invisibilité[186]. La mise en scène récurrente de la technologie dans ces récits correspond, dans cette perspective, à l'illustration du rôle essentiel de l'informatique et des télécommunications dans le fonctionnement du système économique et financier.

L'hypothèse de la fonction allégorique est d'autant plus séduisante qu'une veine allégorique puissante existe dans la culture contemporaine, par exemple dans la science-fiction[187]. Que l'on adhère ou non à cette interprétation[188], la multiplication des fictions de ce type est révélatrice d'une inquiétude, et, la plupart du temps, cette inquiétude a partie liée avec la technique. Le genre cyberpunk en général l'illustre, en reprenant les thèmes du roman noir ou du récit de conspiration dans un contexte de science-fiction. Indirectement, *Spook Country* s'inscrit dans cette lignée, mais les conspirations à l'œuvre dans le roman sont moins importantes que l'atmosphère générale d'anxiété face à la technique. Les techniques géonumériques, et plus particulièrement le GPS, contribuent à cette anxiété de deux façons.

La première est la création de la grille de contrôle totale qu'on a déjà évoquée. Elle est elle-même une allégorie du contrôle, mais aussi, en raison de l'inclusion de récepteurs GPS dans les appareils les plus divers, une menace réelle sur la liberté de ne pas être localisable. Quoique le GPS seul, récepteur passif, ne puisse trahir la localisation de son utilisateur, lorsqu'il est couplé à un téléphone, il est difficile de garantir que les informations de position restent confidentielles. L'interconnexion des systèmes numériques en général, plus que chaque système individuellement, constitue la grille de surveillance. Un exemple tiré du monde réel et non du roman permet de démontrer que les angoisses d'Hollis Henry ne sont pas totalement infondées. General Motors propose sur certains de ses modèles, ainsi que sur des BMW, un service nommé OnStar, qui permet sur abonnement, aux États-Unis, au Canada, et en Chine, l'accès à un ensemble de fonctions comprenant notamment la navigation GPS, une téléphonie mains-libres, une assistance à distance, un système de localisation d'un véhicule volé. Non seulement un tel système permet,

186. "*A potentially infinite network, along with a plausible explanation of its invisibility*", [Jameson, 1992, p. 9]. Giddens [1990, p. 19] parle du caractère fantasmagorique du lieu contemporain, traversé par les influences de puissances lointaines et invisibles (il cite en exemple, p. 140, un centre commercial). L'allégorie du complot est aussi propre à représenter ce type de perception.

187. Voir par exemple [Desbois, 2011c], sur la place de l'allégorie chez Gibson.

188. Une allégorie est davantage constituée par son déchiffrement que par l'intention qui sous-tend ou non son texte. En cela, la question de savoir si l'interprétation de Jameson est exacte n'a pas de sens.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

théoriquement, de localiser un véhicule à distance, mais puisqu'il est possible d'envoyer des commandes au système depuis les centres OnStar, on peut imaginer, par exemple, écouter des conversations à l'intérieur d'un véhicule en activant à distance le micro du système mains-libres[189]. De même, durant l'été 2010, la firme Apple a admis collecter des données de localisation des utilisateurs de ses appareils, pour éventuellement les revendre (en principe, anonymisées) à ses partenaires commerciaux[190]. La grille du GPS, par son intégration dans les autres systèmes numériques, est donc bien une grille de contrôle.

Le GPS peut aussi contribuer à augmenter l'anxiété technique par un autre biais : en participant à la virtualisation[191] croissante de l'environnement. Dans *Spook Country*, cette idée est exprimée de façon originale par le personnage d'Odile, une galeriste française spécialisée dans l'art virtuel. Le texte original joue sur l'accent français, ce que la traduction peine à rendre :

> « Scie-bère-espèce, expliqua Odile, d'un ton sentencieux, ça s'universe.
>
> — Qu'est-ce qui est l'univers ?
>
> — Sci-bère-espèce ; universé, insista Odile, s'accompagnant d'un geste des mains qui rappela à Hollis, avec un vague malaise, l'utérus en crochet dont une de ses profs en éducation sexuelle s'était servi pour illustrer son propos.
>
> — Ça s'inverse, se retourne comme un gant, traduisit Alberto, le cyberespace. Une salade de fruits et un café. Après un instant de perplexité, Hollis comprit que la dernière partie s'adressait à la serveuse. [...]
>
> — Je suppose qu'on peut dire que ça a commencé le premier mai 2000, dit Aberto.
>
> — Quoi ?

189. Le site de la société OnStar affirme que ce n'est pas possible : < https://www.onstar.com/web/portal/privacy >. Cependant, Zittrain [2008, p. 109] affirme que c'est non seulement possible, que cela a été réalisé au moins une fois. Le matériel évoluant rapidement, cela ne signifie pas nécessairement que, pour ce système particulier, ce soit encore possible aujourd'hui.
190. < http://latimesblogs.latimes.com/technology/2010/06/apple-location-privacy-iphone-ipad.html >.
191. Pour éviter d'entrer dans le débat sur la définition du virtuel, précisons qu'on appelle virtuel tout ce qui relève du traitement numérique de l'information.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

— Le géohacking, au moins en puissance. C'est à ce moment-là que le gouvernement a annoncé la fin de la disponibilité sélective[192], pour un système qui jusque-là avait été un système exclusivement militaire. Les civils pouvaient pour la première fois utiliser la géolocalisation par GPS. »[193]

Le terme employé par Odile est "to evert", qui signifie se retourner comme un gant. Selon la représentation conventionnelle, le cyberespace est le monde virtuel accessible par les ordinateurs en réseau, qu'il s'agisse de la version de science-fiction popularisée par Gibson, ou, par glissement du terme, du Web en général. S'il fallait assigner un lieu au cyberespace, ce serait « de l'autre côté de l'écran ». Parler de « retournement du cyberespace », c'est décrire la traversée de l'écran, et le débordement du virtuel dans l'environnement physique quotidien. La colonisation de l'environnement quotidien par les techniques numériques est un aspect de ce retournement dont tous les habitants des villes des pays développés peuvent faire l'expérience. Dans une interview de 2007, William Gibson lui-même s'est exprimé sur l'informatique ambiante :

« Une des choses que nos petits-enfants trouveront le plus étrange à notre sujet, c'est que nous distinguons le numérique du réel, le virtuel du réel. Dans le futur, cela sera littéralement impossible. Différencier ce qui est le cyberespace de ce qui ne l'est pas va devenir inimaginable. Quand j'ai écrit *Neuromancien*, en 1984, le cyberespace existait déjà pour quelques personnes, mais elles n'y passaient pas tout leur temps. Donc, il y avait d'un côté le cyberespace, là-bas, et de l'autre côté, ici-même, nous. Maintenant, pour beaucoup d'entre nous, le cyberespace est ici-même,

192. Selective Availability. Initialement, le GPS à usage civil fournissait un service à la précision intentionnellement dégradée (environ 100 m).

193. Chapitre 4, p. 22 : "'*See-bare-espace,*' Odile pronounced, gnomically, '*it is everting.*' '*Everything? What is?*' '*See-bare-espace*,' Odile reaffirmed, '*everts.*' She made a gesture with her hands that reminded Hollis, in some dimly unsettling way, of the crocheted model uterus her Family Life Education teacher had used as an instructional aid. '*Turns itself inside out,*' offered Alberto, by way of clarification. '*Cyberspace.*' *Fruit salad and coffee.*' This last, Hollis realized after an instant's confusion, addressed to their waitress. [...] '*I guess you could say it started on the first of May 2000,*' Alberto said. '*What did?*' '*Geohacking. Or the potential thereof. The government announced then that the Selective Availability would be turned off, on what had been, until then, strictly a military system. Civilians could access the GPS geocoordinates for the first time.*'"

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

et, là-bas, c'est juste une absence plus ou moins complète de connexion. Là-bas, c'est là où ils n'ont pas le Wi-Fi. »[194]

Le cyberespace devient le monde lui-même, et la confusion d'Hollis, entendant "everything" (« tout ») au lieu de "everting" (« se retournant »), n'altère pas fondamentalement le sens de ce que dit Odile. Le GPS joue un rôle essentiel dans ce retournement du cyberespace. Il permet d'assigner à des objets numériques une localisation physique, comme le démontrent les œuvres d'art virtuelles du roman, et, plus généralement, tous les dispositifs de réalité augmentée. De plus, les systèmes de navigation par GPS, en offrant le spectacle d'un déplacement sur le terrain qui modifie une carte en temps réel, sont un exemple de fusion entre l'environnement physique et sa simulation matérielle. Dans le dernier roman de William Gibson, *Zero History*, un personnage, Milgrim, utilise l'application GPS d'un téléphone pour se localiser dans Londres :

« Il regarda l'écran sur lequel brillait la carte. Il y vit comme une fenêtre sur la trame souterraine de la ville, comme s'il avait dans la main quelque chose d'où l'on avait arraché un fragment rectangulaire de la surface de Londres et qui dévoilait un substrat de code lumineux. Mais en réalité, n'était-ce pas plutôt le contraire qui était vrai, et la ville qui était le code caché sous la carte ? Il y avait ce truc qu'on disait toujours à ce sujet, mais qu'il n'avait jamais compris ; il n'arrivait pas à s'en souvenir exactement maintenant. Le territoire n'était pas la carte ? »[195]

Le chapitre d'où ce passage est tiré s'intitule « La carte et le territoire ». Milgrim hésite sur le sens de la relation entre la ville matérielle et sa représentation numérique. Sa première impression est que le dispositif cartographique numérique dévoile une vérité cachée sur la nature de la ville, en l'occurrence, littéralement, la production de l'espace urbain par le code numérique, comme si la raison d'être de la ville physique était de traiter l'information, comme si la carte engendrait la ville. Lorsque

194. "*One of the things our grandchildren will find quaintest about us is that we distinguish the digital from the real, the virtual from the real. In the future, that will become literally impossible. The distinction between cyberspace and that which isn't cyberspace is going to be unimaginable. When I wrote Neuromancer in 1984, cyberspace already existed for some people, but they didn't spend all their time there. So cyberspace was there, and we were here. Now cyberspace is here for a lot of us, and there has become any state of relative nonconnectivity. There is where they don't have Wi-Fi.*" Interview par Andrew Leonard, *Rolling Stone*, 15 nov. 2007, nº 1039, p. 162.

195. *Zero History*, chapitre 74, "Map, Territory", p. 361 : "*He looked down at the screen, the glowing map. Saw it as a window into the city's underlying fabric, as though he held something from which a rectangular chip of London's surface had been pried, revealing a substrate of bright code. But really, wasn't the opposite true, the city the code that underlay the map? There was an expression about that, but he'd never understood it, and now couldn't remember how it went. The territory wasn't the map?*"

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Milgrim revient à l'idée plus conventionnelle d'une représentation de l'espace urbain par la carte, il y introduit un élément inattendu : la ville n'est pas un espace à représenter, mais un code qui produit la carte. Que la ville soit engendrée par un code, ou qu'elle soit elle-même code, la cartographie numérique la tire du côté du signe, de l'écriture. Le médium numérique de la carte est de la même nature que la part informationnelle de la ville, ou plus exactement, il est lui-même un élément constitutif de cette part. Milgrim se perd dans la dialectique de la carte et du territoire parce que la cartographie numérique brouille cette distinction encore plus que la cartographie classique.

Des chiffres et des lieux

Le GPS contribue au retournement du cyberespace en étendant à tous les points de l'espace le domaine de la simulation numérique. Chaque point du territoire physique possède, par le GPS, un équivalent dans le monde simulé de la carte. Avant le GPS, il était déjà possible de désigner un point par ses coordonnées, mais la mesure était une opération technique et ne pouvait être une référence partagée hors de quelques milieux de spécialistes comme ceux de la cartographie ou de la navigation maritime. En 1977, dans le film de Steven Spielberg *Rencontre du troisième type*, au milieu d'une assemblée de savants, il faut un cartographe (le personnage de David Laughlin) pour reconnaître qu'une suite de nombres correspond à des coordonnées géographiques. Aujourd'hui, chaque nouveau tatouage qui apparaît sur l'épaule d'Angelina Jolie déclenche des millions de connexions sur Google Earth et la création de centaines de cartes de localisation immédiatement mises en ligne[196]. L'anecdote mérite qu'on s'y arrête, car elle symbolise la profonde mutation de nos imaginations géographiques. L'actrice et réalisatrice Angelina Jolie, personnalité bénéficiant d'une forte exposition médiatique, porte en haut de son bras gauche six tatouages correspondant aux coordonnées géographiques des lieux de naissance ou d'adoption de chacun de ses six enfants (adoptés ou nés entre 2002 et 2008). Les tatouages en général sont fort communs, depuis quelques années en Amérique du Nord, chez les hommes et les femmes de tous milieux sociaux[197]. Quoique

196. [Sui, 2008].
197. [Kosut, 2006] ; [Kang et Jones, 2007].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le tatouage, par nature, soit plutôt lié à la sphère de l'intime, les nombreuses apparitions publiques d'Angelina Jolie, presque toujours environnée de photographes et de cameramen, font de ses tatouages, placés à un endroit extrêmement visible dès lors que, circonstance fréquente chez les femmes dans les mondanités du monde du cinéma, les bras sont nus, un élément notable du spectacle du vedettariat mondialisé.

Le géo-tatouage, jusqu'à présent, ne semble pas une forme répertoriée. Une paire de coordonnées se substitue au prénom, à la date de naissance, au toponyme. Le choix de commémorer le lieu plutôt que la date ou le prénom peut s'expliquer par le fait que les deux premiers enfants ont été adoptés au Cambodge et en Éthiopie, et que ces actes d'adoption ont donc une coloration humanitaire et politique[198] que souligne le choix de mettre en avant leur géographie. Le fait de choisir des coordonnées plutôt que des toponymes inscrit cette géographie dans un espace global, post-national. La dispersion géographique des naissances et adoptions suivantes (Namibie, Vietnam, France – dans ce dernier cas, la naissance de jumeaux est commémorée par deux paires identiques de coordonnées) renforce cette impression. Les associations symboliques potentielles de ces tatouages sont nombreuses. Certaines sont liées à l'idée de virtualité. Ces inscriptions seraient impossibles sans les techniques géonumériques dont la banalisation rend à la fois cette information facile à obtenir (le GPS n'est pas nécessaire ; il suffit de pointer l'endroit sur l'un ou l'autre des services de cartographie en ligne) et aisée à déchiffrer. Ces tatouages sont donc, en même temps qu'une information géographique, un symbole technologique, et plus précisément une évocation des techniques numériques. Ces symboles sur le corps d'Angelina Jolie, dont l'un des premiers rôles importants a été un *hacker*, en 1995 (*Hackers*, Iain Softley), et qui a par deux fois incarné Lara Croft, une des icônes du jeu vidéo (*Lara Croft : Tomb raider*, Simon West, 2001 ; *Lara Croft Tomb Raider : le berceau de la vie*, Jan de Bont, 2003), sont comme un rappel malicieux des techniques numériques massivement utilisées par l'industrie du divertissement, et de leur intrusion potentielle dans notre quotidien.

198. Cette dimension est d'autant plus évidente qu'Angelina Jolie est notamment connue pour son engagement dans l'action au service des réfugiés, en tant qu'ambassadrice de bonne volonté de l'agence des Nations unies pour les réfugiés : < http://www.unhcr.fr/4acf003129.html >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Territoires virtuels

L'exemple des tatouages d'Angelina Jolie illustre l'ampleur de la diffusion des techniques géonumériques hors du milieu des spécialistes. Il suggère aussi, de manière un peu moins directe que ne le font les derniers romans de Gibson, que ces techniques affectent nos conceptions de l'espace. Un des aspects importants des évolutions des conceptions de l'espace est un sentiment de fusion croissante entre le numérique et l'environnement quotidien. La cartographie des GPS et des terres virtuelles y contribue. La colonisation de l'espace urbain par le numérique fait l'objet d'études géographiques nombreuses et riches[199], et l'exploration des imaginaires de l'espace virtuel dépasse la question de la cartographie. La cartographie numérique, cependant, se présente souvent comme un espace virtuel. Dans ses applications grand public, le mode de visualisation a souvent recours à la perspective, c'est-à-dire à une technique d'illusion, plutôt qu'à la projection cartographique. C'est le cas pour les GPS de navigation et pour les terres virtuelles. Les GPS pour automobiles proposent souvent une vue de la carte oblique qui évoque l'écran d'un jeu vidéo de conduite au graphisme simplifié. La visualisation de Google Earth pousse l'illusion plus loin. Non seulement le relief peut être affiché en 3D, mais aussi, dans les villes principales, les bâtiments, parfois sous la forme de volumes gris, parfois recouverts de textures photographiques, et même, pour quelques lieux, des arbres, modélisés schématiquement pour que leur silhouette générale corresponde aux essences présentes sur le terrain. Là où la carte traditionnelle trie l'information, Google Earth, au contraire, l'accumule.

Google Earth s'apparente aux SIG ; il en utilise les principes, manipule des données de même type, et parfois, en recoupe les usages, par exemple lorsqu'il sert à diffuser de l'information géographique en cas de catastrophe naturelle, industrielle ou humanitaire[200]. Mais le but de Google Earth n'est pas tant de proposer des informations appropriées à un usage précis que de construire le spectacle d'une illusion sidérante. La cartographie scientifique traditionnelle exhibe les outils mathématiques qui l'ont produite. Google Earth utilise toutes les ressources du calcul automatique pour les dissimuler. C'est donc sur le terrain de la

199. L'idée du double numérique de la ville a par exemple été développée en 1996 par Mitchell. Pour des perspectives plus récentes, voir [Thrift et French, 2002], [Graham, 2005], [Dodge Kitchin et Zook, 2009], ainsi que le recueil de textes rassemblés par Graham [2004].
200. Par exemple, l'ouragan Katrina [Crutcher et Zook, 2009], ou la crise du Darfour [Park, 2009]. Certains spécialistes, cependant, émettent des réserves à la fois à cause du caractère trop séduisant de l'interface et de la difficulté à évaluer la qualité des données [Sheppard et Cizec, 2009].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

géographie, et non dans un Second Life ou dans un jeu vidéo, que s'opère la production du plus vaste et du plus complexe des espaces virtuels. La construction de cet espace virtuel résulte de deux types de processus assez différents. D'une part, la contribution de multiples agents, sociétés commerciales, organismes gouvernementaux, individus isolés ou en réseaux, etc., fournit les données de base, les logiciels, les annotations, le contenu géoréférencé. D'autre part, il existe aussi des processus plus ou moins automatiques de collecte des images et d'intégration des données[201]. L'intervention de processus automatiques dans la production de ces données, intervention presque absente de la cartographie classique où chaque trait, d'une façon ou d'une autre, est tracé de main d'homme, laisse, au moins en théorie, une place à l'inexploré. Alors que la carte traditionnelle est le produit d'une exploration achevée, le globe virtuel peut-être un outil d'exploration, même si, par la force des choses, les réelles découvertes par Google Earth sont rares. Ainsi, durant l'été 2012, divers sites web avaient annoncé la découverte de pyramides inconnues en Égypte, repérées par une chercheuse grâce à Google Earth. Quoiqu'une découverte de ce type, quels qu'en soient les moyens, soit assez propre à exciter l'imagination romanesque pour attirer les faveurs des médias, il semble bien que ce soient les circonstances de la découverte plutôt que son objet qui aient ici retenu l'attention. La fascination devant Google Earth doit autant aux séductions du virtuel qu'à l'ancienne magie des cartes. En l'occurrence, après quelques jours, la découverte a été démentie[202], mais l'exploration du globe (virtuel) est l'un des usages importants de Google Earth, ainsi qu'en témoignent les sites consacrés aux curiosités, sites remarquables, lieux secrets, paysages étranges, etc. repérés sur les images[203].

LIEUX SECRETS

Une catégorie particulière de lieux est presque toujours représentée dans ces collections de curiosités : les installations secrètes ou supposées telles, généralement militaires. Quelques sites web sont même spécialisés dans

201. [Graham, 2010].
202. < http://cosmiclog.nbcnews.com/_news/2012/08/28/13532567-google-earth-pyramids-revisited?lite >.
203. Parmi bien d'autres : < http://www.mapofstrange.com/ >. < http://www.pcworld.com/article/134186/in_pictures_the_strangest_sights_in_google_earth.html >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

leur révélation[204]. Ce dévoilement de lieux secrets, en permettant au public de se réapproprier, au moins par le regard, un territoire qui lui est interdit, et en mettant au jour des espaces retranchés de l'espace démocratique commun (dans le cas de sites secrets de pays démocratiques), constitue un acte politique de contre-surveillance. Certains sites ont un discours critique très structuré à ce sujet[205]. Cela peut s'inscrire dans la logique de transparence assez répandue dans l'activisme en ligne, dont l'exemple le plus connu est Wikileaks[206]. Le plus souvent, et particulièrement hors des sites spécialisés, les installations secrètes ou présentées comme telles sont simplement incluses dans une collection de curiosités, entre un troupeau d'éléphants et un cercle de culture. La zone 51 est un des sites les plus abondamment observés, ainsi qu'il sied à l'épicentre de la plus féconde des mythologies conspirationistes contemporaines[207].

L'effet de cette exposition du secret est à double tranchant. Elle s'appuie sur des documents publics et légaux, et ne révèle que l'existence (éventuelle) du secret, non son contenu[208]. L'appareil qu'elle mobilise pour cette révélation est directement issu du complexe qui organise ce même secret, si bien que ce qui est donné en spectacle est surtout la puissance de l'appareil militaire, à travers l'efficacité de l'outil. Le propos du spectacle du secret ne semble pas tant être d'appeler à le faire cesser que d'offrir la jouissance de l'illusion momentanée de rejoindre la communauté des « personnes autorisées ». En reproduisant le regard militaire, le dévoilement par l'image spatiale agit comme un rappel des origines de la cartographie numérique. Même sous les couleurs de la dénonciation citoyenne peut se cacher le regard d'un voyeurisme technophile mu par la fascination des armes[209].

204. Par exemple : < http://www.globalsecurity.org/eye/index.html actif jusqu'en 2006 >. < http://www.cryptome.org/cartome/ > actif jusqu'en 2001. < http://cryptome.org/eyeball/index.html > actualisé pour la dernière fois en août 2011. < http://www.secret-bases.co.uk/ > toujours actif.
205. En particulier : < http://www.globalsecurity.org/eye/index.html >. < http://www.cryptome.org/cartome/ >.
206. [Perkins et Dodge, 2009].
207. Celle des extra-terrestres. La zone 51 est une base aérienne située au Nevada et utilisée comme terrain d'essais pour les projets d'avions militaires. Selon la mythologie des ovnis, c'est là qu'auraient été entreposés et étudiés les débris de la soucoupe volante de Roswell (Nouveau-Mexique), en 1947. Cette mythologie a en particulier fourni la matière de la série *X Files* (1993-2002).
208. Depuis quarante ans que les militaires vivent sous le regard des satellites, ils ont appris à s'en préserver, soit en se camouflant, soit en prenant en compte les heures de passage, forcément prévisibles, des satellites.
209. Le sens commun, avec Alberto Savinio (*Maupassant et l'autre*, p. 64 de l'édition française Gallimard, 1977), fait de cette fascination un élément constitutif de la masculinité. Il y aurait là un terrain pour une géographie du genre.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

D'un côté, la focalisation du regard sur une collection de sites secrets manque son objet, puisqu'elle ne révèle, dans l'ensemble, que peu de secrets véritables, et qu'elle laisse entendre que le secret pourrait être confiné à quelques lieux identifiés plutôt que diffus[210], mais d'un autre côté, elle reconnecte la technique géonumérique au monde militaire. L'ombre de la guerre plane donc sur l'imaginaire de la géographie numérique. Cette association est justifiée par la nature de la technique et l'histoire de son émergence. Les premières images d'une technique utilisant l'esthétique de Google Earth (le zoom avec effet 3D) à avoir été massivement diffusées auprès du public ont été celles de la guerre du Golfe de 2003, fournies aux télévisions par la société Earthviewer, alors sous contrat avec l'armée américaine[211]. La banalisation des techniques géonumériques les acclimate au domaine civil, mais, au moins sur le plan imaginaire ne les démilitarise pas totalement. Le fait que la plus grande partie des moyens dont nous disposons pour nous représenter l'espace aient été conçus en premier lieu pour les besoins de la guerre n'est pas sans relation avec certaines mutations de l'espace contemporain.

LES NOUVEAUX TERRITOIRES DE LA GUERRE

Il existe une coïncidence entre la prolifération des techniques géonumériques et une mutation des espaces de la guerre. En particulier, les discours et les pratiques associés à la « guerre contre le terrorisme », surtout depuis 2001, ont eu pour effet d'étendre presque sans limite l'espace de la guerre. Ce nouvel espace n'est pas homogène. Il concerne tout d'abord les zones désignées comme foyer de terrorisme (aujourd'hui principalement l'Afghanistan et le Pakistan, regroupés sous le nom d'Af-Pak par les stratèges américains) où se déroulent des opérations militaires classiques – en Afghanistan – et, de plus en plus, des frappes de drones armés destinées à assassiner des personnes identifiées comme terroristes (en Afghanistan

210. [Perkins et Dodge, 2009]. Cependant, cette idée est en contradiction avec l'imaginaire de la conspiration, qui a profondément partie liée avec le voyeurisme des lieux secrets, surtout dans sa forme la plus primaire : l'absence d'informations précises encourage les interprétations les plus fantaisistes, généralement pour venir à l'appui des théories du complot. Une recherche sur Google « Area 51 UFO Google Earth », par exemple, entraîne une plongée dans le monde des conspirationistes persuadés que les États-Unis testent des techniques extra-terrestres dans le désert du Nevada.

211. [Stahl, 2010].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

et au Pakistan, et ponctuellement ailleurs)[212]. Le fait que la guerre soit menée non contre un État, mais contre des individus de nationalités et d'affiliations variées (les organisations terroristes), étend potentiellement les frappes aux espaces les plus divers. Ainsi, durant l'été 2012, plusieurs frappes de missiles tirés par des drones ont touché le Yémen[213]. L'espace de la guerre contre le terrorisme n'est pas enfermé dans des frontières précises, mais il a une géographie, faite d'espaces de niveau de développement inégaux, de territoires désignés comme amis des États-Unis et de leurs alliés, ou comme complices des terroristes, etc[214]. Cette géographie englobe également l'espace des cibles effectives ou potentielles des terroristes. L'architecture et l'urbanisme des pays développés, et notamment des États-Unis, sont désormais imprégnés d'une logique militaire. Le discours sur la « sécurité nationale », forgé pendant la seconde guerre mondiale, fortifié pendant la guerre froide, et recyclé à présent dans la guerre contre le terrorisme[215], sert d'aiguillon aux nouvelles pratiques urbaines. Ces nouvelles pratiques sont fondées sur l'idée que le territoire national (principalement celui des États-Unis, mais avec des variantes, cela s'applique ailleurs) est un front intérieur qu'il faut armer contre les attaques de l'ennemi, lequel prend d'abord la figure de l'immigré, puis celle du terroriste invisible[216]. Cela se traduit à la fois par des pratiques de police (contrôle, surveillance), la mise en place de procédures dites de sécurisation (restrictions de circulation, d'accès à certains espaces), et des aménagements physiques. L'esprit de ces aménagements est visible par exemple dans un document de prescriptions d'urbanisme produit par la Federal Emergency Management Agency (FEMA, agence fédérale de réponse aux situations d'urgence). Cette agence initialement destinée surtout à faire

212. [Gregory, 2011]. Ces frappes sont menées par la CIA depuis les États-Unis. Les techniques géonumériques ont aboli la relation inverse qui existait traditionnellement entre la distance et la précision [Martin, 2006]. Cependant, si les missiles, en général, tombent à l'endroit désigné, il est beaucoup plus rare qu'à cet endroit se trouve en effet une cible réellement importante. Le temps nécessaire entre le repérage d'une cible, son identification, et sa destruction (ce que les militaires appellent la *kill chain*) est si réduit qu'en pratique, il semblerait que soient surtout frappés des soldats ordinaires et non les chefs visés [Gregory, *op. cit.*].

213. < http://www.20minutes.fr/ledirect/994895/yemen-huit-islamistes-abattus-attaque-drone-americain >. Des attaques par drones ont aussi été menées en Somalie.

214. [Gregory, 2010].

215. "*every American is a soldier, and every citizen is in this fight*" ; « chaque Américain est un soldat et chaque citoyen prend part à ce combat », déclaration de Georges Bush, octobre 2001. < http://www.nytimes.com/2001/10/30/us/a-nation-challenged-the-president-bush-announces-a-crackdown-on-visa-violators.html >. Sur l'infusion de la rhétorique guerrière dans la société civile américaine, voir [Orr, 2004] ; [Lutz, 2002].

216. [Graham, 2008], et pour un panorama complet de la militarisation des espaces urbains, voir [Graham, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

face aux catastrophes naturelles, désormais intégrée au Département de la sécurité intérieure, a été en partie réorientée vers le traitement de la menace terroriste après le 11 septembre. La FEMA a publié plusieurs documents d'architecture et d'urbanisme orientés vers la prévention des attaques terroristes. Le document FEMA 430, *Site and Urban Design for Security, Guidance against terrorist attack*[217] (*Sécurité en aménagement et urbanisme, préconisations contre les attaques terroristes*, paru en 2007) est représentatif du type d'aménagements réalisés ou en projet, et du style de discours qui les accompagne. Le document alterne les présentations historiques, les considérations théoriques et les études de cas. Les aménagements présentés sont censés protéger des explosions et des véhicules suicides. Les exemples portent sur tous types de sites. Non seulement des bâtiments officiels, mais aussi des parcs, des écoles (une autre publication de la FEMA, nº 428, leur est dédiée), campus universitaires, etc., ce qui étend de fait l'espace menacé à la quasi-totalité du territoire national. Le vocabulaire et les installations mentionnées appartiennent effectivement en grande partie au répertoire militaire. On voit des fossés, des talus, on parle de première, deuxième, troisième ligne de défense. Dans l'exemple du réaménagement du secteur de Battery Park, il est expressément spécifié que « Les barrières et les techniques de défense militaires sont étudiées et testées, puis redimensionnées et adaptées pour s'intégrer dans l'environnement urbain »[218]. Les exemples du manuel de la FEMA sont camouflés et leur nature militaire, dans la majorité des cas, est peu visible. Dans les faits, les aménagements de type militaire sont souvent bien plus visibles : barrières modulaires en béton (type New Jersey)[219] et barbelés concertina font partie du paysage urbain. Le barbelé concertina s'est tant répandu qu'un blogueur avait proposé, au moment de la candidature de Chicago pour l'organisation des Jeux olympiques de 2016, que, si la ville l'emportait, on s'en serve pour redessiner les anneaux d'une façon qui serait propre à exprimer la nouvelle identité de la ville[220]. Ces considérations sécuritaires sont l'une des principales forces à l'œuvre dans les mutations urbaines contemporaines aux États-Unis. Elles touchent l'amé-

217. [En ligne] : < http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?fromSearch=fromsearch&id=3135 >.
218. "*Military defensive techniques and barriers are studied and tested, and then re-scaled and adapted to fit into the urban streetscape context.*" Section 3-38. Le secteur de Battery Park a été endommagé lors des attentats du 11 septembre.
219. [Boddy, 2008]. Les *jersey barriers* sont des barrières basses (généralement moins d'un mètre), en béton, à base large, qui servaient à l'origine de séparateur central sur les autoroutes.
220. < http://twocitiestwowheels.blogspot.fr/2007_04_01_archive.html >. Le barbelé concertina (*razor wire*), où les pointes sont remplacées par des lames est un des éléments les plus symboliques du paysage sécuritaire.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

nagement des espaces publics, mais aussi des espaces commerciaux et privés, et sont multipliées lors d'événements publics[221]. Les Jeux olympiques d'été à Londres en 2012 ont mobilisé 17 000 militaires, un navire de guerre, des batteries de missiles[222], soit un déploiement de forces armées de la taille d'une opération militaire moyenne[223]. Ces pratiques brouillent la distinction entre le maintien de l'ordre civil et la défense du territoire[224].

Comme dans le cas des espaces ciblés par les drones, les techniques géonumériques sont partie intégrante de la militarisation. Les postes de commandement et les salles de contrôle de l'appareil militaro-sécuritaire sont un débouché important de l'industrie du SIG, et leurs murs d'écrans popularisés par la fiction sont l'incarnation contemporaine, miniaturisée et démultipliée, des "War rooms" des fictions de guerre froide. Dès novembre 2001, la société ESRI, principal fournisseur de logiciel de SIG, a publié un rapport soulignant le rôle des techniques géonumériques pour la sécurité intérieure[225]. L'industrie de la géographie numérique (SIG, imagerie spatiale) est fortement impliquée dans le complexe militaro-industriel américain. Au-delà de l'histoire des techniques et d'une parenté des modes de visualisation, l'association entre la géographie numérique et le monde militaire, qui caractérise en partie les nouveaux imaginaires cartographiques, traduit une réalité politique et économique.

LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES COMME MODE DE LECTURE DES CARTES

Les anxiétés de l'imaginaire cartographique contemporain sont le révélateur du lien qui existe entre le nouveau régime de représentation de

221. [Boyle et Haggerty, 2009], expliquent que ces événements servent souvent de banc d'essai au déploiement de nouvelles pratiques et techniques sécuritaires.
222. < http://www.guardian.co.uk/news/defence-and-security-blog/2012/aug/13/olympics-legacy-security >. L'ampleur de la mobilisation militaire s'explique parce qu'une société de sécurité privée n'a pas été capable de fournir suffisamment de personnel. Il y a une symétrie troublante entre l'implication de sociétés privées dans les opérations militaires extérieures (Afghanistan, Irak, voir [Gregory, 2010]), et l'engagement de l'armée dans des opérations de sécurité sur le territoire national.
223. À titre de comparaison, les forces britanniques en Afghanistan, début septembre 2012, représentent environ 9 500 soldats, selon le ministère de la Défense : < http://www.mod.uk/DefenceInternet/FactSheets/OperationsFactsheets/OperationsInAfghanistanBritishForces.htm >.
224. [Houlihan et Guilianotti, 2012].
225. *GIS for Homeland Security*. [En ligne] : < www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/homeland_security_wp.pdf >. Le contenu en est tout à fait insignifiant. La société Esri a publié en 2007 un livre sur le même thème, avec le même titre (*Mike Kataoka,* Esri Press, 2007). Sur les liens entre l'industrie du SIG et l'armée, voir également [Corson et Palka, 2004].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'espace et les mutations de cet espace. Les transformations de la cartographie ne sont pas un simple changement d'outil. Elles correspondent en profondeur à des évolutions des conceptions du monde, des formes d'organisation sociales, économiques et politiques, et des pratiques de l'espace. C'est de cela, entre autres choses, que rendent compte les évolutions des imaginaires cartographiques.

Nous ne sommes guère capables de nous représenter la configuration géographique du monde sans le secours de la cartographie. Mais il y a plus à voir sur la carte qu'une image du monde rendu totalement intelligible et maîtrisable grâce à la puissance du chiffre et du calcul, même quand elle se présente parée de toutes les séductions du virtuel. À travers ses modes de représentation, la carte donne aussi à voir, en plus du territoire qu'elle décrit, la technique qu'elle met en œuvre. Dans le cas de la cartographie numérique, l'exhibition technologique est particulièrement importante, au point de prendre parfois le pas sur ce qui est montré. D'une certaine façon, le spectacle de la technique déjoue la prétention à la transparence et à la neutralité du dispositif cartographique car ce qui est montré dans un globe virtuel n'est pas uniquement le monde, mais aussi l'exploit de sa recréation virtuelle.

Outre le spectacle de la technique, la carte offre aussi celui du pouvoir. La cartographie d'un territoire a longtemps été liée au pouvoir symbolique et effectif qu'on pouvait exercer sur l'espace. Ce lien a longtemps justifié la maîtrise par les États de leur propre cartographie. Les États ont aujourd'hui perdu une part de leur souveraineté cartographique, et les transformations de la production cartographique pourraient se lire comme une érosion du rôle de l'échelon national dans l'organisation des territoires, si un si grand nombre des éléments indispensables au fonctionnement de ce nouveau régime cartographique (GPS, majorité des satellites à haute définition, grands éditeurs de logiciels, acteurs majeurs de l'internet, etc.), n'étaient pas concentrés dans un seul pays : les États-Unis. La lecture géopolitique des mutations actuelles de la cartographie est donc nécessairement complexe.

Enfin, la carte exprime aussi une vision du monde, un ordre culturel. La cartographie scientifique fondée sur la mesure et le calcul est une construction culturelle dont le succès tient à sa grande efficacité dans un certain nombre d'usages, notamment guerriers. Ce qu'exprime l'omniprésence de la grille du GPS, rendue toujours plus visible par la multiplication des dispositifs de géolocalisation, ce n'est pas seulement un progrès

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

technique[226], c'est aussi la primauté de la mesure comme représentation du monde, et le pouvoir d'une organisation politique, sociale et économique qui rend possible la mise en place et l'entretien du système qui produit la mesure. En l'occurrence, la domination de l'organisation du monde par des États militaristes puissants.

Les imaginaires cartographiques jouent entre ces différentes dimensions techniques, politiques et culturelles. Ils opèrent, sur un mode ludique, la déconstruction cartographique prônée par Harley. Ils sont une invitation à imaginer, derrière l'écran du GPS, au-delà de l'évidence hypnotique du globe virtuel, la possibilité d'un autre monde.

226. Cette notion est ambiguë, notamment lorsqu'on l'applique à la cartographie. Une carte plus précise n'est pas nécessairement une meilleure représentation du monde, même si elle est sans doute plus efficace pour un certain nombre de fins pratiques. Voir [Edney, 2011].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CONCLUSION : L'APPROCHE CRITIQUE DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE ET LES IMAGINAIRES

La carte topographique scientifique manifeste une forme d'autorité arrogante dans la façon dont elle s'impose comme représentation de référence de l'espace géographique. Elle se donne comme une représentation exacte du territoire, quand elle ne fait qu'enregistrer un certain nombre de propriétés géométriques de divers éléments qu'on a jugé utile d'y faire figurer. Son efficacité pratique vaut preuve de son exactitude. Mais cette exactitude ne signifie pas que la carte rend compte d'une vérité du territoire. L'histoire de la cartographie tend parfois à s'écrire comme celle d'un progrès. Les cartes seraient de plus en plus fidèles. Il y a en effet une progression de la précision des mesures et une augmentation de leur densité. Les techniques géonumériques proposent des cartes plus efficaces que celles qui existaient auparavant pour suivre un itinéraire, assigner des coordonnées à un objet, ou atteindre un objectif avec un projectile. Cela ne signifie pas nécessairement que ces représentations sont meilleures, au sens, par exemple, où elles enrichiraient notre compréhension du monde. Elles appartiennent toujours à un certain ordre de représentations mathématisées qui impliquent une conception particulière de l'espace.

L'approche critique consiste à faire percevoir la dissonance éventuelle entre l'espace qui est représenté par la carte et celui dans lequel on vit, ou dans lequel on souhaiterait vivre. Ces espaces peuvent ne pas s'accorder, non pas au sens où l'espace cartographié ne serait pas une image fidèle, mais plutôt au sens où le regard de la cartographie scientifique impose, par les fins auxquelles il subordonne la représentation, un ordre du monde qui contrarie, de façon presque subliminale, certains idéaux progressistes. Par exemple, le regard surplombant et l'efficacité balistique de l'espace de la cartographie scientifique sont parfaitement appropriés au déploiement de pratiques de contrôle. L'asymétrie de pouvoir entre l'instance cartographiante et les habitants de l'espace cartographié est inscrite dans la forme même de la cartographie scientifique ; cela peut inciter à ne pas acquiescer sans réserve à l'ordre cartographique du monde.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les techniques numériques, en multipliant les cartes et les dispositifs cartographiques, renforcent l'hégémonie de la cartographie dans les représentations de l'espace géographique. De plus, la carte à grande échelle, si l'on peut encore parler d'échelle pour les cartes sur écran, englobe des espaces de plus en plus étendus. Même des régions avec une couverture en image médiocre dans Google Earth sont souvent visibles avec une résolution au sol de l'ordre de quinze mètres (couverture image de la société Terrametrics, fournisseur de Google Earth pour les résolutions inférieures et couvrant le globe, à l'exception de l'Antarctique). Il existe donc pour toutes les terres émergées sauf l'Antarctique une information géographique avec une précision meilleure que le 200 000e, et, pour les régions les plus peuplées, que le 20 000e. Les mailles de la grille cartographique mondiale sont de plus en plus fines. Dans le cas des globes virtuels et des systèmes de cartographie en ligne, la carte numérique ajoute de l'image au figuré symbolique cartographique classique. La cartographie devient une technique d'illusion. Cet aspect de la cartographie n'a jamais été tout à fait absent. Les rêveries cartographiques de Burton et de bien d'autres après lui en témoignent. Mais la confusion entre l'espace géographique et ses représentations n'a jamais été si grande. Non seulement chaque élément visible du paysage est présent sur la carte, mais les techniques du « temps réel », comme celles qui renseignent sur le trafic automobile ou qui affichent, autour de certains aéroports, la position des avions, étendent la cartographie même à des objets mobiles ou éphémères. Il n'est même plus besoin d'imagination pour voir le monde à travers la carte. La 3D et les fonctions d'accès à la vue photographique au niveau du sol (StreetView et liens Panoramio dans Google Maps/Earth, StreetSide dans Bing), en offrant des possibilités de va-et-vient entre le regard cartographique et le paysage, renforcent l'illusion d'un continuum de la carte au terrain. On a beau se cuirasser de théorie cartographique critique, déconstruire le système économique, technique, social, politique sous-jacent, il est difficile d'échapper à la fascination du voyage virtuel, et de ne pas prendre, ne fût-ce que passagèrement, la carte pour le territoire.

Le numérique travaille puissamment à la confusion entre la carte et l'espace représenté. Mais l'espace cartographié est imprégné des logiques construites par les États militaristes et centralisés. L'extension du domaine de la carte, à la fois en ce qui concerne les zones couvertes et les objets répertoriés, peut se lire comme une progression de l'emprise de ces logiques. De fait, il existe une concomitance entre les progrès de la cartographie numérique et une certaine militarisation des espaces urbains, et

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

les techniques géonumériques sont un des instruments de cette militarisation. Le développement de la surveillance, l'urbanisme antiterroriste, la militarisation des fonctions de police, les pratiques de restriction d'accès qui retranchent des pans entiers de l'espace public de l'usage commun, sont autant de pratiques qui se banalisent et heurtent les idéaux démocratiques de libre circulation. La cartographie scientifique ne porte pas en elle ces pratiques, mais son projet découle d'un ordre politique qui a une propension à les mettre en œuvre. Du point de vue spatial, l'ordre militaire, tel qu'il s'incarne dans une base, en situation de paix, ou dans un territoire occupé, en situation de guerre, repose sur le contrôle de la circulation, la compartimentation en zones à accès réglementé, et des usages réglés par des chaînes hiérarchiques à sens unique. Ce type d'espace entièrement sous contrôle, où le niveau d'habilitation conditionne la liberté de circulation, est très éloigné de l'idéal de l'espace public associé à la liberté démocratique. Il est dans la nature des régimes autoritaires de militariser l'espace civil ; leur perpétuation en dépend. On ne s'étonne pas non plus que cette conception de l'espace se déploie, sous forme de checkpoints, de zones vertes, et autres zones de sécurité, sur les théâtres des guerres (post-)coloniales du Sud global (Proche-Orient, Irak, Afghanistan). Il est plus troublant de voir ces pratiques se répandre, de manière diffuse, dans l'espace des démocraties avancées : à des degrés divers, ces évolutions sont sensibles notamment aux États-Unis, au Royaume-Uni, en Australie, en France ; elles sont moins visibles, par exemple, au Japon ou en Allemagne. Une rhétorique guerrière les accompagne, surtout dans le domaine anglophone. La « guerre contre le terrorisme » en est l'incarnation principale, à côté de la « guerre » contre le crime, la drogue, etc. Comprendre au nom de qui et au bénéfice de qui cette guerre est menée peut être une ambition légitime.

La banalisation de la militarisation de l'espace appelle des stratégies de résistance. Celles-ci peuvent être de nature très variée. Par rapport à la résistance dans le champ politique, ou dans l'action pratique, ou même aux tentatives de détournement à des fins progressistes de l'outillage technique des diverses formes de domination (ce que tentent les contre-cartographies de la géographie critique), l'approche critique de la cartographie peut sembler une façon exagérément indirecte d'attaquer le problème. Il ne faut cependant pas sous-estimer l'importance d'un travail de déconstruction des fausses évidences. La carte est un élément si fondamental de la construction de nos conceptions de l'espace, si liée à la construction des États et aux questions de souveraineté, qu'il y a sans

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

doute quelque chose à apprendre de son étude critique. La démarche, cependant, n'est pas aisée.

Malgré tout ce que l'on peut dire sur les jeux de pouvoir et la rhétorique de la carte topographique scientifique, ses bases théoriques fondées sur la géodésie et les mathématiques sont solides. Au contraire de certaines méthodes quantitatives appliquées aux sciences humaines, on ne peut en récuser la légitimité à partir du moment où on accepte la validité formelle du discours scientifique en général. Quoi qu'on puisse dire sur le caractère idéologique ou relatif de la pensée scientifique moderne, ses triomphes sont trop éclatants pour qu'on puisse en ébranler la domination. La cartographie repose sur un système très cohérent dont l'efficacité pratique est démontrée quotidiennement. Il n'y a pas lieu de contester ce mode de connaissance de l'espace géographique. On peut en revanche en discuter l'hégémonie. Mais cela ne peut que difficilement se faire dans les formes et avec les méthodes de la science, ou du moins de la science entendue au sens le plus conventionnel, c'est-à-dire plus ou moins modelée sur la physique, structurée par la mesure et les mathématiques, et sous-tendue par une recherche d'objectivité. Au sens scientifique conventionnel, il est en effet malaisé de proposer une représentation de l'agencement physique de l'espace géographique qui n'emprunterait pas les voies mathématisées de la cartographie.

Le recours à un discours d'un autre ordre que le discours scientifique, en l'occurrence celui de l'imaginaire, est ici fécond. La fiction ôte à la carte sa transparence et en fait un objet chargé d'affects, de symboles, et non plus un instrument ou une compilation de relevés. La fiction extrait la carte de son environnement scientifique et la met en scène dans un contexte social, politique, et culturel qui en expose des facettes invisibles autrement. L'imaginaire est un moyen d'aborder le discours scientifique par l'extérieur, et de lui contester la prétention à être le seul régime de connaissance valide. Aborder la carte par ses imaginaires s'inscrit aussi dans une tentative plus large de réhabiliter des modes alternatifs d'appréhension du monde.

La question de la place des imaginaires se pose dans la production de la connaissance ; elle se pose aussi dans sa transmission. Si l'on croit au bien-fondé de l'attitude critique, il faut accueillir dans l'écriture de la recherche et dans la pratique pédagogique suffisamment d'éléments étrangers au discours scientifique conventionnel pour laisser une chance au progrès humain.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

Adams Colin, Laurence Ray (ed.), *Travel and Geography in the Roman Empire*, Londres, Routledge, 2001.

Alavoine-Muller Soizic, « Un globe terrestre pour l'Exposition universelle de 1900. L'utopie géographique d'Élisée Reclus », *L'espace géographique*, 2003, nº 2, pp. 156-170.

Aliprandi Laura et Giorgio, « Les Alpes et les premières cartes-itinéraires au XVIe siècle », *Revue de géographie alpine*, 2002, t. 90, nº 3, pp. 37-54.

Alpers Svetlana, « L'œil de l'histoire », *Actes de la recherche en sciences sociales*, septembre 1983, vol. 49, pp. 71-101.

Andrews John H., *A Paper Landscape: the Ordnance Survey in Nineteenth-Century Ireland*, Dublin, Four Courts Press, 2001.

Andrews John H., *Maps in those Days: Cartographic Methods before 1850*, Dublin, Four Courts Press, 2009.

Anker Peder, "Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth", *Minerva*, 2007, nº 45:4, pp. 417-434.

Arnaud Pascal, « *Plurima Orbis Imago*. Lectures conventionnelles des cartes au Moyen Âge », *Médiévales*, 1990, nº 18, pp. 33-51.

Arnaud Pascal, « Pouvoir des mots et limites de la cartographie dans la géographie grecque et romaine », *Dialogues d'histoire ancienne*, 1989, vol. 15, nº 1, pp. 9-29.

Arnould Maurice-Aurélien, « La naissance des départements. De la "représentation", reflet du réel, au découpage réel de la France de 1789 », *Revue belge de philologie et d'histoire*, 1992, t. 70, fasc. 2, pp. 399-409.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Aronson Peter, *Applying Software Engineering to a General Purpose Geographic Information System*, Proceedings of AUTOCARTO 7. ASPRS, Falls Church, 1985, pp. 23-31.

Ashby Neil, "Relativity and the Global Positioning System", *Physics Today*, 2002, vol. 55, nº 5, pp. 41-47.

Ash Eric H., "Navigation Techniques and Practice in the Renaissance", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 509-527.

Ashkenazy Vidal, "Coordinate Systems: How to Get Your Position Very Precise and Completely Wrong", *Journal of Navigation*, 1986, vol. 39, nº 2, pp. 269-278.

Barber Peter, "Was Elisabeth I Interested in Maps – and Did it Matter?", *Transactions of the Royal Historical Society*, 2004, vol. 14, pp. 185-198.

Barber Peter, "Monarchs, Ministers, and Maps, 1550-1625", in Buisseret David (dir.), *Monarchs, Ministers and Maps: the Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1992, pp. 57-98.

Bar-Zeev Avi, Crampton Jeremy W., "Keyhole, Google Earth, and 3D Worlds: an Interview with Avi Bar-Zeev", *Cartographica*, 2008, vol. 43, nº 2, pp. 85-93.

Beaune Colette, « La notion de nation en France au Moyen Âge », *Communications*, 1987, nº 45, pp. 101-116.

Benes Tomas (dir.), *Geoinformation for European-wide Integration*, Proceedings of the 22nd EARSeL Symposium on Remote Sensing, Prague, 4-6 juin 2002, Amsterdam, Millpress, 2002.

Bennett James A., *The Mathematical Science of Christopher Wren*, Cambridge ; Londres ; New York, Cambridge University Press, 2002.

Bernazzoli Richelle M., Flint Colin, "Embodying the Garrison State? Everyday Geographies of Militarization in American Society", *Political Geography*, 2010, vol. 29, nº 3, pp. 157-166.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Bertin Jacques, *Sémiologie graphique*, Paris ; La Haye, Mouton ; Gauthier-Villars, 1967.

Besse Jean-Marc, Blais Hélène, Surun Isabelle, *Naissances de la géographie moderne (1760-1860)*, Lyon, ENS Éditions, 2010.

Biggs Michael, "Putting the State on the Map: Cartography, Territory and European State Formation", *Comparative Studies in Society and History*, 1999, vol. 41, nº 2, pp. 374-405.

Black Jeremy, "Changes in Ancient Régime International Relations: Diplomacy and Cartography, 1650-1800", *Diplomacy and Statecraft*, 2009, vol. 20, nº 1, pp. 20-29.

Blais Hélène, « La carte de l'Algérie au miroir de la carte de France. Circulation des savoirs et altérité du terrain », in Besse Jean-Marc, Blais Hélène, Surun Isabelle, *Naissances de la géographie moderne (1760-1860)*, Lyon, ENS Éditions, 2010, pp. 85-109.

Boddy Tevor, "Architecture Emblematic: Hardened Sites and Softened Symbols", in Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008.

Boof-Vermesse Isabelle, « L'histoire comme crime : apophénie et révision, le modèle du roman policier dans la littérature postmoderne américaine », *Études anglaises*, 2011, vol. 64, nº 4, pp. 477-490.

Bord Jean-Paul, « Le géographe et la carte. Point de vue et questionnement de la part d'un géographe cartographe », *Cybergeo: European Journal of Geography*, 1997. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/6470 >.

Bord Jean-Paul, *L'univers des cartes, la carte et le cartographe*, Paris, Belin, 2012.

Boyle Philip, Haggerty Kevin D., "Spectacular Security: Mega-Events and the Security Complex", *International Political Sociology*, 2009, vol. 3, nº 3, pp. 257-274.

Branch Jordan, "Mapping the Sovereign State: Technology, Authority, and Systemic Change", *International Organization*, 2011, nº 65, pp. 1-36.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Bret Patrice, « Le moment révolutionnaire : du terrain à la commission topographique de 1802 », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (*XVII*e*-XIX*e siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 81-97.

Brodersen Kai, "The Presentation of Geographical Knowledge for Travel and Transport in the Roman World, *Itineraria non tantum adnotata sed etiam picta*", in Adams Colin, Laurence Ray (ed.), *Travel and Geography in the Roman Empire*, Londres, Routledge, 2001, pp. 7-21.

Brodersen Kai, "Cartography", in Dueck Daniela, *Geography in Classical Antiquity*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 2012, pp. 99-110.

Brown Lloyd A., *The Story of Maps*, New York, Dover Press, 1979.

Brückner Martin, *The Geographic Revolution in Early America: Maps, Literacy, and National Identity*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 2006.

Brückner Martin (dir), *Early American Cartographies*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 2011.

Brunn Stanley D., Cutter Susan L., Harrington James W. Jr. (dir.), *Geography and Technology*, Dordrecht ; Boston, Kluwer Academic Publishers , 2004.

Buisseret David (dir.), *Monarchs, Ministers and Maps: the Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1992.

Bulson Eric, "Joyce's Geodesy", *Journal of Modern Literature*, 2001-2002, vol. 25, nº 2, pp. 80-96.

Bulson Eric, *Novels, Maps, Modernity: the Spatial Imagination, 1850-2000*, New York, Routledge, 2010.

Butler Declan, "The Web-Wide World", *Nature*, 2006, vol. 439, pp. 776-778.

Cachey Theodore J. Jr, "Maps and Literature in Renaissance Italy", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 450-460.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Campbell Tony, “Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 371-463.

Campbell Brian, *The Writings of the Roman Land Surveyors*, Londres, Society for the Promotion of Roman Studies, 2000.

Caquard Sébastien, Taylor D. R. Fraser, “What is Cinematic Cartography”, *The Cartographic Journal*, 2009, vol. 46, nº 1, pp. 5-8.

Caquard Sébastien, “Foreshadowing Contemporary Digital Cartography”, *The Cartographic Journal*, 2009, vol. 46, nº 1, pp. 46-55.

Cassini Jean-Dominique, *Mémoires pour servir à l’histoire des sciences et à celle de l’Observatoire royal de Paris*, Paris, Bleuet, 1810.

Cassini de Thury César-François, *Description géométrique de la France*, Paris, Desaint, 1783.

Chinworth William C., *The Future of the Ohio Class Submarine*, USAWC Strategy Research Project, 15 mars 2006, 19 p.

Clarke Keith C., Cloud John, “On the Origins of Analytical Cartography”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2000, vol. 27, nº 3, pp. 195-204.

Cloud John, “Imaging the World in a Barrel: CORONA and the Clandestine Convergence of the Earth Sciences”, *Social Studies of Science*, 2001, vol. 31, nº 2, pp. 231-251.

Cloud John, “American Cartographic Transformations during the Cold War”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 261-282.

Cloud John, “The Long Arc of the Pathfinder”, *Imago Mundi*, 2006, vol. 58, Part 2, pp. 220-226.

Cloud John, “Crossing the Olentangy River: the Figure of the Earth and the Military-Industrial-Academic-Complex, 1947-1972”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 2000, vol. 31, nº 3, pp. 371-404.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Collis Christy, Dodds Klaus, “Assault on the Unknown: the Historical and Political Geographies of the International Geophysical Year (1957-1958)”, *Journal of Historical Geography*, 2008, vol. 34, nº 4, pp. 555-573.

Conley Tom, *The Self-Made Map: Cartographic Writing in Early Modern France*, Minneapolis ; Londres, University of Minnesota Press, 1996.

Conley Tom, *Cartographic Cinema*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2007.

Cook Sherburne F., “Interracial Warfare and Population Decline among the New England Indians”, *Ethnohistory*, 1973, vol. 1, nº 1, pp. 1-24.

Coppock John T., Rhind David W., “The History of GIS”, in Maguire David J., Goodchild Michael F. et Rhind David W. (ed.), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, 1991, vol. 1, pp. 21-43.

Corson Mark W., Palka Eugene J., “Geotechnology, the US Military and War”, in Brunn Stanley D., Cutter Susan L., Harrington James W. Jr. (dir.), *Geography and Technology*, Dordrecht ; Boston, Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 401-427.

Cosgrove Denis E., *Mappings*, Londres, Reaktion Books, 1999.

Cosgrove Denis E., *Apollo’s Eye: a Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*, Baltimore ; Londres, Johns Hopkins University Press, 2001.

Cosgrove Denis E., *Geography and Vision, Seeing, Imagining, and Representing the World*, Londres ; New York, I. B. Tauris, 2008.

Craglia Max *et al.*, “Next-Generation Digital Earth”, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2008, vol. 3, pp. 146-167.

Crampton Jeremy W., Krygier John, “An Introduction to Critical Cartography”, *ACME*, 2006, vol. 4, nº 1, pp. 11-33.

Crampton Jeremy W., *Mapping: a Critical Introduction to Cartography and GIS*, Chichester, Wiley-Blackwell, 2010.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Crosby Alfred W., *La mesure de la réalité*, Mandosio Jean-Marc (trad.), Paris, Allia, 2003.

Cruickshank John L., "Krushchev Preferred Bartholomew's Maps", *Sheetlines*, 2010, nº 87, pp. 31-34.

Crutcher Michael, Zook Matthew, "Placemarks and Waterlines: Racialized Cyberscapes in Post-Katrina Google Earth", *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 523-534.

Dainville F. de, « Cartes et contestations au xve siècle », *Imago Mundi*, 1970, vol. 24, pp. 99-121.

Danchik Robert J., "An Overview of Transit Development", *John Hopkins APL Technical Digest*, 1998, vol. 19, nº 1, pp. 18-26.

Dann Elijah, Haddow Neil, "Just Doing Business or Doing Just Business: Google, Microsoft, Yahoo! and the Business of Censoring China's Internet", *Journal of Business Ethics*, 2008, nº 79, pp. 219-234.

Davies John, "Uncle Joe Knew Where you Lived", *Sheetlines*, 2005, nº 72, pp. 26-38, et *Sheetlines*, 2005, nº 73, pp. 6-20.

Davies John, "Russian Mapping of Britain – Recent Discoveries", *Sheetlines*, 2006, nº 77, pp. 51-51.

Davoine Charles, « La Forma Urbis Romae », *Histoire urbaine*, 2007, nº 20, pp. 133-152.

Day Dwayne A., "Cover Stories and Hidden Agendas: Early American Space and National Security Policy", in Logsdon John M., Launius Roger D., Smith Robert William, *Reconsidering Sputnik: Forty Years Since the Soviet Satellite*, Londres, Routledge, 2000, pp. 161-195.

Defense Mapping Agency, *The Department of Defense World Geodetic System 1972*, Defense Mapping Agency, 1974.

Delambre Jean-Baptiste, Méchain Pierre, *Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc du Méridien entre Dunkerque et Barcelone*, Paris, Baudouin, 1806.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Deneux Jean-François, *Histoire de la pensée géographique*, Paris, Belin, 2006.

Denis Delphine, « “Sçavoir la carte”, voyage au Royaume de Galanterie », *Études littéraires*, 2002, vol. 43, nº 1-2, pp. 179-189.

Desbois Henri, « Cyberespace : retour sur un imaginaire géographique », *Carnets de géographes*, 2011, nº 2. [En ligne] : < http://www.carnetsdegeographes.org/carnets_recherches/rech_02_02_Desbois.php >.

Desbois Henri, « *Code Source*, de William Gibson, et les imaginations géographiques à l’ère du GPS », *Géographie et cultures*, 2010, nº 75, pp. 189-206.

Desbois Henri, « La géographie du numérique : des systèmes d’information géographique à la géographie de l’information », in Guichard Éric (dir.), *Regards croisés sur l’internet*, Villeurbanne, Presses de l’enssib, 2011b (coll. Papiers), pp. 125-137.

Desbois Henri, « Le paysage énigmatique. Le Bay Bridge et l’élan allégorique contemporain dans *Lumière virtuelle* de William Gibson », in Imbert Christophe et Maupeu Philippe (dir.), *Le paysage allégorique, entre image mentale et pays transfiguré*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2011c, pp. 353-367.

Devic J. F. S., *Histoire de la vie et des travaux scientifiques et littéraires de J.-D. Cassini IV*, Clermont (Oise), Alexandre Daix, 1851.

Dhombres Jean, « Résistances et adaptation du monde paysan au système métrique issu de la Révolution : les indices d’évolution d’une culture de la quantification », *Annales de Bretagne et des pays de l’Ouest*, 1993, vol. 100, nº 4, *La culture paysanne (1750-1830)*, pp. 427-439.

Dial Gene, Bowen Howard, Gerlach Frank, Grodecki Jaceck, Oleszczuk Rick, “IKONOS Satellite, Imagery, and Products”, *Remote Sensing of Environment*, 2003, nº 88, pp. 23-36.

Dobson Jerome E., “Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1983, vol. 35, nº 2, pp. 135-143.

Dobson Jerome E, “The Geographic Revolution: a Retrospective on the Age of Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 431-439.

Dodge Martin, Kitchin Rob, Perkins Chris, *The Map Reader*, Chichester ; Hoboken, Wiley-Blackwell, 2011.

Dodge Martin, Kitchin Rob, Zook Matthew A., "How Does Software Makes Space? Exploring Some Geographical Dimensions of Pervasive Computing and Software Studies", *Environment and Planning A*, 2009, nº 41, pp. 1283-1293.

Dodge Martin, Perkins Chris, "The 'View from Nowhere'? Spatial Politics and the Cultural Significance of High-Resolution Satellite Imagery", *Geoforum*, 2000, nº 40, pp. 497-501.

Dowell William Thatcher, "The Internet, Censorship, and China", *Georgetown Journal of International Affairs*, 2006, vol. 7, nº 2, pp. 111-119.

Dueck Daniela, *Geography in Classical Antiquity*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 2012.

Dupuy Lionel, « Jules Verne et la géographie française de la deuxième moitié du XIXe siècle », *Annales de géographie*, 2011, nº 676, pp. 225-245.

Eastham Scott, *American Dreamer: Bucky Fuller and the Sacred Geometry of Nature*, Cambridge, Lutterworth Press, 2007.

Edgerton Samuel Y., *The Renaissance Rediscovery of Linear Perspective*, New York, Basic Books, 1975.

Edney Matthew, "Cartography without 'Progress': Reinterpreting the Nature and Historical Development of Mapmaking", in Dodge Martin, Kitchin Rob, Perkins Chris, *The Map Reader*, Chichester ; Hoboken, Wiley-Blackwell, 2011, pp. 73-82.

Edney Matthew, *Mapping an Empire: the Geographical Construction of British India, 1765-1843*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1997.

Ehrlich Robert, *Waging Nuclear Peace: the Technology and Politics of Nuclear Weapons*, Albany, State University of New York Press, 1985.

Ferre André, *Géographie de Marcel Proust*, Paris, Éditions du Sagittaire, 1939.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Fierro Alfred, « Géorama », *Mappemonde*, 1987, nº 3, pp. 33-35.

Filteau Claude, « Le Pays de Tendre : l'enjeu d'une carte », *Littérature*, 1979, nº 36, pp. 37-60.

Fiorani Francesca, "Cycles of Painted Maps in Renaissance", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 804-830.

Fischlin Daniel, Hollinger Veronica, Taylor Andrew, "'The Charisma Leak': a Conversation with William Gibson and Bruce Sterling", *Science-Fiction Studies*, 1992, nº 56, vol. 19-1, pp. 1-16.

Flichy Patrice, *L'imaginaire d'Internet*, Paris, La Découverte, 2001.

Florini Ann M., Dehqanzada Yahya, "Commercial Satellite Imagery Comes of Age", *Issues in Science and Technology*, 1999, vol. 16, nº 1, pp. 45-52.

Fontanabona Jacky, "La géographie de Jules Verne et ses cartes dans l'île mystérieuse", *Mappemonde*, 2012, vol. 105, nº 1. [En ligne] : < http://mappemonde.mgm.fr/num25/articles/art10101.html >.

Fuller Richard B., *Utopia or Oblivion: the Prospects for Humanity*, Londres, The Penguin Press, 1972.

Funkhouser Howard G., "Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data", *Osiris*, 1937, vol. 3, pp. 269-404.

Gallois Lucien, « L'Académie des sciences et les origines de la carte de Cassini », *Annales de géographie*, 1909, vol. 18, nº 99, pp. 193-204.

Gallois Lucien, « L'Académie des sciences et les origines de la carte de Cassini », *Annales de géographie*, 1909, vol. 18, nº 100, pp. 289-310.

Gaspar Joaquim Alves, "Dead Reckoning and Magnetic Declination: Unveiling the Mystery of Portolan Charts", *e-perimetron*, 2008, vol. 3, nº 4, pp. 191-203.

Gautier Dalché Patrick, "The Reception of Ptolemy's Geography (End of the Fourteenth to Begining of the Sixteenth Century)", in Woodward David (dir.),

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

The History of Cartography, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, vol. 3, pp. 285-364.

Geyh Paula, *Cities, Citizens, and Technologies. Urban Life and Postmodernity*, New York, Routledge, 2009.

Giddens Anthony, *The Consequences of Postmodernity*, Palo Alto, Stanford University Press, 1990.

Godlewska Anne, "Geography and Cassini IV, Witness and Victim of Social and Disciplinary Change", *Cartographica*, 1998, vol. 35, nº 3-4, pp. 25-40.

Goodchild Michael, "Geographic Information Systems and Geographic Research", in Pickles John, *Ground Truth*, New York ; Londres, Guilford Press, 1995, pp. 31-50.

Graham Mark, "Neogeography and the Palimpsests of Place: Web 2.0 and the Construction of a Virtual Earth", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2010, vol. 101, nº 4, pp. 422-436.

Graham Stephen, "Spaces of Surveillant-Simulation New Technologies, Digital Representations, and Material Geographies", *Environment and Planning D: Society and Space*, 1998, nº 16, pp. 483-504.

Graham Stephen (dir.), *The Cybercities Reader*, Londres ; New York, Routledge, 2004.

Graham Stephen, "Software-sorted Geographies", *Progress in Human Geography*, 2005, vol. 29, nº 5, pp. 1-19.

Graham Stephen, "Cities and the 'War on terror'", in Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008, pp. 1-28.

Graham Stephen, *Cities under Siege, the New Military Urbanism*, Londres ; New York, Verso, 2011.

Gregory Derek, "The Everywhere War", *The Geographical Journal*, 2011, vol. 177, nº 3, pp. 238-250.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Gregory Derek, “War and Peace”, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2010, vol. 35, pp. 154-186.

Grison Laurent, « Une carte du bon chemin. Géographie, rhétorique et religion au XIXe siècle », *Mappemonde*, 1997, nº 2, pp. 7-10.

Grossner Karl E., Clarke Keith C., “Is Google Earth, ‘Digital Earth?’: Defining a vision”, *Proceedings of the Fifth International Symposium on Digital Earth*, 2007, Berkeley, California. [En ligne] : < http://kgeographer.com/assets/Grossner_Clarke_IsGoogleEarthDigitalEarth.pdf >.

Guerriero Robert A., “Space-Based Reconnaissance from a Strategic Past to a Tactical Future”, *Army Space Journal*, 2002, vol. 1, nº 2, pp. 28-32.

Guichard Éric, *Comprendre les usages de l’internet*, Paris, Éditions Rue d’Ulm, 2001.

Haraway Donna, “Situated Knowledges: the Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective”, *Feminist Studies*, 1988, vol. 14, nº 3.

Haraway Donna, *Manifeste Cyborg et autres essais*, Paris, Exils, 2007.

Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987.

Harley Brian, *The New Nature of Maps: Essays in the History of Cartography*, Baltimore ; Londres, The Johns Hopkins University Press, 2001.

Harris Ray, “Remote sensing policy”, in Warner Timothy A., Foody Giles M., Nellis M. Duane (dir.), *The SAGE Handbook of Remote Sensing*, Los Angeles, Sage, 2009, pp. 18-30.

Harvey Paul D., “Local and Regional Cartography in Medieval Europe”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 464-501.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Heffernan Michael, “The Politics of the Map in the Early Twentieth Century”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 207-226.

Hegglund Jon, *World Views, Metageography of Modernist Fiction*, New York, Oxford University Press, 2012.

Hegglund Jon,“‘Ulysses’ and the Rhetoric of Cartography”, *Twentieth Century Literature*, 2003, vol. 49, nº 2, pp. 164-192.

Henthorne Tom, *William Gibson: a literary Companion*, Jefferson, McFarland & Co, 2011.

Herrenschmidt Clarisse, *Les trois écritures*, Paris, Gallimard, 2007.

Herva Vesa-Pekka, “Maps and Magic in Renaissance Europe”, *Journal of Material Culture*, 2010, nº 15, pp. 323-343.

Herva Vesa-Pekka, Ylimaunu Timo, “What’s on the Map? Re-assessing the First Urban Map of Tornea and Early Map-Making in Sweden”, *Scandinavian Journal of History*, 2010, vol. 35, nº 1, pp. 86-107.

Hewitt Rachel, *Map of a Nation: a Biography of the Ordnance Survey*, Londres, Granta Books, 2011.

Hinks Arthur Robert, “Geodesy and Geophysics at Madrid”, *The Geographical Journal*, 1924, vol. 64, nº 6, pp. 477-481.

Ho Janice, “The Spatial Imagination and Literary Form of Conrad’s Colonial Fictions”, *Journal of Modern Literature*, 2007, vol. 30, nº 4, pp. 1-19.

Hofmann Catherine, *Artistes de la carte, De la Renaissance au XXIe siècle*, Paris, Autrement, 2012.

Hofmann-Wellenhof Bernhard, Legat Klaus, Wieser Manfred, Lichtenegger Herbert, *Navigation, Principles of Positioning and Guidance*, Vienne, Springer, 2003.

Hofstadter Richard, “The Paranoid Style in American Politics”, *Harper’s Magazine*, novembre 1964, pp. 77-86.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Hoinka Klaus, De Castro Manuel, “A Renaissance Depiction of a Tornado”, *Bulletin of American Meteorological Society*, 2005, vol. 86, nº 4, pp. 543-552.

Hollister Charles W., Baldwin John W., “The Rise of Administrative Kingship: Henry I and Philip Augustus”, *The American Historical Review*, 1978, vol. 83, nº 4, pp. 867-905.

Homet Jean-Marie, « De la carte-image à la carte-instrument », *Études françaises*, 1985, vol. 21, nº 2, pp. 9-19.

Houlihan Barrie, Giulianotti Richard, “Politics and the London 2012 Olympics: the (In)security Security games”, *International Affairs*, 2012, vol. 88, nº 4, pp. 701-717.

Humeau Dao, « Les dimensions géographiques dans l’œuvre de Jules Verne », *Géographie et cultures*, 1995, nº 15, pp. 21-44.

Ireton Sean, “Lines and Crimes of Demarcation: Mathematizing Nature in Heidegger, Pynchon and Khelmann”, *Comparative Literature*, 2011, vol. 63, nº 2, pp. 142-160.

Jacob Christian, *L’empire des cartes, Approche théorique de la cartographie à travers l’histoire*, Paris, Albin Michel, 1992.

Jacobsen Karsten, “Mapping with IKONOS Images”, in Benes Tomas (dir.), *Geoinformation for European-wide Integration*, Proceedings of the 22nd EARSeL Symposium on Remote Sensing, Prague, 4-6 juin 2002, Amsterdam, Millpress, 2002, pp. 149-156.

Jameson Fredric, *The Geopolitical Aesthetic: Cinema and Space in the World System*, Bloomington, Indiana University Press, 1992.

Jameson Fredric, *Archaeologies of the Future: the Desire Called Utopia and Other Science-Fictions*, New York, Verso, 2007.

Jameson Fredric, *Le postmodernisme ou la logique culturelle du capitalisme tardif*, Paris, Beaux-Arts de Paris les éditions, 2007.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Jameson Fredric, “Cognitive Mapping”, in Nelson Cary et Grossberg Lawrence (dir.), *Marxism and the Interpretation of Culture*, Chicago, The University of Illinois Press, 1988, pp. 347-357.

Jameson Fredric, *La totalité comme complot, Conspiration et paranoïa dans l’imaginaire contemporain*, Paris, Les prairies ordinaires, 2007.

Jennings Francis, “Virgin Land and Savage People”, *American Quarterly*, 1971, vol. 23, pp. 519-541.

Jones Laura, “The Commonplace Geopolitics of Conspiracy”, *Geography Compass*, 2012, vol. 6, nº 1, pp. 44-59.

Kagan Richard, Schmidt Benjamin, “Maps and the Early Modern State: Official Cartography”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 661-679.

Kang Milian, Jones Katherine, “Why do people get tattoos”, *Contexts*, 2007, vol. 6, nº 1, pp. 42-47.

Kneale James, “Plots: Space, Conspiracy, and Contingency in William Gibson’s Pattern Recognition and Spook Country”, *Environment and Planning D: Society and Space*, 2011, vol. 29, pp. 169-186.

Korsmo Fae L., “The Genesis of the International Geophysical Year”, *Physics Today*, 2007, vol. 60, nº 7, pp. 38-43.

Kosut Mary, “An Ironic Fad: the Commodification and Comsumption of Tattoos”, *The Journal of Popular Culture*, 2006, vol. 39, nº 6, pp. 1035-1048.

Kramer Herbert J., *Observation of the Earth and its Environment: Survey of Mission and Sensors*, Vienne, Springer, 2001.

Kumar Sangeet, “Google Earth and the Nation State, Sovereignty in the Age of New Media”, *Global Media and Communication*, 2010, vol. 6, nº 2, pp. 154-176.

Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Laplace Pierre Simon, *Traité de mécanique céleste*, Paris, Crapelet, an VII.

Latchford Stephen, “The Bearing of International Air Navigation Conventions on the Use of Outer Space”, *The American Journal of International Law*, 1959, vol. 53, nº 2, pp. 405-411.

Lefebvre Henri, *La production de l’espace*, Paris, Anthropos, 2000.

Lestringant Frank, « Le déclin d’un savoir. La crise de la cosmographie à la fin de la Renaissance », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 1991, 46e année, nº 2, pp. 239-260.

Levallois Jean-Jacques, *Mesurer la Terre : 300 ans de géodésie française, de la toise du Châtelet au satellite*, Presses de l’École nationale des ponts et chaussées, 1988.

Levenson Jay A. (dir), *Circa 1492: Art in the Age of Exploration*, Washington ; New Haven, National Gallery of Art ; Yale University Press, 1991.

Li Zhilin, “High-Resolution Satellite Images: Past, Present and Future”, *Journal of Geospatial Engineering*, 2002, vol. 2, nº 2, pp. 21-26.

Lindgren Uta, “Land Surveys, Instruments, and Practioners in the Renaissance”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 477–508.

Link Alex, “Global War, Global Capital, and the Work of Art in William Gibson’s Pattern Recognition”, *Contemporary Literature*, 2008, vol. XLIX, nº 2, pp. 209-231.

Litfin Karen, “The Status of the Statistical State: Satellites and the Diffusion of Epistemic Sovereignty”, *Global Society*, 1999, vol. 13, nº 1, pp. 95-116.

Litfin Karen, “Public Eyes: Satellite Imagery, the Globalization of Transparency, and New Networks of Surveillance”, in Rosenau James, Singh J. P. (dir.), *Information Technologies and Global Politics: the Changing Scope of Power and Governance*, Albany, State University of New York Press, 2002, pp. 65-89.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Logsdon John M., Launius Roger D., Smith Robert William, *Reconsidering Sputnik: Forty Years since the Soviet Satellite*, Londres, Routledge, 2000.

Lowman Paul D. Jr, "Landsat and Apollo: the Forgotten Legacy", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1999, vol. 65, nº 10, pp. 1143-1147.

Lutz Catherine, "Making War at Home in the United States: Militarization and the Current Crisis", *American Anthropologist*, 2002, vol. 104, nº 3, pp. 723-735.

Mack Pamela E., *Viewing the Earth: the Social Construction of the Landsat Satellite System*, Cambridge, MIT Press, 1990.

Mark David M., Chrisman Nicholas *et al.*, "The GIS History Project", Summary Paper presented at the UCGIS Summer Assembly, Bar Harbor, 1997.

Martin Jean, « La carte d'Algérie », *Annales de géographie*, 1932, vol. 41, nº 231. pp. 314-317.

Martin Randy, "Derivative Wars", *Cultural Studies*, 2006, vol. 20, nº 4-5, pp. 459-476.

Massey Jonathan, "Buckminster Fuller's Cybernetic Pastoral: the United States Pavilion at Expo 67", *The Journal of Architecture*, 2006, vol. 11, nº 4, pp. 463-483.

Maumi Catherine, *Thomas Jefferson et le projet du Nouveau Monde*, Paris, Éditions de La Villette, 2007.

McAvan Em, "Paranoïa in Spook Country: William Gibson and the Technological Sublime of the War on Terror", *Journal of Postcolonial Writing*, 2010, vol. 46, nº 3-4, pp. 405-413.

McConville David, "Cosmological Cinema: Pedagogy, Propaganda, and Perturbation in Early Dome Theaters", *Technoetic Arts: a Journal of Speculative Research*, 2007, vol. 5, nº 2, pp. 69-85.

McDougall Walter A., *The Heaven and the Earth: a Political History of the Space Age*, New York, Basic Books, 1985.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

McKenzie Donald, Spinardi Graham, “The Shaping of Nuclear Weapon System Technology: US Fleet Ballistic Missile Guidance and Navigation”, *Social Studies of Science*, 1988, vol. 18, nº 3-4, pp. 419-463 et pp. 581-624.

Minerva Nadia, *Jules Verne aux confins de l’utopie*, Paris, L’Harmattan, 2003.

Mitchell Jean B., “The Matthew Paris Maps”, *The Geographical Journal*, 1933, vol. 81, nº 1, pp. 27-34

Mitchell William, *City of Bits*, Cambridge, MIT Press, 1996.

Monmonier Mark, *Maps with the News: the Development of American Journalistic Cartography*, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.

Monmonier Mark, *Spying with Maps, Surveillance Technologies and the Future of Privacy*, Chicago, The University of Chicago Press, 2002.

Morel Philippe, « L’État médicéen au XVIe siècle : de l’allégorie à la cartographie », *Mélanges de l’École française de Rome. Italie et Méditerranée*, 1993, vol. 105, nº 1, pp. 93-131.

Musset Alain, *De New York à Coruscant. Essai de géofiction*, Paris, PUF, 2005.

Musset Alain, *Le syndrome de Babylone, géofictions de l’apocalypse*, Paris, Armand Colin, 2012.

Nelson Cary, Grossberg Lawrence (dir.), *Marxism and the Interpretation of Culture*, Chicago, The University of Illinois Press, 1988.

Nicolet Claude, *L’inventaire du monde : géographie et politique aux origines de l’Empire romain*, Paris, Hachette, 1996.

Nicolet Claude, Gautier Dalche Patrick, « Les “quatre sages” de Jules César et la “mesure du monde” selon Julius Honorius : réalité antique et tradition médiévale », *Journal des savants*, 1986, vol. 4, nº 4, pp. 157-218.

Norgate Martin, “Cutting Borders: Dissected Maps and the Origins of the Jigsaw Puzzle”, *The Cartographic Journal*, 2007, vol. 44, nº 4, pp. 342-350.

Norris Pat, “Developments in High Resolution Imaging Satellites for the Military”, *Space Policy*, 2011, nº 27, pp. 44-47.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Norris Pat, *Watching Earth from Space: How Surveillance Helps Us - and Harms Us*, Vienne, Springer, 2010.

Orr Jackie, “The Militarization of Inner Space”, *Critical Sociology*, 2004, vol. 30, nº 2, pp. 451-481.

O’Sullivan David, “Geographical Information Science: Critical GIS”, *Progress in Human Geography*, 2006, vol. 30, nº 6, pp. 783-791.

Palsky Gilles, *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative au XIXe siècle*, Paris, Éditions du CTHS, 1996.

Palsky Gilles, Robic Marie-Claire, « Aux sources de la sémiologie graphique », *Cybergeo*, 2000, nº 147. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/554 >.

Palsky Gilles, « Borges, Carrol, et la carte au 1/1 », *Cybergeo*, 1999, nº 106. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/5233 >.

Park Lisa, “Digging into Google Earth: an Analysis of ‘Crisis in Darfur’”, *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 535-545.

Pelham R. A., “The Gough Map”, *The Geographical Journal*, 1933, vol. 81, nº 1, pp. 34-39.

Pelletier Monique, « La France mesurée », *Mappemonde*, 1986, nº 3, pp. 26-32.

Pelletier Monique, “Cartography and Power in France during the Seventeenth and Eighteenth Centuries”, *Cartographica*, 1998, vol. 35, nº 3-4, pp. 41-53.

Pelletier Monique, *De Ptolémée à La Guillotière (XVe-XVIe). Des cartes pour la France, pourquoi, comment ?*, Paris, Éditions du CTHS, 2009.

Pelletier Monique, Ozanne Henriette, *Portraits de la France. Les cartes, témoins de l’histoire*, Paris, Hachette, 1995.

Pelletier Philippe, *L’Extrême-Orient. L’invention d’une histoire et d’une géographie*, Paris, Gallimard, 2011 (coll. Folio Histoire, nº 190).

Perkins Chris, Dodge Martin, “Satellite Imagery and the Spectacle of Secret Spaces”, *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 546–560.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Peterson M. J., “The Use of Analogies in Developing Outer Space Law”, *International Organization*, 1997, vol. 51, nº 2, pp. 245-274.

Pétillon Pierre-Yves, *La grand route, espace et écriture en Amérique*, Paris, Seuil, 1979.

Peytier Pierre, *Nouvelle description géométrique de la France, Troisième partie*, Paris, Maulde et Renou, 1853.

Pickles John, “Discourse on Method and the History of Discipline: Reflections on Dobson’s 1983 Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 451-455.

Pickles John, *Cartographic Reason, Mapping and the Geo-coded World*, New York, Routledge, 2004.

Pickles John, *Ground Truth*, New York ; Londres, Guilford Press, 1995.

Postnikov Alexey, “Maps for the Ordinary Consumers Versus Maps for the Military: Double Standards of Map Accuracy in Soviet Cartography, 1917-1991”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 243-260.

Puissant Louis, *Instructions sur l’usage des tables de projection adoptées pour la construction du canevas de la nouvelle carte topographique de la France*, Paris, Firmin-Didot, 1821.

Puissant Louis, *Nouvelle description géométrique de la France, Première partie*, Paris, Picquet, 1832.

Pumain Denise, Robic Marie-Claire, « Le rôle des mathématiques dans une “révolution” théorique et quantitative : la géographie française depuis les années 1970 », *Revue d’histoire des sciences humaines*, 2002, vol. 1, nº 6, pp. 123-144.

Raj Kapil, *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900*, Londres ; New York, Palgrave Macmillan, 2010.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Ramaswamy Sumathi, “Visualising India’s Geo-body: Globes, Maps, Bodyscapes”, *Contributions to Indian Sociology*, 2002, nº 36, pp. 151-189.

Reclus Élisée, “L’enseignement de la géographie”, *Ciel et Terre*, 1903, vol. 23, pp. 29-38.

Reitinger Franz, “Mapping Relationships: Allegory, Gender and the Cartographical Image in Eighteenth-Century France and England”, *Imago Mundi*, 1999, vol. 51, pp. 106-130.

Retaillé Denis, “La vérité des cartes”, *Le Débat*, 1996, vol. 5, nº 92, pp. 87-98.

Retaillé Denis, *Les lieux de la mondialisation*, Paris, Le Cavalier bleu, 2012.

Ritter Karl, *Géographie générale comparée, ou étude de la terre dans ses rapports avec la nature et avec l’histoire de l’homme, pour servir de base à l’étude et à l’enseignement des sciences physiques et historiques*, Bruxelles, Établissement encyclographique, 1837.

Robinson Arthur H., Petchenik Barbara B., *The Nature of Maps: Essays toward Understanding Maps and Mapping*, Chicago, The University of Chicago Press, 1976.

Robinson Arthur H., *The Look of Maps: an Examination of Cartographic Design*, Madison, University of Wisconsin Press, 1952.

Rose Edward P. F., Clatworthy Jonathan C., Nathanail C. Paul, “Specialist Maps Prepared by British Military Geologists for the D-Day Landings and Operations in Normandy, 1944”, *The Cartographic Journal*, 2006, vol. 43, nº 2, pp. 117-143.

Rose Edward P. F., Willig Dierk, “Specialist Maps Prepared by German Military Geologists for Operation Sealion: the Invasion of England Scheduled for September 1940”, *The Cartographic Journal*, 2004, vol. 41, nº 1, pp. 13-35.

Rosenau James, Singh J. P. (dir.), *Information Technologies and Global Politics: the Changing Scope of Power and Governance*, Albany, State University of New York Press, 2002.

Rosenberg Alan, “American Atomic Strategy and the Hydrogen Bomb Decision”, *The Journal of American History*, 1979, vol. 66, nº 1, pp. 62-87.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Rouveret Agnès, « Peinture et art de la mémoire : le paysage et l'allégorie dans les tableaux grecs et romains », *Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, 1982, vol. 126, nº 3, pp. 571-588.

Salin Patrick A., « Les contrats Landsat de télédétection signés par les agences spatiales américaines avec des stations-sols étrangères : évolution depuis les contrats expérimentaux de la NASA aux contrats commerciaux de l'EOSAT », *Annuaire français de droit international*, 1992, vol. 38, pp. 998-1008.

Salway Benet, "The Nature and Genesis of the Peutinger Map", *Imago Mundi*, 2005, vol. 57, nº 2, pp. 119-135.

Schulten Susan, *The Geographical Imagination in America: 1880-1950*, Chicago, The University of Chicago Press, 2001.

Schuurman Nadine, "Trouble in the Heartland: GIS and its Critics in the 1990s", *Progress in Human Geography*, 2000, vol. 24, nº 4, pp. 258-265.

Schwartz Vanessa R., *Spectacular Realities, Early Mass Culture in fin-de-siècle Paris*, Los Angeles ; Londres, University of California Press, 1998.

Seidel Michael, *Epic Geography: James Joyce's Ulysses*, Princeton, Princeton University Press, 1976.

Sheppard Eric, "Automated Geography: What Kind of Geography for What Kind of Society", *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 457-460.

Sheppard Stephen Jr, Cizek Petr, "The Ethics of Google Earth: Crossing Thresholds from Spatial Data to Landscape Visualization", *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, pp. 2102-2117.

Smith Angèle, "Landscape Representation: Place and Identity in Nineteenth-Century Ordnance Survey Maps of Ireland", in Stewart Pamela J., Strathern Andrew (dir.), *Landscape, Memory and History*, Londres ; Sterling, Pluto Press, 2003, pp. 71-88.

Smith James R., *Introduction to Geodesy: the History and Concepts of Modern Geodesy*, New York, Wiley, 1997.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Smith Neil, “History and Philosophy of Geography: Real Wars, Theory Wars”, *Progress in Human Geography*, 1992, vol. 16, nº 2, pp. 257-271.

Snyder John P., *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*, Chicago, University of Chicago Press, 1997.

Snyder John P., “Map Projections in the Renaissance”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 365-381.

Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008.

Spinardi Graham, “Why the U.S. Navy Went for Hard-Target Counterforce in Trident II: (and Why it Didn’t Get There Sooner)”, *International Security*, 1990, vol. 15, nº 2, pp. 147-190.

Sponsler Claire, “Cyberpunk and the Dilemmas of Postmodern Narrative: the Example of William Gibson”, *Contemporary Literature*, 1992, vol. 33, nº 4, pp. 625-644.

Stahl Roger, “Becoming Bombs: 3D Animated Satellite Imagery and the Weaponization of the Civic Eye”, *MediaTropes eJournal*, 2010, vol. II, nº 2, pp. 65-93.

Stahlman William D., “Astrology in Colonial America: an Extended Query”, *The William and Mary Quarterly*, 1956, vol. 13, nº 4, pp. 551-563.

Stevenson Robert L., *Essays in the Art of Writing*, Valence, JPM, 2010.

Stewart Pamela J., Strathern Andrew (dir.), *Landscape, Memory and History*, Londres ; Sterling, Pluto Press, 2003.

Strandsbjerg Jeppe, “The Cartographic Production of Territorial Space: Mapping and State Formation in Early Modern Denmark”, *Geopolitics*, 2008, vol. 13, pp. 335-358.

Sui Daniel Z, “The Wikification of GIS and its Consequences: or Angelina Jolie’s New Tattoo and the Future of GIS”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 2008, vol. 32, pp. 1-5.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Suratteau Jean-René, « Cosmopolitisme et patriotisme au siècle des Lumières », *Annales historiques de la Révolution française*, 1983, nº 253, pp. 364-389.

Talbert Richard J. A., Unger Richard W. (dir.), *Cartography in Antiquity and the Middle Ages: Fresh Perspectives, New Methods*, Leiden ; Boston, Brill, 2008.

Talbert Richard, "Greek and Roman Mapping: Twenty-First Century Perspectives", in Talbert Richard J. A., Unger Richard W. (dir.), *Cartography in Antiquity and the Middle Ages: Fresh Perspectives, New Methods*, Leiden ; Boston, Brill, 2008, pp. 9-27.

Taylor Peter J., "The State as Container: Territoriality in the Modern World-System", *Progress in Human Geography*, 1994, vol. 18, nº 2, pp. 151-162.

Thompson Kenneth P., *A Political History of US Commercial Remote Sensing, 1984-2007: Conflict, Collaboration, and the Role of Knowledge in the High-Tech World of Earth Observation Satellites*, Thèse de doctorat, sous la direction de Janet Abbate : Virginie, Université d'Alexandria, novembre 2007.

Thrift Nigel, French Shaun, "The Automatic Production of Space", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2002, vol. 27, pp. 309-335.

Thrower Norman J. W., *Maps and Civilization, Cartography in Culture and Society*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Tierney James J., "The Map of Agrippa", *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section C: Archaeology, Celtic Studies, History, Linguistics, Literature*, 1962, vol. 63, pp. 151-166.

Tolias George, "Maps in Renaissance Libraries and Collections", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007 , pp. 637-660.

Turner Henry S., "Literature and Mapping in Early Modern England", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 412-426.

Ullman Walter, "The Development of the Medieval Idea of Sovereignty", *The English Historical Review*, 1949, vol. 64, nº 250, pp. 1-33.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Vagnon Emmanuelle, « La réception de la Géographie de Ptolémée en Occident au XVe siècle. Un exemple de transfert culturel », *Hypothèses*, 2002, nº 1, pp. 201-211.

Van Delft Louis, « La cartographie morale au XVIIe siècle », *Études françaises*, 1985, vol. 21, nº 2, pp. 91-115.

Verdier Nicolas, « Modeler le territoire : les ingénieurs des ponts et chaussées et leurs usages de la carte (fin XVIIIe, début XIXe) », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 51-66.

Verger Fernand, « Les débuts de la télédétection spatiale dans la géographie française : témoignage d'un pionnier », *L'information géographique*, 2010, nº 2, pp. 45-52.

Virol Michèle, « Les ingénieurs du roi Louis XIV entre exigences et réalisations », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 31-50.

Walder Dennis (dir.), *The Nineteenth Century Novel: Identities*, New York, Routledge, 2002.

Warner Deborah Jean, "From Tallahassee to Timbuktu: Cold War Efforts to Measure Intercontinental Distances", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 2000, vol. 30, nº 2, pp. 393-415.

Warner Timothy A., Foody Giles M., Nellis M. Duane (dir.), *The SAGE Handbook of Remote Sensing*, Los Angeles, Sage, 2009.

Welu James A, "Vermeer: His Cartographic Sources", *The Art Bulletin*, 1975, vol. 57, nº 4, p. 529-547.

Werrell Kenneth, "The Weapon the Military Did Not Want: the Modern Strategic Cruise Missile", *The Journal of Military History*, 1989, vol. 53, nº 4, pp. 419-438.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Wheelon Albert D., “Lifting the Veil on CORONA”, *Space Policy*, 1995, vol. 11, nº 4, pp. 249-260.

White Albert C., *A History of the Rectangular System*, Washington, US Government Printing Office, 1991.

Wilkins John, *An Essay Toward a Real Character and a Philosophical Language*, Londres, Samuel Gellibrand and John Martyn, 1668.

Williamson Ray A., “The Landsat Legacy: Remote Sensing Policy and the Development of Commercial Remote Sensing”, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1997, vol. 63, nº 7, pp. 877-885.

Wiseman Timothy Peter, *Talking to Virgil*, Exeter, University of Exeter Press, 1992.

Withers Charles W., *Placing Enlightenment, Thinking Geographically about the Age of Reason*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Woodward David, “Medieval Mappaemundi”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 286-370.

Woodward David, “Roger Bacon’s Terrestrial Coordinate System”, *Annal of the Association of American Geographers*, 1990, vol. 80, nº 1, pp. 109-122.

Woodward David, “Maps and the Rationalization of Geographic Space”, in Levenson Jay A. (dir), *Circa 1492: Art in the Age of Exploration*, Washington ; New Haven, National Gallery of Art ; Yale University Press, 1991, pp. 83-88.

Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Worms Laurence, “The London Map Trade to 1640”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 1693-1721.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Yoke Carl B., Robinson Carol L. (dir.), *The Cultural Influences of William Gibson, the « Father » of Cyberpunk Science Fiction: Critical and Interpretative Essays*, Lewiston, The Edwin Mellen Press, 2008.

Zittrain Jonathan, *The Future of the Internet: and How to Stop It*, New Haven ; Londres, Yale University Press, 2008.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Carte des côtes de la France, corrigée par l'Académie, 1693. ..... p. 37

Nouvelle carte qui comprend les principaux triangles qui servent de fondement à la Description géométrique de la France, 1744.....p. 39

Extrait de la carte de Cassini, feuille de Lyon, 1762.....p. 41

Extrait de la carte d'état-major, feuille de Lyon, 1841. .....p. 47

Portrait d'Elizabeth 1re d'Angleterre par Marcus Gérards le Jeune (vers 1592). .. p. 71

Image acquise lors de la première mission Corona réussie. ..... p. 90

L'officier et la jeune fille riant, Johannes Vermeer, vers 1567..... p. 125

Carte géographique des postes qui traversent la France, Nicolas Sanson, 1632. .....p. 129

Représentation graphique des connaissances – système figuré des connaissances humaines .....p. 135

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

INDEX THÉMATIQUE

NOMS

Agrippa (portique ou carte de) 25
Alembert (d'), Jean le Rond 133
Algérie (cartographie coloniale) 78
Aristophane 26
Astrium 110
Bacon, Roger 31
Baidu Maps 117
Balzac, Honoré de 141
Bertin, Jacques 162
Bhuvan 115
Bonne (projection de) Voir Flamstéed 46
Bonne, Rigobert 46
Borges, Jorge Luis 161
Bugeaud, Thomas-Robert 78
Bunyan, John 132
Burton, Robert 124
Carte de Tendre 127
Cassini (carte de) 40, 74
Cassini de Thury, César-François 38
Cassini, Dominique 36
Cassini, Jacques 38
Cassini, Jean-Dominique (Cassini IV) 40
César (quatre sages de) 29
Charles Quint 70
Châtelet (Toise du) 41
Cicéron 26
Colbert, Jean-Baptiste 36, 74
Columbus (université d'État de l'Ohio) 87
Conrad, Joseph 149
CORONA 89, 93
Cosgrove, Denis 170
Cosme Ier de Toscane 70
Curtiz, Michael 157
Danti, Ignazio 70
Delambre et Méchain (méridienne de) 42, 44
Delambre, Jean-Baptiste Joseph 44
Dicéarque 26
Dobson, Jerry 166
Doyle, Arthur Conan 151
Elizabeth Ire d'Angleterre 70
ERTS
Voir Landsat 55
Everest, George 79
FEMA 193
Flamstéed (projection de) 46
Flaubert, Gustave 144
Foucault, Michel 165
Fuller, Buckminster 102
Furetière, Antoine 128
Galien 26
Gemini (missions spatiales) 103
GENETRIX 89
GeoEye 105
Géoportail 101, 114

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Geoscope 102
Gerards le Jeune, Marcus 70
Gibson, William 171
Google Earth 101, 106
Google Earth, censure des images 108
Google Earth, esthétique 169, 189, 192
Google Earth, protestation de l'Inde 111
Google Earth, question des frontières nationales 112
Google Earth, réaction des États 113
Google Earth, terrorisme 106
Google Maps 109
Google Maps, Chine 116
Google Maps, versions locales 109
Gore, Al 103
Guillotière (La), François de 128, 130
Gustave II Adolphe 72
Haraway, Donna 167, 180
Harley, Brian 163
Henri IV 72
Hérodote 25
HEXAGON 89
Hondius, Jodocus 124
Honorius, Julius 29
Hugo, Victor 143
Ikonos 100
Inde (cartographie coloniale) 79
INSPIRE (directive européenne) 114
Isidore de Séville 28
Jameson, Fredric 182
Jefferson, Thomas 83
Jolie, Angelina 187
Joyce, James 154
Kubrick, Stanley 158
Kyl-Bingaman (amendement) 110
Lambert (projection) 48
Landsat 55, 97
Laplace, Pierre-Simon de 44
Lara Croft 188
Louis XIV 35, 74
Louis XV 39
Lucas, George 157
Mankiewicz, Joseph L. 157
Mason et Dixon (ligne de) 82
Mauro, Fra 31
Melville, Herman 146
Mercator, Gérard 124
Montaigne, Michel de 69
Newton, Isaac 38
Ortelius, Abraham 124
Peutinger 17, 25, 29
Picard, Jean 36
Pickles, John 166
Pline l'Ancien 25, 26
Plutarque 25, 28
Properce 28
Proust, Marcel 152
Ptolémée 17, 24, 68
Puissant, Louis 43
Pynchon, Thomas 175
Rand McNally 152
Reclus, Élisée 162
Rømer, Ole Christensen 37
Roberval, Gilles Personne de 36
Robinson, Arthur 161
Rousseau, Jean-Jacques 136
Sanson, Nicolas 130, 133

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Scudéry, Madeleine de 127
Shakespeare, William 123, 130
Signot, Jacques 68
Smissi, Alain 172
Spielberg, Steven 157, 187
Spoutnik 87
Sterne, Laurence 132, 134
Stevenson, Robert Louis 147
Strabon 28
Suétone 26
Thévet, André 69
Vauban, Sébastien le Prestres, marquis de 77
Verger, Fernand 56
Vermeer, Johannes 70, 126
Verne, Jules 146
Vivier, David 37
Voltaire 136
Waldseemüller, Martin 130

ŒUVRES

++++++++++++++++++++++++++++++

Aventuriers de l'arche perdue (Les) 157
Bouvard et Pécuchet 145
Casablanca 157
Chien des Baskerville (Le) 151
Chouans (Les) 142
Cinq semaines en ballon 146
Cléopâtre 157
Code Source 172-173, 178
Cœur des ténèbres (Le) 149
Cœur simple (Un) 144
Cousin Pons (Le) 142
Curé de village (Le) 141
Docteur Folamour 158
Émile, ou De l'éducation 137
Employés ou la femme supérieure (Les) 142
Forma Urbis Romae 25
Gospel Temperance Railroad Map 132
Guerre des étoiles (La) 157
île au trésor (L') 147
île mystérieuse (L') 148
Johnny Mnemonic 104
Madame Bovary 145
Maître Cornélius 142
Mason and Dixon 175
Misérables (Les) 143
Moby Dick 146
NCIS 171
Neuromancien 172
Peau de chagrin (La) 141
Pilgrim's Progress 132
Prince de Bohème (Un) 141
Recherche du temps perdu (À la) 152
Rencontre du troisième type 187
Roi Lear (Le) 123
Séraphîta 141
Signe des quatre (Le) 151
Spook Country voir *Code Source* 173, 183
Sur Catherine de Médicis 141
Ténébreuse affaire (Une) 142
Tristram Shandy 132
Ulysse 154
Zero History 186

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

THÈMES

++++++++++++++++++++++++++++++

Agrimensores 34
Année géophysique internationale 95
Cyberespace 185
Dépôt de la guerre 76
Ellipsoïde 44, 45, 52, 54
Erreur circulaire probable 91
Étalon de longueur 42
État-major (carte d') 46
Geographer's line 83
Géoïde 50
GPS 53, 183
INSPIRE 117
Longitude 33, 35, 37, 45
Mappemonde médiévale 32
Mètre (définition du) 36
Néogéographie 61
Open Geospatial Consortium 118
Open Street Map 118
Ordnance Survey 76
Photographie aérienne 49
Polaris (missile) 91
Portulans 30, 70, 122
Projection 33, 136, 160
RGF 93 54
Satellite 49, 56, 84, 89, 94
SIG 57, 165
SPOT 99
T-O (carte en) 28
Townships 83
Traité sur l'espace extra-atmosphérique 96
Transit (système de localisation) 50
Triangulation 34, 48, 128
U2 94
UTM 54
War room 158, 195
WGS 84 53
Zenit (satellite d'observation militaire soviétique) 95
Zone 51 191

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 9

La géographie numérique, du cyberespace à la carte topographique 9

Présentation de l'ouvrage 16

Partie I
L'invention de la précision :
cartographie et technique de l'astrolabe au GPS 21

Aux origines de la cartographie scientifique 24

La cartographie médiévale 28

Les mutations de la cartographie à l'aube
de l'ère moderne 32

Naissance de la cartographie moderne :
de Louis XIV à la carte de Cassini 35

L'amélioration de la précision des mesures de la méridienne
de Delambre et Méchain à la seconde guerre mondiale 41

La question de la forme de la Terre 43

L'évolution des cartes 45

Automatisation et numérisation de la cartographie 48

Les cartes et l'ordinateur 54

Partie II
La carte et l'État, de la Renaissance à l'internet 65

La carte et l'État moderne :
les débuts de la cartographie officielle 67

L'État et les cartes d'apparat 69

La carte au service du gouvernement :
la construction d'un outil d'administration 72

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Après les Cassini, le temps des militaires 76
Cartographies coloniales 78
Guerre et cartographie au XXe siècle 84
La cartographie de guerre froide
et la globalisation de la géodésie 85
Les nouvelles cartographies militaires 87
L'arme atomique et la géographie militaire 90
Cartographies secrètes 92
Les satellites d'observation et la question
de la souveraineté 94
Les débuts de la télédétection civile 97
Les globes virtuels 101
La circulation des images à haute définition 105
La cartographie en ligne et les litiges territoriaux 111
Les États face à la cartographie en ligne 113

Partie III
Les imaginaires cartographiques 119

L'évolution des imaginaires cartographiques 122
La vogue cartographique du XVIIe siècle 123
Cartographie et culture au XVIIIe siècle 131
Les transformations de l'imaginaire cartographique au XIXe siècle 138
Cartes et littérature au XXe siècle 151
Cartes et cinéma 156
Un nouveau regard sur la carte :
les approches critiques 160
Les imaginaires de la géographie numérique 168
La grille et ses imaginaires 175
Territoires de la paranoïa 182
Lieux secrets 190
Les nouveaux territoires de la guerre 192

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les imaginaires cartographiques comme mode de lecture des cartes 195

Conclusion : l'approche critique de la cartographie scientifique et les imaginaires 199

Bibliographie générale 203

Liste des illustrations 231

Index thématique 233

Table des matières 237

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

D'autres contributions du même auteur

++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Écritures : sur les traces de Jack Goody
Colloque - sous la direction d'Éric Guichard

Regards croisés sur l'internet
Essai - sous la direction d'Éric Guichard

PAPIERS

La collection Papiers a pour ambition d'explorer de nouveaux champs de recherche autour des sciences de l'information et des bibliothèques. Elle donne aux auteurs l'occasion de produire une réflexion nouvelle, originale, et propose de nouvelles lectures des domaines d'expertise de l'enssib.

Thierry Ermakoff
directeur de collection

++++++++++++++++++++++

enssib – UNIVERSITÉ DE LYON
PRESSES DE L'enssib
École nationale supérieure des sciences de l'information et des bibliothèques
université de Lyon
17-21 boulevard du 11 novembre 1918
69623 Villeurbanne Cedex
Tél. 04 72 44 43 43 – Fax 04 72 44 43 44
< http://www.enssib.fr/presses >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Secrétariat d'édition :
Silvia Ceccani

Mise en page :
Cédric Vigneault

Conception graphique :
atelier Perluette, 69001 Lyon.
< http://www.perluette-atelier.com >

Achevé d'imprimer en septembre 2015
imprimerie Bialec (Nancy) - n° 86342

dépôt légal : 2e semestre 2015

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

essai

« Nous vivons dans un espace numérique, non seulement parce qu'il est saturé de techniques informatiques, mais aussi parce qu'il est entièrement mesuré, et que c'est par l'entremise de la visualisation de ces mesures au moyen des cartes que nous formons nos représentations géographiques », c'est ainsi que Henri Desbois, spécialiste de la cartographie, introduit son essai sur l'histoire de la cartographie et de la mesure du territoire, depuis Ptolémée, les Cassini, jusqu'à Google Earth et interroge les relations entre les techniques numériques et les représentations de l'espace.

Si la cartographie, c'est l'art de faire la guerre, c'est aussi l'art de se repérer, de communiquer et d'imaginer. À partir de ses travaux de recherche, Henri Desbois explore les différents aspects de ces réseaux qui rythment nos vies.

Structuré en trois parties : l'histoire des techniques cartographiques, les aspects politiques et, la place de la carte dans la culture à travers les cartographies imaginaires ou sentimentales, cet ouvrage propose d'envisager les changements de la cartographie à travers leurs relations avec le contexte scientifique, politique et culturel.

Henri Desbois est maître de conférences en géographie à l'université Paris Ouest Nanterre La Défense.

ISBN 979-10-91281-47-8 / ISSN 2114-6551 / prix 20,40 €

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

essai

LES MESURES DU TERRITOIRE : ASPECTS TECHNIQUES, POLITIQUES ET CULTURELS DES MUTATIONS DE LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Henri Desbois

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Henri Desbois est maître de conférences en géographie à l'université Paris Ouest Nanterre La Défense.

À mes étudiants.

Les mesures du territoire : aspects techniques, politiques et culturels des mutations de la carte topographique / Henri Desbois. - Villeurbanne : Presses de l'enssib, cop. 2015. - 1 vol. (240 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 23 cm. - (Collection Papiers)

ISBN 979-10-91281-47-8 (br.) : 34€

Autre édition sur un support différent :
Les mesures du territoire : aspects techniques, politiques et culturels des mutations de la carte topographique / Henri Desbois. - Villeurbanne : Presses de l'enssib, cop. 2015. (Collection Papiers)
ISBN numérique 979-10-91281-48-5 : 20,40€

Dewey : 526, 704.9, 911

Rameau :

Cartes -- Aspects politiques

Cartographie et art

Cartographie

Cartographie – Informatique

Cartographie -- Histoire

Cartographie géographique

Géomatique

Notice rédigée par la bibliothèque de l'enssib.

© enssib, 2015.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Remerciements

Le présent ouvrage est une version légèrement remaniée de mon habilitation à diriger les recherches (HDR), soutenue en décembre 2012.

Mes remerciements vont à toutes les personnes qui m'ont aidé pendant ce travail et les recherches qui l'ont précédé, parmi lesquelles :

Isabelle Lefort, qui a suivi avec attention et bienveillance ce travail.

Les membres de l'équipe Réseaux Savoirs et Territoires pour 15 ans de discussions scientifiques passionnées.

Les membres de mon jury, qui ont accepté de lire mon travail malgré la période chargée et les délais serrés.

Mon père Claude Desbois, mon premier relecteur, qui m'a aussi aidé pour les passages sur la littérature antique.

Marielle Aujollet et Henri Aujas, pour leurs relectures complémentaires.

Fernand Verger, qui m'a poussé à entreprendre cette HDR.

Ainsi que les nombreux chercheurs, notamment étrangers, qui ont bien voulu répondre à mes questions et me communiquer leurs articles :

Isabelle Bruno, Scott Bukatman, Michael A. Crang, Jerry Dobson, Eric Gordon, Sean Ireton, Milinann Kang, Aharon Kellerman, Sangeet Kumar, Agnieszka Leszczynski, Em McAvan, Alexei Postnikov, Franz Reitinger, Roger C. Schlobin, Paul A. Taylor, Herva Vesa-Pekka, Darren Wershler, Matthew Zook.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

SOMMAIRE

Introduction. La géographie numérique,
du cyberespace à la carte topographique 9

Partie I. L'invention de la précision :
cartographie et technique de l'astrolabe au GPS 21

Partie II. La carte et l'État, de la Renaissance
à l'internet 65

Partie III. Les imaginaires cartographiques 119

Conclusion. L'approche critique de la
cartographie scientifique et les imaginaires 199

Bibliographie générale 203

Liste des illustrations 231

Index thématique 233

Table des matières 237

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

INTRODUCTION[1]

LA GÉOGRAPHIE NUMÉRIQUE, DU CYBERESPACE À LA CARTE TOPOGRAPHIQUE

Ce qui suit est une tentative d'enquête sur le rôle de la mesure et du calcul dans nos représentations et nos conceptions de l'espace géographique. Nous vivons dans un espace numérique, non seulement parce qu'il est saturé de techniques informatiques, mais aussi parce qu'il est entièrement mesuré, et que c'est par l'entremise de la visualisation de ces mesures au moyen des cartes que nous formons nos représentations géographiques. La généralisation des techniques de la cartographie numérique, qu'il s'agisse des globes virtuels en ligne ou des assistants de navigation (GPS), a rendu plus sensible l'emprise du calcul sur la production des représentations géographiques, mais ce n'est là que le prolongement d'une évolution qui, depuis la Renaissance, lie la production de cartes à des mesures de la Terre de plus en plus nombreuses et précises. Cette évolution correspond à la redécouverte et au perfectionnement des techniques cartographiques de l'Antiquité, qui ont connu en Europe une longue éclipse durant le Moyen Âge. Cela a été rendu possible par une transformation des sciences et des techniques, mais aussi par une mutation des façons de gouverner et de faire la guerre, qui a fait de la cartographie un art vital à la survie des États. Le grand appétit des appareils de gouvernement et des états-majors pour les cartes a contribué à faire de celles-ci un élément fondamental des univers matériels et mentaux dans les sociétés occidentales.

La présente étude trouve son origine dans les travaux d'une petite équipe interdisciplinaire qui s'efforce depuis une quinzaine d'années d'explorer divers aspects des changements culturels et sociaux qui accompagnent l'essor des techniques numériques. L'équipe Réseaux Savoirs et Territoires s'est formée à l'École normale supérieure dans la deuxième moitié des années 1990, au moment où l'internet commençait à se répandre en France, du moins dans les universités et les institutions scientifiques. Autour d'Éric Guichard (mathématiques et sociologie), des chercheurs de différents

1. Note de l'éditeur : contrairement à l'usage, sauf précision contraire, les traductions de l'anglais sont celles de l'auteur, même quand une traduction française existe dans le commerce.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

horizons se sont réunis pour tenter de comprendre quels changements accompagnaient l'émergence des réseaux numériques, à la fois dans leurs pratiques de recherches et dans leurs objets d'étude[2]. L'interdisciplinarité s'est imposée naturellement. Nous venions tous d'horizons très différents : linguistique, philosophie, histoire, etc. J'ai rejoint ce groupe avec l'intuition que le développement des réseaux de communication électronique, et plus particulièrement de l'internet, pouvait intéresser la géographie. La perspective initiale était moins d'étudier le déploiement physique des infrastructures des réseaux électroniques, ce qui eût relevé d'une géographie classique, que d'essayer de comprendre en quoi le déploiement du Web pouvait aussi s'interpréter en termes spatiaux. Non seulement une grande partie du vocabulaire du Web avait une forte connotation spatiale (site, navigation, etc.), mais encore le discours autour de l'internet faisait un large usage des images à caractère spatial. Le mot « cyberespace » était déjà très largement employé, y compris dans le milieu scientifique, d'une façon qui sous-entendait que l'internet produisait un nouveau type d'espace analogue à l'espace matériel de notre expérience quotidienne. Bien que la navigation par hyperliens se fût déjà imposée, des ingénieurs s'efforçaient encore de concevoir des interfaces d'exploration du Web sur le modèle du cyberespace tel que l'avait décrit William Gibson une dizaine d'années auparavant, en essayant de construire des paysages virtuels représentant des villes où les immeubles figuraient des blocs de données entre lesquels l'internaute devait trouver son chemin, comme dans un jeu vidéo. Ces systèmes se révélaient à l'usage inutilisables, à la fois en raison de problèmes techniques, car les débits disponibles et les performances du matériel de l'époque en matière d'affichage 3D étaient très en deçà de ce qui aurait été requis pour une navigation fluide, et parce que, surtout, l'idée même qu'il était plus simple de se repérer de cette manière qu'en utilisant un type de navigation purement textuelle fondée sur des index et des moteurs de recherche ne résistait pas à l'épreuve des faits. Pourtant, les efforts considérables déployés pour développer ce type d'interfaces montraient bien la puissance des imaginaires spatiaux attachés au Web, et, accessoirement, la profondeur de l'imprégnation par la culture de la science-fiction du milieu des ingénieurs en informatique.

Dans le même ordre d'idées, la multiplication des simulations d'espace sur le Web correspondait également à cet imaginaire spatial. Communautés virtuelles représentées sous la forme de cartographie rudimentaire,

2. [Guichard, 2001].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

espaces interactifs sur le modèle des Multi Users Dungeons (MUDS)[3], et même États virtuels dotés, comme il se doit, de leur constitution et de leur drapeau, étaient quelques formes parmi d'autres qui témoignaient d'une volonté d'affirmer la spatialité du réseau.

Par ailleurs, les signes spatiaux se multipliaient sur le Web. Icônes de globe, cartes schématiques, graphes, étaient aussi répandus que le permettaient les techniques graphiques alors disponibles. Dans le même temps, les ateliers de cartographie remisaient progressivement les tables à dessin et les stylos tubulaires, désormais remplacés par les ordinateurs. L'informatique s'imposait comme l'outil cartographique dominant, et la carte sur écran, sur le Web et ailleurs, se banalisait.

L'internet, et, d'une certaine façon, l'informatique en général, apparaissait donc de plus en plus comme un objet auquel la géographie devait se confronter d'une manière ou d'une autre. Les questions que ces nouvelles technologies posaient à la géographie étaient du même ordre que pour les autres sciences sociales : d'une part, il s'agissait de saisir la dimension géographique de ces nouveaux objets, et d'autre part, de comprendre comment l'émergence de ces techniques pouvait affecter la discipline.

Sous l'influence notamment de Clarisse Herrenschmidt[4], nous avons été amenés à envisager l'internet et les progrès de l'informatique dans une perspective historique longue, et à établir un parallèle entre les techniques de l'écriture numérique et l'invention de l'imprimerie en Occident, qui marquent deux inflexions importantes dans nos façons d'interagir avec le langage écrit. Le fait de replacer ainsi les phénomènes contemporains dans une continuité historique sur une période assez longue permet de mieux en saisir la portée profonde, et présente en outre l'avantage d'éviter de trop se perdre dans les détails des évolutions extrêmement rapides des techniques émergentes.

Les questions géographiques que pose l'internet dépassent le cadre strict des nouvelles technologies et des évolutions techniques les plus récentes. Elles s'inscrivent au contraire dans un questionnement beaucoup plus large sur les rapports entre les nombres, la mesure, la technique et l'espace. Les formes de spatialité liées aux réseaux de communication électronique peuvent être envisagées comme une modalité nouvelle de la production de l'espace par la mesure, le calcul et la technique. En effet,

3. Ancêtres des jeux de rôle en ligne actuels. Dans les premiers de ces jeux apparus à la fin des années 1980, la description de l'espace, généralement une succession de pièces pleines de monstres et de trésors, était purement textuelle.
4. [Herrenschmidt, 2007].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'appréhension de l'espace et sa description au moyen de chiffres ne sont en rien une démarche naturelle ou intuitive. À travers l'étude de l'internet, c'est plus globalement la nature des géographies numériques que l'on cherche à saisir. L'expression « géographie numérique » a aujourd'hui dans l'usage courant un sens précis : l'emploi des moyens informatiques en géographie et en cartographie. Cependant, même cette géographie numérique n'est pas apparue tout à coup avec les ordinateurs. Elle est, en bien des points, l'héritière de la géographie quantitative qui s'était développée avant que les ordinateurs ne soient devenus des outils courants. Cette géographie quantitative elle-même participe d'un vaste mouvement de diffusion des méthodes mathématiques et statistiques dans les sciences humaines, l'usage du chiffre et du calcul étant en l'occurrence souvent présenté comme un gage de scientificité. Au-delà de l'évolution des disciplines universitaires, le calcul, la statistique, le traitement automatique des données ont pris une importance croissante dans la société et dans la politique. S'interroger sur la géographie numérique, c'est aussi, d'une certaine façon, s'interroger sur la propension contemporaine à privilégier les chiffres comme outils de description du monde.

La géographie numérique, au sens large, repose sur un certain nombre d'opérations qui font intervenir d'une façon ou d'une autre la manipulation de nombres : la mesure, le calcul, le processus algorithmique, etc. Ces opérations sont elles-mêmes souvent soumises aux possibilités et aux limitations d'une instrumentation technique plus ou moins complexe : outils de mesure et d'observation, système de collecte de données, ordinateurs. C'est pourquoi l'étude du lien entre l'espace et les nombres est intimement liée à celle de l'étude du lien entre l'espace et la technique. Le sujet est presque inépuisable, et même son survol rapide dépasserait nécessairement le cadre du présent travail. C'est pourquoi on se limitera ici à un aspect particulier de la question : les évolutions de la cartographie.

Les transformations de la cartographie fournissent en effet un point de vue privilégié sur l'évolution des rapports entre les nombres, la technique et l'espace. C'est un domaine qui a connu deux révolutions fondamentales au cours des derniers siècles : la première correspond à la fois à la banalisation des cartes imprimées, à la Renaissance, et à l'émergence de ce qu'on pourrait appeler une cartographie scientifique, fondée sur des mesures précises, des hypothèses sur la forme de la Terre, et la mise au point de systèmes de représentation standardisés ; la seconde correspond à l'emploi massif du satellite et de l'ordinateur dans la production et la diffusion des cartes. Il n'est pas étonnant que la chronologie de l'histoire

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de la cartographie corresponde assez précisément à l'évolution des techniques d'écriture. D'une part, il existe un lien fort entre la cartographie et l'écriture. Les cartes sont des objets hybrides, qui tiennent à la fois du graphique et du texte. Les techniques qui servent à les produire et à les diffuser sont les mêmes que celles qui servent à produire et à diffuser des textes. D'autre part, les grandes transformations des techniques d'écriture interviennent elles-mêmes à des périodes de grands bouleversements scientifiques, sociaux, culturels et politiques qui affectent presque tous les domaines. À la Renaissance, les grandes découvertes, la réinterprétation de la culture de l'Antiquité, la montée en puissance des pouvoirs centraux, impliquent un renouveau des visions du monde. On assiste à une transformation des manières de penser qui accompagne les mutations concrètes des conditions de production et de transmission des connaissances. Pour la période contemporaine, l'avènement de l'ère spatiale, l'intensification de la mondialisation, la confrontation des puissances politiques à des forces économiques qui ne s'inscrivent plus strictement dans les cadres nationaux, forment le contexte de transformations techniques profondes qui affectent tous les domaines de l'activité humaine.

Peut-être toutes les époques se vivent-elles comme des époques de transition. Sans doute manquons-nous de recul pour affirmer que nous vivons effectivement un moment de rupture dans notre façon d'envisager le monde, et en particulier dans la géographie. Cependant, l'observation de la Terre depuis l'espace marque bien un changement non seulement dans la manière de produire des cartes, mais aussi, plus globalement, dans le point de vue à partir duquel nous considérons l'espace terrestre. Le passage graduel des cartes imprimées aux cartes sur écran, la banalisation des systèmes d'information géographique et du GPS, grâce auquel les cartes ne sont plus des archives statiques mais des objets dynamiques susceptibles d'être mis à jour dans des délais très courts, voire, comme on le dit avec une expression dont l'usage fréquent a fini par faire oublier l'étrangeté, « en temps réel », tout cela suggère qu'une étape est sur le point d'être franchie.

Le contexte culturel global invite également à penser l'époque actuelle en termes de rupture. Le discours sur la fin de la modernité, quel que soit le nom qu'on veuille lui donner (postmodernité, hypermodernité, modernité tardive, etc.) acquiert une forte crédibilité lorsqu'on le confronte aux transformations de l'économie mondiale et des grands équilibres politiques internationaux, au déclin des grandes idéologies qui avaient marqué le XXe siècle, etc. Il ne semble donc pas illégitime d'affirmer que l'époque actuelle est une période de changements rapides et

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

profonds. L'explosion des usages des techniques numériques est à la fois le symptôme et l'instrument d'une grande partie de ces changements. Les ordinateurs ont par exemple accompagné la transformation du travail et la tertiarisation des activités. Avec les réseaux de communication électronique, ils jouent aussi un rôle central dans la financiarisation de l'économie. De manière plus générale, les techniques numériques font désormais partie intégrante de notre environnement, au domicile, au travail, dans les transports, dans les loisirs, etc. La cartographie représente un exemple de ces mutations et offre un point de vue particulier sur les effets spatiaux des techniques numériques.

On propose d'envisager les changements de la cartographie à travers leurs relations avec le contexte scientifique, politique, et culturel. Les métamorphoses de la carte sont en même temps la traduction des transformations les plus concrètes de la géographie du monde et un indicateur très précieux des changements du regard que nous portons sur cette géographie. La science, la politique et la culture au sens large sont trois domaines dont les liens avec la cartographie sont particulièrement forts. Non seulement la carte est un outil scientifique important, mais la cartographie et la mesure de la Terre en général sont des domaines d'application privilégiés des progrès des mathématiques et de la physique. La carte est également un instrument politique important, à la fois comme aide à la maîtrise de la gestion d'un territoire, et comme symbole par excellence de la domination d'un pouvoir sur un espace. Enfin, la carte est un support de représentations partagées qui contribue à façonner et à propager les imaginaires collectifs du territoire. Ces trois aspects de la cartographie sont étroitement liés. Il est nécessaire de les distinguer pour la clarté de l'exposé, mais nous aurons souvent l'occasion de constater les nombreuses interactions entre les questions techniques, les considérations politiques, et le contexte culturel. L'étude des questions techniques vient en premier, d'une part parce qu'elle implique d'envisager une chronologie plus longue, car les racines de la cartographie moderne sont antiques, et d'autre part parce qu'il semble préférable d'avoir une vue assez claire de certains aspects concrets de la technique pour comprendre comment ils interagissent avec les aspects politiques et culturels. L'étude des questions politiques vient ensuite, limitée à la période qui va du début de l'ère moderne à nos jours, la notion de cartographie nationale n'ayant que peu de sens pour les époques plus anciennes. On termine enfin par les aspects culturels, qui reflètent à la fois les changements techniques et les évolutions des usages de la carte.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Bien que notre objet soit plus spécifiquement les mutations contemporaines de la cartographie, nous les envisagerons dans la continuité des évolutions de la cartographie scientifique moderne telle qu'elle commence à émerger en Europe à la Renaissance, à partir de la redécouverte des techniques antiques. C'est en effet au cours des quatre ou cinq derniers siècles que non seulement se sont élaborées les méthodes cartographiques actuelles, mais c'est aussi au cours de cette période que la cartographie s'institutionnalise et devient véritablement une composante importante de la définition du territoire des États. Dans le même temps, les cartes se répandent dans la société, d'abord parmi les savants, puis, par les effets conjoints de l'instruction populaire et de la propagande au service de la construction des identités nationales, dans toutes les couches de la population. Les enjeux actuels de la géographie numérique sont donc liés à des évolutions dont l'origine se situe souvent entre le XVIe et le XVIIIe siècle.

L'étude de la cartographie n'est pas ici une fin en soi, mais un moyen d'aborder la question de la géographie numérique, c'est-à-dire des méthodes de description de l'espace au moyen de chiffres. On ne cherchera donc pas à étudier systématiquement tous les types de cartes. En particulier pour l'analyse historique, on s'intéressera plus particulièrement aux cartes topographiques à grande échelle, qui sont celles qui mettent en jeu les méthodes mathématiques et les instruments de mesure les plus perfectionnés. On laissera de côté les cartes de marine, dont l'histoire spécifique mériterait un traitement séparé. Il aurait été envisageable d'inclure la cartographie statistique qui apparaît au XIXe siècle et qui représente aujourd'hui une part importante de la production cartographique. Cependant, cela nécessiterait d'aborder la question de la statistique en général, ainsi que celle de la géographie quantitative. Bien que la statistique joue un grand rôle dans la description de l'espace par les nombres, ce sujet mériterait une étude séparée et ne sera donc pas traité ici[5].

Afin de comprendre les changements actuels de la cartographie, on propose de dérouler successivement trois récits, correspondant respectivement aux évolutions techniques, politiques et culturelles de la cartographie scientifique. Il ne s'agit pas de refaire une histoire de la cartographie. D'une part, ce domaine, encore peu défriché il y a une vingtaine d'années, est à présent abondamment étudié. D'autre part, on ne s'attache qu'à une catégorie de cartes : celles qui sont établies à partir de mesures de la Terre. Et même parmi ces dernières, seules sont prises en compte celles

5. Sur la cartographie statistique, voir [Palsky, 1996].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

qui relèvent de la tradition européenne et nord-américaine. Quoiqu'il y ait eu, notamment dans le monde arabe, d'autres formes de cartographie mathématisée, notre propos ne regarde que ce qui constitue la source principale de la géographie numérique actuelle. Pour la même raison, on ne traitera pas non plus des influences croisées entre la cartographie européenne et la cartographie d'Extrême-Orient, notamment chinoise et japonaise. Si, en effet, le contact avec la géographie d'Extrême-Orient a ponctuellement enrichi le contenu de la cartographie européenne à partir du XVe siècle[6], son influence sur l'évolution des techniques, qui est plus proprement notre objet ici, est mineure. C'est une généalogie à grands traits de notre monde géonumérique que l'on veut tenter de brosser. Les racines anciennes des techniques nouvelles, croit-on, peuvent révéler des aspects de leur nature profonde.

Pour parcourir cette généalogie, la forme choisie est celle du récit chronologique, décliné successivement selon les trois thèmes. Ce choix correspond à un double souci rhétorique et épistémologique. La forme du récit est simple. Le découpage en grandes périodes et en siècles, même s'il introduit artificiellement des ruptures là où il vaudrait parfois mieux souligner les continuités, a le mérite de rendre aisément intelligibles les évolutions les plus importantes. Le récit est aussi une forme qui ne requiert pas d'appareil théorique important et qui permet de cheminer à la lisière de ce que, conventionnellement, on pourrait considérer comme un discours scientifique formalisé. On propose davantage de montrer que de démontrer. Le récit construit une forme de connaissance qui, par certains côtés, s'apparente à ce que peut transmettre la fiction. Cela a paru approprié pour un travail qui s'attache à mettre en valeur l'efficacité de la fiction comme mode d'appréhension du monde.

PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

La partie I est consacrée à l'histoire des techniques cartographiques. La cartographie mathématique suppose à la fois un cadre théorique et des moyens techniques, en particulier des instruments de mesure. Une partie des problèmes théoriques avaient été posés dès l'Antiquité : les principes d'un système de coordonnées terrestres et les questions touchant aux

6. Voir à ce sujet les analyses de Philippe Pelletier (2011), en particulier sur la mappemonde de Fra Mauro (p. 179).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

projections ont été traités, au IIe siècle, par Ptolémée, lui-même héritier d'une longue tradition de géographie mathématique. Les connaissances sur la cartographie antique sont cependant très incertaines. On ne sait ni si des cartes ont été tracées suivant le système de Ptolémée ou l'un de ses équivalents, ni, le cas échéant, quels auraient pu être leur diffusion et leur usage. La seule carte antique connue, à travers une copie, la table de Peutinger, ne relève pas de cette tradition. La cartographie médiévale, elle aussi imparfaitement connue, emprunte également d'autres voies. L'héritage géographique ptoléméen est perdu en Europe durant le Moyen Âge, et ce n'est qu'à la Renaissance que la cartographie mathématique se développe de nouveau, avec la réintroduction en Europe, au début du XVe siècle, des textes de Ptolémée retrouvés en Orient. Les premières éditions européennes de la *Géographie*[7] reproduisent des cartes du monde antique à partir des tables de coordonnées compilées à la fin de l'ouvrage, mais la méthode est assez rapidement adaptée et appliquée à la cartographie d'un monde alors en expansion sous l'effet des grandes découvertes. Parallèlement, l'imprimerie permet de reproduire les cartes. Autrefois objets rares et précieux, elles deviennent de plus en plus communes. Les principes de base de la cartographie mathématique fondée sur la mesure de coordonnées angulaires et leur report sur un plan sont graduellement perfectionnés. Des instruments plus précis et des méthodes nouvelles, en particulier la triangulation, permettent d'envisager une cartographie aux grandes échelles rattachée au canevas des coordonnées de la géographie globale. C'est ce que les Cassini réalisent, pour la France, entre les années 1670 et la fin du XVIIIe siècle. La méthode cartographique de la carte des Cassini, y compris par l'organisation du travail et le type d'instruments utilisés, fixe les techniques cartographiques jusque vers le milieu du XXe siècle. La précision des mesures s'affine, la connaissance de la forme de la Terre s'améliore, mais la technique cartographique fondée sur une triangulation au sol appuyée sur un réseau de points géodésiques reste dans l'ensemble la même. La photogrammétrie aérienne qui se développe vers le milieu du XXe siècle vient en complément de ces méthodes mais ne les bouleverse pas. Les grands changements sont assez récents, avec l'informatique et les systèmes de traitement automatiques des données géographiques, et l'utilisation des satellites pour l'observation et la localisation. Le GPS et les systèmes cartographiques informatiques représentent

7. Une traduction partielle existe en anglais : *Ptolemy's Geography: An Annotated Translation of the Theoretical Chapters*, (J. Lennart Berggren & Alexander Jones, trad. et ed.), Princeton, Princeton University Press, 2002.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le plus important bouleversement technique depuis la redécouverte de Ptolémée. Nous n'en avons probablement pas encore pris toute la mesure.

La partie II traite des aspects politiques de la cartographie. Ce qui était probablement, dans l'Antiquité, surtout l'affaire d'une poignée de savants, devient après la Renaissance une préoccupation des États. La cartographie a d'abord une dimension symbolique forte. Dans une Europe où les États centralisés puissants sont en pleine ascension, la carte fournit un symbole adéquat pour incarner les territoires nationaux. Les grandes cartes d'apparat ont cette fonction. Dans les États plus complexes et plus centralisés, la cartographie est aussi un outil d'administration en temps de paix, et un instrument stratégique en temps de guerre. La maîtrise de la cartographie devient un élément de la souveraineté des États en Europe, ainsi que dans les colonies outre-mer. Des services cartographiques nationaux se créent entre la fin du XVIIIe siècle et le début du XIXe. À partir du XIXe siècle, la cartographie est souvent militarisée, par exemple en Angleterre et en France. La cartographie des espaces nationaux et coloniaux est effectuée par des militaires, et les choix techniques (types de projection, choix des objets représentés) sont le reflet de préoccupations stratégiques. La mainmise des militaires sur la cartographie culmine après la seconde guerre mondiale. Il n'est pas exagéré de dire que toutes les techniques de la géographie numérique actuelle (le GPS, la télédétection, le traitement informatique des données géographiques) sont issues de la guerre froide, et plus particulièrement de la préparation des tirs de missiles à longue portée dans le cadre d'une guerre nucléaire. Vers la fin du XXe siècle, ces techniques auparavant étroitement confinées au domaine militaire se diffusent dans la cartographie civile. La souveraineté cartographique des États, qui, entre autres prérogatives, leur permettait de maîtriser ce qu'ils souhaitaient divulguer ou cacher de leur géographie, est mise à mal par la commercialisation d'images satellites haute résolution, et, depuis le début des années 2000, par la circulation globale de ces images dans les systèmes de cartographie en ligne du type Google Earth. C'est une évolution importante des relations entre l'État et la carte, même si les conséquences en sont probablement plus importantes sur le plan symbolique que sur le plan pratique.

La partie III traite de la place de la carte dans la culture à travers une exploration des imaginaires géographiques. Les imaginaires cartographiques sont étudiés grâce aux fictions, le plus souvent romanesques, parfois théâtrales, et, pour la période récente, cinématographiques, qui mettent en scène des cartes. Cette approche est complétée par l'examen

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de quelques peintures où des cartes sont représentées. À partir de la circulation massive des cartes imprimées dès le XVIe siècle, la cartographie devient un élément constitutif de l'univers mental européen. Cela se traduit notamment par l'apparition d'une cartographie allégorique qui reprend les codes graphiques de la cartographie géographique et les détourne dans un sens galant ou moral. La carte de Tendre (1654) en est l'exemple le plus connu, et sert de prototype à une longue lignée de cartes allégoriques qui s'étend jusqu'à nos jours.

Les imaginaires cartographiques peuvent se définir comme les idées et les sentiments communément associés aux cartes, hors du système scientifique qui les produit. Une forme importante de ces imaginaires, par exemple, est ce que l'on peut appeler la rêverie cartographique, ce mode d'appréhension de la carte décrit dès le XVIIe siècle qui consiste à se projeter par l'imagination dans le territoire cartographié. La carte au trésor, popularisée par le roman de Stevenson *L'île au trésor* (1883), est une autre figure majeure des imaginaires cartographiques. D'autres imaginaires cartographiques associent les cartes à des contextes particuliers. La littérature et la peinture du XIXe siècle représentent ainsi très fréquemment les cartes dans un environnement militaire, reflétant ainsi une évolution importante dans la production et l'usage de la cartographie. Les imaginaires cartographiques connaissent aujourd'hui des évolutions importantes. Ces mutations correspondent à la fois aux changements techniques et au développement, d'abord dans le milieu universitaire, d'une approche critique de la cartographie scientifique qui tend à remettre en cause sa neutralité idéologique. Les imaginaires cartographiques contemporains, influencés notamment par le lien entre les techniques de la surveillance et la géographie numérique, sont moins innocents, plus sombres, et plus politiques. William Gibson, dans ses derniers romans, illustre cette évolution, que l'on peut aussi observer dans la façon dont les techniques géonumériques sont représentées au cinéma et à la télévision. À travers la fiction, il est possible de prendre du recul par rapport à des techniques de plus en plus présentes dans l'environnement quotidien. Nos principales représentations de l'espace géographique sont issues de techniques conçues par les militaires pour la guerre. Le détour par les imaginaires offre un moyen d'explorer autrement la nature de l'espace que nous habitons.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE I
L'INVENTION DE LA PRÉCISION : CARTOGRAPHIE ET TECHNIQUE DE L'ASTROLABE AU GPS

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE I. L'INVENTION DE LA PRÉCISION : CARTOGRAPHIE ET TECHNIQUE DE L'ASTROLABE AU GPS

> « Quelques-uns trouvaient singulier qu'une carte de la Basse-Bretagne ne présentât pas un coup-d'œil aussi agréable que celle des environs de Paris ; je ne pus m'empêcher de répondre que c'était la faute du pays et non celle des ingénieurs. »
>
> Cassini Jean-Dominique,
> *Mémoires pour servir à l'histoire des sciences et à celle de l'Observatoire royal de Paris,*
> Paris, Bleuet, 1810, p. 124.

Le propos de cette partie n'est pas de faire une histoire des techniques cartographiques sur cinq siècles. Outre que cette question relève de l'histoire des techniques, ce qui n'est pas notre propos, il existe déjà une abondante littérature sur le sujet[1]. Il s'agit donc plutôt de mettre en lumière les grandes étapes des transformations techniques qu'a connues la cartographie, et de montrer comment, avec l'emploi de méthodes géométriques et mathématiques de plus en plus perfectionnées, la description de la Terre passe de plus en plus par le calcul et la manipulation de chiffres. La géographie numérique telle qu'elle existe aujourd'hui, c'est-à-dire le traitement par ordinateur des données géographiques, dérive en partie de la longue évolution des méthodes

1. [Andrews, 2009] peut constituer une introduction pour l'histoire des techniques cartographiques jusqu'au XIXe siècle. La référence pour l'histoire de la cartographie est le projet de l'université de Chicago, dont six tomes couvrant les cartographies extra-européennes et la cartographie européenne jusque vers 1700 sont déjà parus. Le volume 1, qui couvre la cartographie jusqu'au Moyen Âge, est déjà un peu ancien au regard des progrès dans l'étude de la cartographie antique. Pour cette période et pour le Moyen Âge, les études réunies par Talbert [2008], permettent d'actualiser certains chapitres aujourd'hui dépassés. [Dueck, 2012] propose une synthèse concise sur la géographie dans l'Antiquité classique. La revue *Imago Mundi* est entièrement consacrée à l'histoire de la cartographie. Le site web de l'histoire de la cartographie permet d'accéder gratuitement au contenu des quatre premiers tomes : < http://www.geography.wisc.edu/histcart/ >. En français et dans une optique plus grand public, voir également [Hofmann (dir.), 2012].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

mathématiques de la description topographique et de la géodésie. Quoique la science de la mesure de la Terre remonte à l'Antiquité, c'est véritablement à l'époque moderne qu'elle se perfectionne, et qu'elle trouve une application systématique dans la cartographie. L'évolution générale de la cartographie du XVIe siècle à nos jours correspond dans l'ensemble à une amélioration de la précision et à un enrichissement de l'information portée par les cartes. L'amélioration de la précision passe par la mise au point de méthodes pour déterminer la position d'un point à la surface de la Terre, ce qui suppose à la fois de concevoir des systèmes de coordonnées précis et de se doter d'instruments de mesure adaptés. La précision cartographique dépend également des procédés par lesquels les mesures sont ensuite traduites en cartes, avec les déformations et les approximations introduites par la projection, la mise à l'échelle, et les procédés de reproduction. Quant à l'enrichissement de l'information, il dépend du caractère plus ou moins complet des relevés effectués sur le terrain, des choix graphiques, et des limites matérielles inhérentes au support (taille et échelle des feuilles, finesse de la gravure, emploi ou non de la couleur). Envisager les techniques cartographiques, c'est donc nécessairement considérer l'ensemble de la chaîne de production, depuis l'élaboration des théories géodésiques jusqu'à la production matérielle de la carte sur son support final, en passant par les étapes des relevés topographiques et de la conception graphique de la carte.

Lorsqu'on parle de cartographie scientifique, on n'ignore nullement les critiques contemporaines sur l'objectivité, la neutralité, ou au contraire la charge idéologique de la carte. Ces questions seront abordées plus tard. L'adjectif « scientifique » est utilisé ici simplement pour qualifier les cartes produites principalement au moyen de méthodes mathématiques à partir de mesures systématiques de la Terre. Il n'est pas question ici de la cartographie en général, mais bien d'un mode cartographique particulier, dont une des incarnations les plus représentatives est la carte topographique de l'Institut géographique national (IGN). Sur bien des plans, ces cartes sont le produit du rationalisme scientifique occidental sous sa forme la plus pure. Le propos principal de cette partie n'est pas de déconstruire de façon critique ce rationalisme, mais de montrer les métamorphoses du rôle de la mesure et du calcul dans la cartographie.

Les techniques cartographiques répondent aux besoins de leur époque en mettant en œuvre les instruments et les méthodes disponibles. Elles sont donc indissolublement liées au contexte scientifique et institutionnel à l'intérieur duquel elles se déploient. La carte topographique à grande échelle est celle qui demande l'emploi des méthodes les plus complexes et

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

les plus coûteuses. C'est principalement ce type de cartes qui a bénéficié des progrès des mathématiques et des instruments. Sans ignorer tout à fait les autres types de cartes, on s'intéressera prioritairement à la carte topographique qui apparaît, sous sa forme moderne, avec la carte de France des Cassini. Cette naissance de la carte topographique est précédée par un grand renouveau de la cartographie à la Renaissance, avec la redécouverte des théories de la géographie antique.

AUX ORIGINES DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

La cartographie fondée sur la mesure et sur le calcul ne naît pas à la Renaissance. Le monde grec avait développé, au moins sur le plan théorique, un appareil mathématique qui proposait des méthodes pour résoudre les deux plus grands problèmes de la cartographie : la localisation et la projection. Le témoignage le plus précis que nous ayons sur la science géographique grecque est la géographie de Ptolémée[2] (mort vers 168). La géographie mathématique antique culmine lors de la période hellénistique et Ptolémée est d'autant plus important que l'essentiel de l'œuvre des autres théoriciens qui l'ont précédé (Dicéarque, Hipparque, Eratosthènes, Marinos de Tyr) est aujourd'hui perdue. Ptolémée propose un cadre mathématique unique pour localiser en longitude et latitude tout point à la surface de la Terre. Ce système de coordonnées peut être utilisé à la fois pour tracer des cartes du monde et des cartes régionales. Ptolémée propose aussi différentes méthodes pour reporter sur une surface plane des coordonnées sphériques, et des conseils pour la réalisation de globes. Le texte de Ptolémée contient également des références aux travaux d'autres géographes, et plus particulièrement un commentaire de Marinos de Tyr. On peut donc supposer qu'il existait une production cartographique dans le monde grec, au moins à l'usage des savants. Une grosse partie de la géographie de Ptolémée consiste en un catalogue de localités regroupées par région, avec leurs coordonnées géographiques. Malgré la sophistication de l'appareil théorique de Ptolémée, et la bonne précision d'une grande partie des mesures, rien n'indique qu'il ait été fait dans l'Antiquité un large usage de ces méthodes cartographiques. Les cartes de l'Antiquité ont toutes été perdues. Il existait des représentations spatiales dans le monde romain, mais qui ne

2. La traduction anglaise annotée des chapitres théoriques proposée en 2000 par J. Lennart Berggren et Alexander Jones (Princeton University Press) est probablement la meilleure introduction à ce texte ardu.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

nécessitaient pas la mise en œuvre de la science géographique de Ptolémée[3]. Le grand plan de Rome gravé dans le marbre et connu sous le nom de *Forma Urbis Romae*, une représentation de la ville à l'échelle 1/240 d'une dimension de 13 m sur 18 composée un peu après l'an 200 et située à l'origine sur un mur du temple de la paix, relève de cette catégorie[4]. Quant à la plus connue des cartes du monde romain, la carte dite « de Peutinger », connue par une copie médiévale, c'est un rouleau de parchemin de près de 7 m de long qui présente des terres bizarrement déformées[5] et dont l'origine, la fonction et la place dans la cartographie romaine restent assez mystérieuses[6].

Il n'existe ni dans la langue grecque ni dans la langue latine de termes qui désigneraient sans équivoque une carte dans le sens moderne. Les mots grecs γεωγραφία et χωρογραφία (géographie, sous-entendue mondiale, et chorographie, c'est-à-dire géographie régionale) désignent indifféremment des descriptions, des nomenclatures de lieux et des cartes[7]. On trouve également πίναξ chez Hérodote[8] et chez Plutarque[9], ce qui peut désigner toute forme de tablette. Les mots latins susceptibles de désigner une carte sont multiples et ambigus : *forma*, *tabula*, *orbis*. De plus, dans tous les textes de l'Antiquité qui nous sont parvenus, rares sont les passages qu'on peut interpréter comme faisant mention d'une carte. Par exemple, il n'est pas absolument certain que la carte (le mot latin employé ici est *orbis*) dite d'Agrippa, citée par Pline l'Ancien dans son *Histoire naturelle*[10], et qui aurait

3. [Andrews, 2009, p. 6]
4. Il ne subsiste qu'environ 10 % de cet énorme plan, sous la forme d'un peu plus d'un millier de fragments de marbre qui ont tous étés numérisés et sont consultables sur un site dédié de l'université de Stanford où l'on trouvera aussi une bibliographie complète sur le sujet : [En ligne] : < http://formaurbis.stanford.edu/index.html>. En français, voir [Davoine, 2007].
5. Une version numérique de la carte est visible à l'adresse suivante : [en ligne] : < http://peutinger.atlantides.org/map-a/ >.
6. [Talbert, 2010].
7. [Nicolet, 1996].
8. [*Histoires*, V-47].
9. *Thésée*, I-1 : [...] ἐν ταῖς γεωγραφίαις [...] οἱ ἱστορικοὶ τὰ διαφεύγοντα τὴν γνῶσιν αὐτῶν τοῖς ἐσχάτοις μέρεσι τῶν πινάκων πιεζοῦντες, αἰτίας παραγράφουσιν ὅτι 'τὰ δ' ἐπέκεινα θῖνες ἄνυδροι καὶ θηριώδεις'…Traduit par Amyot (édition de 1567) : « [...] les historiens qui décrivent la terre en figure [...] ont accoutumé de supprimer aux extrémités de leurs cartes, les régions dont ils n'ont point connaissance, et en cotter quelques telles raisons par endroits de la marge : "outre ces pays ici il n'y a plus que profondes sablonnières sans eau, pleines de bêtes venimeuses"...
10. III-17 : « *Agrippam quidem in tanta viri diligentia praeterque in hoc opere cura, cum orbem terrarum orbi spectandum propositurus esset, errasse quis credat et cum eo divum augustum is namque conplexam eum porticum ex destinatione et commentariis m. agrippae a sorore eius inchoatam peregit.* » Extrait de la traduction d'Émile Littré. [En ligne] : < http://remacle.org/bloodwolf/erudits/plineancien/livre3.htm > : « Qui pourrait penser qu'Agrippa, homme d'une si grande exactitude, et en outre occupé du soin de mettre sous les yeux de l'univers le tableau de l'univers même, se soit trompé comme il a fait, et que cette erreur ait été répétée par le dieu Auguste ? Car ce prince acheva le portique qui devait renfermer ce tableau, et qui avait été commencé par sa sœur, d'après l'intention et les mémoires de M. Agrippa. » On notera qu'Émile Littré, l'auteur de cette traduction, s'abstient d'employer le mot « carte ».

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

été visible au Porticus Vipsania, ait été une représentation graphique[11]. De même, lorsque Cicéron se réfère dans une lettre à Atticus aux relevés de Dicéarque[12], il est impossible de savoir s'il s'agit de cartes ou d'une nomenclature de noms de lieux. Une mention chez Suétone[13] d'une *orbis terrae depictum in membrana* (figure de la Terre peinte sur parchemin), semble plus clairement se référer à une forme de mappemonde.

Les études sur la cartographie antique sont relativement récentes et de nombreux points sont obscurs, mais il est néanmoins possible que l'usage des cartes dans le monde antique ait été beaucoup moins commun qu'on avait pu initialement le penser[14]. Que des cartes aient existé dans l'Antiquité est attesté, mais il n'est pas possible d'affirmer ni qu'elles aient été d'un usage courant, ni qu'elles aient joué un rôle important dans les conceptions de l'espace des sociétés antiques, qui semblent avoir préféré les descriptions géographiques purement textuelles[15]. On peut supposer que la confection et la copie de cartes, qui requièrent des compétences techniques moins communes que la copie de textes, n'étaient pas des activités très répandues. Pline l'Ancien, dans son *Histoire naturelle* (XXV-4), explique qu'utiliser des illustrations pour identifier les plantes, comme l'avaient proposé certains auteurs (Cratevas, Denys et Métrodore), est une méthode séduisante mais inapplicable en raison, entre autres inconvénients, des déformations introduites par les copistes. La reproduction de documents cartographiques présente la même difficulté, et les cartes, de ce fait, pourraient n'avoir pas été en grande circulation. Elles semblent avoir été utilisées au moins dans un but pédagogique. Le public athénien du ve siècle était assez familier des cartes pour qu'Aristophane, dans

11. Claude Nicolet [1996] consacre un chapitre entier (chapitre 5) à la géographie d'Agrippa, et défend l'idée d'une carte géographique rectangulaire, mais d'autres travaux plus récents sont moins affirmatifs (par exemple [Talbert, 2008]). Dans l'Antiquité tardive, cependant, il existait des représentations en images, à vocation pédagogique, de la géographie du monde romain. Dans son *Discours pour la restauration des écoles*, Eumène, en 298, demande que les portiques des écoles d'Autun soient décorés d'une représentation en image du monde entier, pour montrer « la situation des lieux avec leurs noms, leur étendue, et leurs distances, la source et l'embouchure de tous les fleuves, les sinuosités des rivages et les circuits de la mer qui embrasse les continents », ainsi que des scènes historiques (Eumène, *Oratio pro instaurandis scholis*, XX-XXI, traduction J.-B. Roghet).
12. VI-2-3 : « *Dicaearchi tabuli credidi* », « j'en ai cru les relevés de Dicéarque », traduction de L. A. Constans et Jean Bayet, Les Belles Lettres.
13. Dom. 10.
14. En particulier dans le premier volume de *l'Histoire de la cartographie* de Harley. Voir à ce sujet l'étude de Richard Talbert [2008] et le chapitre rédigé par Kai Brodersen dans [Dueck, 2012].
15. [Arnaud, 1989]. Brodersen [2001, pp. 8-9] notent que Galien, lorsqu'il relate un de ses voyages, prend soin d'en détailler l'itinéraire au bénéfice de ses lecteurs qui souhaiteraient suivre ses pas, mais qu'il est manifeste non seulement qu'il n'avait pas accès à des cartes, mais qu'il n'a apparemment pas envisagé d'en consulter.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les Nuées (202-215), puisse tirer un effet comique d'un personnage qui confond la carte avec la réalité :

Tourneboule, vieillard athénien, se rend chez Socrate où il interroge un disciple sur divers instruments :

« Tourneboule : Et ça ?

Le disciple : Géométrie.

Tourneboule : Ah ! Et à quoi ça sert ?

Le disciple : À prendre la mesure de la terre.

Tourneboule : Celle qu'on répartit par lopins ?

Le disciple : Non : toute la terre.

Tourneboule : Brave idée ! Cette invention, ce sera profit pour tout le brave peuple !

Le disciple : Ça, c'est la terre entière, tout en rond, tu vois ? Ici, Athènes.

Tourneboule : Qu'est-ce que tu dis ? Pas de danger que je te croie : je ne vois pas de juges tenir séance.

Le disciple : C'est pourtant vrai, je t'assure. C'est le terroir d'Athènes.

Tourneboule : Et où sont ceux de Cicynna, les gars de chez moi ?

Le disciple : Là, tiens, dans ce coin-là. Et voici l'Eubée, comme tu vois, tout en longueur, étirée, elle s'en va, elle s'en va !

Tourneboule : Je sais : nous lui avons assez tiré dessus, nous et Périclès ! Et Sparte, où est-elle ?

Le disciple : Où est-elle ? La voilà.

Tourneboule : Qu'elle est près de nous ! Il faudrait l'éloigner de nous, pensez-y pour de bon : qu'elle s'en aille, qu'elle s'en aille ! »[16]

Ces cartes athéniennes n'étaient pas aussi sophistiquées que les cartes de l'époque hellénistique, car les principes de localisation et de projection n'avaient pas encore été formulés, mais la présence des instruments et la mention de la mesure montrent qu'elles étaient déjà construites sur des principes mathématiques.

16. Aristophane, *Théâtre complet*, texte traduit, présenté et annoté par Victor-Henry Debidour, Paris, Le Livre de poche, 1965.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans le monde romain, au premier siècle avant J.-C., dans une élégie de Properce, une épouse de soldat se lamente en s'usant les yeux sur la carte des provinces lointaines où son mari a été envoyé en campagne[17], ce qui peut laisser supposer que des cartes étaient en circulation chez des particuliers.

Même si le public antique était conscient de l'existence de cartes, les subtilités de leur construction et les principes mathématiques nécessaires à leur élaboration demeuraient probablement l'apanage de quelques savants. Strabon (mort vers 24) note d'ailleurs dans l'introduction de sa *Géographie*, œuvre essentiellement encyclopédique, que la connaissance détaillée des mathématiques géographiques n'est pas utile pour le public visé par son livre (hommes d'État et généraux) qui peut se contenter de notions élémentaires[18]. Même des savants pouvaient ainsi être assez peu au fait des théories astronomiques de leur temps. Ainsi Pascal Arnaud[19] note-t-il que Plutarque, pourtant homme instruit et contemporain de Ptolémée, semble considérer que la Terre est un disque semblable à une table[20], une idée qui pourrait paradoxalement découler d'une interprétation erronée d'une mappemonde semblable à celle décrite au début de la *Vie de Thésée* (voir plus haut).

LA CARTOGRAPHIE MÉDIÉVALE

La cartographie du Moyen Âge est un peu mieux connue. Les cartes conservées sont assez nombreuses ; le plus souvent, elles illustrent des textes de manuscrits. Les cartes médiévales les plus abondantes sont des mappemondes très schématiques le plus souvent du type dit en T-O, qui suivent un modèle décrit notamment par Isidore de Séville au VIIe siècle,

17. IV-3-37 : « *cogor et e tabula pictos ediscere mundos, qualis et haec docti sit positura dei* » ; « à force de la lire, je connais à fond la carte des mondes et leurs couleurs et leur position et cette savante ordonnance qui est l'œuvre d'un dieu. » (Traduction D. Paganelli, Les Belles Lettres).
18. I-1-21.
19. [1990, p. 42].
20. *Propos de table*, 7.4.7 ; στρογγύλη καὶ μόνιμός, ronde et stable. L'argument cependant ne semble pas définitif. Strabon, à son époque, considérait que la sphéricité de la Terre était connue par le public instruit. Il n'y a pas de raison de penser qu'il n'en va pas de même un siècle et demi plus tard. La comparaison entre la terre et une table de repas dans ce passage de Plutarque intervient dans un contexte qui n'implique pas de s'en tenir à une stricte rigueur scientifique. Le « στρογγύλη » employé ici n'a pas de signification géométrique très précise, puisqu'on peut l'appliquer à toute forme arrondie : bouclier, coque de bateau.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

où la Terre est figurée comme un disque[21]. L'Est est situé en haut. Un diamètre horizontal figure la ligne Don-Nil et délimite l'Asie, figurée par le demi-cercle supérieur. Un rayon perpendiculaire sépare en deux la moitié inférieure et figure la Méditerranée, les deux quarts de cercle ainsi délimités représentent à gauche l'Europe et à droite l'Afrique. La figure générale de ces cartes est donc celle d'un T inscrit dans un O. On a souvent donné à ces cartes une interprétation symbolique liée au christianisme (la représentation tripartite symbolisant La Trinité, avec Jérusalem au centre du monde), ce qui a accrédité la thèse d'un abandon de la géographie scientifique au Moyen Âge au profit d'une géographie avant tout symbolique. Mais ces cartes n'apparaissent pas toujours dans un contexte où une symbolique chrétienne est présente (par exemple, en illustration d'auteurs antiques), et accompagnent parfois des représentations plus élaborées[22]. Leur succès vient plutôt de leur simplicité qui permet aux copistes les moins adroits de les reproduire. Elles ont presque une valeur d'icône ou de logo, mais ne reflètent pas l'état de la science géographique.

Bien que le texte de Ptolémée ait été indisponible en Occident du VIe au XIVe siècle, la science géographique antique n'avait pas été oubliée[23]. La carte de Peutinger montre que certains modèles antiques avaient été conservés. Si les grandes mappemondes ornementales médiévales n'avaient aucun cadre mathématique, étant dépourvues d'échelle et de système de projection, l'idée d'une géographie fondée sur la mesure de la Terre n'était pourtant pas étrangère à l'esprit du temps. En témoigne le succès de l'anecdote des « quatre sages de Jules César » qui apparaît entre la fin du Ve siècle et le début du VIe, et qu'on trouve souvent répétée durant tout le Moyen Âge et les époques ultérieures. Selon ce récit rapporté d'abord avec quelques variantes dans plusieurs manuscrits de la *Cosmographie* de Julius Honorius puis dans divers ouvrages médiévaux de cosmographie et de géographie, Jules César aurait confié à quatre géomètres la mission de mesurer quatre parties du monde. La date d'apparition tardive du récit, diverses incohérences dans les dates mentionnées, et l'impossibilité de le corroborer par ce que l'on sait par ailleurs de la science géographique romaine laissent penser qu'il s'agit probablement d'une invention[24]. Mais le succès même de l'histoire, comme

21. [Woodward, 1987, p. 301]. Les mappemondes médiévales pouvaient prendre des formes assez variées, mais ne relevaient pas de la cartographie mathématique.
22. [Arnaud, 1990].
23. [Vagnon, 2002].
24. [Nicolet et Gautier Dalché, 1986].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le fait qu'elle figurait parfois dans la marge de mappemondes[25], prouve qu'il subsistait une certaine mémoire de la science géographique antique dans l'Europe médiévale.

La cartographie connaît des évolutions assez importantes vers les XIIIe et XIVe siècles. Les portulans apparaissent au XIIIe siècle et se multiplient rapidement. Ces cartes à l'usage des navigateurs, où le seul élément géographique représenté est le trait de côte, ont un but pratique : elles sont l'équivalent graphique des instructions de navigation sous forme de texte, également appelées portulans ou routiers[26], qu'utilisaient les marins pour la navigation à l'estime[27]. L'apparition des cartes n'a d'ailleurs pas mis fin à l'usage des instructions textuelles. Les portulans sous forme cartographique semblent s'être banalisés à la faveur de l'introduction en Occident de la boussole. Le détail des contours côtiers apparaît sur les portulans plus précis que sur les mappemondes, même sur les exemples les plus anciens, comme la carte pisane. Cette précision est requise par leur usage. Les techniques utilisées pour dresser ces cartes ne sont pas connues avec certitude : elles ne sont pas issues des cabinets des savants et ne sont donc pas accompagnées d'un appareil théorique. Il semble cependant que ces cartes soient des constructions empiriques à partir de caps magnétiques et de navigation à l'estime, sans utiliser de coordonnées géographiques, sans faire d'hypothèse sur la forme de la Terre, et sans système de projection[28]. Elles concernent essentiellement la Méditerranée. Même si certaines conventions graphiques des portulans sont progressivement adoptées par les mappemondes, comme les roses des vents et les loxodromes[29], ils représentent, du point de vue des techniques cartographiques, une voie séparée qui n'a pas eu de postérité.

La cartographie de la fin du Moyen Âge connaît d'autres mutations importantes. Une des principales est la redécouverte du texte de la *Géographie* de Ptolémée, dont le texte grec, retrouvé à Byzance, parvient à Florence à la toute fin du XIVe siècle. Il est rapidement traduit en latin, augmenté de cartes réalisées suivant les indications du texte, et largement diffusé, d'abord sous la forme de nombreux manuscrits, puis, dès la fin

25. T. P. Wiseman [1992, pp. 22-42], qui consacre une étude aux quatre géomètres de César, conclut à la véracité du récit, et va jusqu'à y voir l'origine des données utilisées pour dresser la carte d'Agrippa.
26. [Ash, 2007, p. 510].
27. Les techniques de navigation médiévales ne sont pas très bien connues dans le détail. Sans doute un grand nombre de pilotes n'avaient-ils pour guides que leurs cartes mentales et l'expérience transmise oralement [Campbell, 1987, p. 387].
28. [Gaspar, 2008].
29. [Andrews, 2009, pp. 15-16].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

du XVe siècle, d'éditions imprimées. Outre le prestige attaché au nom de l'auteur, le succès de l'ouvrage s'explique par l'efficacité du système de localisation en latitude et longitude qu'il proposait, et qui permettait d'unifier dans un cadre mathématique unique les cartes à toutes les échelles. L'idée de coordonnées géographiques en latitude et longitude n'était pas inconnue en Occident. Peut-être ces notions étaient-elles passées en Europe par l'Espagne musulmane vers la fin du XIe siècle, la tradition ptoléméenne ayant survécu dans le monde arabe. La pratique de l'astrologie, qui nécessitait de préciser le lieu de naissance, en avait répandu l'usage depuis environ le XIIe siècle, et le système en usage pour noter la position des astres utilisait des coordonnées sphériques similaires. Roger Bacon, au XIIIe siècle, avait proposé un système de coordonnées terrestres en principe applicable à la géographie[30]. La cartographie cependant n'a pas employé les systèmes de coordonnées avant le XVe siècle et la diffusion des œuvres de Ptolémée. Dans le monde relativement clos et stable du Moyen Âge, où les grandes mappemondes pouvaient reprendre avec peu de modifications les modèles anciens, la nécessité d'un système de coordonnées universelles n'était guère impérieuse. En revanche, à l'aube de la Renaissance, dans un monde élargi par les explorations des voyageurs terrestres et marins, le besoin de situer les terres nouvelles par rapport à l'Ancien Monde conduit à l'adoption rapide du système des coordonnées géographiques, sans éteindre immédiatement la tradition des mappemondes médiévales. Ainsi, la grande mappemonde publiée à Venise par Fra Mauro vers 1450, bien qu'elle intègre des parties de l'Asie nouvellement décrites notamment par Marco Polo, reste dans la tradition médiévale. Fra Mauro éprouve cependant le besoin de préciser pourquoi il choisit de ne pas suivre Ptolémée, à qui il reproche notamment de ne pas être complet[31]. Cette attitude illustre l'ambiguïté de cette redécouverte de Ptolémée : les méthodes mathématiques ouvrent des perspectives nouvelles, mais les données géographiques, qui forment l'essentiel du volume du texte, sont celles du monde hellénistique.

La conjonction des grandes découvertes, de l'imprimerie, des techniques nouvelles et de l'intérêt renouvelé pour la géographie antique font des XVIe et XVIIe siècles une des périodes les plus foisonnantes de l'histoire de la cartographie.

30. [Woodward, 1990].
31. [Gautier Dalché, 2007, p. 316].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

LES MUTATIONS DE LA CARTOGRAPHIE À L'AUBE DE L'ÈRE MODERNE

Le terme d'ère moderne est conforme aux divisions conventionnelles des historiens. On peut juger que cette dénomination est problématique, dans la mesure où elle semble impliquer l'idée d'un progrès plus ou moins linéaire. Les faits ne sont pas si simples, mais puisque notre propos n'est pas une histoire de la cartographie mais plutôt une enquête sur les rapports entre les chiffres et l'espace, et qu'à bien des égards on peut identifier la modernité, entre autres choses, comme un processus par lequel la mesure et le calcul deviennent des outils de plus en plus importants de description du monde[32], les termes d'ère moderne ou de cartographie moderne sont ici appropriés.

Un autre inconvénient de l'usage du terme « moderne » est de paraître privilégier l'idée de rupture par rapport aux phénomènes de continuité. S'il est vrai que la tradition cartographique médiévale ne s'est pas brusquement éteinte à la fin du XVe siècle, les débuts de l'ère moderne sont caractérisés par des bouleversements suffisamment importants dans la production, la diffusion, et l'utilisation des cartes en Europe pour qu'il ne soit pas illégitime d'y voir une période charnière. Le plus incontestable de ces bouleversements concerne probablement le nombre de cartes en circulation. Selon David Woodward[33], entre le XVe siècle et le XVIIe siècle, le nombre de cartes en circulation passe de quelques milliers à plusieurs millions. Cela traduit non seulement l'effet de la diffusion de cartes imprimées mais aussi la multiplication des usages de la carte, notamment dans l'administration et chez les particuliers.

Un autre bouleversement est l'adoption progressive, d'abord pour les cartes à petite échelle, du système de coordonnées géographiques hérité de Ptolémée. Là où les mappemondes médiévales présentent un monde organisé autour d'un centre (le plus souvent, particulièrement après les croisades, Jérusalem) le système de coordonnées géographiques construit un espace abstrait, purement géométrique, dans lequel il n'existe *a priori* aucune hiérarchie des lieux. Contrairement au système clos de la mappemonde médiévale, la carte fondée sur les coordonnées géographiques se prête à l'inscription des terres nouvellement découvertes que l'on peut ancrer aux parties du monde déjà connu en les assignant à leur place dans l'espace géométrique préexistant.

32. [Crosby, 2003].
33. [2007, p. 11].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Construire une carte à partir de coordonnées géographiques implique nécessairement de se poser le problème de la projection, c'est-à-dire du report des coordonnées sur le plan de la feuille. La question de la projection avait été abordée par Ptolémée, mais il proposait des solutions adaptées au monde connu de son temps, limitées à la représentation d'un seul hémisphère. La Renaissance a été une période fertile en invention de projections nouvelles, mieux adaptées à la représentation de la Terre entière. L'intérêt pour ces questions est à replacer dans le contexte plus global du renouvellement des arts visuels, et en particulier de la formalisation des techniques de représentation en perspective, qui posent des problèmes proches de ceux des projections cartographiques[34]. Plus d'une quinzaine sont mises au point avant 1670[35]. La construction d'un système de projection peut être plus ou moins empirique, ou au contraire d'un grand raffinement mathématique (la construction précise des projections de la Renaissance n'est pas toujours connue ; on suppose qu'elles se fondaient sur des méthodes graphiques)[36], mais elle se traduit par la définition d'une échelle. Cette échelle peut éventuellement ne pas être constante pour les différentes parties de la carte, mais sa détermination et ses variations dépendent du système choisi et du support de la carte, et ne sont pas laissées à l'arbitraire du cartographe comme dans les cartes non projetées. L'apparition sur la carte de l'échelle et des lignes figurant les méridiens et les parallèles signale l'émergence d'une cartographie où la mesure et le calcul occupent le premier rôle.

L'introduction de la latitude et de la longitude n'a pas transformé la cartographie du jour au lendemain. S'il s'agissait d'une avancée théorique importante, sa portée pratique était plus limitée, du moins dans un premier temps. La mesure concrète des coordonnées géographiques se heurte à des difficultés pratiques lorsqu'il s'agit de collecter les latitudes et longitudes de lieux précis. La détermination de la latitude est simple, surtout dans l'hémisphère nord où il suffit de mesurer la hauteur du pôle Nord céleste, mais celle de la longitude nécessite des observations astronomiques plus complexes. Le principe le mieux connu à la Renaissance suppose l'observation simultanée d'une éclipse de lune à un lieu dont la longitude est connue et à un autre dont on veut déterminer la position. La différence entre les heures locales des deux observations permet de déterminer l'écart de

34. Rien n'indique que le lien ait été fait explicitement à la Renaissance, mais au XVIIIe siècle, les projections cartographiques sont considérées comme des cas particuliers de perspectives.
35. [Snyder, 1997 et 2007].
36. [Snyder, 1997, p. 47].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

longitude. Dès le milieu du XVe siècle, il a été suggéré de déplacer une horloge portative pour mesurer les longitudes, mais le manque de précision des horloges de l'époque rendait cette méthode inapplicable. L'Allemagne, la France, l'Angleterre, l'Italie, l'Espagne et le Portugal comptaient, aux XVe et XVIe siècles, suffisamment de savants pour enrichir petit à petit les tables de coordonnées géographiques, non sans introduire des erreurs parfois importantes[37]. Faute de mesures, les coordonnées de nombreuses localités devaient être déduites à partir des distances avec des lieux de coordonnées connues, au risque d'introduire de nouvelles erreurs.

Les techniques de mesure de la Terre par les géomètres-arpenteurs, pour les besoins de l'établissement du cadastre ou la construction d'ouvrages d'art, étaient déjà bien connues dans le monde romain. Les *agrimensores* romains savaient découper les terrains en figures géométriques simples pour les mesurer. Leur savoir, consigné dans des textes[38], était connu et assez bien diffusé au Moyen Âge. Ces techniques, cependant, restent cantonnées à des travaux locaux et restent étrangères à la science cartographique à proprement parler jusqu'à la fin du XVe siècle. La Renaissance voit la formalisation des principes de la triangulation pour la mesure des grandes longueurs, vers le début du XVIe siècle. À partir de la seconde moitié du XVIe siècle, les traités de cartographie exposent des méthodes de triangulation applicables à la cartographie. Les cartes produites à l'époque ne semblent pas en faire usage. Les instruments de mesure, malgré le déploiement d'une ingéniosité considérable dans leur conception, ne permettent que rarement d'atteindre la précision théorique des méthodes décrites, même si certains auteurs proposent des astuces pour se passer des mesures numériques des angles, les plus difficiles[39]. De plus, sauf à se contenter de quelques mesures ponctuelles, une triangulation utilisable en cartographie suppose une entreprise d'un coût et d'une durée peu compatibles avec le contexte troublé de l'Europe du XVIe siècle, où il est de plus impossible de s'appuyer sur un réseau de points de coordonnées connues avec une précision suffisante. La pratique cartographique de la Renaissance était ainsi marquée par un retard sensible par rapport aux avancées théoriques, aussi bien pour l'usage des coordonnées géographiques que pour les techniques de relevés topographiques. Seule la

37. [Lindgren, 2007].
38. Les textes techniques d'Hygin le Gromatique et de Frontin, principaux arpenteurs romains dont les œuvres nous soient parvenus, sont disponibles en édition bilingue latin-français aux Belles Lettres. Comme cette édition est malheureusement dépourvue des illustrations qui accompagnent les manuscrits, on peut préférer se référer au recueil établi par Brian Campbell [2000].
39. [Lindgren, 2007, p. 484].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pratique empirique des projections était en avance sur leur formulation mathématique rigoureuse.

Même si elles ne sont pas mises en pratique, ces avancées théoriques sont extrêmement importantes. Elles effacent la frontière que Ptolémée avait tracée entre la géographie mondiale, fondée sur la mesure de la mathématique, et la description régionale, relevant surtout de la description empirique. Elles ouvrent la voie à la cartographie scientifique aux grandes échelles.

NAISSANCE DE LA CARTOGRAPHIE MODERNE : DE LOUIS XIV À LA CARTE DE CASSINI

Aux XVIIe et XVIIIe siècles, une conjonction de facteurs favorise les grandes entreprises cartographiques. Les sociétés savantes européennes comme la Royal Society de Londres, ou surtout l'Académie royale des sciences de Paris, avec l'encouragement des États, raffinent les méthodes de mesure. L'Académie des sciences, en particulier, entre la fin du XVIIe siècle et le début du XVIIIe, multiplie les mesures de longitude dans le but de préciser le tracé des côtes françaises et d'améliorer la localisation d'un certain nombre de lieux à l'étranger. La demande cartographique croissante des États, pour l'administration et pour la guerre, apporte un support financier aux expériences et aux expéditions qui cherchent à améliorer la précision des mesures de la Terre. Enfin, les instruments scientifiques se perfectionnent, tant dans le domaine de l'observation du ciel que dans celui de la mesure du temps, deux domaines clés pour la précision des mesures géographiques.

C'est en France, à partir du règne de Louis XIV, que s'élaborent les méthodes de la cartographie scientifique moderne. Bien qu'elle soit assez connue, l'entreprise, étendue sur plus d'un siècle, est d'une importance telle dans l'histoire des relations entre la mesure et la cartographie qu'elle mérite qu'on s'y arrête un peu en détail. Il est en particulier utile de détailler un peu la chronologie pour comprendre pourquoi plus de 120 ans s'écoulent entre le moment où le projet est formé et la fin de sa réalisation.

Fondée en 1666, l'Académie des sciences reçoit pour mission en 1668 de travailler à l'amélioration de la cartographie de la France et à la mise au point de méthodes cartographiques nouvelles[40]. Il existait à l'époque, en France comme dans d'autres pays d'Europe, des cartes dressées dans les

40. [Levallois, 1988, p. 14].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

différentes provinces (une instruction de Colbert de 1663 avait commandé de les réunir pour en évaluer la qualité), mais elles n'étaient homogènes ni par l'échelle, ni par la précision. Après des expérimentations dans la région parisienne, sous la direction de Roberval et Picard, ce dernier, qui s'est adjoint la collaboration de Dominique Cassini, présente à l'Académie un rapport sur la méthode cartographique en 1669. Ce rapport assez bref, reproduit intégralement dans un article de Lucien Gallois[41], établit plusieurs points fondamentaux. Il propose d'établir une première grande triangulation qui servira d'appui aux travaux topographiques ultérieurs, fixant ainsi la méthode topographique moderne qui découple la construction de la triangulation géodésique des travaux topographiques de terrain. Cette triangulation emploiera des quarts de cercles à lunettes, plus précis que les instruments à pinnule utilisés auparavant. Picard suggère en outre que ces opérations de triangulations pourraient servir à préciser le diamètre terrestre. Cette question de la mesure d'un « grand degré », soit la longueur d'un degré d'une géodésique, doit lever les incertitudes sur la taille de la Terre (Newton n'a pas encore publié sa théorie de l'aplatissement du globe et il n'y a donc pas encore de débat sur la variation de la longueur du degré d'arc méridien selon la latitude). Dans le même rapport, Picard évoque le problème des unités à employer pour ces travaux, et propose « pour donner une mesure qui demeurât à la postérité et qui ne dépendît point de la nôtre particulière [de se] servir de la longueur qui est nécessaire pour un pendule à seconde de temps déterminant combien de fois cette longueur serait contenue dans un grand degré sur terre »[42]. Curieusement, Gallois ne commente pas cette proposition, qui n'a pas été retenue. Il est assez intéressant de voir apparaître, plus d'un siècle avant la définition du mètre, une proposition d'unité de mesure universelle fondée sur une mesure physique, dans un contexte lié à la mesure de la Terre. Picard souligne l'élégance de sa solution, qui, en liant l'unité de longueur à un sous-multiple de la durée du jour (la seconde), unirait la mesure de la Terre à son mouvement diurne. C'est une des premières propositions pour lier les unités de mesures à la mesure de la Terre. Grâce à son nouvel instrument, Picard est capable de procéder lui-même

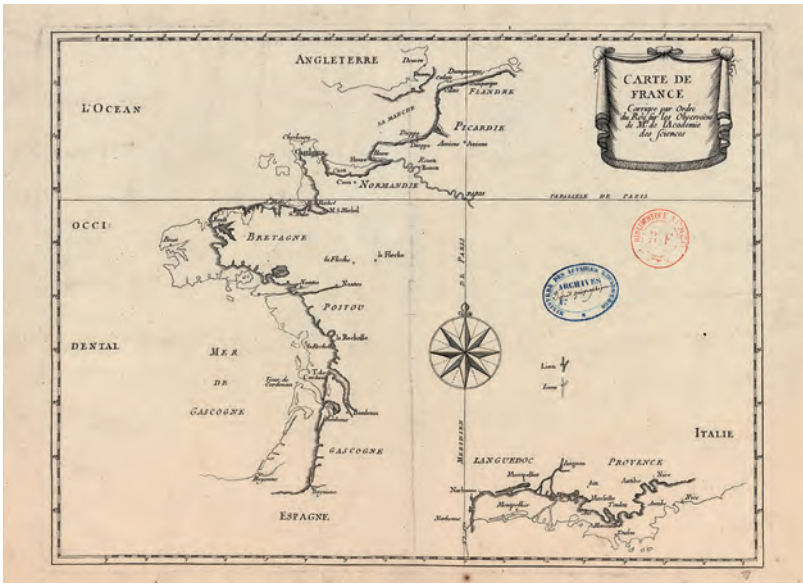
41. [Gallois, 1909a ; 1909b].
42. Picard a détaillé sa proposition d'unité de mesure dans un mémoire séparé, voir [Levallois, 1988, p. 17]. Les propositions de mesures universelles circulaient dans l'Europe de l'époque. On les trouve notamment exprimées clairement par John Wilkins en 1668. Wilkins examine diverses propositions de mesures universelles faites par d'autres (sans plus de précision), dont celles de fixer l'unité de longueur comme un sous-multiple de la longueur d'un méridien terrestre qu'il écarte comme irréaliste avant de s'arrêter à la mesure de la longueur d'un pendule à seconde. Une idée dont il attribue la paternité à Christopher Wren. Voir [Wilkins, 1668, p. 191], et [Bennet, 2002, p. 50].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à une mesure du degré méridien par la triangulation (en treize triangles) d'un arc entre Paris et Amiens en 1671. Sa mesure est aussi précise que le permettaient les connaissances astronomiques et optiques de son temps, et la méthode générale ne diffère pas substantiellement de ce qui sera pratiqué jusqu'à l'invention du GPS[43]. Les triangles de Picard permettent l'établissement d'une première carte de la région parisienne, présentée à l'Académie en 1681 par Vivier, qui avait participé aux premières expériences.

Parallèlement, Picard, Cassini, Vivier et quelques autres multiplient les observations astronomiques pour fixer précisément la latitude de nombreuses villes de France. À partir de 1681, l'astronome danois Rømer publie des éphémérides pour les éclipses des satellites de Jupiter, corrigées pour tenir compte de la vitesse finie de propagation de la lumière. Ces éclipses, qui sont des événements astronomiques fréquents, prévisibles, et indépendants de l'heure terrestre locale, sont utilisables pour calculer la longitude d'un lieu. Les observations se multiplient et font apparaître des erreurs importantes et nombreuses dans les positions habituellement admises.

Carte des côtes de la France, corrigée par l'Académie, 1693.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

43. [Smith, 1997, p. 17].

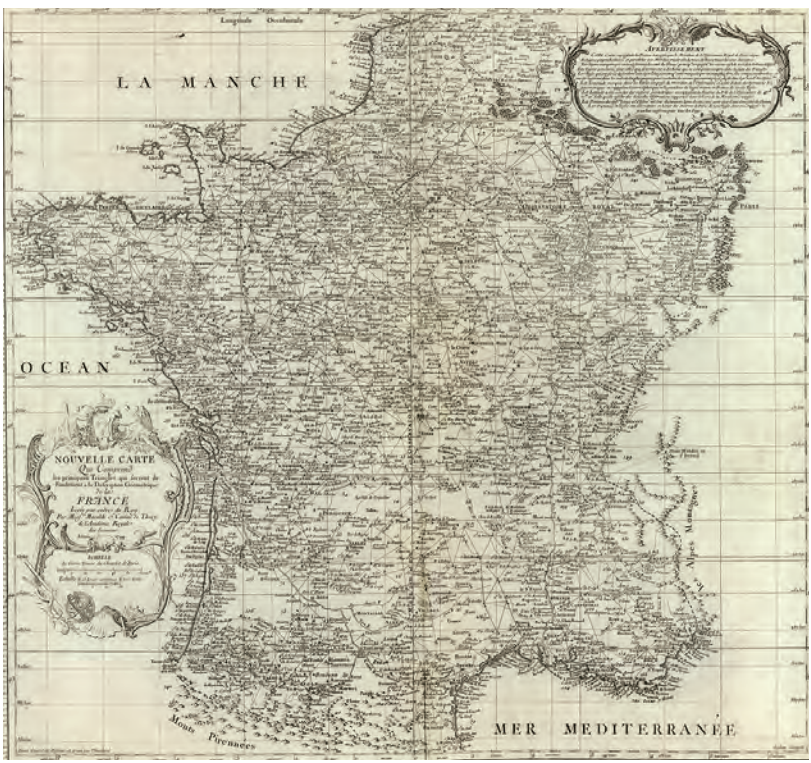
Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans un premier temps, les observations permettent de rectifier le tracé des côtes atlantiques. En 1681, Picard présente un nouveau mémoire dans lequel il insiste de nouveau sur la nécessité de construire « un grand châssis », formé de grands triangles assemblés qui fixeraient un cadre pour toutes les levées topographiques. La méridienne de 1671 pourrait servir de point de départ à cette triangulation, en la prolongeant vers le nord et le sud jusqu'aux extrémités du royaume. Picard meurt en 1682. Cassini lui succède pour la prolongation de la méridienne, mais la mort de Colbert et son remplacement comme protecteur de l'Académie par Louvois, moins intéressé par la cartographie et soucieux d'employer les savants à des travaux d'une utilité plus immédiate, interrompt les travaux. À la fin du XVIIe siècle, la guerre de la Ligue d'Augsbourg absorbe l'essentiel des ressources du royaume et l'Académie souffre d'un manque de crédit. Les opérations sur la méridienne ne reprennent qu'en 1700. Cassini reprend le travail secondé par son fils Jacques et atteint Collioure en 1701. Le prolongement vers le nord est retardé par la guerre de succession d'Espagne. Jacques Cassini, qui a succédé à son père, effectue les mesures vers le nord en 1718. Incidemment, le prolongement de la méridienne pousse Jacques Cassini à contester l'aplatissement de la Terre prédit par Newton, car, à la suite d'erreurs de mesure, il croit observer un allongement des degrés en direction de l'équateur. La mesure d'un grand cercle perpendiculaire à la méridienne entre Saint-Malo et Strasbourg, en 1733 et 1734, semble confirmer ce résultat. C'est le début d'une querelle qui passionne les savants pendant des années et qui ne sera tranchée en faveur de Newton qu'au prix d'expéditions en Laponie et au Pérou (actuel Équateur) en 1737 et en 1744. Dès les résultats de l'expédition de Laponie, il apparaît nécessaire de reprendre la méridienne de Cassini, travail qui échoit en 1739 à César-François Cassini de Thury, fils de Jacques. Les progrès des instruments et le soin particulier apporté aux mesures permettent de produire une chaîne très précise. Le choix des sommets est si bon que la même chaîne, ou presque, a été employée pour les triangulations ultérieures, en 1795 et en 1875. Diverses opérations de triangulation sont effectuées jusqu'en 1744, pour aboutir à un canevas géodésique complet d'environ 800 triangles. Le résultat est publié en 18 planches qui forment une carte à une échelle légèrement supérieure au 1/1 000 000 et sur laquelle, outre les triangles, sont figurés les principaux cours d'eau et forêts. La légende de la carte prend bien soin de distinguer « les lieux dont la position est exactement déterminée » des éléments dont la position a été copiée à partir de « différentes cartes particulières des Provinces »,

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pour lesquels « on ne doit pas être surpris si leur situation, leur grandeur et leurs contours se trouvent entièrement défigurés »[44].

Nouvelle carte qui comprend les principaux triangles qui servent de fondement à la Description géométrique de la France, 1744.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

Louis XV, qui avait eu recours aux services de Cassini de Thury en Flandres, en 1746, pour assister les ingénieurs militaires[45] dans des opérations de triangulation et de levées topographiques, lui commande l'exécution d'une carte de France à grande échelle. Les levées topographiques

44. Cité par [Gallois, 1909b, p. 305].
45. Ces techniciens se sont formés rapidement aux techniques modernes de topographie. Dès 1777, les ingénieurs militaires conçoivent un projet de cartographie des régions frontalières terrestres et maritimes distinct de l'entreprise de cartographie civile [Pelletier et Ozanne, 1995, p. 209].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

systématiques commencent en 1750. Lorsque les fonds viennent à manquer en 1756, les coûts de la guerre modifiant une fois de plus les priorités budgétaires du royaume, Cassini de Thury réunit des capitaux privés, davantage mécènes qu'investisseurs[46], et sollicite les provinces intéressées à voir dresser leur carte[47]. La carte en 180 feuilles est publiée progressivement. Les levées sont achevées en 1789, et les dernières feuilles sont publiées en 1815[48]. La longueur de l'entreprise et les dépassements de coût s'expliquent par la nécessité de recruter et de former de nombreux graveurs et ingénieurs qui doivent employer des techniques nouvelles[49], et par les difficultés concrètes des levées de terrain : les ingénieurs n'étaient pas toujours bien reçus dans les provinces (l'un d'eux a été grièvement blessé et Cassini de Thury lui-même a été en une occasion accueilli à coups de fusil), ou au contraire étaient accaparés par les seigneurs locaux qui souhaitaient les employer à des travaux topographiques sur leurs terres[50]. Après la mort de Cassini de Thury, en 1784, son fils Jean-Dominique. reprend la direction de l'entreprise, jusqu'à la nationalisation de la carte par la Convention, en 1793.

Malgré les retards et les difficultés d'exécution, la carte de Cassini fixe pour deux siècles le modèle d'exécution d'une carte à grande échelle pour tous les services cartographiques du monde. Les raffinements ultérieurs de la méthode concernent l'amélioration de la précision des levées, la construction de référentiels géographiques plus précis, et le travail sur les systèmes de projection.

46. Une société de 50 actionnaires se voit concéder l'entreprise cartographique pour une durée de 30 ans contre une rente annuelle de 1 600 livres par souscripteur, éventuellement réduite si les frais de production pouvaient être couverts autrement. Le préambule de l'acte de création de la société précise toutefois que l'association n'a « d'autre objet que l'honneur et les avantages qui en reviendraient à la nation ». Un système de souscription qui proposait d'acquérir par avance l'ensemble des feuilles à un tarif légèrement réduit ne recueille, avec 200 souscripteurs, qu'un succès limité. Le seuil de rentabilité de chaque feuille était de 2 000 exemplaires. Seules les feuilles de la région parisienne ont atteint ce tirage.
47. [Pelletier, 1986].
48. L'écart entre les opérations de levées et la publication des feuilles s'explique par le temps nécessaire aux opérations de vérification, au retard des graveurs, et, plus que tout, par les troubles de l'époque révolutionnaire.
49. [Cassini, 1810, p. 100].
50. [Cassini, *op. cit.*, pp. 105-106].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Extrait de la carte de Cassini, feuille de Lyon, 1762.

Source : © IGN, 2015.

L'AMÉLIORATION DE LA PRÉCISION DES MESURES DE LA MÉRIDIENNE DE DELAMBRE ET MÉCHAIN À LA SECONDE GUERRE MONDIALE

Le principe de la triangulation et de la construction de réseaux géodésiques d'appui pour les levées topographiques reste le mode standard de production des cartes scientifiques de base jusqu'à l'ère spatiale. Des perfectionnements sont apportés à la mesure et à l'indication de l'altitude, information absente des cartes de Cassini, mais pour la localisation horizontale, seuls évoluent les instruments et la précision des unités. Les unités d'Ancien Régime étaient d'une grande confusion, variables d'une région à l'autre, avec des multiples et sous-multiples malcommodes, et leurs étalons imprécis. La suggestion de Picard pour l'adoption d'une unité nouvelle n'ayant pas été retenue, toutes les levées de la carte de Cassini avaient été effectuées sur le système d'unités parisien, dont l'étalon était la toise du Châtelet, définie comme la distance séparant deux ergots métalliques fixés dans un mur du vieux Châtelet. Le frottement des règles que les commerçants venaient placer entre les ergots pour en vérifier l'exactitude avait probablement causé une certaine usure, si bien que la longueur de 1,9490366 m mesurée en 1799 était probablement un peu supérieure à la valeur d'origine, lors de son institution en 1667. L'utilisation de cette unité explique le choix de l'échelle de la carte de Cassini, 1/86 400, soit une ligne pour 100 toises[51]. La discussion sur l'instauration d'unités de

51. 1 toise = 6 pieds ; 1 pied = 12 pouces, 1 pouce = 12 lignes.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

mesures plus adaptées remontait au moins à la fin du XVIIe siècle. Les savants des différents pays européens, en particulier, ressentaient fortement la nécessité d'avoir des mesures communes. Aussi l'idée de fixer un étalon qui ne dépendrait pas d'un modèle national était-elle importante. Le contexte de la Révolution, favorable en général aux réformes, était propice à la mise en œuvre d'une révision des systèmes de mesure. En 1791, une commission formée de Borda, Lagrange, Laplace, Monge et Condorcet propose deux des grandeurs les plus couramment admises pour fixer un étalon de longueur : la longueur d'un pendule battant la seconde (au niveau de la mer à 45° de latitude), ou la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. En 1668, Wilkins avait écarté le méridien terrestre comme base de l'étalon de longueur, en raison des incertitudes sur sa mesure. Les acquis de la géodésie et de l'astronomie du XVIIIe siècle permettent désormais de l'envisager. La commission tranche en sa faveur, en soulignant que le pendule battant la seconde renferme « un élément hétérogène, qui est le temps, et un élément arbitraire, la division du jour en 86 400 secondes », au contraire de la référence à la circonférence terrestre. Il restait à se décider entre l'équateur et un méridien. Outre les considérations pratiques, le méridien est préféré à l'équateur, car seuls quelques peuples vivent sur l'équateur, tandis que tous ont un méridien[52]. Delambre et Méchain sont chargés de tracer une nouvelle méridienne de Dunkerque à Barcelone (9,5°) pour déterminer la longueur d'un quart de méridien. Cette nouvelle mesure était d'autant plus précise que l'arc était long, et les progrès des instruments depuis la triangulation des Cassini devaient limiter les erreurs à la fois dans la mesure des bases et celle des angles. Pour la mesure des bases, des toises de bois dans lesquelles étaient insérées des règles de deux métaux différents (laiton et platine) corrigeaient les variations de longueurs dues aux changements de température. Le cercle répétiteur de Borda, en multipliant les mesures pour un même angle, réduit les erreurs. Ce dernier instrument est resté en usage durant tout le XIXe siècle[53]. Les troubles liés à la Révolution ralentissent les travaux, mais la méridienne est mesurée en 7 ans. Un congrès international de savants est convoqué à Paris en 1778 pour vérifier l'exactitude des mesures. Les résultats ne sont pas entièrement compatibles avec les valeurs admises de l'aplatissement de la Terre, dont on commençait

52. [Delambre, 1806, p. 15].
53. Du moins en France. Les topographes britanniques lui ont toujours préféré le théodolite construit par Ramsden à la même époque, ce qui a donné naissance à deux traditions distinctes et rivales dans les instruments de levée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à soupçonner que la véritable forme était irrégulière[54]. Ils permettent cependant de définir le mètre, adopté en 1799[55].

Le passage au système métrique est un événement d'une portée considérable à la fois sur le plan pratique, politique et symbolique. C'est un moment décisif de l'histoire des rapports entre la science et la politique, et plus encore de celle des rapports entre la mesure et l'espace. Au-delà du principe d'unification nationale, c'est tout un nouvel ordre numérique qui s'impose (non sans résistance) à la société. Le choix du système décimal rendait ainsi caduque tout l'ancien système de mesures dont on ne pouvait, sous peine de confusion, conserver les noms[56], contrairement à ce qu'avait jadis proposé Picard. L'abandon des fractions usuelles des anciens systèmes (1/6, 1/12) déstructure les manières de compter qu'une longue habitude avait ancrées. Ces mathématiques de savants se heurtent à l'arithmétique de la vie quotidienne. La nouvelle mesure est également une rupture avec la tradition des mesures qui, en nom au moins, se rapportaient à une proportion du corps humain, comme le pied ou le pouce. La toise même était supposée représenter l'espace des bras étendus d'un adulte. Le mètre détache l'idée de mesure d'un rapport avec le corps. Dans le système ancien, la Terre était mesurée comme un multiple du corps de l'homme. Le système métrique renverse la perspective, en faisant de la mesure de la Terre la mesure des mesures[57], et c'est désormais le corps de l'homme qui est mesuré par une fraction de la dimension terrestre.

LA QUESTION DE LA FORME DE LA TERRE

À partir du moment où il a été démontré que la Terre n'était pas une sphère parfaite, la détermination plus précise de sa forme a été une préoccupation constante des savants. La méthode employée pour connaître cette forme est celle de la mesure des arcs méridiens sous différentes latitudes et longitudes. En 1805, dans la première édition du *Traité de géodésie* de Louis Puissant, futur concepteur de la carte d'état-major,

54. [Levallois, 1988, p. 60].
55. Le mètre avait été adopté une première fois en 1795, avant la fin des mesures, comme une fraction de la toise du Pérou, l'étalon utilisé par Bouguer et La Condamine au milieu du siècle lors de la mesure du méridien à l'équateur. Ce mètre légal provisoire est remplacé en 1799 par son équivalent issu des nouvelles mesures, et matérialisé par un étalon.
56. [Dhombres, 1993].
57. Même si les définitions ultérieures du mètre ne font plus expressément référence à la taille de la Terre, cette référence est implicite puisque toutes ces définitions s'efforcent de produire une mesure très proche de l'étalon d'origine.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

7 mesures sont recensées, toutes effectuées au XVIIIe siècle[58]. D'autres mesures importantes sont effectuées au début du XIXe siècle, en particulier en Inde par les Anglais, mais même en prenant en compte l'imprécision des mesures passées, les données disponibles montrent déjà que tous les méridiens n'ont pas exactement la même forme et qu'ils ne sont pas des ellipses régulières, comme Delambre avait pu le soupçonner. À partir de cette époque, à mesure que les pays européens et leurs colonies font l'objet de relevés géodésiques (principalement l'Angleterre à partir de 1791, la plupart des États européens au tournant du siècle, puis les Indes et les États-Unis dans le courant du XIXe siècle) et que les travaux cartographiques progressent, la définition des ellipsoïdes devient un des enjeux majeurs de la géodésie.

Les cartographes de l'époque révolutionnaire avaient envisagé une extension du réseau de triangulation français sur les pays voisins, voire à l'ensemble du monde. Des chaînes de triangles avaient été tracées vers l'Angleterre jusqu'à Greenwich en 1787, et la méridienne de Delambre et Méchain avait servi de base à une chaîne de triangles longeant la côte espagnole et atteignant les Baléares en 1808. Mais le contexte des guerres napoléoniennes et les rivalités entre États européens ne sont pas favorables aux coopérations internationales. Dès les premières décennies du XIXe siècle, l'irrégularité de la forme de la Terre ne fait plus guère de doute, et les cartographies nationales ont tendance à se caler sur des systèmes de coordonnées propres. C'est aussi une conséquence de l'amélioration de la précision des mesures et du raffinement des méthodes mathématiques qui exigent des référentiels de plus en plus finement définis.

Dès la fin du XVIIIe siècle, Laplace, dans son *Traité de mécanique céleste*[59], avait envisagé l'intérêt des ellipsoïdes locaux. À partir des années 1830, on voit se multiplier les ellipsoïdes locaux[60]. Ces ellipsoïdes sont généralement tangents à la surface du globe (ramenée au niveau de la mer) sur un point du territoire particulier, et proches de cette surface le long du méridien local et de la géodésique perpendiculaire au méridien en ce même point. Le premier ellipsoïde rigoureusement défini pour la France est celui de Delambre, 1810, utilisé pour la carte d'état-major (voir plus bas) sous une forme légèrement corrigée connue sous le nom de Plessis 1817 (la correction ramène le quart de méridien à exactement 10 000 000 mètres). Il ne s'appuie que sur la méridienne de Delambre et

58. Voir également [Delambre, 1806, p. 10].
59. An VII, t. 2, p. 112.
60. [Smith, 1997, p. 31].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Méchain, faute de disposer de mesures assez rigoureuses de longitude[61]. L'ellipsoïde adopté pour la nouvelle carte de France, à la fin du XIXe siècle, est représentatif de ces ellipsoïdes locaux : il est fondé sur celui dit de « Clarke 1880 », son point de référence est situé à Paris, à la verticale de la coupole du Panthéon[62], et son méridien origine est celui de Paris. Le choix d'un ellipsoïde de référence est une décision importante, car elle conditionne toute la chaîne de production cartographique. Ainsi, la géographie britannique a adopté en 1830 un ellipsoïde (Airy) dont la précision s'est par la suite révélée perfectible, mais qui est cependant resté en usage jusqu'à la fin du XXe siècle, toutes les levées en étant dépendantes[63].

En 1910, un document « non exhaustif » de l'IGN recensait neuf ellipsoïdes différents en usage pour la seule Europe[64]. En général, les spécialistes de géodésie des différents pays collaborent autant que le permet l'état des relations diplomatiques du moment, car la question générale de la forme de la Terre exige de collecter et d'échanger des données en provenance de tous les points du globe. En dépit de la constitution d'une association géodésique internationale en 1864, et malgré des tentatives pour définir un système de référence mondial, les ellipsoïdes locaux restent en usage jusqu'à la fin du XXe siècle, principalement parce qu'ils forment la base des cartographies nationales.

L'ÉVOLUTION DES CARTES

La carte de Cassini était un modèle du point de vue des méthodes mises en œuvre, mais elle n'était pas adaptée à toutes les applications. Toutes ses feuilles avaient été levées avant la Révolution, et les plus anciennes étaient obsolètes lors de la parution des dernières, en 1815. Les plaques

61. Les chronomètres utilisés en marine n'étaient pas jugés assez fiables pour atteindre la précision requise pour les levées géodésiques. La méthode des satellites de Jupiter ne permet pas non plus d'atteindre une précision absolue. On avait parfois recours aux signaux de feu, qui consistaient à tirer une fusée visible à une centaine de kilomètres à mi-chemin entre deux postes d'observation. La comparaison des heures sidérales au moment de l'observation donnait l'écart de longitude. En organisant des chaînes d'observateurs et de signaux, il était possible d'utiliser cette méthode sur de longues distances. La précision cependant n'est pas meilleure qu'avec les autres méthodes. L'utilisation du télégraphe électrique, à partir du milieu du XIXe siècle, a permis de simplifier et d'améliorer les mesures.
62. La plupart des ellipsoïdes locaux sont définis par le nom du modèle de forme terrestre qu'ils utilisent (généralement le nom de son auteur suivi de l'année de publication) et un point de référence, c'est-à-dire un point auquel l'altitude du volume de référence est de zéro.
63. [Smith, 1997, p. 31].
64. [Levallois, 1988, p. 141].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de cuivre utilisées pour l'impression étaient parfois altérées. En outre, la figuration du relief y était très sommaire, car la triangulation n'avait pas été complétée par un nivellement systématique. Napoléon avait formé dès 1808 le projet d'une nouvelle carte de France, mais les campagnes militaires ont retardé l'entreprise jusqu'au règne de Louis XVIII. En 1817, à peine deux ans après la parution des dernières feuilles de la carte de Cassini, est mise en chantier la nouvelle carte de France (future carte d'état-major), qui devait aussi servir au renouvellement du cadastre. Cette carte doit être fondée sur une nouvelle triangulation afin de bénéficier de l'amélioration de la précision des instruments depuis la triangulation des Cassini. Cette triangulation est confiée au corps des ingénieurs géographes, sauf pour les observations astronomiques, réservées au bureau des longitudes. Les ingénieurs géographes étaient un ancien corps de militaires réorganisé après la Révolution pour effectuer des travaux topographiques, et dont de nombreux membres avaient effectué des levées pendant les campagnes de Napoléon. Les stations de premier ordre devaient être signalées par des bornes dont on aurait mesuré l'altitude, et qui pourraient servir de référence pour les nivellements particuliers à entreprendre par les ingénieurs des ponts et chaussées. Les opérations géodésiques, comprenant la triangulation, les observations astronomiques et des travaux de nivellement durent de 1818 à 1845[65]. La publication de la carte elle-même, par feuilles au 80 000e, se termine en 1880. Les levées étaient reportées au 1/10 000 sur des feuilles-minutes, au nombre de 64 par feuille à graver, avec un relief figuré en courbes de niveau traduites par des hachures sur la carte. La précision des levées était sensiblement supérieure à celles de la carte de Cassini. En outre, la projection choisie était plus élaborée. La carte de Cassini utilisait une projection assez simple, un aspect transverse d'une projection équirectangulaire centrée sur le méridien de Paris. La carte d'état-major. utilise la projection de Bonne[66], une projection équivalente assez ancienne reformulée au XVIIIe siècle par Rigobert Bonne qui a donné une expression mathématique à une construction géométrique utilisée auparavant.

65. [Puissant, 1832], [Peytier, 1853].

66. L'usage a consacré la dénomination « projection de Bonne » pour désigner la projection employée par la carte d'état-major mais les documents officiels de l'époque la désignent toujours sous le nom de « Flamstéed modifiée ». Dans d'autres pays d'Europe, cette projection est connue comme « projection du dépôt de la guerre », du nom de l'administration de rattachement des ingénieurs géographes. Le détail des opérations nécessaires à la projection se trouve dans [Puissant, 1821].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Extrait de la carte d'état-major, feuille de Lyon, 1841.

Source : © IGN, 2015.

La durée d'exécution de la carte d'état-major a été moindre que celle de la carte de Cassini. L'expérience acquise, le progrès des instruments, l'existence d'un corps d'ingénieurs qualifiés, le fait de travailler dans un pays moins troublé et au territoire unifié ont permis de terminer l'entreprise en un peu moins de 60 ans. Cette durée est conforme à ce qu'il était possible de réaliser avec les techniques de l'époque, mais la carte d'état-major n'échappe pas à l'inconvénient ordinaire d'une entreprise qui atteint sa conclusion plus d'un demi-siècle après sa conception originelle : la carte livrée ne répondait plus exactement aux besoins du temps. Les travaux préliminaires de géodésie n'étaient pas sans défaut, montrant en particulier aux points de fermeture de chaînes des écarts de coordonnées supérieurs à ce qu'un travail soigneux avec les techniques disponibles à l'époque aurait pu produire[67]. De ce point de vue, la méridienne de Delambre était supérieure, mais la somme de calculs qu'il aurait fallu exécuter pour obtenir une compensation satisfaisante sur une triangulation aussi étendue était trop importante par rapport aux moyens disponibles. La mathématisation de plus en plus poussée de la cartographie requiert des spécialistes en grand nombre. Ce qui pouvait être l'œuvre d'une poignée de savants au XVIIIe siècle devient une production de professionnels qualifiés qui ne sont pas nécessairement capables d'y apporter les mêmes raffinements.

67. [Levallois, 1988, p. 100], incrimine un manque de soin dans les calculs de report des coordonnées sur l'ellipsoïde.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Mais le problème le plus sérieux posé par la carte d'état-major avait ses racines dans le choix du système de projection. La projection de Bonne est une projection équivalente. Elle conserve donc le rapport des surfaces représentées, mais au détriment de la préservation des angles. Ce défaut, peu sensible au voisinage du méridien de référence (en l'occurrence le méridien de Paris), s'accroît sensiblement à mesure qu'on s'en éloigne (on a par exemple observé une déviation de 3 décigrades à la longitude de 5 grades)[68]. Dans la majorité des applications, cet inconvénient a peu de conséquences. Les problèmes sont apparus principalement avec la guerre de 1914. Les progrès de l'artillerie et la guerre de position amenaient les batteries à viser des objectifs hors de portée de vue, désignés par leur position sur la carte. Une bonne partie du front était fixée dans l'Est du pays, où justement les écarts angulaires sont assez sensibles. La difficulté pouvait être contournée par le recours à des systèmes locaux, ou en employant des projections décalées par fuseaux. Dans tous les cas, l'absence d'un système unifié était source de complications. C'est ce qui détermina l'adoption d'un système de projection conforme, qui permettait de conserver les angles. Le Lambert dit « Nord de guerre », centré spécialement sur le Nord-Est de la France, servit de transition entre la carte d'état-major et la nouvelle carte de France au 1/50 000, dite « type 1922 »[69], appuyée sur une nouvelle triangulation[70], avec comme référence l'ellipsoïde de Clarke 1880, et projetée selon trois cônes pour la France continentale plus un cône pour la Corse. Ces caractéristiques sont déjà celles de la carte IGN telle qu'elle a subsisté jusqu'à la fin du XXe siècle.

AUTOMATISATION ET NUMÉRISATION DE LA CARTOGRAPHIE

Fondamentalement, entre le XVIIIe siècle et le milieu du XXe siècle, il existe une assez grande continuité dans les techniques cartographiques. Les

68. [Levallois, 1988, p. 170]. L'usage du méridien de Paris comme origine des longitudes et des grades comme unité de mesure est longtemps resté une curiosité des cartes françaises.
69. Les premières feuilles de la carte au 1/50 000 sont antérieures au type 1922. Cependant, le « type 1900 », prédécesseur du type 1922 pour la métropole, carte en couleurs et en courbes de niveau, était trop complexe et trop coûteuse à produire, surtout en raison du grand nombre de couleurs employées sur chaque feuille.
70. Il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails de cette nouvelle triangulation, destinée à corriger les imperfections de la précédente. Les premiers travaux remontent à 1870, avec la vérification de la méridienne de Delambre. La triangulation de premier ordre (860 sommets) a été achevée en 1957, le réseau de détail (environ 55 000 points), dans les années 1980. Cette triangulation est accompagnée d'un nivellement général.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

instruments se perfectionnent et deviennent plus précis, les outils mathématiques s'affinent, mais il s'agit toujours de mesurer des angles et des distances sur le terrain, de calculer leur équivalent dans un système de coordonnées précis, et d'en proposer une représentation plane. Vers les années 1920, la photogrammétrie aérienne est l'innovation la plus importante en cartographie pour la première moitié du XXe siècle. Quoiqu'en apparence, l'usage des photographies aériennes, en réintroduisant le paysage, puisse sembler éloigner un peu la carte de l'univers des mathématiques où les progrès de la géodésie l'avaient si profondément ancrée, ce n'est en pratique guère le cas. La photographie aérienne épargne une partie du travail de terrain, simplifie et améliore le report des détails et le rendu du relief, mais elle laisse entier le travail géodésique et entraîne de nouveaux calculs pour établir une correspondance entre la géométrie de l'image et celle de la carte projetée. La photographie a modifié en profondeur la chaîne de production cartographique, mais n'a pas sensiblement affecté la nature des cartes[71].

Le cas de l'imagerie spatiale est assez différent. Apparue beaucoup plus récemment, sa résolution longtemps limitée n'en a pas fait *a priori* une source exploitable pour la cartographie à grande échelle. Les images d'une résolution suffisante pour être exploitables en cartographie ont longtemps été l'apanage des militaires, particulièrement américains, et ne pouvaient devenir une source pour la cartographie ordinaire qu'au prix d'une gestion de la chaîne du secret très complexe[72]. Les capacités actuelles des satellites en font en principe des sources utilisables en cartographie, sans qu'ils se substituent entièrement à l'imagerie aérienne. Ils sont utiles dans les zones peu accessibles des pays très vastes, comme le Grand Nord canadien. L'observation depuis l'espace par radar fournit des données d'altimétrie avec une bonne résolution spatiale sur de vastes zones, mais qui ne peuvent se substituer à un nivellement de précision pour la cartographie à grande échelle car elles peuvent localement présenter des erreurs. Les satellites d'observation de la Terre n'ont pas modifié fondamentalement la technique cartographique, mais ils ont transformé la maîtrise que les États ont de leur propre cartographie[73].

71. Son impact sur la qualité est délicat à établir. Sans doute, sur des territoires très étendus ou difficiles d'accès, elle a pu améliorer le niveau de détail [Thrower, 2007, p. 173], mais lorsqu'elle se substitue trop au travail de terrain, elle peut aussi être source d'erreurs.
72. [Cloud, 2002] ; voir également la partie II.
73. Voir la partie II.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les satellites, en revanche, ont beaucoup apporté à la géodésie et aux techniques de localisation. On sait depuis le XVIIIe siècle que la forme de la Terre est liée aux lois de la gravitation (théorème de Clairaut, qui supposait une terre homogène), et parallèlement aux mesures des méridiennes des XVIIIe et XIXe siècle, on procédait systématiquement à des mesures des variations de la gravité au moyen de pendules. Les satellites artificiels offrent un moyen d'observer de manière très complète les variations spatiales de la gravité, et d'avoir par là des informations sur l'irrégularité de la forme de la Terre. La trajectoire d'un satellite est en effet directement soumise aux variations de la gravité. L'intérêt pour la connaissance précise de ces variations a été renouvelé à la fois pour affiner les calculs de trajectoire et en raison de la généralisation de l'utilisation des satellites pour les applications de localisation. Des méthodes puissantes ont été élaborées pour déduire le géoïde (la forme du globe) des variations de la gravitation, à la fois grâce à des avancées théoriques et grâce à la puissance de calcul des machines. Des missions de satellites scientifiques sont spécialement dédiées à l'étude du champ gravitationnel, Notamment la mission GOCE (pour Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer), dont les résultats publiés en 2011 ont donné lieu à une certaine médiatisation[74].

Une des applications les plus spectaculaires des techniques spatiales à la géographie est le GPS. Quoique cette technique, qui a connu une diffusion extrêmement rapide, soit aujourd'hui assez familière, il n'est pas inutile d'en rappeler les principales caractéristiques, tant elle est importante dans le processus de numérisation de l'espace. La localisation par satellite remonte aux années 1960 et au système américain Transit, ou NNSS, initialement destiné à fournir aux sous-marins nucléaires lanceurs d'engins un moyen de connaître leur position de façon suffisamment précise pour procéder à un tir. Le principe de Transit reposait sur la mesure de l'effet Doppler sur le signal d'une série de satellites dont les orbites étaient connues. Transit est entré en service dans la marine américaine en 1964, et son usage a été étendu au domaine civil en 1967. Le coût des récepteurs et des moyens de calcul associés les a dans un premier temps réservés à quelques applications critiques (plates-formes pétrolières, supertankers), mais les derniers modèles ont pu équiper même des navires de plaisance[75]. Le système a compté jusqu'à six satellites en service, et le délai entre deux mesures à une station donnée, en fonction

74. Voir : < http://www.esa.int/esaCP/SEM1AK6UPLG_index_0.html >.
75. [Danchik, 1998].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

du passage des satellites au-dessus de l'horizon, était de 35 à 100 minutes, avec une précision comprise entre 15 et 100 m. Il était possible d'obtenir une précision supérieure en multipliant les mesures sur une station fixe, ce qui a conduit à utiliser le système pour des applications de levées topographiques. Le service a été interrompu en 1996. Le système Tskikada, ou Cicada, opérationnel à partir de 1974, est l'équivalent russe, à vocation essentiellement militaire[76]. D'autres applications de localisation utilisant des satellites disponibles pour le public sont les systèmes comme Argos et Cospas-SarSat, surtout destinés au secours d'urgence en mer ou en cas de catastrophe aérienne. Les deux systèmes, assez similaires dans leur conception, reposent sur des balises émettrices. Leur signal est capté par des satellites, et une analyse de l'effet Doppler, qui donne la direction d'émission, permet de calculer une position. Celle-ci est ensuite transmise à des stations de réception au sol. Dans leur principe, ces systèmes sont comparables à Transit, mais, sauf dans les systèmes récents complétés par le GPS, les utilisateurs n'ont pas connaissance de leur position, qui est recueillie par les stations de réception.

Le système GPS est le successeur de Transit. Il partage avec son prédécesseur le fait de fonctionner avec des récepteurs passifs. Ce point est particulièrement important pour des utilisateurs militaires qui ne veulent pas dévoiler leur position en émettant un signal. Ce type de système a en outre l'avantage de ne pas limiter le nombre des utilisateurs, contrairement aux systèmes actifs où il est théoriquement possible de saturer les capacités de traitement des satellites récepteurs. Le GPS n'utilise pas l'effet Doppler, mais une triangulation sur le signal d'au moins trois satellites (en pratique un minimum de 4 est ordinairement nécessaire) dont la position est connue. En comparant la différence entre un signal temporel émis par le satellite et une horloge de référence on peut calculer la distance entre le récepteur et le satellite. L'opération, répétée sur plusieurs satellites, permet de trianguler la position du récepteur. Il faut un minimum de 24 satellites pour assurer une couverture globale permanente. Une trentaine sont en orbite, afin d'augmenter les chances de pouvoir utiliser le système dans des régions de montagnes où la réception est souvent bloquée par le relief. Le système GPS est à tous points de vue plus complexe que le système Transit : il utilise beaucoup plus de satellites, ses signaux contiennent plus d'informations et leur traitement est plus raffiné (chaque récepteur doit traiter simultanément plusieurs signaux). Simple dans son principe, le GPS ne l'est

76. [Hofmann-Wellenhof *et al.*, 2003, p. 171].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

pas dans sa mise en œuvre. La précision requise dans la mesure du temps est extrême, et les corrections d'erreurs sont multiples et subtiles : effets de l'ionosphère, des réflexions d'ondes, effets de la relativité[77]. Ce sont les progrès de l'informatique qui ont rendu possible la mise en service du GPS et permis sa très large diffusion. Par rapport à Transit, le GPS offre l'avantage d'une mesure instantanément disponible et fiable même si le récepteur est en mouvement. Il est donc plus adapté aux applications de navigation. Sa précision est variable selon le type de récepteur, le lieu et le mode d'utilisation, mais en pratique, la localisation est généralement exacte à quelques mètres près. En employant deux récepteurs distants l'un de l'autre, on peut obtenir une précision relative de l'ordre du centimètre, utilisable pour des levées topographiques.

La localisation par satellite marque une rupture importante dans les techniques de localisation. Certes, on calcule une position en fonction d'une mesure de décalage temporel, comme pour un calcul de longitude, mais l'analogie s'arrête là. Le GPS, comme d'ailleurs son prédécesseur Transit, se localise avant tout dans un espace à trois dimensions indépendant d'un référentiel terrestre. Les coordonnées calculées doivent ensuite être converties en coordonnées géographiques pour être transmises à l'utilisateur ou reportées sur une carte. C'est une source d'erreurs potentiellement importantes, surtout dans le cas où le GPS n'intègre pas de dispositif d'affichage cartographique et que les coordonnées sont utilisées par exemple avec une carte papier. En 1986, alors que le système Transit commençait à être assez largement employé, le titre d'un article du *Journal of Navigation* exprimait ces difficultés de façon imagée : « Les systèmes de coordonnées : comment connaître votre position de façon très précise et complètement erronée »[78]. Les cartographies nationales sont fondées sur des systèmes de coordonnées particuliers. Les cartes portent souvent au moins un double système de coordonnées. Un système de coordonnées géographiques (en mesures angulaires), correspondant au référentiel utilisé lors des levées, et un système de coordonnées cartographiques (en coordonnées cartésiennes), des coordonnées planes, généralement exprimées en kilomètres, correspondant au résultat de la projection des coordonnées géographiques dans le système de la carte. Ces coordonnées sont liées à un ellipsoïde particulier, souvent local, et, dans le cas des coordonnées cartographiques, dépendantes d'un système

77. [Ashby, 2002].
78. "Coordinate Systems: How to Get Your Position Very Precise and Completely Wrong", [Ashkenazi, 1986].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de projection. La transposition de coordonnées d'un système à l'autre est un calcul souvent assez complexe, qui dans certains cas peut nécessiter le passage par un système de coordonnées intermédiaire. Le report direct de coordonnées importées d'un système dans un autre peut se traduire par des erreurs de localisation de dizaines ou de centaines de mètres dans le cas de coordonnées géographiques de même unité et ayant le même méridien origine, et de nombreux kilomètres dans le cas de coordonnées cartographiques dont les origines peuvent être très éloignées. Au mieux, il y a un risque de confusion ; au pire, les coordonnées fournies par un GPS peuvent se révéler inutilisables avec certaines cartes. Dans le petit milieu des gros utilisateurs de données géographiques, pendant les années qui ont suivi l'introduction du GPS, de nombreuses anecdotes s'échangeaient sur les conséquences plus ou moins désastreuses d'utilisation de mauvais systèmes de coordonnées[79].

Les coordonnées tridimensionnelles calculées par le GPS pourraient en théorie être transposées dans un repère géographique quelconque, mais les mesures de position sont liées à un modèle gravitationnel précis, et il est plus cohérent d'utiliser un système géodésique dont l'ellipsoïde soit compatible avec ce modèle gravitationnel.

Cet ellipsoïde est celui du World Geodetic System (WGS) 84. L'idée d'un ellipsoïde global est assez ancienne, et les propositions dans ce domaine n'ont pas manqué depuis au moins le début du XXe siècle. Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale et l'apparition des missiles balistiques à moyenne et longue portée que la définition d'un ellipsoïde global apparaît comme un enjeu stratégique[80]. Un ellipsoïde global, ou ellipsoïde géocentrique, par définition, n'a pas de point de référence mais est fondé sur une connaissance des variations de la gravité. Les progrès de la géodésie dans la deuxième moitié du XXe siècle, en particulier grâce aux données recueillies avec le système Transit, ont beaucoup amélioré la connaissance de la forme de la Terre. Le WGS 84, défini dans les années 1980 et périodiquement révisé depuis, est le résultat de ces avancées. C'est le système associé au GPS. Son méridien origine est le méridien origine international, parfois appelé méridien origine IERS pour International Earth Rotation and Reference Systems Service, situé à une centaine de mètres

79. On pense ici en particulier au milieu de la géographie militaire française. Il est malheureusement impossible de corroborer ces récits, où il était parfois question d'erreurs de plusieurs dizaines de kilomètres.
80. Voir la partie II.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à l'est du méridien de Greenwich à la latitude de l'Observatoire[81]. Les coordonnées géographiques fournies par un GPS, sauf conversion, sont référées au système WGS 84. L'usage des coordonnées cartographiques est moins commun, mais le système cartographique le plus ordinairement associé au WGS 84 est l'Universal Transverse Mercator (UTM), une projection sur 60 fuseaux de 6 degrés de longitude, centrés sur un méridien (ainsi la France est couverte par les fuseaux 30, 31 et 32), système standard pour l'armée américaine et l'OTAN. Les premiers GPS disponibles sur le marché se contentaient d'afficher des coordonnées et ne disposaient pas de système d'affichage cartographique, ce qui a causé une grande confusion chez les utilisateurs. Les GPS actuels, du moins les modèles grand public, ont pratiquement tous un affichage cartographique, si bien que le problème est moins aigu. En France, l'IGN a changé son système de référence en 2000, en adoptant un nouveau référentiel français, dit RGF 93, compatible avec le référentiel européen ETRS 89, qui correspond à une adaptation à l'Europe de WGS 84. L'ellipsoïde est le même, mais le repère n'est pas affecté par le mouvement des plaques tectoniques, le méridien origine est le méridien international à la date de 1989. Ce référentiel est progressivement adopté par les services cartographiques des différents pays d'Europe. Le nouveau système de coordonnées s'accompagne d'une nouvelle projection, le Lambert 93, construite sur un cône unique. Comme ce choix induit des altérations linéaires non négligeables, l'IGN prévoit la possibilité d'utiliser une projection conique conforme à 9 zones, mais ne fournit les données nécessaires que sur demande. Cette transition pose des problèmes aux utilisateurs qui ont des gros volumes de données dans les anciens systèmes. Traditionnellement, le problème de la définition du référentiel était plutôt le souci des producteurs de cartes. Le GPS en fait une préoccupation des utilisateurs.

LES CARTES ET L'ORDINATEUR

L'outil informatique a profondément modifié non seulement la production et la diffusion des cartes, mais aussi leur nature. L'automatisation du calcul a rendu de grands services à la géodésie. Les calculs fastidieux de

81. Cet écart, assez représentatif des problèmes liés à la multiplicité des référentiels, s'explique par la méthode de construction du modèle. Le méridien origine international n'est pas lié à un repère terrestre matériel, si bien que le mouvement des plaques tectoniques modifie sa position relative. La valeur annuelle du déplacement dans la région de Greenwich est de l'ordre de 2,5 cm.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

compensation ou de transformation de référentiel, qui nécessitaient l'usage de tables laborieusement compilées, peuvent s'effectuer avec une rapidité et un degré de précision difficiles à atteindre sans le recours à l'électronique. Mais ces premiers usages du calcul automatique se substituent simplement au calcul manuel sans changer la nature des cartes. Il n'en va pas de même du traitement informatique des données géographiques elles-mêmes. La possibilité de stocker et de manipuler automatiquement les objets géographiques par ordinateur ouvre une nouvelle ère de la cartographie.

L'informatisation de la géographie a pris deux voies initialement assez distinctes : le traitement des images spatiales et les systèmes d'information géographiques. Les images spatiales n'ont pas été massivement utilisées en cartographie, mais elles ont été parmi les premières données géographiques à faire systématiquement l'objet d'un traitement automatique. À ce titre, elles ont contribué à l'informatisation de la géographie. Les photographies sur film des années 1960 prises depuis les capsules Apollo et Gemini ont suscité un intérêt pour l'observation de la Terre depuis l'espace à des fins civiles[82]. Ces images, par leurs qualités esthétiques et leur richesse, ont aidé à lever les réticences des militaires américains à permettre que les civils aient un accès à des données spatiales. Le président Johnson et le Congrès étaient favorables au lancement d'un programme civil d'observation de la Terre depuis l'espace[83]. Ce programme a débouché en 1972 sur le lancement d'un premier satellite civil d'observation de la Terre, ERTS-1, renommé par la suite Landsat-1. ERTS-1 était équipé de plusieurs instruments, dont le principal était le radiomètre multispectral MSS (Multi Spectral Scanner). Le MSS mesurait par balayage le rayonnement réfléchi par le sol dans 4 longueurs d'onde, 2 dans le domaine visible (rouge et vert), et 2 dans le proche infrarouge[84]. Ces mesures étaient rassemblées dans des scènes de 185 km de côté, avec une résolution spatiale d'une soixantaine de mètres. Ces mesures étaient livrées aux utilisateurs sur bande magnétique, encodées sur 7 ou 6 bits, selon les canaux (il était aussi possible de les commander sous formes d'images sur papier). Le choix des bandes spectrales observées était favorable à l'étude de la végétation. ERTS-1 et ses successeurs (6 satellites placés sur orbite) ont été

82. [Lowman, 1999].
83. Programme alors appelé EROS, *Earth Ressource Observation Satellites*, lancé en 1966, voir [Kramer, 2001, p. 8].
84. La présence de ces canaux infrarouges incitait les utilisateurs qui recomposaient des images à partir de ces données à attribuer la couleur rouge aux canaux infrarouges (conformément à l'apparence des films couleur infrarouge), ce qui entraîna la prolifération d'images satellites en « fausses couleurs » où la végétation apparaissait en rouge sombre.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

très utilisés par les spécialistes des sciences de la terre. Le satellite a été pour beaucoup dans la banalisation de l'emploi de l'ordinateur dans la géographie, en particulier dans les universités et centres de recherche. En France, Fernand Verger en a été l'un des pionniers[85]. Avec la télédétection, en même temps que les techniques numériques, une (petite) communauté d'utilisateurs découvre quelques-unes des questions de géométrie sphérique et de projection qui ne préoccupaient naguère que le monde des cartographes professionnels.

Le traitement des données des premiers satellites d'observation de la Terre se heurte à la relative rareté des ordinateurs, à leurs capacités graphiques limitées ou inexistantes (certains pionniers, faute d'avoir accès à un traceur, impriment des cartes sur des imprimantes alphanumériques en jouant sur la plus ou moins grande densité de chaque caractère), et à la lourdeur des interfaces (aux premiers temps de la télédétection, les cartes perforées n'ont pas encore totalement disparu). À mesure de la diffusion des moyens informatiques, et en particulier avec l'apparition des micro-ordinateurs, la télédétection devient la première technique à employer massivement l'ordinateur dans la géographie universitaire. Elle séduit par la fascination qu'exercent à la fois l'informatique et le satellite, qui, notamment dans la tradition universitaire française, teintent de scientificité une discipline plutôt ancrée du côté des humanités.

L'autre grande voie par laquelle l'informatique a conquis la géographie[86] est celle des systèmes d'information géographique (SIG). Au sens strict, un SIG est une base de données informatisée qui comprend des objets géographiques, associée à un système d'interrogation qui permet généralement d'en extraire des cartes. Un cadastre informatisé, un inventaire forestier, un système de gestion de flotte de véhicules sont des exemples de SIG. Il s'agit aujourd'hui d'une industrie importante, avec des éditeurs de logiciels, des marchands de données, etc. L'usage tend à réserver le terme de SIG aux applications professionnelles utilisées dans les services ou à des fins de recherches, mais l'apparition de nombreuses applications géographiques grand public comme les GPS de navigation ou les terres virtuelles en ligne du type Google Earth ont brouillé les frontières. Les

85. [Verger, 2010].

86. Il faudrait mentionner la géographie quantitative, mais outre que les outils qu'elle utilise ne sont pas spécifiques à la géographie, l'informatique n'y joue pas nécessairement un rôle central. Sur ce courant, voir par exemple, pour le cas français, [Pumain et Robic, 2002], et pour un point de vue un peu plus critique, [Deneux, 2006, pp. 129-136].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

interfaces d'un SIG professionnel et de Google Earth sont très différentes, mais les techniques mises en œuvre ne sont pas très éloignées.

L'histoire des SIG reste en partie à écrire. Les premiers systèmes civils ont probablement été mis au point dans des universités ou des administrations qui n'ont pas nécessairement constitué d'archives[87]. Le système canadien d'information géographique, constitué dans les années 1960, est souvent cité comme le premier SIG. Jusqu'aux années 1980, les SIG restent à un stade expérimental. Des institutions ou des laboratoires développent des applications plus ou moins perfectionnées de cartographie automatique, ou adaptent des systèmes de bases de données pour pouvoir manipuler des coordonnées. Ces SIG de première génération ont souvent disparu sans laisser de trace lorsque leur financement s'est tari ou quand la personne qui les avait conçus ou qui les maintenait a changé de fonction. De grandes administrations, en particulier en Amérique du Nord, intègrent dans leur informatique des éléments de géographie sous diverses formes. Hors d'Amérique, le service cartographique national britannique (Ordnance Survey) avait commencé une expérience de numérisation de sa cartographie à grande échelle dès 1973.

Les SIG se développent véritablement à partir des années 1980, avec l'apparition de systèmes commerciaux (Arc/info en 1982[88], Mapinfo en 1986). Les premiers systèmes sont très coûteux, à la fois en raison du prix des licences des logiciels et de celui du matériel (mini-ordinateur dans le cas d'Arc/info). Les logiciels commerciaux unifient les principes de fonctionnement, et malgré des formats de données incompatibles, la façon de stocker les objets géographiques se standardise : tout se réduit en points, segments et polygones définis par des coordonnées (en général de type géographique) et décrits par des attributs stockés dans des tables séparées. Les logiciels capables de manipuler des objets géographiques sous forme de grille (raster) étaient plus courants, du fait des applications liées à la télédétection. Ces rasters correspondent le plus souvent à des images aériennes ou spatiales, mais ils peuvent aussi représenter des mesures altimétriques, ou toute autre donnée mesurable en continu. Les objets peuvent être organisés en couches et les requêtes adressées à la base acceptent un certain nombre d'opérateurs spatiaux.

Cette organisation des données, issue en partie de recherches théoriques sur la topologie, est destinée à rendre les objets géographiques

87. [Coppock et Rhind, 1991].

88. La société ESRI, éditeur d'Arc/Info, proposait déjà auparavant des outils de traitement de données géographiques, mais Arc/info est le premier SIG complet ; voir [Aronson, 1985].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

aisément manipulables par la machine. Elle est très bien appropriée pour manipuler des tracés issus de cartes topographiques construites dans la tradition mathématique évoquée plus haut, mais elle est aussi un cadre très contraignant pour l'intégration dans ces systèmes de données géographiques de toute nature.

Les SIG connaissent un développement considérable à partir du moment où le prix des systèmes devient plus abordable, où les données sont plus largement disponibles et où les interfaces se simplifient. Un des premiers logiciels largement disponibles, Arc/info, était destiné d'abord à être utilisé sur des mini-ordinateurs, puis sur des stations de travail (type Sun) relativement coûteuses. Le coût de la licence était élevé[89]. Son interface était exclusivement en ligne de commande, l'investissement en temps pour maîtriser le logiciel était considérable, et en pratique, l'utilisation de ce système nécessitait souvent l'emploi d'un ingénieur à plein temps. Par comparaison, Mapinfo, apparu 4 ans plus tard, fonctionnait sur un PC. La micro-informatique et les interfaces graphiques qui se généralisent dans les années 1990 contribuent à la diffusion des SIG. En 1991, un répertoire recensait déjà 371 applications commerciales assimilables à des SIG[90]. Il en va de la manipulation des données géographiques comme de tant d'autres domaines à la même époque : l'ordinateur se substitue petit à petit à tous les autres outils. Parallèlement aux progrès des SIG, c'est toute la chaîne cartographique qui s'informatise ; en quelques années, les tables à dessin disparaissent des ateliers de cartographies pour être remplacées par des ordinateurs individuels.

L'informatisation de la géographie touche successivement tous les utilisateurs, des professionnels au grand public en passant par le monde de l'université et de la recherche. Les premiers utilisateurs de SIG ont été les militaires, les grandes administrations, surtout nord-américaines, et les services cartographiques. Ces secteurs, et notamment le premier, sont encore aujourd'hui de gros utilisateurs de SIG et les principaux clients des systèmes les plus coûteux. Tous les métiers qui produisent ou utilisent de la cartographie recourent à l'informatique, mais les SIG ne sont nécessaires en théorie que pour les utilisateurs qui manipulent de l'information géoréférencée. Le zèle des commerciaux peut cependant, à la faveur d'une

89. La politique tarifaire de l'éditeur ESRI a toujours été assez opaque. Au milieu des années 1990, le coût d'une licence Arc/info pour station de travail Unix était de 10 000 à 20 000 $. Le logiciel ArcView, du même éditeur, pour PC, coûtait environ 1000 $; le prix d'une licence Mapinfo était du même ordre de grandeur. D'après : < http://www.sgsi.com/miusergroup/mi_v_ai.htm >.

90. [Goodchild, 1995].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

information incomplète des clients, amener à employer des SIG dans des situations où des solutions plus légères auraient mieux fait l'affaire, par exemple pour de la cartographie statistique.

Les rapports entre la géographie universitaire et les SIG sont complexes. Jusqu'à l'apparition de la télédétection et des SIG, la géographie en tant que discipline était restée assez étrangère à la mathématisation de l'appréhension de l'espace. Les progrès de la cartographie mathématique, dont, du reste, bon nombre sont antérieurs à la constitution formelle de la géographie comme discipline académique, ont été le fait avant tout de physiciens et de mathématiciens. Les géographes du corps des ingénieurs géographes étaient des polytechniciens, comme, plus tard, un grand nombre de cadres de l'IGN. La géographie universitaire, en revanche, a contribué au développement des SIG. La géographie quantitative anglaise et américaine des années 1960 a posé un certain nombre des bases conceptuelles des futurs SIG, par exemple la décomposition de l'espace en objets élémentaires. Elle a aussi, indirectement, préparé une génération de géographes à accueillir de nouvelles techniques numériques en introduisant des mathématiques dans leur formation. Quelques géographes quantitativistes emploient l'informatique dès les années 1970[91], mais c'est surtout la télédétection qui introduit cet outil chez les géographes. Cela explique que quelques-unes des expérimentations sur les SIG aient eu lieu dans la communauté des géographes universitaires[92], même si les précurseurs ont plutôt été dans le milieu de l'administration ou de l'armée.

Les SIG se sont imposés dans la deuxième moitié des années 1980 et les années 1990, d'abord en Amérique du Nord, puis en Europe. Il était encore possible, au début des années 1990, d'atteindre la quatrième année d'études supérieures en géographie sans avoir entendu parler de système d'information géographique. Pourtant, les SIG commencent alors à se diffuser dans les universités. En Amérique du Nord, la science de l'information géographique devient une branche structurée de la géographie, avec ses revues savantes spécialisées comme l'*International Journal of Geographical Informations Systems* (aujourd'hui *International Journal of Geographical Information Science*), créé en 1987. Certaines revues anciennes consacrées à la cartographie, comme *Cartographica*, s'ouvrent aux recherches sur les SIG.

91. [Pumain et Robic, 2002].
92. [Aronson, 1985].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

La communauté des spécialistes de SIG se compose de chercheurs venus de l'analyse spatiale (c'est le cas de M. Goodchild, l'un des spécialistes le plus connus du domaine), de spécialistes de télédétection, rejoints par de jeunes universitaires séduits par l'outil. La cohabitation était (et demeure) parfois difficile avec les géographes traditionnels, mais plus encore avec les géographes critiques inspirés par les divers courants de la postmodernité, pour des raisons épistémologiques[93], politiques, et en raison de la concurrence pour les postes et les crédits.

En France, la diffusion des SIG dans l'université est plus tardive. Les spécialistes de géographie quantitative et de télédétection s'y intéressent, mais, si la télédétection peut souvent bénéficier des moyens de laboratoires de sciences exactes, vers la fin des années 1980, peu de départements de géographie ont eu les moyens de financer l'équipement en matériel et en logiciel, sans compter l'acquisition des données. Au mieux, les SIG restent alors cantonnés au troisième cycle. Il existait, au milieu des années 1990, une recherche française assez dynamique autour des SIG et de ce qu'on commençait à appeler globalement la géomatique, mais c'est plutôt par le biais de l'enseignement que les SIG se sont généralisés à l'université, dans les années 2000. Les applications des SIG s'étant multipliées dans de nombreux métiers, dont ceux de l'aménagement, un des débouchés traditionnels des étudiants en géographie, toutes les formations intègrent progressivement au moins une initiation aux SIG. La baisse du prix du matériel informatique et la possibilité de négocier auprès des éditeurs des tarifs pédagogiques pour les licences de logiciels facilitent la mise en place de ces enseignements. Ainsi, le faible nombre initial de spécialistes de SIG en France et la façon particulière dont ces techniques se sont imposées à l'université expliquent qu'elles n'aient pas suscité ici les mêmes débats qu'aux États-Unis.

Hors du monde professionnel et universitaire, il est assez probable que les mots « systèmes d'information géographique » n'évoquent pas grand-chose. Pourtant, les techniques issues des SIG ont colonisé l'environnement quotidien. Les GPS de navigation qui équipent les véhicules ou qui sont disponibles sur les smartphones, de même que les terres virtuelles en ligne en sont des exemples. La disponibilité sur internet, le plus souvent gratuitement, de données géographiques et d'outils pour les manipuler (l'API Google Maps, pour ne citer que l'outil le plus courant, qui permet à l'auteur d'un site web de publier des cartes personnalisées en employant

93. Sur ces débats, voir la partie III.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'interface et les données de Google), a encouragé la floraison d'une sorte de géographie d'amateurs. On a parfois appelé « néogéographie » l'ensemble des nouvelles pratiques cartographiques des personnes *a priori* étrangères au monde de la géographie professionnelle. Ces pratiques recouvrent un éventail extrêmement large, des plus simples cartes de localisation à des pratiques artistiques très élaborées utilisant la cartographie[94].

Une des conséquences majeures de la banalisation des techniques liées au SIG est la substitution de l'écran au papier comme support privilégié de la carte. Cette substitution n'est pas complète, mais elle est fort étendue, à la fois dans les usages professionnels et auprès du grand public. Par exemple, chez ces grands utilisateurs de cartes que sont les militaires, la carte papier, appréciée pour sa légèreté, son faible coût et sa robustesse reste employée sur le terrain, mais elle est concurrencée par les SIG dans les postes de commandement, pour les préparations de mission[95], etc. Il en va de même, à des degrés divers, chez les autres catégories d'utilisateurs ; la carte papier ne disparaît pas, car, outre ses mérites propres, elle constitue souvent l'essentiel du patrimoine cartographique existant, mais elle est presque toujours complétée, et, dans certains usages, supplantée, par son équivalent sur écran. C'est aussi le cas auprès du grand public. Beaucoup d'automobilistes se fient à leur GPS au point de négliger de se munir d'une carte routière, et à la maison ou au bureau, lorsqu'on cherche à vérifier une localisation, le réflexe premier est plutôt de se connecter à l'internet que de sortir l'atlas.

Le passage de la carte papier à la carte sur écran n'est pas un simple changement du support. La différence la plus évidente est la fluidité de la carte sur écran qui se prête à tous les changements d'échelle, choix d'affichage, mises à jour plus ou moins instantanée, etc. Un autre point moins souvent souligné et pourtant d'une grande importance est la différence de qualité graphique entre la carte traditionnelle et la carte issue de SIG[96]. Indépendamment des capacités graphiques de plus en plus

94. [Desbois, 2011b]. Il n'est pas certain que ce néologisme soit encore employé dans quelques années.
95. Le déploiement d'un système technique ne signifie pas nécessairement qu'il est adopté. À la fin des années 1990, des pilotes français à qui avait été livré un système informatisé de préparation de mission disaient ainsi préférer se fier aux cartes papier. Ce n'est d'ailleurs pas nécessairement le signe d'une résistance au progrès, car dans le domaine militaire, les enjeux industriels ne coïncident pas toujours avec les impératifs opérationnels.
96. Les spécialistes de SIG insistent sur le fait qu'un SIG n'est pas destiné à produire des cartes. Selon la logique traditionnelle de la production cartographique, le SIG devrait servir à produire le canevas à partir duquel une carte pourrait être dressée, par exemple par un dessinateur spécialisé. Dans les faits, et en particulier dans la cartographie en ligne, les cartes sur écran sont le résultat de requêtes de SIG, à peine habillées de quelques raffinements graphiques ordinairement absents des sorties de SIG professionnels.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

impressionnantes de machines, la carte issue de SIG est presque toujours moins satisfaisante, visuellement, que la carte papier traditionnelle. Le chevelu hydrographique est souvent disgracieux, en raison d'une épaisseur de trait trop uniforme ; à certaines échelles, le détail des réseaux viaires est inapproprié et donne une image ou trop confuse ou trop pauvre ; le placement des toponymes et des autres indications textuelles est maladroit, etc. Ces défauts sont la conséquence inévitable du processus automatique de production de la carte. Quelles que soient les bases mathématiques rigoureuses de la carte à grande échelle traditionnelle, la dernière étape de la production suppose l'intervention d'un dessinateur capable de choix esthétiques. Par exemple, sur la carte topographique française, le placement des ombrages qui soulignent les pentes, rigoureux en apparence, requiert en réalité, pour être utile, un discernement hors de portée d'une machine. L'une des opérations les plus difficiles à automatiser est la généralisation, c'est-à-dire l'ensemble des compromis avec la rigueur géométrique nécessaires à l'expression claire de la carte en fonction de l'échelle du dessin : déplacer un bâtiment pour tenir compte de l'épaisseur du trait qui figure une route, supprimer un lacet, etc. Les recherches sur la généralisation automatique n'ont jusqu'à présent pas abouti à des résultats très probants, aussi les systèmes cartographiques qui proposent une grande amplitude d'échelles d'affichage reposent-ils souvent sur des techniques de gestion du niveau de détails qui combinent l'usage de jeux de données différents selon les échelles et de filtres qui suppriment automatiquement certains détails aux petites échelles. Mais ces techniques ne sont pas toujours efficaces lorsqu'il est possible de changer d'échelle en continu.

Ces considérations esthétiques sont plus importantes qu'on ne pourrait le penser. Sans doute les progrès de la généralisation automatique pourront-ils améliorer (du point de vue d'utilisateurs habitués à la carte traditionnelle) l'aspect des cartes sur écran. Pourtant, il est probable que les caractéristiques graphiques des cartes des GPS ou des cartes de Google Maps et des autres services de cartographie en ligne nous heurtent déjà moins que lors de leur apparition. Pour les générations dont le premier contact avec les cartes aura été ces cartes issues de SIG, l'aspect choquant aura tout à fait disparu. Ces nouvelles cartes modifient la norme de l'esthétique cartographique.

Chaque époque de la cartographie invente son esthétique qui exprime quelque chose de la fonction pratique, mais aussi symbolique, assignée

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

à la carte. Quelques hypothèses sur l'esthétique des cartes numériques actuelles seront explorées dans la partie III.

L'informatisation est la dernière étape en date de la mathématisation de la cartographie. Ces transformations techniques sont liées à des changements d'usage et de statut de la carte. À mesure que sa précision s'accroît, la cartographie requiert la mise en œuvre de systèmes techniques de plus en plus complexes, qui ne peuvent exister que grâce à des États puissants et centralisés. Dans la partie suivante, nous proposons de replacer ces évolutions techniques dans leur cadre politique, en montrant comment la carte, initialement surtout une curiosité du cabinet des savants, devient à l'époque moderne le symbole et l'instrument de la puissance des États. Nous verrons en particulier comment les militaires, surtout à partir du XIXe siècle, prennent le pouvoir sur la cartographie, dont ils déterminent les principales évolutions, jusqu'aux techniques géonumériques actuelles.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE II
LA CARTE ET L'ÉTAT, DE LA RENAISSANCE À L'INTERNET

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE II. LA CARTE ET L'ÉTAT, DE LA RENAISSANCE À L'INTERNET

Les cartes révèlent et façonnent nos conceptions de l'espace. Une de leurs fonctions importantes est d'exprimer un rapport entre le pouvoir politique et le territoire, non seulement en figurant les frontières, mais aussi à travers leurs usages institutionnels, les conditions de leur production, leur rôle idéologique, etc. Les cartes scientifiques modernes sont l'une des expressions de la façon dont la mesure, le calcul, et la science en général deviennent un instrument de gouvernement de plus en plus important. De même, les nouvelles cartes numériques sont les symptômes, et peut-être parfois les agents, de la crise des États-nations confrontés à la mondialisation, un phénomène lui-même étroitement mêlé à l'emprise des nombres, par l'entremise de la technique, sur l'espace. Plus faciles à produire et à reproduire avec les techniques numériques, les cartes se multiplient.

La prolifération actuelle des cartes sur écran est liée notamment au développement de l'internet. Les plus grands producteurs et diffuseurs d'information géographique sont de grandes sociétés mondialisées (originaires des États-Unis). La numérisation contemporaine de la cartographie est intimement liée à plusieurs aspects de la mondialisation : internationalisation de l'économie, importance croissante des activités liées au traitement de l'information, etc. C'est une rupture importante dans l'histoire de la cartographie.

Les transformations techniques dont il a été question dans la partie I se sont accompagnées d'une évolution complexe des relations entre les cartes et les États. La cartographie moderne a été un des instruments et des symboles de la souveraineté des États, puis, plus tard, un outil fondamental des entreprises coloniales des États européens. L'histoire de la formation des États modernes et l'histoire de la cartographie scientifique ont des liens étroits. Depuis les années 1970, les travaux d'histoire de la cartographie, notamment ceux de Monique Pelletier et de David Buisseret, ont contribué à mettre en lumière cette relation, en particulier pour le début de l'époque moderne et la période des Lumières, où l'on

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

assiste à une étatisation de la cartographie[1]. Très schématiquement, de la Révolution jusqu'à l'ère des cartes numériques, la cartographie continue à être un instrument de la souveraineté des États, mais sa dimension militaire devient prépondérante. L'ère actuelle voit le lien entre l'État et la carte se brouiller et devenir plus complexe, à la fois par un mouvement de globalisation et de privatisation, sans pour autant disparaître, en particulier par le biais des applications militaires.

LA CARTE ET L'ÉTAT MODERNE : LES DÉBUTS DE LA CARTOGRAPHIE OFFICIELLE

La cartographie a joué un rôle important dans l'émergence des États modernes, à la fois sur le plan symbolique et pratique. La forme médiévale du pouvoir ne méconnaissait pas l'importance de la dimension territoriale de la souveraineté, ne serait-ce que par le souvenir de l'antiquité romaine. Mais les relations de pouvoir de type féodal qui prévalaient alors en Europe, en donnant une importance première aux pouvoirs exercés sur les personnes dans le cadre de cascades d'allégeance et de réseaux de dépendances complexes, tendaient à minorer l'importance des questions spatiales au regard de celle des relations interpersonnelles. Aux XIIe et XIIIe siècles, dans l'Angleterre de Henri Ier et dans la France de Philippe Auguste, les administrations des souverains se perfectionnent et s'étoffent, ce qui entraîne une prise en compte progressive des questions territoriales dans un système de gouvernement centralisé[2]. À peu près à la même époque, l'affaiblissement du pouvoir réel de l'institution impériale favorise l'affirmation de la souveraineté des royaumes européens[3]. Le règne de Louis IX marque du point de vue des conceptions territoriales un tournant symbolique puisque le roi est désormais officiellement désigné comme « rex Franci(a)e », roi de France, en place du « Rex francorum », Roi des Francs, qui prévalait auparavant[4]. Les contours des territoires médiévaux,

1. La grande histoire de la cartographie de l'université de Chicago est sans aucun doute l'ensemble le plus riche d'études disponible sur le sujet. Malheureusement, elle ne concerne pour l'instant que la période antérieure à 1700. La cartographie à l'époque des Lumières est assez bien connue grâce aux études sur la carte des Cassini, mais on manque de recherches sur les autres pays. Quant au XIXe siècle, on dispose d'études éparses sur l'histoire des techniques et sur les cartographies coloniales, mais il reste beaucoup à faire sur la question des rapports entre cartes et société.
2. [Hollister et Baldwin, 1978].
3. [Ullman, 1949].
4. [Beaune, 1987].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cependant, sont souvent flous, et la carte n'est encore ni un instrument administratif ni une façon commune de représenter le territoire d'une nation, malgré des exemples isolés çà et là, comme les cartes de Matthew Pâris, cartes régionales de l'Angleterre au XIIe siècle[5], ou la carte de Gough, une carte de l'Angleterre du XIVe siècle. La place dans l'histoire de la cartographie de ces cartes médiévales, qui ne s'inscrivent pas dans la tradition des Mappamundi, n'est pas encore parfaitement comprise[6].

La diffusion de la Géographie de Ptolémée au XVe siècle[7] correspond à la fois à l'émergence d'une conception plus abstraite de l'espace et à une banalisation de la carte comme outil de description concrète du monde, par opposition à son interprétation symbolique à travers les Mappamundi. Avant même la carte, l'abstraction géographique fait son apparition dans les affaires politiques. Vers 1420, une dispute territoriale entre Florence et Milan est réglée par le tracé d'une frontière déterminée géométriquement, et non plus sur des repères naturels ou par l'énumération d'une liste de localités comme c'était l'usage[8]. L'exemple le plus connu de l'usage précoce d'une abstraction géométrique dans un conflit territorial est le partage du monde non chrétien entre Portugais et Espagnols par le traité de Tordesillas, en 1494, qui fixe la frontière entre les deux empires sur une ligne méridienne à 370 lieues à l'ouest de l'archipel du Cap-Vert. Les cartes servent à l'occasion à régler les détails de litiges territoriaux[9], mais ce n'est pas une règle générale. Les cités-états de l'Italie, que leurs rivalités maintiennent dans un état de guerre à peu près permanent, produisent de nombreux plans destinés à organiser leur défense[10]. À l'extrême fin du siècle, Charles VIII demande à Jacques Signot de reconnaître les cols alpins par lesquels une armée pourrait passer de France en Italie[11]. La carte tirée de ces reconnaissances, éditée en 1515, est probablement le premier exemple français d'une carte à fonction militaire dressée à l'initiative de la puissance publique. C'est une carte assez rudimentaire[12], accompagnée dans son édition de 1515 d'un descriptif d'itinéraires plus informatif que la carte elle-même ; l'essentiel de l'information est porté par le texte. La montée d'une conscience territoriale dans le domaine politique se poursuit

5. [Pelham, 1933].
6. [Andrews, 2009, pp. 10-13].
7. Voir la partie I.
8. [Edgerton, 1975, p. 114].
9. [Dainville, 1970].
10. [Kagan et Schmidt, 2007, p. 664].
11. [Buisseret, 1992, p. 101].
12. Une version numérisée est consultable sur le site de la BnF. [En ligne] : < http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b2000016q >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

durant le XVIe siècle. L'expansion du monde connu par les grandes découvertes renforce l'importance des cartes comme instruments de connaissance du monde. Les puissants s'attachent des géographes qui, sous divers titres, sont chargés de dresser les cartes. L'Espagne et le Portugal se dotent ainsi de services de cosmographes chargés de tenir à jour la cartographie de leurs expansions territoriales respectives. En France, Henri II crée la charge de géographe, puis de cosmographe du roi, dont le premier titulaire est André Thévet. Le titre de cosmographe reflète une des ambiguïtés de la fonction, tiraillée entre la géographie mathématique à la Ptolémée et la géographie empirique descriptive à la Strabon, ce qui suscite d'ailleurs, à l'encontre des cosmographes, des accusations d'affabulation de la part des plus critiques de leurs contemporains[13]. Montaigne ne porte pas une grande estime aux cosmographes :

« Cet homme que j'avais était homme simple et grossier, qui est une condition propre à rendre véritable témoignage ; car les fines gens remarquent bien plus curieusement et plus de choses, mais ils les glosent ; et pour faire valoir leur interprétation et la persuader, ils ne se peuvent garder d'altérer un peu l'Histoire ; ils ne vous représentent jamais les choses pures, ils les inclinent et masquent selon le visage qu'ils leur ont vu ; et, pour donner crédit à leur jugement et vous y attirer, prêtent volontiers de ce côté-là à la matière, l'allongent et l'amplifient. Ou il faut un homme très fidèle, ou si simple qu'il n'ait pas de quoi bâtir et donner de la vraisemblance à des inventions fausses, et qui n'ait rien épousé. Le mien était tel ; et, outre cela, il m'a fait voir à diverses fois plusieurs matelots et marchands qu'il avait connus en ce voyage. Ainsi je me contente de cette information, sans m'enquérir de ce que les cosmographes en disent. »[14]

L'ÉTAT ET LES CARTES D'APPARAT

La Renaissance voit donc bien la naissance d'une préoccupation de l'État pour la géographie, mais outre que la cartographie ne se détache pas toujours nettement de la description géographique, l'accumulation encyclopédique de prestige le dispute encore à la géographie utilitaire d'État. Cette géographie de prestige s'exprime aussi dans la cartographie d'apparat,

13. [Lestringant, 1991].
14. Michel de Montaigne, *Les essais* ; textes établis par Jean Balsamo, Michel Magnien et Catherine Magnien-Simonin, livre I, XXX, Paris, Gallimard, 2007 (coll. Bibliothèque de la Pléiade), pp. 210-211.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dont l'un des plus beaux exemples est la salle des cartes (Guardaroba Nuova) du Palazzo Vecchio à Florence. Ce cycle mural consiste en un cabinet entièrement décoré de cartes, destiné à accueillir une partie des collections de cartes et de globes de Cosme Ier de Toscane. Offert aux Médicis par des courtisans, le cabinet a été dessiné par Ignazio Danti à partir de 1563 d'après différents atlas de l'époque. Ce cycle de cartes jouait sur l'analogie entre le nom de Cosme et le mot « cosmos », en formant une cosmographie destinée à magnifier le pouvoir que son propriétaire exerçait sur le monde[15]. La carte a ici un rôle symbolique puissant, expressément associé au pouvoir[16]. Cette cartographie murale était assez en vogue depuis la fin du XVe siècle dans les palais européens[17].

Au XVIe siècle, certains particuliers possèdent également des cartes murales, comme en témoignent des inventaires de marchands vénitiens, et, au siècle suivant les tableaux d'intérieur flamands (Vermeer en particulier semble avoir nourri une obsession pour les cartes[18]). Bien que les cartes décoratives des particuliers et les cartes d'apparat des puissants participent à un même mouvement de prolifération cartographique, les deux procèdent de logiques un peu différentes. Les cartes des particuliers sont des gravures imprimées qui manifestent que leur propriétaire est instruit et curieux du monde de son temps. Les cartes des palais sont des œuvres uniques et précieuses, tout comme les grands globes, qui signalent la richesse et symbolisent la puissance. Certaines de ces cartes sont exécutées spécialement pour célébrer un fait d'armes du souverain, comme la tapisserie monumentale commandée par Charles Quint (environ 5 × 9 m), représentant une carte du bassin méditerranéen. Cette carte, exécutée sur le modèle des portulans, fait partie d'un ensemble commandé vers 1546 par l'empereur, amateur de cartes notoire, pour commémorer son expédition de Tunis[19]. La valeur symbolique attachée à la carte est encore plus évidente lorsqu'elle est utilisée comme un élément de décor dans un portrait de monarque. La reine Elizabeth Ire d'Angleterre a ainsi été plusieurs fois représentée en compagnie de globes ou de cartes[20]. Un des plus beaux exemples est le portrait peint vers 1592 par Marcus Gerards le Jeune, qui représente la reine debout sur une carte d'Angleterre. Cette

15. [Fiorani, 2007, pp. 218-220].
16. Cinq siècles plus tard, une grande société internationale de conseil en entreprise décore la salle de réunion de ses bureaux parisiens, sis Place Vendôme, d'une gigantesque mappemonde murale.
17. [Morel, 1993].
18. Voir la partie III.
19. [Hoinka et De Castro, 2005].
20. [Barber, 2004].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Portrait d'Elizabeth 1re d'Angleterre par Marcus Gerards le Jeune (vers 1592), huile sur toile, 241,3×152,4 cm, National Portrait Gallery.

Source : © National Portrait Gallery, London.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

iconographie semble avoir été particulièrement prisée en Angleterre. À la même époque, en France, quoique le roi Henri IV soit très féru de cartographie, il n'apparaît guère entouré de cartes dans ses portraits, à l'exception d'une peinture le représentant (probablement) enfant, avec une carte roulée à ses pieds : les cartes, vers 1560, faisaient partie de l'éducation des jeunes nobles, et il n'y a donc pas nécessairement la même valeur symbolique attachée à cette carte qu'à celles qui figurent dans les portraits d'Elizabeth[21].

LA CARTE AU SERVICE DU GOUVERNEMENT : LA CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'ADMINISTRATION

La transformation des conceptions de l'espace qui accompagne les débuts de la cartographie moderne correspond aussi au développement de nouvelles pratiques administratives dans lesquelles la carte devient un instrument central. À côté de ce qu'on pourrait appeler une cartographie politique, destinée à donner forme et corps aux États en voie de centralisation, se constitue une cartographie administrative conçue comme un moyen d'agir sur le territoire. La cartographie utilitaire n'est pas à proprement parler une nouveauté. Pour régler une dispute de limite entre domaines ou pour les besoins de divers travaux, la levée de plans locaux, connue dans l'Antiquité, avait probablement été pratiquée au Moyen Âge, au moins vers la fin de la période[22]. Les cartes utilitaires se multiplient à la Renaissance, à l'initiative des autorités centrales. Entre la fin du XVIe siècle et le XVIIe, la plupart des États européens ont recours à la cartographie de façon plus ou moins systématique. Parallèlement à la cartographie des terres nouvelles par les puissances coloniales, les États entreprennent l'inventaire cartographique de leur propre territoire. Une des entreprises les plus complètes en ce domaine est celle de la Suède, qui, sous le règne de Gustave II Adolphe (1611-1632), a procédé à une cartographie systématique à toutes les échelles, de la carte topographique au cadastre en passant par les plans de villes. La logique de cette frénésie cartographique n'est pas entièrement claire. Même s'il est tentant d'y voir une entreprise d'inventaire destinée à rationaliser l'administration, ces cartes sont exécutées dans un contexte culturel qui ne correspond pas encore tout à fait à la rationalité moderne. Leurs

21. [Buisseret, 1992, p. 107].
22. [Harvey, 1987].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

maîtres d'œuvre ou les savants de leur entourage sont pétris d'astrologie et d'ésotérisme[23], ce qui rend l'interprétation de ces travaux particulièrement délicate[24]. L'astrologie, qui connaît un pic de popularité dans la première moitié du XVIIIe siècle, avait de forts liens avec la géographie car il fallait déterminer avec précision, par des mesures astronomiques, les coordonnées du lieu de naissance pour faire un horoscope.

À divers degrés, ce souci cartographique se retrouve dans d'autres États : au Danemark[25], en Angleterre[26], en France[27], aux Pays-Bas, etc. Même en l'absence de grands États centralisés, comme dans l'aire allemande ou en Italie, la cartographie se banalise dans les petites principautés.

Les conséquences de cette production cartographique abondante sont multiples. D'une part, les cartes deviennent des objets familiers, au moins dans la partie instruite de la population. Cela contribue sans doute à faire évoluer les conceptions de l'espace[28]. D'autre part, le lien qui s'établit entre le pouvoir et la carte, et plus particulièrement la montée en puissance des États comme producteurs de cartes, fait de la cartographie un élément de la construction de la souveraineté. La production de la carte est à la fois un symbole fort de la maîtrise du territoire cartographié, et un moyen d'exercer plus efficacement un pouvoir sur ce territoire. La mise en carte du territoire correspond donc à la construction à la fois symbolique et pragmatique d'un cadre spatial à l'intérieur duquel le pouvoir peut s'exercer. Même si, à la Renaissance, les structures mentales ne correspondent probablement pas entièrement à la rationalité scientifique telle que l'ont construite les Lumières, le fait que ces cartes, dans l'ensemble, soient dressées par des méthodes mathématiques (triangulation, relevés de coordonnées géographiques) tend à produire des espaces nationaux mesurés et délimités qui deviennent, de ce fait, un des éléments essentiels de la définition des nations.

En pratique, la définition des États-nations comme entités territoriales décrites par leur cartographie est longue à s'imposer totalement. Ainsi, en 1659, lorsque le traité des Pyrénées fixe la frontière entre l'Espagne et la France, il dresse une liste de localités en précisant leur appartenance à l'une ou l'autre puissance, sans recourir à une définition géographique précise de la frontière. Quelques années auparavant, les traités de

23. [Stahlman, 1956].
24. [Herva et Ylimaunu, 2010] ; [Herva, 2010].
25. [Strandsbjerg, 2008].
26. [Barber, 1992].
27. [Buisseret, 1992].
28. Voir la partie III.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Westphalie n'avaient pas davantage fait usage de la carte. Ce n'est qu'à partir des guerres napoléoniennes que l'usage s'impose d'accompagner les traités réglant des litiges territoriaux d'annexes cartographiques[29].

L'évolution des conceptions et des pratiques territoriales est un processus lent et progressif. L'entreprise de la carte des Cassini illustre la complexité de ce phénomène. En apparence, il y a une coïncidence parfaite entre la construction d'un État fortement centralisé et la réalisation d'une carte scientifique à grande échelle fondée sur une mesure rigoureuse de la totalité du territoire. Colbert en prend l'initiative, cautionnée par Louis XIV, puis, les mesures préliminaires étant terminées, Louis XV approuve la fabrication de la carte elle-même. L'initiative est donc entièrement publique, comme l'est la quasi-intégralité du financement : à partir de 1756, à la suite de difficultés de financement, la propriété de la carte est formellement transférée à une compagnie privée composée de 50 actionnaires. La contribution réelle des capitaux privés est cependant restée limitée, en particulier grâce au recours au financement par les provinces. Dans sa construction, cette carte ne tient en théorie aucun compte des particularismes locaux. Elle unifie tout le territoire dans son canevas mathématique rigoureux[30]. Du point de vue de la conception du territoire, c'est donc une évolution sensible par rapport à la première politique cartographique de Colbert qui consistait à compiler les cartographies des différentes provinces. Le projet de la carte de Cassini dénote bien une conception du territoire qu'on pourrait qualifier de moderne. Son exécution cependant se heurte à la réalité de l'organisation territoriale hétérogène du royaume de France. Le projet des savants responsables de la carte était de former des ingénieurs qui puissent effectuer partout les levées topographiques nécessaires. Mais les pays d'États comme les généralités, les uns et les autres mis à contribution pour financer les opérations cartographiques, manifestent leur autonomie de plusieurs manières. Certains rechignent à contribuer, ou ne le font qu'à condition qu'on leur dresse une carte particulière de leur territoire. Plusieurs intendants, plutôt que de contribuer financièrement, préfèrent faire dresser par leurs services une carte à plus grande échelle de leur généralité[31] pour en livrer une réduction aux Cassini. Jean-Dominique Cassini assure que la généralité de Limoges

29. [Black, 2009].
30. Sur le souci d'exactitude qui a guidé les Cassini, voir [Cassini de Thury, 1783].
31. Ces cartes sont appuyées sur le canevas de la triangulation principale des Cassini. Le fait que plusieurs provinces aient souhaité dresser elles-mêmes leur carte suggère que les techniques de levées topographiques étaient relativement répandues.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

préféra dépenser 100 000 livres pour dresser sa propre carte plutôt que de contribuer des 10 000 qu'on lui réclamait[32]. Des pays d'États passent des traités en bonne et due forme avec les cartographes pour régler les détails de la levée de leur carte sur leur territoire et demandent un droit de regard sur le produit fini. C'est en particulier le cas de la Bretagne qui fait tant de difficultés qu'on ne peut en achever la carte qu'après la Révolution. Jean-Dominique Cassini attribue principalement aux exigences et à la mauvaise volonté des provinces la durée excessive de la phase finale de l'exécution de la carte[33]. Pour les provinces, avant la Révolution, l'exécution de la carte de Cassini est aussi, paradoxalement, une occasion de s'affirmer comme autant d'entités territoriales dotées d'une certaine autonomie. La maîtrise de la cartographie est donc bien perçue comme un élément important de la construction d'une souveraineté, et la carte des Cassini est l'occasion d'une affirmation de territorialités concurrentes.

Le grand projet de carte scientifique unifiée était assez à même de plaire aux révolutionnaires de 1789. Cependant, beaucoup d'entre eux, du moins dans les premiers temps, semblent en avoir ignoré l'existence. En 1790, le comité de division chargé du nouveau découpage départemental commence ses travaux avec des cartes hétérogènes achetées « sur les quais ou chez les marchands d'estampes » avant de prendre conscience de l'existence de la « carte de l'Observatoire »[34]. C'est finalement la carte des Cassini, spécialement réduite sur 18 feuilles, qui sert à tracer la nouvelle division du pays. Le découpage départemental qui, en principe, ne s'appuie que sur des considérations géographiques, est en quelque sorte l'équivalent, sur le plan politique, du projet territorial implicite de la carte des Cassini dans le domaine des représentations. Le découpage, issu de compromis et de négociations, n'est pas aussi radical que certaines propositions initiales qui auraient souhaité une division géométrique régulière[35], mais il représente bien une unification du territoire en sous-divisions plus ou moins homogènes formant un pavage complet et rationnel sans vides ni chevauchements. Même si des concessions sont faites aux intérêts locaux, le découpage en départements ordonne l'espace national selon une logique qui doit plus à la mesure qu'à l'histoire. Non seulement ce découpage est un projet qui a une parenté intellectuelle avec celui de la carte des Cassini, mais il aurait été difficile, voire impossible, à mener à bien sans cette

32. [Cassini, 1810, p. 120].
33. *Ibid.*, p. 121.
34. *Ibid.*, p. 117.
35. [Arnoult, 1992].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

carte. La carte des Cassini marque donc bien, à plusieurs égards, une étape importante dans la formation du projet national français moderne.

APRÈS LES CASSINI, LE TEMPS DES MILITAIRES

Les révolutionnaires ont trouvé si utile la carte des Cassini que celle-ci est nationalisée en 1793, et confiée au dépôt de la guerre, organisme créé en 1688 pour conserver les archives militaires[36], prédécesseur du Service géographique de l'armée (SGA). Cette nationalisation et ce transfert signent la fin de la cartographie des savants et le commencement de la géographie des militaires[37]. À partir de la Révolution, les questions de géographie et même, dans une large de mesure, de géodésie, font l'objet de raffinements techniques mais ne mobilisent plus que rarement les plus éminents scientifiques du temps. Les travaux cartographiques font appel aux techniques les plus avancées de leur époque, mais ils n'en sont plus à l'origine. La carte est désormais une affaire principalement administrative et militaire. Dans de nombreux pays en effet, la responsabilité de la cartographie à grande échelle du territoire national revient à des militaires spécialisés. C'est le cas par exemple en Angleterre, avec l'Ordnance Survey, créé dès 1791[38]. Plus tard, la Belgique, la Russie, l'Italie se dotent d'instituts cartographiques militaires. Si les militaires ne sont pas toujours l'unique source de la cartographie (le meilleur contre-exemple est probablement celui des États-Unis)[39], il est rare qu'ils n'y soient pas mêlés en quelque façon. Au début du XIXe siècle, ce qu'on pourrait nommer les grandes puissances cartographiques de l'époque, la France et l'Angleterre, ont confié leur cartographie nationale aux militaires, créant ainsi un modèle d'organisation souvent reproduit.

Cette militarisation de la cartographie répond à plusieurs logiques. Il existait une tradition cartographique chez les militaires, familiers des techniques de levées topographiques pour les besoins de la guerre et de l'organisation de la défense, en particulier autour des fortifications. En France, le corps des ingénieurs du Roi, connus aussi comme ingénieurs des camps et des armées puis ingénieurs géographes, apparu sous Henri IV, se

36. [Levallois, 1988, p. 87].
37. [Godlewska, 1998].
38. [Hewitt, 2011].
39. La cartographie nationale est du ressort d'une agence civile (United States Geological Survey [USGS], agence géologique des États-Unis), mais il existe aussi une cartographie militaire parallèle.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

structure et s'organise au cours des XVIIe et XVIIIe siècles. Vauban est particulièrement soucieux de développer les compétences cartographiques de ce corps. Les ingénieurs du Roi ne sont pas, en tant que corps, directement impliqués dans les grandes entreprises cartographiques de l'Académie et des Cassini, mais les contacts sont nombreux et les ingénieurs maîtrisent les techniques de la triangulation et s'appuient sur le canevas des Cassini[40]. Ce corps a connu des fortunes variables, selon les nécessités de la géographie de guerre et les soubresauts politiques. Après une éclipse pendant la Révolution, il reprend une importance de premier plan sous Napoléon, avant de contribuer, avec le bureau des longitudes, à la nouvelle carte topographique. Les ingénieurs géographes sont rattachés au dépôt de la guerre.

L'existence de spécialistes dotés d'un savoir-faire cartographique explique en partie le rôle joué par les militaires dans la cartographie à partir du XIXe siècle, mais ce rôle correspond également à une conception particulière du territoire national, issue des guerres du XVIIIe siècle, de la Révolution, et confortée ensuite par les guerres napoléoniennes : la vision des territoires des nations comme objets construits par la guerre. L'idée de patrie, très débattue au XVIIIe siècle, est fortement liée à la célébration des guerres passées[41]. La militarisation de la cartographie fait écho à la nation forgée dans la guerre. Il ne s'agit pas uniquement d'une relation symbolique : la carte est un instrument de défense. En France au moins, confier la cartographie aux militaires n'était probablement pas la seule solution techniquement possible. Le fait que la carte de Cassini, dans l'ensemble, ait été réalisée sans leur concours le prouve, et d'autres techniciens, comme par exemple le corps des ingénieurs des ponts-et-chaussées, auraient pu procéder aux levées cartographiques[42]. Au début du XIXe siècle, les ingénieurs civils et militaires se disputaient la maîtrise de la cartographie[43]. Le contexte historique et militaire particulier a pesé en faveur de la militarisation de la cartographie, mais le fait que cette voie ait été choisie par de nombreux pays suggère que le lien entre souveraineté, armée et territoire n'est pas uniquement une affaire de circonstances. Le rattachement de la cartographie au domaine militaire modifie le statut de la carte dont la production se trouve désormais associée au périmètre des fonctions régaliennes. Les opérations de triangulation et de cartographie, particulièrement dans le cadre des États modernes issus des Lumières,

40. [Virol, 2008].
41. [Suratteau, 1983].
42. [Verdier, 2008].
43. [Bret, 2008].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

représentent une appropriation symbolique du territoire, en même temps qu'un moyen d'action particulièrement emblématique du gouvernement par la science et la technique.

CARTOGRAPHIES COLONIALES

La relation entre l'affirmation des gouvernements modernes et la cartographie est illustrée notamment par la cartographie coloniale. L'exemple de l'Algérie française et celui des Indes britanniques illustrent le lien entre colonisation et cartographie. Le cas de l'Amérique du Nord, dans un contexte assez différent, présente un autre aspect des relations entre domination de l'espace et géodésie.

Algérie

L'Algérie a constitué le laboratoire de la cartographie coloniale française. Les ingénieurs géographes du dépôt de la guerre participent aux premières expéditions militaires, dès 1830. Leur rôle est d'abord de dresser des cartes des théâtres d'opération, mais aussi de préparer la carte générale de la colonie. « Nous avons marché l'épée dans la main, le mètre dans l'autre », a déclaré Bugeaud en 1845[44]. La carte fait partie du processus de colonisation. C'est certes un outil mis à la disposition des colons, mais aussi un moyen de prendre possession symboliquement du territoire en le soumettant à la même géométrie que la métropole. On rattache même l'Algérie au système géodésique français par une chaîne de triangles qui traverse l'Espagne. Cette opération permet, en prolongeant la méridienne française jusqu'aux Shetlands, de mesurer un arc terrestre de 29° ; elle a donc un réel intérêt géodésique, mais c'est aussi une façon d'affirmer le rattachement de l'Algérie à la France en l'incluant dans le même système de référence. Le modèle de la carte de France est constamment invoqué par les cartographes de l'Algérie[45]. La publication d'une carte d'Algérie aux mêmes normes que les cartes de la métropole[46] est un symbole fort

44. Cité par [Martin, 1932, p. 315].
45. [Blais, 2010].
46. L'Algérie, dans sa partie nord, a été dotée avant 1914 d'une carte au 1/50000 en courbes de niveaux et en couleurs, couvrant une zone qui s'étendait du littoral jusqu'à une centaine de kilomètres à l'intérieur des terres. Cette carte correspond aux spécifications de la carte de France « type 1900 », dont les travaux en métropole, à la même époque, sont fort peu avancés.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de maîtrise de l'espace, surtout dans un pays qui a longtemps résisté, car elle prouve, par la triangulation qu'elle suppose, que la totalité du territoire a été arpenté, et donc soumis[47]. La carte est moins l'instrument de la colonisation que le témoignage de son achèvement, ou du moins de l'achèvement de la phase de conquête.

Le cas des Indes britanniques est peut-être encore plus significatif, en raison de l'énormité de l'étendue du territoire concerné, de son hétérogénéité, et de l'importance particulière qu'y ont pris les questions cartographiques, tant pendant la période coloniale qu'après l'indépendance.

Inde

La triangulation et la cartographie de l'Inde s'inscrivent précocement dans le projet colonial britannique. L'enjeu était multiple. La cartographie à petite échelle du sous-continent, dès la fin du XVIIIe siècle, donnait à voir un territoire unifié en masquant la complexité de l'organisation de l'espace et des héritages historiques, notamment en utilisant préférentiellement un découpage régional inspiré de l'apogée de l'empire Moghol[48]. À partir de 1802, diverses opérations de géodésie sont conduites en Inde. L'ensemble de ces opérations, dont la mesure d'une longue méridienne traversant le sous-continent, est connu sous le nom de Grande Triangulation (Great [ou Grand] Trigonometrical Survey). Cette entreprise, dans de nombreuses histoires de la géodésie et de la cartographie, est glorifiée comme un triomphe majeur de la cartographie scientifique et le fondement de l'exactitude de la cartographie britannique de l'Inde. Le plus éminent monument à cette Grande Triangulation, particulièrement révélateur de la façon dont cette entreprise a été héroïsée, est l'Everest, nommé ainsi en 1865, par la Société royale de géographie, du nom d'un des responsables de la triangulation, Sir George Everest : le mont Everest a été désigné comme la plus haute montagne du monde lors de mesures effectuées depuis le Bengale (le Népal étant fermé aux Britanniques) à l'occasion de la Grande Triangulation.

Edney[49] en propose une lecture plus nuancée. La triangulation, explique-t-il en substance, représente autant un choix idéologique destiné

47. En réalité, le réseau de triangles, tout comme la cartographie à grande échelle, s'interrompt à l'entrée du désert.
48. [Edney, 1997, p. 10].
49. *Ibid*.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

à mettre en scène l'homogénéité de la cartographie de l'Inde qu'une solution technique rationnelle pour répondre à la demande cartographique de la puissance coloniale. Les obstacles pratiques et économiques, les frictions entre les différents pouvoirs et individus concernés (Compagnie des Indes, Couronne, savants, responsables locaux, etc., chaque groupe étant, la plupart du temps, divisé en factions) n'ont pas vraiment permis que la Grande Triangulation serve de base uniforme à la cartographie indienne. Les levées topographiques ont peiné à suivre les travaux de géodésie, et, en pratique, les cartes locales ont souvent été produites indépendamment de la Grande Triangulation, avec le secours de méthodes inspirées des traditions locales d'arpentage[50]. Le rôle de celle-ci a donc été davantage de produire une image de l'unification cartographique que de servir de canevas effectif à la cartographie coloniale. Ce qui peut sembler un demi-échec sur le plan pratique est pourtant une construction symbolique puissante qui a une place de choix dans les discours du colonisateur. Par une certaine ironie de l'histoire, à cette étroite association entre cartographie et colonisation en Inde répond un usage nationaliste de la carte, non seulement, ce qui est assez commun, dans son utilisation iconique par les patriotes indiens[51], mais aussi dans la politique cartographique de l'Inde postcoloniale. Le Service géographique indien (Survey of India) s'inscrit entièrement dans la continuité de la cartographie coloniale, comme le montre la présentation historique sur la page d'accueil de son site web. Une fenêtre fait défiler les dates clés du service, en remontant aux premières cartes coloniales. La Grande Triangulation, comme de juste, occupe une bonne place, mais sans mention des participants britanniques, à l'exception de George Everest[52] (en revanche, les noms des Indiens impliqués dans les opérations les plus prestigieuses sont mis en valeur). Le caractère stratégique de la cartographie est souligné par la politique restrictive de diffusion de la cartographie. La diffusion des cartes les plus précises est soumise à l'appréciation du ministère de la Défense[53], ce qui n'est pas généralement l'usage commun des démocraties[54]. Dès le XVIIIe siècle, la Compagnie des Indes avait cherché à contrôler

50. [Raj, 2010].
51. [Ramaswamy, 2002].
52. [En ligne] : < http://www.surveyofindia.gov.in/ >. Cela n'a pas toujours été le cas. Ramaswamy [2002, p. 169], reproduit un emblème du Survey of India qui porte les noms des premiers cartographes britanniques.
53. [En ligne] : < http://www.surveyofindia.gov.in/tenders/nationalmappolicy/nationalmappolicy.pdf >.
54. Il est commun de censurer les installations sensibles sur les cartes à grande échelle (voir plus bas). Israël ne permet pas la diffusion d'images satellites à haute résolution, mais les cartes topographiques à grande échelle sont disponibles dans le commerce.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la diffusion de l'information géographique[55], et il est possible que ces restrictions s'inscrivent dans cette tradition. Mais elles sont aussi révélatrices de la valeur stratégique attachée à la cartographie. Parmi les éléments qui constituent ce qu'on pourrait appeler la souveraineté cartographique, la maîtrise de la dissémination de l'information est importante. Si l'on considère l'importance pratique, mais peut-être encore davantage symbolique, qu'a eue la cartographie dans la colonisation britannique de l'Inde, on ne peut guère s'étonner que l'Inde postcoloniale fasse preuve d'un excès de zèle dans sa volonté de démontrer sa souveraineté en la matière. Il n'est pas non plus surprenant que, lorsque cette souveraineté est menacée par le satellite et la diffusion de l'information géographique par l'internet, les réactions, comme on le verra plus loin, soient très vives.

Amérique du Nord

De toutes les régions du monde, l'Amérique du Nord est peut-être celle où les techniques associées à la cartographie scientifique sont le plus intimement mêlées à la question de la maîtrise de l'espace. Les colons européens ont envisagé le continent nord-américain comme une terre plus ou moins vierge ouverte à leurs ambitions. Cette vision, profondément biaisée, élude les dépossessions, les massacres, et les épidémies qui ont causé un effondrement démographique de la population indigène du Nord-Est dans les premiers temps de la colonisation[56]. Elle correspond d'ailleurs moins à une conception issue de l'expérience des premiers colons, dont les contacts avec les Indiens étaient assez nombreux et complexes, qu'à une construction idéologique qui permettait l'éviction des Indiens de leurs terres, pour des motifs mi-religieux (les Indiens ne faisant pas fructifier les terres étaient indignes de ce don de Dieu), mi-légaux (les Indiens n'avaient pas de titres de propriété valables). Dans les faits, la doctrine n'a guère été appliquée, et à partir de 1630 environ, les terres tenues par les Indiens sont plutôt simplement achetées par les colons[57]. Il n'en demeure pas moins que le mythe de la terre vierge, soutenu par la disponibilité effective de vastes terres peu densément peuplées (souvent en raison même de l'effondrement démographique des Indiens après les premiers contacts), structure fortement les conceptions de l'espace des colons européens. Durant l'époque

55. [Edney, 1997, pp. 142-143].
56. [Cook, 1973].
57. [Jennings, 1971].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

coloniale, les propriétés des particuliers sont généralement tracées selon le système européen, les limites de parcelles étant fixées en s'aidant de repères dans le paysage. La confusion dans les conditions d'attribution des propriétés et la validité des titres, la volonté d'établir une base de taxation claire, et divers troubles en Angleterre et dans les colonies amènent à la révocation des titres de propriété de Nouvelle Angleterre en 1690. Cette révocation nécessite la refonte complète du cadastre, ou plutôt, dans bien des cas, son établissement, ce qui entraîne une intense activité de relevés cartographiques et de production de plans. Les propriétaires doivent alors se familiariser avec la lecture de cartes et les techniques élémentaires de relevés topographiques, ce qui a pour effet d'implanter une culture cartographique assez développée et bien partagée[58].

Les frontières entre les colonies, fixées en Angleterre dans des termes parfois ambigus, faute d'une reconnaissance précise du terrain, font l'objet de divers litiges. Le plus célèbre d'entre eux illustre l'importance de la géodésie dans la formation du territoire américain. La limite entre la Pennsylvanie, au nord, et le Maryland, au sud, avait initialement été fixée sur le 40e parallèle. Les deux colonies sont entrées en conflit, en particulier après que des mesures plus précises, en 1682, soit un an après la fondation de la Pennsylvanie, ont révélé que le 40e degré de latitude se situait sensiblement plus au nord qu'on ne l'avait initialement estimé, ce qui privait la Pennsylvanie d'une bande de territoire d'une trentaine de kilomètres de large[59]. Après plusieurs décennies de conflit, en 1760, sur un arbitrage de Londres, les astronomes Mason et Dixon reçoivent mission de tracer, en guise de frontière, un parallèle légèrement au sud de 40°. En l'absence de cours d'eau ou d'autres repères dans le paysage, il n'était pas rare de fixer les limites des colonies en fonction de méridiens et de parallèles. Le cas de la ligne Mason-Dixon est particulier à plus d'un titre. Le soin particulier apporté à la mesure dans le tracé d'une ligne qui ne fait aucune concession aux rugosités du terrain est un monument à la rigueur mathématique appliquée à la géographie. Dans cette terre considérée comme vierge, le graticule de la carte est tracé directement sur le terrain. Le recours à la géodésie pour arbitrer un différend territorial est

58. [Brückner, 2006, pp. 16-25].
59. L'histoire de cette frontière intérieure se trouve un peu partout. L'association pour la sauvegarde de la ligne Mason-Dixon propose sur son site web un important choix de documents : < http://www.mdlpp.org/?page=library >. La célébrité de cette ligne vient moins de son mode de tracé que du fait qu'elle représente la frontière symbolique entre le nord et le sud. Voir également la partie III.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

aussi révélateur de la façon dont la mesure, la science et la technique deviennent des moyens de gouvernement.

Après l'indépendance, la grille géodésique devient graduellement un des principes fondamentaux d'organisation de l'espace américain. Non seulement elle fixe les limites des nouveaux États à mesure de la progression vers l'Ouest de la colonisation européenne, mais elle devient surtout le fondement du système de division de la terre agricole. Le cadastre en damier n'était pas inconnu dans l'Amérique coloniale, notamment dans les cas des communautés de colons de la Nouvelle-Angleterre[60], mais il cohabitait avec des formes moins régulières. À la fin de la guerre d'indépendance, l'État fédéral obtient les droits sur la plus grande partie des terres inoccupées que certaines colonies détenaient dans l'Ouest, surtout entre les Appalaches et le Mississippi, qui marque alors la borne occidentale du territoire des États-Unis. La vente de ces terres doit alimenter le budget fédéral. Le parti de Thomas Jefferson, favorable à l'établissement d'une petite propriété foncière, l'emporte sur les conservateurs qui souhaitaient la généralisation de la grande propriété, commune dans les États du Sud. L'ordonnance foncière de 1785 fixe les modalités du lotissement des terres de l'Ouest. La supervision des opérations est confiée à un « Géographe des États-Unis », qui doit procéder à l'arpentage et à la division de toutes les terres acquises auprès des Indiens en les répartissant en *townships* carrés de 6 miles de côté, divisés en 36 sections d'un mile carré. Les côtés est et ouest de chaque grand carré doivent correspondre à des méridiens. La méthode en elle-même ne marque pas de rupture radicale par rapport aux techniques d'arpentage pratiquées dans les colonies, mais c'est son caractère systématique qui est une nouveauté. Les premiers *townships* sont établis sur une ligne perpendiculaire à la frontière occidentale de la Pennsylvanie, au nord de la rivière Ohio (cette ligne est désignée sous le nom de "Geographer's line"). Un système de numérotation régulier permet d'identifier chaque *township* et chaque section. Les premières opérations d'établissement du nouveau cadastre, de 1785 à 1796, menées par des topographes modérément expérimentés, sont assez éloignées de la rigueur géodésique du projet initial[61]. Malgré ses imperfections, ce premier cadastre fixe tous les caractères principaux de l'organisation de l'espace dans l'Ouest américain : la régularité du découpage en damier et l'alignement sur les lignes géodésiques. À mesure du peuplement de l'Est et de

60. [White, 1991, pp. 7-8].
61. Les angles des *townships* ne coïncident pas toujours, [White, 1991, p. 21].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la progression du territoire des États-Unis vers l'Ouest, le même système est étendu, avec quelques variantes, à l'ensemble des terres publiques. Le dessin des parcelles et des routes, et même la disposition des rues des villes de l'Ouest se soumet à la géométrie de la grille, au point que celle-ci finit par incarner la représentation géographique standard de la nation[62]. La projection sur l'espace concret du graticule cartographique est un geste politique important. Tout comme l'usage des coordonnées géographiques abolit la hiérarchie des lieux qui sous-tendait la construction des mappemondes médiévales, le découpage cadastral jeffersonien est supposé effacer les hiérarchies sociales en construisant une nation d'égaux dans un espace réglé. Quoique la logique de cette politique agraire soit claire et que ses fondements inspirés des Lumières soient parfaitement rationnels, la correspondance entre le projet épistémologique de la géographie ptoléméenne et le projet politique du cadastre jeffersonien est telle qu'on pourrait presque imaginer qu'une forme de pensée magique est à l'œuvre : comme si la simple matérialisation de la grille abstraite avait la vertu de transposer, dans l'ordre politique et social, son pouvoir égalisateur.

Les États-Unis sont un pays où les rapports entre géodésie, territoire et pouvoir sont très étroits. Avec l'avancée vers l'Ouest du *township*, la construction de la nation s'est identifiée à la progression des levées topographiques. Plus encore qu'une affaire de souveraineté, la géographie aux États-Unis est une affaire d'identité nationale. L'agence cartographique nationale américaine United States Geological Survey Agency (USGS), créée assez tardivement, n'est pas liée à l'armée. Au XXe siècle, cependant, la géographie militaire américaine a eu une influence considérable sur l'évolution des rapports entre géographie et souveraineté. Les instruments de cette mutation ont été le satellite et l'internet.

GUERRE ET CARTOGRAPHIE AU XXe SIÈCLE

Les liens entre la cartographie et les militaires restent très forts au XXe siècle. Le caractère stratégique de l'information géographique de précision est renforcé par l'accroissement de la portée des armes et de la mobilité des troupes. Dans la continuité de la militarisation de la cartographie au XIXe siècle, les militaires sont, au XXe siècle, les principaux moteurs de l'évolution des techniques cartographiques. Dès la

62. [Brückner, 2006, p. 194] ; [Maumi, 2007].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

première guerre mondiale, la portée accrue de l'artillerie avait conduit en France à abandonner la projection équivalente de la carte d'état-major en faveur d'une projection conforme[63], mais c'est surtout à partir de la seconde guerre mondiale que la cartographie devient une préoccupation de premier plan pour les militaires. L'ampleur globale du conflit et l'apparition de nouvelles armes transforment les besoins cartographiques des armées. Jusqu'à cette époque, l'essentiel de la cartographie militaire avait consisté dans des cartes nationales précises, éventuellement complétées par une cartographie des zones frontalières des pays limitrophes et des territoires coloniaux. À partir de la seconde guerre mondiale, pour les grandes puissances, la maîtrise de la cartographie des théâtres d'opérations lointains éventuels devient un enjeu essentiel. Le projet de débarquement en Angleterre par les Allemands, en 1940, donne ainsi lieu à une intense préparation cartographique, effectuée à partir des données de l'Ordnance Survey map[64]. La préparation du débarquement allié en Normandie implique également une production cartographique très importante, tant pour mettre à jour les cartes françaises disponibles que pour les adapter aux besoins spécifiques des opérations militaires[65]. La nécessité de produire dans l'urgence et l'impossibilité d'effectuer des relevés sur le terrain donnent une importance particulière aux techniques de reconnaissance aérienne. Dans le Pacifique, les États-Unis cartographient systématiquement les atolls et les récifs à mesure de la progression des forces vers le Japon[66]. L'expérience acquise en matière de cartographie à partir d'images et les nouvelles données géodésiques recueillies à cette occasion ont préparé les grands bouleversements cartographiques de la période suivante.

LA CARTOGRAPHIE DE GUERRE FROIDE ET LA GLOBALISATION DE LA GÉODÉSIE

Les années de l'après seconde guerre mondiale marquent un glissement du centre de gravité de la cartographie scientifique de l'Europe vers les États-Unis. Cela correspond à des évolutions techniques liées à l'apparition des missiles balistiques à longue portée. Mais c'est aussi conforme à l'évolution

63. Voir la partie I.
64. [Rose et Willig, 2004].
65. [Rose, Clatworthy et Nathanail, 2006].
66. [Cloud, 2006].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de la géopolitique mondiale. En matière de cartographie, l'innovation et la production sont liées à la puissance des États. De même que les grandes entreprises coloniales européennes avaient été un des moteurs de la production cartographique lors de la période précédente, la guerre froide est l'occasion d'une révolution dans la géographie militaire. Cette révolution touche à la fois la géodésie et les méthodes de levées cartographiques.

Les changements de la géodésie sont liés à l'emploi de missiles balistiques à longue portée dans le cadre de la dissuasion nucléaire. Quant à la question des levées et de la production cartographique, elle se pose alors dans des termes assez différents dans le camp américain et dans le camp soviétique. Les deux superpuissances, dans la perspective d'une confrontation militaire, ont besoin de disposer d'une cartographie à grande échelle des terrains d'affrontement conventionnels et nucléaires. Mais alors que les Soviétiques peuvent en grande partie se reposer sur les cartes disponibles dans le commerce pour les pays de l'Ouest, quitte à les traduire et à les compléter, les Américains n'ont accès à aucune cartographie fiable du bloc de l'Est. Comme ils ne peuvent procéder à des relevés classiques sur un territoire qui leur est fermé, ils doivent recourir à des moyens photogrammétriques.

Les transformations de la géodésie

Vers la fin de la guerre en Europe, l'apparition des premiers missiles balistiques à moyenne portée, les fusées allemandes V-2, met en évidence les conséquences de l'incompatibilité des référentiels géographiques nationaux. Les tirs effectués sur Londres à partir du continent font apparaître un décalage de près de 150 mètres entre les systèmes de coordonnées français et britanniques[67]. À partir de la fin des années 1950, l'adoption des missiles balistiques parmi les principaux vecteurs des armes atomiques tant par l'URSS que par les États-Unis nécessite de nouvelles mesures géodésiques pour relier les différents systèmes entre eux et corriger les décalages. Le matériel géodésique saisi par les Américains en Allemagne dans les dernières années de la guerre a permis aux États-Unis d'acquérir de précieuses connaissances géodésiques sur l'Est de l'Europe et le territoire russe, notamment grâce à la saisie de relevés allemands effectués

67. [Warner, 2000, p. 393].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

au début du XXe siècle dans le cadre du projet de chemin de fer transsibérien[68]. Ces données permettaient en particulier de rattacher à des réseaux géodésiques connus des points précis de territoires rendus inaccessibles par la guerre froide, ce qui pouvait par la suite servir de base à des relevés photogrammétriques. Parallèlement, les militaires américains financent un important effort de recherche en géodésie à Columbus, Ohio, à l'université de l'État de l'Ohio[69]. Le but des recherches était à la fois de connecter entre eux les différents systèmes géodésiques continentaux et d'acquérir une connaissance fine du champ gravitationnel terrestre, en particulier dans le but de permettre des tirs de missiles balistiques à longue distance. Entre 1957 et 1958, l'année géophysique internationale marque à la fois une coopération scientifique internationale qui contraste avec l'atmosphère de guerre froide et, assez paradoxalement, un moment important dans la consolidation d'un complexe militaro-industrialo-scientifique[70].

LES NOUVELLES CARTOGRAPHIES MILITAIRES

Chez les deux superpuissances, la guerre froide marque une évolution des rapports entre cartographie et défense. L'enjeu n'est plus de maîtriser la cartographie nationale, mais de constituer une cartographie détaillée des théâtres d'opération potentiels. Contrairement à la cartographie nationale, cette cartographie a un usage exclusivement militaire. L'organisation de sa production et de sa diffusion est de ce fait très différente de celle des cartes, même produites par les militaires, des territoires nationaux. La multiplication des conflits périphériques lointains (Corée, Vietnam, etc.) et la perspective d'une confrontation directe entre les États-Unis et l'URSS sont à l'origine d'une production massive de cartes d'un côté comme de l'autre. La nature des cartes et les modes de production sont toutefois assez différents.

68. [Cloud, 2002, p. 267].
69. [Cloud, 2000].
70. [Korsmo, 2007] ; [Collis et Dodds, 2008]. L'année géophysique internationale a consisté en un grand effort de coopération internationale autour des sciences de la terre. Un des événements les plus marquants a été le lancement de Spoutnik. De nombreux programmes scientifiques liés à cette année étaient purement civils, mais certaines recherches géodésiques étaient directement liées aux projets de missiles à longue portée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les cartes soviétiques

L'histoire de la cartographie militaire soviétique est encore assez mal connue. Les cartes militaires étaient secrètes, et elles n'ont été révélées au public que lors de la débâcle du bloc communiste, lorsque des stocks de cartes abandonnées par les forces soviétiques sont apparus sur le marché (un grand nombre de ces cartes peuvent encore être achetées sur internet, sous forme numérique ou papier). Faute d'une ouverture des archives des services cartographiques militaires soviétiques, les cartes elles-mêmes sont la principale source d'information sur cette entreprise cartographique. Ces cartes sont à des échelles variables, du 1/10 000 pour les plans de villes au 1/1 000 000. Outre le vaste territoire national, la cartographie militaire couvrait le monde entier, avec des cartes à grande échelle (1/100 000 ou 1/50 000) pour les régions considérées comme les plus stratégiques : Europe, une partie de l'Asie, Afrique du Nord[71]. Ces cartes semblent avoir été produites pour l'essentiel entre la fin de la seconde guerre mondiale et la chute de l'Union soviétique, quoique certaines feuilles aient été imprimées dans les années 1990[72]. Les cartes portent des renseignements utiles aux militaires, comme la hauteur des ponts, les chenaux navigables, et le détail de certaines installations stratégiques qui ne figure pas sur les cartes disponibles pour le public dans les pays concernés. La précision des cartes militaires russe est ainsi parfois supérieure à celle des cartes disponibles localement. Le processus de production de ces cartes n'est pas entièrement clair. L'essentiel de l'information provient des cartes disponibles dans le commerce[73], traduites en russe, redessinées selon la charte graphique commune et dans la projection de Gauss-Krueger, une variante de l'UTM, les coordonnées étant rapportées au système géodésique soviétique. Les informations supplémentaires étaient collectées par les moyens les plus divers : imagerie, travail de terrain d'agents de renseignement, etc. L'ampleur de l'entreprise cartographique et la précision des renseignements, en particulier à proximité des sites les plus stratégiques, laissent pantois.

71. [Davies, 2005].
72. [Davies, 2006].
73. [Cruickshank, 2010].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

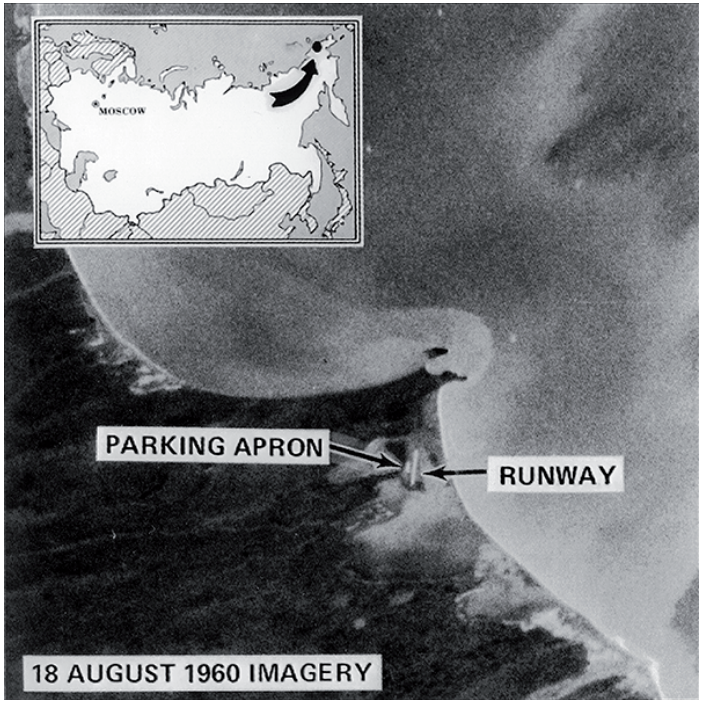
La cartographie militaire américaine et le développement de la télédétection

La cartographie militaire américaine a emprunté des voies assez différentes. Dans le contexte de la guerre froide, les États-Unis ont cherché à acquérir de l'information géographique sur les théâtres d'opération probables, mais la cartographie de l'Europe communiste n'était pas librement disponible. Les relevés directs sur le terrain étaient beaucoup plus difficiles à réaliser qu'à l'Ouest. Ces circonstances particulières ont contribué à donner à l'imagerie aérienne et spatiale un poids prépondérant dans l'acquisition des données géographiques par l'armée américaine. Les premiers systèmes d'imagerie, à partir de ballons ou d'avions volant à haute altitude, étaient davantage destinés à la collecte de renseignements ponctuels, en particulier sur l'état des forces soviétiques, qu'à des missions cartographiques[74]. Le projet GENETRIX, à partir de janvier 1956, a consisté à faire dériver des centaines de ballons à haute altitude au-dessus du territoire soviétique, sous couvert d'études météorologiques. La majorité de ces ballons, qui avaient tendance à perdre de l'altitude la nuit, ont été abattus par les Soviétiques. Après l'échec des ballons, des avions spécialement conçus pour l'observation ont été utilisés. L'avion espion à haute altitude U2 a été opérationnel à partir de juillet 1956. L'un d'eux a été abattu en 1960 par un missile soviétique, ce qui a démontré les limites d'une méthode qui impliquait nécessairement de violer l'espace aérien soviétique. À partir du début des années 1960, les satellites d'observation de la Terre remplacent graduellement les avions. Le programme CORONA, lancé dans les années 1950 mais opérationnel seulement à partir des années 1960, repose sur une série de satellites équipés de caméras dont les films sont éjectés et récupérés en altitude par des avions. Les premiers satellites emportaient assez de film pour produire des images pendant quelques jours, les suivants pendant quelques semaines. 120 satellites ont été lancés jusqu'en 1971, avant leur remplacement par HEXAGON[75], la génération suivante de satellites militaires d'observation[76].

74. [Guerriero, 2002].
75. Le programme HEXAGON, ainsi que le programme GAMBIT, ont été déclassifiés le 17 septembre 2011. Voir : < http://www.nro.gov/foia/declass/GAMBHEX.html >.
76. [Norris, 2010, p. 147].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Image acquise lors de la première mission CORONA réussie.



Source : National Reconnaissance Office (NRO), 2015. < http://www.nro.gov/images/corona/highres/cor1h.jpg >.

Les satellites militaires d'observation fournissent de grandes quantités de données sur des surfaces étendues, adaptées à une multitude d'applications cartographiques[77]. Des techniques nouvelles de photogrammétrie sont mises au point pour obtenir une localisation précise des objets photographiés. La question de la localisation devient, au fil des années, d'autant plus importante que la doctrine américaine sur l'emploi des armes nucléaires évolue.

L'ARME ATOMIQUE ET LA GÉOGRAPHIE MILITAIRE

Dans les premiers temps après la guerre, la bombe atomique est avant tout envisagée comme un moyen de rétablir l'équilibre des forces armées

77. [Cloud, 2002, p. 271].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

contre l'Union soviétique, qui disposait en Europe de forces conventionnelles plus importantes que le bloc de l'Ouest. L'arme atomique devait faire peser la menace d'une destruction massive des villes et de l'appareil industriel de l'URSS et de ses alliés, afin de les dissuader de s'engager dans un conflit[78]. Les cibles potentielles des bombes atomiques étaient surtout des villes, objectifs aisément localisés et ne demandant pas une précision de tir importante. Initialement, les missions de bombardement étaient principalement dévolues aux bombardiers, puis, à partir de la fin des années 1950, à des missiles balistiques tirés depuis des silos ou des sous-marins[79]. Ces derniers étaient particulièrement imprécis, tant du fait de la conception de leur système de guidage que de la difficulté à obtenir une localisation suffisamment précise du sous-marin et une mesure exacte de la gravité en mer ; l'erreur circulaire probable[80] de la première génération de missiles Polaris, en service à partir de 1963, était estimée à plus de 6 km (4 miles)[81]. L'imprécision des tirs, partiellement corrigée par les versions suivantes, n'était pas considérée comme rédhibitoire dans le cadre d'un emploi contre des villes, cibles très vulnérables face aux effets thermiques et mécaniques d'une bombe à fission. En revanche, cette imprécision ne permet pas de viser efficacement des cibles militaires plus petites et plus résistantes, comme des bunkers[82].

À partir des années 1960, l'emploi d'armes nucléaires contre des cibles militaires est de plus en plus couramment envisagé aux États-Unis tant par les militaires que par les politiques. La disponibilité d'armes en plus grand nombre permettait d'allonger la liste des cibles potentielles. En outre,

78. [Rosenberg, 1979].
79. Initialement, les États-Unis avaient développé, dans les années 1950, des missiles de croisière inspirés des V1 allemands. Ils souffraient de problèmes de guidage et risquaient d'être interceptés. Ils ont été supplantés par les missiles balistiques, issus du V2, avant de revenir en faveur lorsque les techniques de guidage et les données géographiques (modèles numériques de terrain) ont été disponibles, en particulier dans les années 1980 ; voir [Werrell, 1989].
80. Rayon du cercle, centré sur le point visé, à l'intérieur duquel on peut s'attendre à voir tomber 50 % des projectiles.
81. [Spinardi, 1990, p. 153]. Le chiffre donné par Spinardi est plus élevé que ce qu'on trouve habituellement. La valeur ordinairement donnée est de 1 800 mètres (par exemple [Chinworth, 2006]). 1 800 mètres est la valeur théorique. Les 4 miles mentionnés par Spinardi sont l'estimation d'un officier impliqué dans le programme.
82. La destruction d'un bâtiment civil moyen par le souffle d'une arme nucléaire requiert environ une surpression de l'ordre de 350 hpa (5 psi.). Dans le cas d'une explosion d'une mégatonne en altitude (puissance supérieure à celle des armes en service actuellement mais correspondant, par exemple, à celle des têtes thermonucléaires W59 des missiles Minuteman 1 des années 1960), une telle pression est observée à environ 7 km de l'explosion [Ehrlich, 1985, p. 75]. La destruction d'une cible militaire très protégée, comme un bunker de commandement ou un silo à missile nécessite une surpression de 500 à 1 000 fois plus importante, qui ne peut être obtenue qu'au voisinage immédiat de l'explosion.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'acquisition des armes nucléaires par l'URSS (et plus tard par la Chine, mais avec un nombre de têtes nucléaires beaucoup plus faible) pose la question des frappes préventives sur les sites de lancement connus. Depuis le milieu des années 1950, les États-Unis et l'URSS disposent d'armes à fusion beaucoup plus puissantes que les bombes à fission de la génération précédente, susceptibles de détruire même des cibles très résistantes. Les frappes sur des sites fortement protégés nécessitent cependant, outre des systèmes de guidage précis, des données géographiques de grande qualité.

Le repérage et la localisation des cibles sont une des missions importantes des satellites d'observation de la Terre. Leur mission de renseignement se double de fait d'une mission cartographique. La quantité de données entraîne le développement de méthodes automatiques de traitement de l'information géographique qui, par des biais divers, passent dans le domaine civil[83]. La géographie militaire américaine joue un rôle fondamental dans l'évolution de la géographie en général. L'évolution de la géodésie, une bonne partie des systèmes d'information géographique, les techniques de géolocalisation, la télédétection, en sont issues plus ou moins directement.

CARTOGRAPHIES SECRÈTES

Les cartographies militaires soviétiques et américaines sont assez différentes à la fois par leurs sources, leurs méthodes, et leurs buts. Elles ont en commun leur caractère secret.

La cartographie militaire soviétique était entièrement séparée de la cartographie civile, et accessible seulement aux personnes disposant d'une habilitation de haut niveau[84]. Non seulement les cartes étrangères étaient secrètes, mais surtout la cartographie nationale était soumise à un contrôle très rigide. La propagande stalinienne avait attribué l'avance rapide des armées allemandes en territoire russe, dans les premiers mois de la guerre, à la disponibilité d'une cartographie détaillée de bonne qualité. Des rumeurs faisant mention d'achats massifs de cartes par des ambassades étrangères juste avant l'offensive avaient circulé. Il n'est pas certain qu'elles aient été fondées, car les Allemands avaient mis la main sur un stock considérable de matériel géographique militaire soviétique

83. [Cloud, 2002].
84. [Davies, 2005, p. 31].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dès les premiers jours de la guerre, en juin 1941, en saisissant dans une agence cartographique à Minsk, des centaines de milliers de cartes topographiques destinées à l'armée rouge, des plaques originales et des relevés topographiques[85]. Après la guerre, Staline lance une grande entreprise de cartographie complète du territoire soviétique au 1/100 000, mais ces cartes sont réservées à un usage militaire et ne peuvent même pas servir de base à l'établissement de cartes grand public, toutes dérivées du 1/2 500 000, même aux grandes échelles. Cette carte est intentionnellement imprécise. À partir des années 1970, l'application d'un système de projection spécial introduit des erreurs aléatoires dans les distances, les coordonnées et les directions[86]. Des cartes corrigées au 1/200 000, établies à partir des cartes militaires, sont commercialisées en Russie depuis 1989.

Le traitement du secret est beaucoup plus complexe dans le cas de la cartographie militaire américaine. Les moyens d'acquisition des données, en particulier les satellites, sont entourés du plus grand secret : désinformation, budgets secrets, accès extrêmement contrôlé à l'information, etc., tout est mis en œuvre pour que rien ne filtre de ces programmes. Le programme CORONA, qui a pris fin au début des années 1970, n'a été rendu public qu'en 1995. Mais si le détail des moyens d'observation reste très protégé, il existe une porosité entre le monde militaire et le monde civil pour les méthodes de traitement de l'information et même pour une partie des données, qui ont notamment permis de refaire la cartographie des États-Unis. Aussi bien les avancées de la géodésie obtenues à l'occasion de la mise au point des missiles que l'imagerie des satellites militaires ont trouvé des applications civiles, à travers des processus complexes de filtrage et de transmission de l'information. Par exemple, les images du système CORONA restaient strictement secrètes, mais des éléments de cartographie dérivés de ces images pouvaient être incorporés, sans en dévoiler l'origine, à des cartes destinées aux civils. Environ 6 % des images de CORONA ont été prises sur le territoire américain spécifiquement pour des applications cartographiques, aucun système civil ne pouvant offrir des images de cette résolution avec une couverture aussi étendue[87].

85. [Postnikov, 2002, p. 250].
86. *Ibid.*, p. 251.
87. [Cloud et Clarke, 1999, p. 51].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

LES SATELLITES D'OBSERVATION ET LA QUESTION DE LA SOUVERAINETÉ

Les cartographies militaires américaines et soviétiques étaient des instruments de pouvoir importants pour les deux superpuissances. Même secrètes, elles avaient des implications sur la définition de la souveraineté des États. La cartographie soviétique ne semble pas avoir suscité beaucoup de réactions officielles. La divulgation publique des cartes a certes causé un choc dû à l'ampleur de l'entreprise et la précision des détails, notamment en Suède où des indications précises sur l'emplacement des champs de mines ou le gabarit des chenaux à proximité des bases navales militaires n'avaient pu être collectées que par l'espionnage[88], mais ce n'était là qu'une illustration parmi d'autres de l'étendue du travail des services de renseignements soviétiques à l'Ouest. Pour la majorité des feuilles, ces cartes sont des adaptations de la cartographie existant dans le commerce, au point que l'Ordnance Survey a cherché à en interdire la commercialisation au motif qu'elles enfreignaient son copyright. Un examen plus approfondi suggère cependant que les matériaux utilisés sont assez divers et parfois trop anciens pour tomber sous le coup de la loi sur la propriété intellectuelle[89]. Le fait que toutes ces cartes aient une légende en russe et des toponymes imprimés en cyrillique en fait davantage des objets de curiosité qu'une concurrence réellement menaçante pour les producteurs nationaux. Bien que la cartographie soit liée à la souveraineté des États, cette cartographie clandestine n'est pas, en pratique, apparue comme une menace plus grave que celle posée en général par les activités d'espionnage soviétiques à l'Ouest.

Le cas des reconnaissances aériennes et des satellites d'observation est assez différent. Depuis 1919, la convention de Paris sur la régulation de la navigation aérienne reconnaît la pleine souveraineté des États sur l'espace aérien situé au-dessus de leur territoire et de leurs eaux territoriales. Ce principe, confirmé par des traités ultérieurs (convention de Chicago de 1944), permet aux États de contrôler le survol de leur territoire autant qu'ils le jugent nécessaire pour assurer leur sécurité. Dans ce cadre, les ballons du projet GENETRIX ou les avions U2 qui survolent le territoire soviétique sans

88. [Davies, 2005].
89. [Davies, 2005] ; [Cruickshank, 2010].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

autorisation violent la loi internationale[90]. Le pouvoir soviétique ne manque pas d'utiliser cet argument en organisant l'exposition, pour la presse, des restes de ballons et des équipements de surveillance, et, plus tard, lors de l'affaire de l'U2 abattu ; quoique l'Union soviétique n'ait pas été signataire des conventions sur la navigation aérienne, elle en reconnaît néanmoins les principes, surtout quand ils servent ses fins.

L'avènement des satellites artificiels se fait dans un vide juridique. Aucune des conventions existantes lors du lancement de Spoutnik 1, en 1957, ne donne de définition de « l'espace aérien » sur lequel les États exercent leur souveraineté. La trajectoire des satellites les place, sauf en cas de chute, hors de l'espace aérien[91]. Les responsables du projet CORONA étaient initialement très préoccupés de la vulnérabilité de leur système. La trajectoire d'un satellite est très prévisible, ce qui le rend relativement facile à abattre par un pays qui dispose de lanceurs spatiaux[92]. Les Soviétiques cependant n'ont fait aucune tentative pour abattre les satellites américains. Ils disposaient de leur propre programme de satellites militaires d'observation (Zenit, opérationnels à partir de 1962), et n'avaient pas nécessairement intérêt à rechercher la confrontation sur ce terrain.

Avant même que le programme CORONA ne soit opérationnel, les militaires et les services de renseignements américains ont encouragé et financé un programme de satellites scientifiques afin de servir de couverture aux systèmes militaires et de contribuer à rendre acceptable l'idée d'un espace orbital international ouvert[93]. Les satellites d'observation météorologique TIROS (1960) avaient une résolution trop faible pour inquiéter les militaires[94]. L'année géophysique internationale a fourni une occasion de promouvoir l'idée d'une utilisation scientifique de l'espace (c'est aussi dans ce cadre qu'a été lancé Spoutnik 1). Dans l'atmosphère de coopération scientifique internationale de cet événement, la ques-

90. Eisenhower avait proposé en 1955 à l'Union soviétique un accord mutuel de « ciel ouvert » qui aurait autorisé une surveillance aérienne réciproque dans le cadre du contrôle des armements. La proposition a été rejetée.
91. [Latchford, 1959].
92. [Wheelon, 1995, p. 259].
93. [McDougall, 1985, p. 111 *sqq.*] ; [Day, 2000].
94. Au sujet de TIROS 1, après l'incident de l'U2, Khrouchtchev, après avoir confirmé qu'il ferait abattre tout avion espion qui violerait l'espace aérien soviétique, avait déclaré à De Gaulle : « Et en ce qui concerne les Spoutniks, les E.U. en ont lancé un qui photographie notre pays. Nous n'avons pas protesté ; qu'ils prennent autant de photos qu'ils veulent » (cité par [Day, 2000, p. 189]). Même si TIROS 1 n'avait en effet aucune utilité comme satellite de renseignement, cette déclaration montre que les Soviétiques étaient prêts à faire une distinction entre l'espace aérien et l'espace extra-atmosphérique.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

tion du statut juridique de l'Antarctique avait été posée, et résolue par un traité de 1959 qui en faisait une terre commune dédiée à l'activité scientifique[95]. Ce traité a fourni un modèle pour définir le statut légal de l'espace extra-atmosphérique et des corps célestes[96]. Les principes de ce statut s'imposent petit à petit. Les Soviétiques, initialement réticents à ouvrir leur espace extra-atmosphérique, se ravisent au début des années 1960 lorsque leurs relations avec la Chine se tendent et qu'ils doivent s'appuyer sur des satellites d'observation pour surveiller l'état d'armement de leur voisin[97]. La formalisation du droit de l'espace intervient relativement tardivement, avec le *Traité sur l'espace extra-atmosphérique* de décembre 1966. Ce texte stipule que : « L'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, peut être exploré et utilisé librement par tous les États sans aucune discrimination, dans des conditions d'égalité et conformément au droit international, toutes les régions des corps célestes devant être librement accessibles »[98]. Signé initialement par les États-Unis, le Royaume-Uni et l'Union soviétique, rejoints ensuite par une centaine de pays, le traité fixe une limite à la souveraineté des États au-delà de leur espace atmosphérique (sans préciser d'altitude). L'espace extra-atmosphérique acquiert un statut juridique entre celui de la haute mer (pour la liberté de circulation) et celui de l'Antarctique (pour l'encouragement aux activités scientifiques). Il n'est pas fait spécifiquement mention des activités d'observation, mais le traité encourageant la liberté des activités scientifiques, les satellites scientifiques d'observation de la Terre sont implicitement autorisés. Les satellites militaires d'observation ne sont pas mentionnés. À l'époque, tous sont secrets, même si leur existence est connue[99]. Seuls les États-Unis et l'URSS en possèdent, et les deux superpuissances acceptent le principe de cette surveillance réciproque, à la fois pour disposer d'un outil pour vérifier le respect d'éventuels accords concernant les armements (le traité SALT 1, signé en 1972,

95. Sur le caractère international de l'Antarctique, voir [Retaillé, 2012].
96. [Peterson, 1997].
97. Les satellites d'observation soviétiques étaient aussi destinés à la surveillance des pays de l'Ouest et plus spécifiquement des États-Unis, mais contrairement à la Chine, d'autres moyens de renseignements y étaient utilisables.
98. Le texte en français du traité et les détails de sa ratification sont disponibles en ligne. Texte : < http://www.unoosa.org/oosa/fr/SpaceLaw/gares/html/gares_21_2222.html >. Détails de la ratification : < http://www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/ST_SPACE_11_Rev2_Add3F.pdf >.
99. Les satellites apparaissent ainsi, quoique sous une forme très éloignée de la réalité, dans le film *Fail Safe* (Sydney Lumet, 1964).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

est postérieur au *Traité sur l'espace extra-atmosphérique*) et en raison de concessions mutuelles sur les systèmes d'armes et de renseignement[100].

LES DÉBUTS DE LA TÉLÉDÉTECTION CIVILE

Jusqu'au début des années 1970, l'imagerie spatiale d'une résolution exploitable pour la cartographie reste strictement cantonnée au domaine militaire. La diffusion des données issues des satellites militaires est extrêmement encadrée, et les images elles-mêmes ne sont visibles que par un nombre très réduit de personnes. À partir de 1972, avec le programme Landsat, l'imagerie spatiale devient accessible aux civils. Le programme Landsat fait partie du versant civil du secteur spatial américain. Les missions habitées Gemini et Apollo avaient montré au public l'intérêt des images obtenues depuis l'espace[101]. Le Département de l'Intérieur américain souhaitait conduire un programme de satellites d'observation civils dédiés notamment à la cartographie, mais c'est finalement la National Aeronautics and Space Administration (NASA) qui lui est préférée[102]. Quoique la résolution du satellite soit modeste (une soixantaine de mètres, quand la caméra cartographique d'un satellite HEXAGON a une résolution d'environ 9 m, et sa caméra haute résolution d'1 m[103]), certains militaires américains se sont inquiétés de la mise à disposition de ce genre d'outils aux civils[104].

Jusqu'à l'apparition des satellites d'observation, la souveraineté des États s'exerçait aussi dans la maîtrise des informations qu'ils divulguaient au sujet de leur propre territoire. Le fait que la cartographie détaillée soit la plupart du temps l'affaire d'instituts nationaux, souvent liés à l'armée, est révélateur de cette volonté de maîtrise. Tant que les satellites

100. Les satellites étaient plus importants pour les États-Unis que pour l'URSS. En revanche, les missiles intercontinentaux étaient plus importants pour l'URSS, qui ne disposait pas de bases à partir desquelles frapper les États-Unis avec des missiles à moyenne portée, faute d'avoir pu en implanter à Cuba en 1962. Les États-Unis ont accepté de ne pas promouvoir l'interdiction des missiles intercontinentaux en échange du renoncement par les Soviétiques à la lutte contre les satellites espions [Peterson, 1997].
101. [Lowman, 1999].
102. [Williamson, 1997].
103. La résolution modeste, outre qu'elle contrarie les applications militaires, s'explique à la fois par le choix de privilégier les images à vaste couverture spatiale et par la technique de réception des images par ondes radio. Les satellites militaires contemporains utilisaient encore des films photographiques éjectés dans des capsules récupérées en vol, technique qui permettait une meilleure qualité d'image, mais à un coût considérablement plus élevé et une durée de vie limitée.
104. [Mack, 1990, pp. 74-75].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

d'observation sont restés réservés aux militaires des deux superpuissances, leur utilisation n'a pas beaucoup inquiété les États qui n'étaient pas directement parties prenantes de la guerre froide. La commercialisation d'images suscite plus de réactions. Au début du programme Landsat, certains pays d'Amérique latine ont protesté contre l'observation de leur territoire depuis l'espace. Leur préoccupation concernait moins leurs installations militaires que les ressources naturelles qui pourraient être divulguées par Landsat. Le Mexique a ainsi cherché à interdire la collecte de données sur son territoire depuis l'espace[105]. La portée réelle de ce genre d'interdiction est cependant très limitée, car un pays comme le Mexique n'a aucun moyen technique de s'opposer à la prise d'images de son territoire par un satellite. Le *Traité sur l'espace extra-atmosphérique* ne fixe pas de limite à une utilisation pacifique de l'espace, ainsi que la NASA ne manque jamais de le rappeler lorsqu'elle est confrontée à des protestations.

Passées ces premières réactions, le programme Landsat a plutôt été bien accueilli par les différents États, dans la mesure où ils ont été capables de bénéficier de l'imagerie captée au-dessus de leur territoire. Le principe de proposer aux États survolés un accès aux images les concernant a été précocement adopté par la NASA pour rendre plus acceptable la surveillance depuis l'espace. Ce principe est formalisé dans les « principes sur la télédétection » adoptés par une résolution de l'ONU en 1986 :

« Dès que les données primaires et les données traitées concernant le territoire relevant de sa juridiction sont produites, l'État observé a accès à ces données sans discrimination et à des conditions de prix raisonnables. L'État observé a également accès aux informations analysées disponibles concernant le territoire relevant de sa juridiction qui sont en possession de tout État participant à des activités de télédétection sans discrimination et aux mêmes conditions, compte dûment tenu des besoins et intérêts des pays en développement. »[106]

105. [Litfin, 1999, p. 102].

106. Bureau des affaires spatiales des Nations unies : < www.oosa.unvienna.org/pdf/publications/STSPACE11F.pdf >, texte des principes sur la télédétection page 50. Contrairement aux traités, les résolutions de l'ONU n'ont pas force de loi. La même résolution confirme qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir une autorisation de la part d'un État pour l'observer depuis l'espace, tout en affirmant que cette observation ne doit pas porter préjudice à l'État observé.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Grâce à cet accès aux données[107], qui, pour Landsat, sont restées à un prix relativement abordable jusqu'à la privatisation du programme en 1984[108], de nombreux pays, notamment en développement, ont trouvé plus d'avantages que d'inconvénients à la télédétection. Beaucoup se sont dotés de stations de réception des images Landsat. Le Brésil, par exemple, a pu corriger la cartographie de sa partie amazonienne, auparavant mal exploitée[109].

Les données Landsat ont une résolution trop grossière pour révéler le détail d'installations sensibles. Même Landsat 5, lancé en 1984, a une résolution spatiale de 30 à 60 mètres (selon le capteur utilisé). À partir du milieu des années 1980, d'autres satellites commencent à offrir des résolutions plus fines. SPOT 1, lancé par la France en 1986, propose une résolution d'une dizaine de mètres sur son canal panchromatique, réduisant l'écart entre les capteurs civils et les capteurs militaires à champ large (environ 6 m pour la caméra cartographique des derniers HEXAGON, au début des années 1980, pour une surface couverte par scène du même ordre de grandeur). L'arrivée des images SPOT sur le marché est une évolution importante non seulement parce qu'elle met sur le marché des images de meilleure résolution, mais surtout parce qu'elle entame l'hégémonie des États-Unis en matière de satellites d'observation commerciaux. En 1987, l'Union soviétique commence à commercialiser des images, issues de satellites utilisant de la pellicule (caméra de type KFA-1000), d'une résolution comprise entre 5 et 10 m, mais avec une couverture géographique incomplète.

Le gouvernement des États-Unis s'était opposé, pour des raisons de sécurité, à la commercialisation d'images d'une résolution inférieure à 10 m. La disponibilité, même limitée, d'images plus fines vendues par d'autres pays constituait un désavantage manifeste pour les marchands d'imagerie américains. À partir de 1988, les restrictions sur la commercialisation d'images haute résolution par des sociétés américaines s'assouplissent graduellement, à mesure que la concurrence internationale se renforce[110]. Des sociétés privées se voient accorder des licences pour

107. Cet accès n'est pas total, puisqu'il ne s'applique ni aux images des satellites militaires, ni à celles des satellites commerciaux.
108. Cette privatisation a été décidée par Ronald Reagan pour des motifs essentiellement idéologiques. Une forte augmentation des prix s'est traduite par une chute des ventes. Le gouvernement américain ayant dépensé des sommes considérables pour acquérir des images Landsat pendant la première guerre du Golfe, le système a été renationalisé en 1992 [Florini et Deheqanzada, 1999].
109. [Litfin, 1999, pp. 102-103].
110. [Li, 2002].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

commercialiser de l'imagerie spatiale haute résolution[111]. À partir de 2000, la société Orbital Image Corporation (renommée GeoEye en 2006), exploite le satellite Ikonos pour commercialiser des images d'environ 1 m de résolution. Ce type d'image rivalise de précision avec de l'imagerie aérienne et autorise la réalisation d'une cartographie à grande échelle (théoriquement jusqu'au 1/10 000), avec une efficacité d'autant plus grande que les progrès de la géodésie et de la maîtrise précise des trajectoires orbitales permettent une géolocalisation fine des images sans nécessairement recourir à des points de calage sur le terrain.

Les principes de la télédétection de l'ONU ont fait l'objet d'un consensus assez large à l'époque de leur rédaction en raison du manque relatif de précision des satellites commerciaux contemporains. La cartographie de précision de chaque État restait alors sous son contrôle, exception faite des cartographies militaires secrètes. Un grand nombre d'États exerçaient une censure plus ou moins importante sur leur cartographie, au moins sur les installations militaires, parfois sur les ressources naturelles. La commercialisation d'images de résolution métrique précisément géoréférencées modifie la donne.

Les pays où la cartographie est censurée, ou qui imposent des restrictions à la distribution des images aériennes, ne peuvent s'opposer à ce que des données jugées sensibles soient disponibles à la vente, en particulier à l'étranger. Ainsi, le Sultanat d'Oman, qui censure systématiquement les photographies aériennes de ses installations militaires et portuaires, ne peut empêcher que ces mêmes installations soient clairement visibles sur les images commercialisées par GeoEye. De même, l'Inde, qui dispose de ses propres moyens de télédétection, encadre strictement la diffusion des images d'une résolution inférieure à 5 m : les images dont la taille de pixel est comprise entre 1 et 5 m ne sont rendues disponibles qu'après qu'on a vérifié que n'y figurent pas d'installations sensibles, et les images plus fines ne sont accessibles que sur accréditation spéciale. Cela n'empêche pas des sociétés américaines de proposer des résolutions inférieures au mètre pour l'ensemble du territoire indien[112].

111. Le système de licence peut fixer une limite de résolution aux images commercialisables. Cette limite est de 50 cm, pour le satellite GeoEye-1, capable d'une résolution maximale de 41 cm. Les images d'une résolution supérieure sont réservées à un usage gouvernemental. La valeur de cette limite de 50 cm semble arbitraire. Le président de la société GeoEye se déclare favorable à une politique plus libre de commercialisation, la différence entre une résolution de 50 cm et une de 41 étant, en pratique, de peu de conséquence (Interview du 29 octobre 2010 pour DefenseMediaNetwork : < http://www.defensemedianetwork.com/stories/eyes-in-the-skies/ >).

112. [Harris, 2009, p. 25].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Initialement, le coût des données spatiales haute résolution et la relative complexité de leur traitement ont limité leur diffusion. En 2001, le prix d'une image Ikonos, selon les traitements appliqués[113], variait de 37 à 146 dollars par kilomètre carré[114], une image représentant au minimum 121 km²[115]. À ce tarif, la couverture en image Ikonos de l'équivalent d'une feuille de la carte IGN au 1/50 000 aurait coûté approximativement entre 20 000 et 80 000 $. Le prix est donc, dans les premiers temps, un obstacle important à la diffusion de l'imagerie spatiale haute résolution. Celle-ci reste pour l'essentiel confinée à des services gouvernementaux, des instituts de recherche, et à quelques organisations non gouvernementales ou sociétés privées.

LES GLOBES VIRTUELS

La dissémination gratuite d'information géographique précise, et particulièrement d'imagerie spatiale à haute résolution, par le biais de l'internet est un phénomène récent. Cette dissémination se fait en particulier par le biais des globes virtuels. Le plus connu d'entre eux est Google Earth, mis en ligne en 2005. WorldWind (2004, NASA), Bing Maps (2006, Microsoft) et Marble (2006, KDE, développement communautaire), proposent des fonctions plus ou moins équivalentes : une interface simple d'accès à des données géographiques mêlant de l'imagerie et de la cartographie sur l'ensemble du globe. Il existe aussi un certain nombre de services en ligne qui offrent les mêmes fonctions à l'échelle du territoire d'un pays, comme Géoportail pour la France. Du point de vue technique, ces globes mobilisent une bonne partie des avancées des sciences géographiques issues de la guerre froide : imagerie spatiale, traitement automatique des données géographiques, référentiel géodésique global, etc.

113. Les tarifs varient en particulier en fonction de la précision du géoréférencement. Les images les plus coûteuses sont rectifiées pour tenir compte des décalages dus à l'effet du relief. Les prix sont aujourd'hui moins élevés et comprennent systématiquement des traitements de rectification. À titre d'exemple, une société canadienne propose, en 2012, des images Ikonos à 23 dollars par km² pour des images nouvelles (commande minimale de 100 km² d'un seul tenant), et 10 dollars par km² pour des images d'archive (image de 49 km² au minimum). [En ligne] : < http://www.gsf.qc.ca/Teledetection/Tele_All_en.html >.
114. [Jakobsen, 2002].
115. Le satellite scanne une bande de terrain le long de son orbite. Son champ de vision est de 11 km dans le cas d'une prise de vue verticale. Une image est formée par une bande scannée plus ou moins longue. La longueur minimale est de 11 km, la longueur maximale de 1 000 km pour une image mono [Dial et *al.*, 2003].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les globes virtuels ont essentiellement une vocation ludique et pédagogique. Ils s'inscrivent dans une tradition de mise en spectacle du monde que l'on peut faire remonter aux panoramas, populaires dans les villes du XIXe siècle, et qui préfiguraient une forme de tourisme en fauteuil. Quoique de nombreux panoramas fussent consacrés à de hauts faits historiques, il en existait aussi à thèmes géographiques, comme celui ouvert en 1889 sur le Quai d'Orsay par la Compagnie générale transatlantique qui simulait un voyage maritime[116]. Variante du panorama, plusieurs globes concaves[117] qui permettaient au public de voir une carte complète du monde à une échelle de l'ordre du 1/1 000 000 ont été construits, avec un succès variable, au cours du XIXe siècle, comme le Géorama à Paris (1823), ou le grand globe de Wyld à Londres (1851)[118]. Élisée Reclus avait soumis, pour l'Exposition universelle de Paris en 1900, un projet de globe pédagogique gigantesque (160 mètres de diamètre externe). Le coût de l'édifice avait été estimé à 20 millions de francs, quand la tour Eiffel n'en a coûté que 8 ; c'est une des raisons, parmi d'autres, pour lesquelles ce globe n'a jamais été construit[119].

Le développement du cinéma a démodé les panoramas, mais l'idée d'un globe géant éducatif, conçu sur le modèle des planétariums, a été remise au goût du jour dans les années 1960 par Buckminster Fuller à travers le projet du Geoscope. Ce projet, jamais réalisé, proposait la construction d'un grand globe terrestre[120], prévu à l'origine pour être exposé à New York, puis proposé pour le grand dôme du pavillon des États-Unis de l'Exposition universelle de 1967, à Montréal. Le globe, couvert d'une mosaïque de photographies aériennes couvrant le monde entier, devait être animé au moyen de lampes commandées par ordinateur afin d'afficher des informations telles que les mouvements de population, l'état de la météorologie, etc[121]. Le Geoscope devait être une célébration de la technique et un moyen de promouvoir une utopie de solidarité globale. L'emploi du terme

116. [Schwartz, 1998, pp. 169-171].
117. Ces globes portent une carte imprimée sur leur face interne. Les visiteurs circulent à l'intérieur sur une ou plusieurs galeries, et peuvent examiner les grandes cartes sans déformation ni coupure. Un de ces globes, le Mapparium, construit dans les années 1930, est encore visible à la bibliothèque Mary Baker Eddy, à Boston. [En ligne] : < http://www.marybakereddylibrary.org/exhibits/mapparium >.
118. [Fierro, 1987].
119. [Alavoine-Muller, 2003].
120. Le projet de New York était bien celui d'un globe géant. Pour l'exposition de Montréal, Fuller avait envisagé de représenter la Terre sur un icosaèdre ou un cuboctaèdre déplié, selon un système de projection qu'il avait mis au point et popularisé dans les années 1940 (projection dite de Fuller, ou Dimaxion, selon son nom commercial). Voir [Massey, 2006, illustration p. 477]. Sur la projection de Fuller, voir [Snyder, 1993, p. 269].
121. [Fuller, 1977, pp. 137-138].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

de « vaisseau spatial Terre » (*Spaceship Earth*) par Fuller pour parler de la Terre est révélateur de la façon dont les premières images spatiales ont frappé les imaginations de l'époque. La photographie la plus emblématique, celle de la Terre entière vue de la lune, n'a été prise qu'en 1968, mais les photographies des missions Gemini avaient reçu une large publicité dès 1964[122]. Sans doute l'expression, dont Fuller n'a pas l'exclusivité[123], est-elle en grande partie inspirée par une idéologie technocratique qui plaide pour un pilotage des nations par des experts qui rendrait obsolète la politique[124], mais elle correspond aussi à l'évolution des représentations géopolitiques du temps de la guerre froide, marquées par la rivalité entre les deux superpuissances dont les enjeux s'expriment à l'échelle du globe entier[125].

Le grand Geoscope de Fuller n'a jamais été réalisé, pour des raisons techniques et financières. Ses simulations à base de cartes ont cependant connu un certain succès aux États-Unis à la fin des années 1970. Les progrès du traitement informatique des données géographiques et les capacités graphiques croissantes des ordinateurs permettent, dans les années 1990, d'envisager une version logicielle d'un globe éducatif. Il n'est pas facile de retracer précisément la genèse des globes virtuels actuels. Un discours prononcé par le vice-président Al Gore en 1998[126] décrit ce que pourrait être une Terre numérique (*Digital Earth*) à but éducatif : le dispositif envisagé est un système de réalité virtuelle installé dans un musée (le volume de données à traiter semble alors disproportionné par rapport aux débits des connexions domestiques) qui permettrait à l'utilisateur d'accéder à une somme d'information importante à partir d'un globe terrestre sur lequel on pourrait zoomer jusqu'à une très grande échelle. Le projet pourrait s'appuyer sur l'utilisation de l'imagerie spatiale haute résolution désormais autorisée à la vente, à défaut d'être effectivement disponible. L'entreprise paraît alors si vaste qu'Al Gore la juge hors de portée d'une

122. [Lowman, 1999].
123. Fuller lui-même avait publié, en 1969, un « mode d'emploi du vaisseau spatial Terre », (*Operating manual for spaceship Earth*, Southern Illinois University Press, 1969). La paternité de cette notion revient à Kenneth E. Boulding, en 1966. Voir [Musset, 2012, p. 84].
124. Fuller est un personnage complexe. On trouve aussi chez lui une défense de la démocratie directe appuyée sur les nouveaux moyens de communication, et son geoscope, au moyen d'un jeu interactif, aurait aussi pu servir à encourager une participation citoyenne à la gestion des ressources mondiales [Massey, 2006]. Cela explique qu'il ait pu à la fois collaborer étroitement avec les milieux militaires et être une figure importante des contre-cultures américaines [Anker, 2007, p. 431].
125. [Cosgrove, 2003, p. 244].
126. "The Digital Earth: Understanding our planet in the 21st Century", Conférence au California Science Center, 31 janvier 1998. [En ligne] < http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=6210 >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

organisation gouvernementale ou d'une entreprise privée seule. Il ne l'envisage que comme un effort collectif de centaines de milliers d'individus, d'entreprises, de centres de recherches et d'administrations.

Le discours d'Al Gore est presque systématiquement cité par toutes les études sur les globes virtuels. Il est important en raison du statut d'Al Gore, et parce qu'il marque un nouvel engagement des pouvoirs publics américains dans le renouveau de la cartographie civile. Cependant, l'effort public qui a suivi, et qui a consisté essentiellement en une initiative fédérale pour promouvoir l'interopérabilité des données géographiques, n'a pas survécu à la défaite électorale d'Al Gore aux élections présidentielles de 2000[127]. Quant aux idées développées, nombre d'entre elles circulaient depuis un certain temps, au moins dans la petite communauté des géomaticiens. Du côté du grand public, les utilisateurs de l'encyclopédie Microsoft Encarta étaient déjà familiers d'une interface en forme de globe pour accéder à de l'information géographique. Quant au dispositif technique décrit par Al Gore (lunettes de réalité virtuelle et gants de données servant à la manipulation d'un globe virtuel), il paraît sortir tout droit du film de Robert Longho *Johnny Mnemonic*, une adaptation de William Gibson de 1995[128]. Le plus important n'est donc pas la description de cette terre numérique qui faisait déjà l'objet de recherches sous diverses formes, mais la libéralisation du marché des données d'imagerie spatiale à haute résolution[129].

Les premiers globes virtuels disponibles pour le grand public apparaissent vers le milieu des années 2000, avec World Wind de la NASA en 2004, proposant une couverture à 15 m (Landsat 7) sur la majeure partie du globe et une résolution supérieure sur les États-Unis, Google Earth en 2005, et en 2006 Bing Maps, le service de cartographie en ligne de Microsoft, qui propose des fonctions équivalentes à celles d'une terre virtuelle depuis un navigateur internet. Il est difficile d'estimer précisément la diffusion de ces applications, notamment pour la plus populaire d'entre elles, Google Earth. En 2011, Google a célébré le milliardième téléchargement de l'application, tous supports confondus (logiciel dédié, application mobile, et extension de navigateur). Cela ne permet pas d'estimer le nombre d'utilisateurs uniques réguliers, mais c'est tout de même le signe d'une diffusion très large.

127. [Butler, 2006].
128. Ce type de dispositif excitait l'imagination des cinéastes hollywoodiens, puisqu'on aperçoit un système d'accès aux images satellitaires très proche de Google Earth dans le film d'espionnage *Shadow Conspiracy* (*Haute trahison*) de George P. Cosmatos, sorti en 1997.
129. [Bar Zeev et Crampton, 2008].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Le développement de ces logiciels a plusieurs conséquences sur la nature des rapports entre les États et la cartographie. De larges moyens cartographiques sont désormais aux mains d'intérêts privés. La société Google, dont les produits géographiques font l'objet de la diffusion la plus large et de la plus forte exposition médiatique, suscite un certain nombre de débats en raison de ce qui est ressenti par divers États comme une atteinte à leur souveraineté géographique. Les données cartographiques de Google Earth (tracé des routes, hydrographie, etc.) sont acquises auprès de divers producteurs dans le monde. Elles ne sont donc ordinairement pas différentes de ce qui est disponible localement et ne sont pas, la plupart du temps, un objet de polémique, excepté dans les cas de litiges territoriaux. Les deux grands sujets de mécontentement des États à l'égard des globes virtuels, et plus particulièrement de Google Earth, sont la mise à disposition d'images à haute définition de leur territoire, et des contestations sur le tracé des frontières et la toponymie.

LA CIRCULATION DES IMAGES À HAUTE DÉFINITION

La société Google se fournit en images auprès de la société GeoEye pour l'essentiel de l'imagerie spatiale, et auprès de fournisseurs variés pour les photographies aériennes utilisées pour les images en très haute résolution parfois disponibles sur certaines zones urbaines. Google Earth diffuse en particulier les images du satellite GeoEye 1, avec une résolution de l'ordre de 50 cm. Google, société de droit américain, n'est pas tenue de respecter les règles concernant la diffusion des images spatiales des autres États[130].

Plusieurs États se sont inquiétés des possibles atteintes à la sécurité nationale dont Google se rendrait responsable en diffusant des images haute résolution de leur territoire[131]. Les gouvernements australien, néerlandais, sud-coréen, parmi d'autres, se sont inquiétés de l'usage que des terroristes ou une nation ennemie pourrait faire des images de leurs installations sensibles. Le contexte post-11 septembre explique que la menace terroriste soit souvent mise en avant.

130. Un cas particulier concerne les États où Google est implanté et propose une version locale de ses services. Les services offerts localement doivent alors se conformer à la loi du pays. Voir sur le blog Ogle Earth une comparaison entre l'imagerie disponible sur le site (sud-)coréen de Google et sur le site international : < http://ogleearth.com/2012/07/constraining-online-maps-the-case-of-south-korea/ >.
131. [Kumar, 2010, pp. 159-162].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Depuis la mise en service de Google Earth, le service a été publiquement mis en cause dans plusieurs affaires de terrorisme. En juillet 2006, l'Open Source Center, organisme chargé d'exploiter les sources ouvertes au bénéfice des services de renseignements américains, a divulgué une vidéo postée par un groupe salafiste jihadiste irakien qui tendait à montrer que Google Earth était utilisé pour la préparation d'attaques contre les troupes américaines[132]. Peu après, à l'occasion d'attaques manquées contre des installations pétrolières au Yémen, en septembre 2006, la presse yéménite avait affirmé que les terroristes avaient planifié leurs actions avec Google Earth. Un article avait parlé, au sujet de la mise à disposition d'images précises par Google Earth, d'une atteinte à la souveraineté nationale[133].

Début 2007, des attaques au mortier contre des bases militaires britanniques à Bassora ont, semble-t-il, été préparées en utilisant Google Earth : des photographies tirées du logiciel ont été trouvées chez les insurgés[134]. Google Earth, dans ce cas, a remplacé les images par de plus anciennes, sur lesquelles les bases n'étaient pas visibles[135]. En revanche, contrairement à ce qu'a affirmé le *Daily Telegraph*[136], il est inexact que Google Earth ait caviardé (*blotted out*) les bases britanniques en Irak et diverses installations sensibles au Royaume-Uni. En réalité, une bonne partie du territoire britannique n'était pas couverte par des images en haute résolution à la date de rédaction de l'article.

L'Inde est l'un des États les plus ouvertement critiques envers Google Earth. L'internet indien est relativement ouvert, mais la qualité des images fournies par Google Earth a causé un certain émoi dans un pays où l'accès à l'imagerie haute définition est en principe réglementé. Dès la mise en ligne du service, des articles de presse ont dénoncé la divulgation du détail d'installations sensibles[137], et le président de l'Union indienne, Abdul

132. Rapport de l'Open Source Center du 19 juillet 2006, mis en ligne par la Fédération des scientifiques américains, < www.fas.org/irp/dni/osc/osc071906.pdf >.
133. *Yemen Observer*, 31 octobre 2006. [En ligne] : < http://www.yobserver.com/front-page/10011133.html >. L'affirmation, dans le même article, selon lequel Google Earth aurait conclu un accord avec Israël pendant la guerre contre le Liban semble sans fondement. Le cas particulier du territoire israélien dans Google Earth est traité plus bas.
134. "Terrorists 'use Google Maps to hit UK troops'", *The Telegraph*, 13 janvier 2007. [En ligne] : < http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1539401/Terrorists-use-Google-maps-to-hit-UK-troops.html >.
135. [En ligne] : < http://www.theregister.co.uk/2007/01/17/google_erases_brit_bases/ >.
136. < http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1540039/Google-blots-out-Iraq-bases-on-internet.html >. Commentaire de l'article ici : < http://ogleearth.com/2007/01/basra-new-daily-telegraph-article-has-no-clue/ >.
137. Par exemple : < http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2005-10-17/india/27864918_1_google-earth-satellite-images-sensitive-locations >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Kamal a publiquement exprimé son inquiétude[138]. Bien qu'une porte-parole de Google ait affirmé que « Google prend très au sérieux les inquiétudes du gouvernement au sujet de Google Maps et Google Earth, et serait heureux de discuter avec le gouvernement indien [...] »[139], rien n'indique que Google Earth ait accepté d'altérer les images[140]. La polémique prend une ampleur particulière après les attentats de Bombay. En novembre 2008, 10 terroristes pakistanais attaquent plusieurs sites de Bombay avec des armes automatiques et des grenades. En trois jours, les attaques font 175 morts (dont 9 des terroristes) et plusieurs centaines de blessés. La presse indienne affirme que les terroristes ont utilisé Google Earth pour se familiariser avec le terrain[141], bien que ce fait ne figure pas dans le dossier officiel, et que l'attaque ayant visé des sites publics de centre-ville, n'importe quelle source cartographique, comme par exemple des guides touristiques, aurait pu être employée[142]. Les attaques ont cependant été suivies de nouvelles demandes visant à censurer les images de Google Earth[143], toujours sans effet.

Il est assez difficile de connaître la position précise de Google sur ces questions. Google n'a jamais admis avoir altéré des images disponibles dans Google Earth ou Google Maps. Les images utilisées sont toutes des images disponibles soit gratuitement, soit commercialement. Elles ne peuvent rien révéler qui ne soit déjà accessible autrement. L'internet, cependant, abonde en sites qui répertorient les cas supposés de censure par Google Earth[144]. Ces listes sont peu fiables, en raison notamment des mises à jour assez fréquentes des images. Par exemple, la plupart signalent que la Maison Blanche, à Washington, est floutée ou retouchée, ce qui ne semble pas être le cas sur les images les plus récentes disponibles dans le logiciel. Toutefois, la Maison Blanche apparaît parfois avec une résolution inférieure dans des séries d'images plus anciennes : la résolution est légèrement dégradée pour la série d'images de décembre 2008, fortement dégradée pour la série de mars 2005. Le monument est masqué

138. [Kumar, 2010, p. 162].
139. *Times of India*, 21 décembre 2005. [En ligne] : < http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2005-12-21/india/27833690_1_defence-ministry-satellite-imagery-installations ≥.
140. On peut lire sur certains sites internet que des images du territoire indien seraient censurées par Google. Cependant, il n'a pas été possible de trouver un seul cas manifeste de censure.
141. [En ligne] : < http://www.business-standard.com/india/news/terrorists-used-google-earth/00/06/341730/ >.
142. [Norris, 2010, p. 14].
143. [Norris, *Ibid.*, p. 1].
144. Par exemple : < http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_map_images_with_missing_or_unclear_data ; http://www.itsecurity.com/features/51-things-not-on-google-maps-071508/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

sur la série d'avril 1999. Les trois séries d'images altérées correspondent à des images en très haute résolution, assez nettement plus détaillées que toutes les autres séries. Google se fournit en images auprès de sources multiples. Les images censurées proviennent d'organismes publics[145] ; elles ont été censurées avant d'être publiées, comme on peut le vérifier sur le SIG de Washington[146]. La censure des images de Google Earth a donc pour origine, dans la majorité des cas, les fournisseurs d'images et non la société Google[147]. Ceci explique la diversité des styles de censure : masquage, dégradation de la résolution, floutage, ou solutions plus créatives. Dans ce dernier domaine, un des cas les plus remarquables est celui des Pays-Bas, qui masquent les sites jugés sensibles par une mosaïque de polygones colorés[148].

Sauf cas exceptionnel, comme pour l'affaire de Bassora, Google ne semble pas censurer les images sur son site international. Qu'une société comme Google se plie à une injonction de censure d'un pays pour y préserver ses intérêts commerciaux n'aurait rien d'inédit, mais jusqu'à présent, cela ne paraît pas être le cas de Google Earth.

Les images censurées sont pour l'essentiel des images aériennes à très haute définition, fournies soit par des instituts nationaux, soit par des sociétés qui les produisent en conformité avec les lois des pays photographiés. Contrairement à l'imagerie spatiale dont le contrôle échappe aux pays qui en sont l'objet, les prises de vue effectuées dans les espaces aériens nationaux sont soumises aux réglementations locales. Cependant, la multiplication des sources d'images et la disponibilité commerciale d'imagerie spatiale à 50 cm rendent ces tentatives de dissimulation assez peu efficaces. Il suffit souvent de changer de terre virtuelle, ou même de modifier dans Google Earth la date du jeu de données affiché pour contourner la censure. Par exemple, en juillet 2012, Google Earth affiche par défaut des images de 2006 (meilleure résolution disponible) lorsqu'on zoome sur l'île du Ramier, au sud de Toulouse, lieu d'implantation de la Société nationale des poudres et explosifs, devenue le groupe SNPE (activité arrêtée en 2013). Le site est fortement pixellisé (origines des données :

145. Système d'information géographique du District of Columbia en 1999, USGS (service géologique des États-Unis, responsable de la cartographie civile) en 2005, et USDA (ministère de l'Agriculture) en 2008.
146. [En ligne] : < http://dcatlas.dcgis.dc.gov/dcgis_allservices/viewer.htm >.
147. [En ligne] : < http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2007/07/21/AR2007072101296.html >.
148. [En ligne] : < http://www.digitaltrends.com/web/artist-sheds-light-on-colorful-dutch-google-earth-censorship/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

images aériennes IGN, d'après Google Maps). On peut avoir une image non retouchée en choisissant des données plus récentes (de 2009, origine des données : images spatiales GeoEye). Le site Bing propose soit une image floutée du site, soit une image en très haute définition selon qu'on choisit « meilleure vue » ou « image satellite »[149].

Google Maps diffère un peu de Google Earth, car il en existe des versions locales. Ces versions sont accessibles par l'URL maps.google.[nom de domaine du pays, éventuellement précédé de « .co »]. Les versions locales de Google Maps peuvent, pour se conformer aux lois, limiter le niveau de zoom. C'est le cas au moins pour la version coréenne (maps.google.co.kr) qui limite le zoom à trois niveaux en dessous de ce qu'autorise la version internationale, probablement pour se conformer à la loi qui ne permet pas de diffuser d'images des installations militaires[150]. Comme l'internet coréen est ouvert, tout un chacun peut accéder à des images plus précises par le site international de Google Maps ou par Google Earth. Au moins la filiale coréenne de Google reste-t-elle, formellement, dans la légalité.

Les terres virtuelles ne font que mettre en évidence une réalité qui remonte en fait à la commercialisation d'imagerie spatiale haute définition : les États contemporains n'ont plus une maîtrise complète de la divulgation et du secret de leur information géographique. Un des derniers obstacles à la diffusion large des images haute définition est la concentration des moyens d'imagerie spatiale entre les mains d'un petit nombre de sociétés, toutes américaines. La loi des États-Unis est donc en mesure, pour le moment, de réguler la circulation des images spatiales haute définition. C'est effectivement le cas puisque les images commercialisées sont légèrement moins précises que ce que permettrait la technique (50 cm au lieu de 41), mais cette restriction est de peu de conséquence en pratique.

Le seul État pour lequel les images spatiales haute définition ne sont pas (entièrement) disponibles est l'État d'Israël. En 1997, l'État d'Israël, craignant que la disponibilité commerciale d'images spatiales à haute

149. Bing ne précise pas la date des images affichées, et l'accès aux métadonnées n'est pas possible de façon simple. Il existe cependant un outil en ligne qui donne la date de chaque image : < http://mvexel.dev.openstreetmap.org/bing/ >. Les images en plus haute définition datent de septembre 2006, et proviennent d'une autre source que celles de Google Earth. Il s'agit d'images aériennes (définition de l'ordre de 0,1 m, fournies par 3di international, société britannique d'imagerie aérienne). Curieusement, au niveau de zoom immédiatement inférieur, Bing affiche des images plus récentes datées août 2010/avril 2011 (postérieures à octobre 2010, d'après la comparaison avec Google Earth), d'origine spatiale, fournies par Digital Globe (définition de l'ordre de 50 cm). Quant à la différence entre « meilleure vue » et « image satellite », elle ne semble pas être constante. Ainsi, sur la centrale nucléaire de Flamanville, la vue « image satellite » est censurée, mais non la vue « meilleure vue ».

150. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2012/07/constraining-online-maps-the-case-of-south-korea/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

résolution ne nuise à sa sécurité en permettant à ses voisins arabes de recueillir des informations sur ses installations militaires, a fait pression sur le sénat des États-Unis pour interdire la commercialisation par des sociétés américaines d'images de son territoire à une résolution inférieure à 2 m. Cette disposition particulière, connue sous le nom d'amendement Kyl-Bingaman, a été ajoutée au Defense Authorization Act de 1997[151] et interdit aux sociétés américaines de commercialiser des images spatiales d'une résolution supérieure à ce qu'il est possible de se procurer sur le marché international. Le gouvernement des États-Unis interprète ce texte en interdisant la diffusion d'images d'une résolution inférieure à 2 m[152]. Cela explique que les images de Tel Aviv dans Google Earth ou Bing soient d'une qualité sensiblement inférieure à celle de Beyrouth. Le système français Pleiades, dont le premier satellite a été lancé en décembre 2011, peut fournir des images d'une résolution de 50 cm. Ces images sont commercialisées par la société française Astrium, qui n'est en principe pas liée par la réglementation américaine. Le journal israélien *Haaretz* a laissé entendre, dans un article de mars 2011, que « la plupart des pays » acceptent de ne pas diffuser d'images haute résolution d'Israël, mais que le lancement d'un satellite turc en 2013 pourrait changer la donne[153]. Contactée, la société Astrium a confirmé ne pas diffuser d'images en très haute résolution du territoire israélien sans demander, au cas par cas, un avis préalable à l'administration française, afin de ne pas mettre en difficulté le gouvernement français, partenaire majeur de la société. Le gouvernement français dispose théoriquement des moyens de limiter la commercialisation de données d'origine spatiale, avec le titre VII de la loi nº 208-518 du 3 juin 2008[154]. Le développement des drones fait passer au second plan les préoccupations de sécurité liées à l'imagerie spatiale.

151. Il s'agit d'un acte fédéral qui fixe, pour chaque année fiscale, le budget de la défense des États-Unis.
152. [Thompson, 2007, p. 136].
153. < http://www.haaretz.com/news/diplomacy-defense/new-turkish-satellite-could-publish-uncensored-images-of-israel-1.348361 >.
154. Article 24 : « L'autorité administrative compétente s'assure que l'activité des exploitants primaires de données d'origine spatiale ne porte pas atteinte aux intérêts fondamentaux de la Nation, notamment à la défense nationale, à la politique extérieure et aux engagements internationaux de la France. À ce titre, elle peut, à tout moment, prescrire les mesures de restriction à l'activité des exploitants primaires de données d'origine spatiale nécessaires à la sauvegarde de ces intérêts. » [En ligne] : < http://legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000018931380#LEGISCTA000018939316 >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

LA CARTOGRAPHIE EN LIGNE ET LES LITIGES TERRITORIAUX

Dans les globes virtuels, le tracé des frontières et la toponymie des territoires contestés suscitent de nombreuses réactions de la part des États, soit par la voie officielle, soit dans la presse et sur l'internet. Le tracé des frontières peut être imprécis, parfois erroné, mais le plus souvent, les réactions concernent des zones contestées entre deux pays qui ne peuvent s'accorder sur une frontière unique. Les cas sont très nombreux. L'Inde a des litiges frontaliers à la fois avec le Pakistan et la Chine. Il est illégal de distribuer en Inde des cartes sur lesquelles le tracé des frontières ne soit pas conforme à celui officiellement approuvé par le gouvernement. En 2005, le gouvernement indien, par le ministère des Affaires étrangères, a officiellement protesté contre Google. au sujet d'un territoire du Cachemire qui apparaissait alors comme une partie du Pakistan mais que l'Inde revendique pour sien, sous le nom de « Cachemire sous occupation pakistanaise ; *Pakistan-Occupied Kashmir* »[155]. La protestation a pris la forme d'une lettre officielle à la direction de Google et d'instructions à l'ambassade indienne à Washington[156]. Des polémiques du même genre sont déclenchées par la toponymie. Ainsi, l'usage de noms chinois par Google Maps dans une région de l'Himalaya appartenant à l'Inde a-t-il suscité la colère d'internautes indiens. Le blog officiel de Google Earth, en cette occasion, reconnaît une erreur[157].

Ce type de litige est extrêmement fréquent. Il est rare que ces affaires aient un écho hors des territoires directement concernés. Cependant, un cas a eu un retentissement médiatique plus important. En novembre 2010, des milliers de sites web et de nombreux médias du monde entier ont rapporté que le Nicaragua avait envahi un territoire du Costa-Rica à cause d'une erreur de Google Maps[158]. En réalité, comme l'a démontré Stefan Geens sur son blog Ogle Earth[159], l'action du Nicaragua correspond à une interprétation particulière d'un avis de la Cour internationale de justice au sujet des droits du Nicaragua sur le Rio San Juan, le fleuve sur lequel est fixée la frontière avec le Costa-Rica. Google Maps a été mentionné *a*

155. La majorité des cartes produites hors d'Inde, comme Google Earth, attribuent cette région au Pakistan.
156. [En ligne] : < http://www.international.ucla.edu/asia/news/article.asp?parentid=34660 >.
157. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2009/08/china-india-data-error-explained.html >.
158. Par exemple : < http://www.courrierinternational.com/article/2010/11/18/quand-google-maps-declenche-l-invasion-du-costa-rica >.
159. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2010/11/about-costa-rica-nicaragua-their-border-and-google/ >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

posteriori, et si en effet il y avait une erreur dans le tracé de la frontière, comme Google Earth l'a reconnu sur son blog officiel[160], cette erreur n'a pas été cause de la guerre.

À la différence des controverses sur l'imagerie, sur lesquelles Google ne communique pas, les questions de frontières et de toponymie sont discutées à la fois sur le blog officiel de la société Google[161] et sur le blog spécifique de Google Maps / Google Earth[162]. Les frontières disputées sont désignées comme telles, et lorsqu'il y a des toponymes concurrents, Google Earth les mentionne. Ainsi, l'étendue maritime entre la péninsule coréenne et le Japon est-elle nommée à la fois « Mer de l'Est », suivant l'usage coréen, et « Mer du Japon », selon l'usage japonais et conformément à la nomenclature internationale la plus répandue. Les versions locales de Google Maps peuvent présenter une toponymie et des tracés de frontières différents de ceux de la version internationale. Par exemple maps.google.co.in, version indienne de Google Maps, inclut la totalité du Cachemire dans le territoire indien. La version chinoise, ditu.google.cn, fait de Taiwan une province chinoise.

Les réactions suscitées par les services de cartographie en ligne sont révélatrices du caractère sensible des questions cartographiques pour les États et pour une partie des opinions publiques nationales. En ce qui concerne la diffusion des images, l'aspect symbolique est plus important que les réels enjeux de sécurité. En effet, d'une part, toutes les images accessibles par les globes virtuels sont disponibles auprès d'autres sources, et d'autre part, les risques liés à la diffusion de ces images ne sont pas très clairement identifiés. Le risque terroriste est celui qui est le plus souvent mis en avant. Même dans le cas de l'affaire de Bassora, qui constitue un des cas les plus directs de mise en cause des images satellites dans le cadre de problèmes liés à la sécurité, le rôle réel des images n'est pas établi. Plusieurs centaines de civils irakiens qui avaient accès aux bases britanniques pour en assurer l'approvisionnement ou l'entretien auraient pu recueillir tous les renseignements nécessaires à la préparation des attaques[163].

160. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2010/11/regarding-boundary-between-costa-rica.html >.
161. [En ligne] : < http://googlepublicpolicy.blogspot.fr/2009/12/when-sources-disagree-borders-and-place.html >.
162. [En ligne] : < http://google-latlong.blogspot.fr/2010/07/improving-quality-of-borders-in-google.html >.
163. [Norris, 2010, p. 16].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les protestations contre la diffusion des images spatiales en haute résolution s'expliquent en partie par une culture institutionnelle des milieux militaires attachée au secret, surtout dans le contexte particulier de l'après-11 septembre. Mais c'est aussi le fait de perdre la maîtrise sur l'information divulguée qui pose problème. La maîtrise de l'information géographique nationale a été si étroitement liée à la souveraineté des États que l'apparition des services de cartographie en ligne représente, au moins symboliquement, un défi à cette souveraineté.

LES ÉTATS FACE À LA CARTOGRAPHIE EN LIGNE

Les réactions des États à l'émergence des services cartographiques en ligne ne se limitent pas à des protestations. Dans plusieurs pays, les techniques géonumériques peuvent se trouver en contradiction avec les lois locales. Dans le cas des services de cartographie et d'imagerie en ligne, il n'est pas possible d'en interdire l'accès dans les pays qui ne pratiquent pas un filtrage sévère de l'internet. Un blocage est possible à partir du fournisseur du service, qui pourrait refuser l'accès à certaines adresses IP identifiées comme appartenant à un pays particulier. Cette technique est mise en œuvre par des fournisseurs de vidéo en *streaming*, pour des raisons de droits, ou par un site comme Ebay, pour se conformer à diverses réglementations commerciales. Cette interdiction serait facile à contourner dans tous les pays où l'internet est suffisamment libre, et n'est pas appliquée par les principaux fournisseurs de cartes en ligne. Un filtrage peut être mis en place à l'intérieur d'un pays avec le concours des fournisseurs d'accès. Cette méthode est peu efficace. Bahreïn a censuré Google Earth en 2006 (parmi d'autres sites), parce que les sujets du royaume se montraient un peu trop curieux à l'endroit des luxueuses propriétés de la famille royale. L'effet de la censure a été de rendre les habitants plus habiles dans les techniques pour la contourner, et de faire circuler des documents reprenant les images les plus intéressantes[164].

La censure des services d'images spatiales par les États, à supposer qu'elle puisse être appliquée efficacement, aurait un côté paradoxal : seuls les habitants du pays seraient privés de la possibilité de voir les installations sensibles que tout le reste du monde pourrait scruter à loisir.

164. [En ligne] : < http://www.bahrainrights.org/node/810 >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Quelques États (France, Inde, Chine) proposent des systèmes nationaux de cartographie en ligne. Officiellement, il ne s'agit jamais d'une réponse aux globes virtuels en général et à Google Earth en particulier. Ces services sont supposés proposer des cartes et des images meilleures ou mieux adaptées aux publics nationaux, mais les capacités techniques (notamment le débit des serveurs) et les interfaces souffrent souvent de la comparaison avec Google Earth et Google Maps.

Les systèmes de cartographie en ligne créés par les États répondent au moins autant à un désir d'affirmer une forme de souveraineté géographique qu'à une nécessité de proposer de nouveaux services. Le caractère particulièrement solennel du lancement du site français Géoportail en est l'illustration. Géoportail a été annoncé par Jacques Chirac lors de ses vœux 2006 à la fonction publique, sous la forme d'un service permettant « d'accéder, sur une base territoriale, à toutes les informations relatives au service public », puis inauguré par le président de la République, le 23 juin 2006, et présenté à la presse par trois ministres[165]. Dans un premier temps du moins, le service n'a rien offert de mieux que l'équivalent Google[166], et lorsque les internautes ont pu s'y connecter (les serveurs n'ont pas résisté au nombre de demandes des premiers jours), ils ont pu constater qu'une des différences les plus notables avec le service américain était la censure massive qui mouchetait la carte de France de petites taches blanches supposées masquer les installations sensibles. Cette censure résultait de l'application stricte d'un décret de 1973 qui interdisait la diffusion d'images aériennes d'un certain nombre de sites, dont la liste était secrète. La presse a remarqué que l'effet principal de cette censure très visible avait surtout été de dévoiler cette liste au grand public[167] (la censure des images aériennes a par la suite été rendue plus discrète). Elle a aussi permis à de nombreux internautes de savoir vers quelles coordonnées diriger Google Earth pour jouir du spectacle des lieux interdits.

Officiellement, Géoportail n'est pas une réponse française à Google Earth[168]. Il correspond à l'application de la directive européenne INSPIRE[169]

165. [En ligne] : < http://www.lefigaro.fr/sciences/20060623.WWW000000812_la_france_se_devoile_sur_la_toile.html >.
166. Le service permet aujourd'hui d'afficher la cartographie, les cartes anciennes, le parcellaire, et ce qui lui confère un réel intérêt.
167. [En ligne] : < http://www.lefigaro.fr/sciences/20060623.WWW000000814_la_censure_trop_visible_des_zones_strategiques.html >.
168. [En ligne] : < http://www.zdnet.fr/actualites/patrick-leboeuf-ign-le-geoportail-n-est-pas-un-rival-de-google-earth-malgre-des-fonctionnalites-proches-39314659.htm >.
169. [En ligne] : < http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:FR:PDF >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

(Infrastructure for Spatial Information in the European Community). Cette directive, entrée en vigueur presque un an après l'ouverture de Géoportail, porte principalement sur l'échange et la circulation de l'information géographique entre les États membres de l'Union[170]. Il y est surtout question de l'accès des « autorités publiques » aux données géographiques. Seul le paragraphe 19 mentionne le grand public, avec des exigences assez limitées[171]. Le calendrier de mise en place de Géoportail, la solennité de son lancement, et les similitudes d'aspect et de fonctions avec Google Maps suggèrent qu'il s'agit de bien plus que la simple application de la directive INSPIRE. Symboliquement, l'inauguration du système par le président de la République fait le lien entre Géoportail et la nation française. La France, avec la militarisation de sa cartographie puis la création de l'IGN, a fait de la production cartographique une activité quasi-régalienne. Géoportail peut donc être interprété comme une tentative de perpétuer la tradition de contrôle étatique de l'État sur la cartographie dans un contexte où ce contrôle est menacé par les services de cartographie en ligne.

Dans une certaine mesure, le cas indien est comparable. L'Inde est un des États où les protestations contre Google Earth ont été les plus nombreuses. Cette sensibilité particulière des Indiens face aux questions cartographiques est à mettre en relation avec le rôle joué par la cartographie pendant la colonisation britannique, puis par la réappropriation de la cartographie et de la géodésie par l'Inde indépendante. Comme la France, l'Inde a mis en ligne un service de cartographie similaire à Google Earth, Bhuvan (La Terre)[172]. Ce service, inauguré en 2009 et toujours en version beta en juillet 2012, est un globe virtuel fondé sur de l'imagerie satellitaire indienne. Bien qu'il puisse afficher n'importe quelle région du monde, seule l'Inde bénéficie d'informations détaillées. Les images ont une résolution maximale de 2,5 m, et les installations militaires sont censurées. En l'état, le service n'est pas encore au niveau d'un Google Maps. Comme dans le cas de Géoportail, la mise en place de ce service ressemble beaucoup à une réponse nationale à Google Earth.

170. À l'échelle mondiale, l'initiative des Nations unies, *United Nation Spatial Data Infrastructure* (UNSDI), a des objectifs similaires.

171. « L'expérience, dans les États membres, a démontré qu'il était important, pour la réussite de la mise en place d'une infrastructure d'information géographique, qu'un nombre minimal de services soit mis gratuitement à la disposition du public. Il convient donc que les États membres proposent gratuitement, au minimum, des services de recherche et, moyennant le respect de certaines conditions, de consultation des séries de données géographiques. »

172. [En ligne] : < http://bhuvan.nrsc.gov.in/bhuvan/# >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Le cas de la Chine est assez différent. L'internet chinois est étroitement contrôlé par le pouvoir[173]. Les liaisons avec le reste du monde, en particulier, sont soumises à un système de filtrage qui peut empêcher l'accès à des sites soit parce qu'ils sont sur une liste noire, soit parce qu'ils contiennent des mots interdits. Bien qu'il ne soit pas impossible de contourner ces moyens de censure, l'internet chinois est suffisamment fermé pour que l'accès à des services tels que Google Maps puisse être rendu difficile pour l'utilisateur moyen. La nature exacte de la censure peut varier selon le contexte politique. Google est implanté en Chine. et y détient le domaine google.cn. Pendant longtemps, les résultats de recherche ont été censurés pour être conformes à la législation chinoise, mais en mars 2010, le site google.cn est redirigé vers la version hongkongaise de Google, non censurée[174]. Quoique les sites de Google extérieurs à la Chine ne soient pas bloqués en permanence (mais le filtrage par mots clés reste actif), ils sont plus lents[175], et parfois inaccessibles[176]. Les difficultés d'accès et le risque de censure s'appliquent aussi aux services cartographiques, mais ceux-ci sont confrontés à des problèmes spécifiques. Les activités cartographiques sont étroitement réglementées en Chine, où l'usage d'un GPS peut être assimilé à des relevés topographiques illégaux[177], ce qui amène certains fabricants d'appareils dotés de fonctions de géolocalisation à désactiver le GPS sur le territoire chinois[178]. Google Maps existe en version chinoise[179]. Ce site respecte les frontières conformes aux lois chinoises, et ne permet pas aux utilisateurs de mettre en ligne du contenu. Cependant, une loi récente oblige les fournisseurs de cartes en ligne à héberger leurs données sur le sol chinois[180]. Pour l'instant, ce n'est pas le cas de Google, mais la société a cependant demandé une licence pour continuer la cartographie en ligne et s'est associée avec le chinois

173. [Dowell, 2006].
174. [En ligne] : < http://www.itpro.co.uk/621703/google-stops-censoring-search-in-china >. La redirection n'est pas automatique, elle se fait par un lien sur la page d'accueil de google.cn, qui, elle, ne permet aucune recherche.
175. [Dann et Haddow, 2008, p. 221].
176. Il n'est pas possible de savoir si un site inaccessible est censuré ou simplement indisponible. Plusieurs sites web proposent de tester des URL pour vérifier si elles sont accessibles depuis la Chine. Par exemple : < http://www.websitepulse.com/help/testtools.china-test.html >. Pour le cas particulier des sites Google, le site Transparency Report collecte les problèmes de connexion quelle que soit leur origine. Une page particulière est dédiée à la Chine : < http://www.google.com/transparencyreport/traffic/?r=CN >.
177. [En ligne] : < http://www.telecomasia.net/content/foreigners-using-gps-face-arrest-china-0 >.
178. [En ligne] : < http://gpstracklog.com/2012/02/panasonic-disabling-gps-in-their-cameras-to-please-china.html >.
179. [En ligne] : < http://ditu.google.cn >.
180. [En ligne] : < http://news.xinhuanet.com/english2010/china/2010-05/19/c_13302696.htm >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Beijing Guxiang Information Technology. La participation de la société chinoise permet à Google de se conformer à la loi[181].

Les services de cartographie en ligne étrangers sont dans une position plus faible en Chine que dans la majorité des autres pays, puisqu'ils sont sous la menace permanente de la censure. Dans ce contexte, la mise en place par Baidu, le géant chinois de l'internet, d'un système de cartographie en ligne[182] est plus qu'une manifestation symbolique de souveraineté cartographique. Baidu Maps semble déjà en position dominante sur le marché chinois de la cartographie en ligne[183]. Conformément au modèle chinois d'un internet partiellement isolé du réseau mondial, Baidu Maps se substitue à Google Maps et à Bing Maps comme le moteur de recherche de Baidu se substitue à Google. L'existence de Baidu Maps doit autant à la politique de la Chine à l'égard d'internet en général qu'à des questions touchant spécifiquement la souveraineté cartographique.

Il est difficile de dire combien de pays se sont dotés de services cartographiques en ligne. Une page Wikipedia en langue anglaise recense une soixantaine de services dans une trentaine de pays[184], mais cette liste regroupe des services très hétérogènes, du catalogue de données au système cartographique complet, en passant par des pages créées par les Applications Programming Interfaces (API, interface de programmation en français) de Bing ou Google Maps. Les performances, la précision et la richesse des données, et la convivialité de l'interface sont aussi extrêmement variables. La liste semble en outre incomplète : il y manque par exemple le géoportail allemand et ses déclinaisons dans les Länder, ainsi que le chinois Koubei. La directive européenne INSPIRE a encouragé la création de portails cartographiques nationaux en Europe, et la mise en place de ces services est facilitée par l'existence d'une offre logicielle très abondante dans ce domaine.

De nombreuses solutions de diffusion de données géographiques relativement simples à mettre en œuvre existent désormais. Les organismes qui détiennent de l'information cartographique sous forme numérique peuvent soit choisir un des systèmes commerciaux déjà existants, ou

181. [En ligne] : < http://ogleearth.com/2011/06/google-jv-applies-for-online-mapping-license-in-china/ >.
182. [En ligne] : < http://map.baidu.com/ >.
183. [En ligne] : < http://www.zdnet.com/baidu-leads-china-online-map-market-2062305054/ >. Certains utilisateurs rapportent que la base de données cartographique de Baidu est plus précise que celle de Google : < http://ishiyou.tumblr.com/post/27361280872/chinese-apps-worth-downloading >. Il existe plusieurs services concurrents en Chine, mais de moindre audience : Sogou Maps, Mapbar, Koubei Maps, etc.
184. [En ligne] : < http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_online_map_services >.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

avoir recours au logiciel libre. Une association de standardisation, l'Open Geospatial Consortium (OGC), promeut des normes pour les formats de données et les modes d'accès, ce qui simplifie la conception des systèmes de cartographie en ligne. Début septembre 2012, le site de l'OGC recense 219 entreprises ou organisations qui proposent des produits conformes aux standards, de la brique logicielle au système complet[185]. Cette offre logicielle ne s'adresse que marginalement aux États. Elle est surtout destinée aux administrations, organisations ou entreprises qui souhaitent proposer des services cartographiques en ligne.

L'apparition de serveurs cartographiques nationaux ne correspond que très partiellement à une réappropriation de la cartographie par les États. La notion même de cartographie nationale devient plus floue. Les grands organismes de production cartographique nationaux comme l'IGN ou l'Ordnance Survey existent toujours, mais ils s'insèrent désormais dans une nébuleuse de producteurs d'information géographique. Les cartes effectivement en usage, en particulier celles des systèmes de navigation mobiles, ne sont plus dérivées des seules cartes nationales, mais sont soit fournies par des sociétés spécialisées comme Navteq (smartphones Nokia, GPS Garmin, etc.), qui compilent les bases de données nationales et les mettent à jour grâce notamment aux retours des utilisateurs, soit issues de sources diverses comme Open Street Map, carte coopérative mondiale sur le modèle de Wikipedia.

Du XVIe à la fin du XXe siècle, l'évolution de la cartographie scientifique a suivi de près l'ascension puis le triomphe de l'État-nation comme forme dominante de l'organisation du territoire. Il est intéressant de constater que c'est au moment où la prééminence de l'échelon national comme unité efficace d'organisation économique, politique et sociale semble contestée par le mouvement de mondialisation que les techniques cartographiques et les représentations de l'espace connaissent une mutation majeure. Le fait que les nouvelles cartes soient non plus attachées aux référentiels géographiques nationaux mais toutes ancrées sur la grille globale du GPS est une expression parmi d'autres des mutations de l'organisation de l'espace mondial. Les transformations des logiques de la production cartographique, beaucoup moins centrée qu'auparavant sur les États, en sont une autre. Ces changements sont des symptômes d'une reconfiguration des rapports entre pouvoir, territoire, et représentations. Ils correspondent aussi à une transformation profonde de nos conceptions de l'espace.

185. [En ligne] : < http://www.opengeospatial.org/resource/products >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

PARTIE III
LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

PARTIE III. LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

Il est difficile d'imaginer une façon de penser l'agencement matériel d'un territoire qui n'aurait pas recours, d'une façon ou d'une autre, à la carte. Les cartes sont si indispensables à nos représentations de l'espace que nous avons peine à saisir ce qu'ont pu être les conceptions de l'espace géographique des cultures et des époques qui ne les connaissaient pas.

Des études assez nombreuses s'attachent à montrer à quel point la carte est une construction culturelle complexe qui exprime une vision du monde[1]. Cependant, le cas de la cartographie mathématisée est un peu particulier, dans la mesure où elle prétend plus qu'une autre à l'objectivité. Si l'objectivité qu'on prête aux cartes scientifiques correspond à la représentation fidèle de leur objet, encore faudrait-il savoir ce qu'elles sont supposées représenter. Comme le fait remarquer Henri Lefebvre[2], aucune carte ni aucun ensemble de cartes ne sauraient rendre compte de la totalité des réalités d'un territoire, notamment dans ses dimensions sociales. Plutôt que de dire que la cartographie scientifique est objective, mieux vaudrait dire qu'elle est efficace. Les mesures de l'espace qu'elle exprime sous forme graphique sont suffisamment nombreuses et précises pour qu'on puisse s'en servir de guide pour accomplir un certain nombre d'actions, et au premier chef expédier un projectile d'un point A à un point B avec des chances raisonnables de succès. Du canon de 75 au missile balistique intercontinental, ce genre de préoccupations a en grande partie déterminé les évolutions des techniques cartographiques, au moins du XIXe siècle à la fin du XXe.

Cette cartographie mathématisée forme la base de nos représentations graphiques de l'espace, particulièrement avec le développement de la géographie numérique. Le calcul et la technique sont plus ou moins cachés pour la plupart des utilisateurs, mais peuvent difficilement être entièrement ignorés. La description de l'espace par la mesure et le calcul est fort éloignée de l'expérience quotidienne et d'une appréhension intuitive

1. [Jacob, 1992] ; [Harley, 2001] ; [Cosgrove 1999] ; [Dodge, Kitchin et Perkins, 2011] parmi bien d'autres.
2. [Lefebvre, 2000, p. 103].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou sensible de l'espace. La carte vient corriger, altérer, prolonger, la perception immédiate de l'espace, tout comme d'autres formes de représentations (descriptions scientifiques, romans, films, etc.). Les dispositifs cartographiques, avec la cartographie en ligne et les GPS, se multiplient dans l'environnement quotidien. La cartographie, mode d'appréhension privilégié de l'espace lointain, est de plus en plus sollicitée pour représenter l'environnement proche. Cette fonction d'orientation dévolue à la carte a toujours été importante, mais avec la généralisation des smartphones équipés de GPS et connectés à l'internet, un nombre croissant de personnes ont, pour ainsi dire, toutes les cartes du monde dans leur poche. La prolifération cartographique de notre époque est sans précédent. Cela ne signifie pas nécessairement que la carte est plus importante qu'auparavant dans la formation de nos représentations du monde, tant les autres médias, notamment visuels, saturent notre attention. Mais cela implique au moins que la carte continue à jouer un rôle très important dans nos conceptions de l'espace géographique.

Afin de comprendre comment les changements contemporains de la cartographie interviennent dans la modification de nos conceptions de l'espace géographique, il faut replacer les représentations cartographiques dans leur contexte social et culturel. Pour cela, une des voies possibles est de repérer la place des cartes dans les productions imaginaires, en particulier dans les fictions. C'est là un indicateur assez sûr du statut des cartes dans les représentations collectives. Parce que les œuvres de fiction, à des degrés divers, reflètent l'atmosphère culturelle de leur temps, mais aussi parce qu'elles contribuent à la former, elles constituent, comme l'art, un point de vue sur leur époque. Les imaginaires sont donc le fil directeur de cette dernière partie. Ces imaginaires ne sont pas créés *ex nihilo* par les œuvres de fiction. Ils sont façonnés par les usages des cartes, la place de la cartographie dans la société. À travers les représentations de la cartographie, dans la peinture, dans la littérature, on saisit la place des cartes dans la culture, car les cartes sont replacées dans leur contexte d'utilisation. L'environnement de la carte, sa mise en situation, en dit souvent aussi long que la carte elle-même sur les rapports entre cartographie et conception de l'espace. L'association des mots « carte » et « imaginaire » convoque immédiatement au moins deux images archétypales : la carte au trésor, et les rêveries d'enfant sur des pages d'atlas. C'est surtout depuis la fin du XIXe siècle que ces thèmes sont importants. L'imaginaire cartographique a une histoire plus longue, et il ne se résume pas à ces deux clichés.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

L'ÉVOLUTION DES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES

La place de la cartographie scientifique dans notre culture actuelle doit se comprendre dans la continuité des héritages des époques précédentes. L'évolution des imaginaires cartographiques suit de près les mutations de la carte. L'Antiquité gréco-romaine n'a pratiquement laissé aucune carte, et les témoignages sur la cartographie dans la culture et la société sont à peine plus nombreux. Une grande partie des problèmes théoriques de la cartographie scientifique était posée, et parfois résolus, dès l'époque de Ptolémée. Et pourtant, nous savons fort peu de chose du statut de la cartographie dans l'Antiquité. Presque tous les passages de la littérature antique, hors textes scientifiques et techniques, où il est question de cartes ont été cités dans la première partie : corpus trop maigre pour avoir des certitudes.

La cartographie médiévale, pour l'essentiel, appartient à une tradition différente. Le Moyen Âge européen a laissé assez peu de cartes. Celles antérieures à la fin du XIIIe siècle sont essentiellement des mappemondes, le plus souvent incluses dans des manuscrits (c'est le cas de 900 des quelques 1 100 mappemondes médiévales connues)[3] dont la fonction est davantage d'illustrer de façon symbolique un ordre divin du monde que de proposer une description géographique précise. Les portulans médiévaux, dont les premiers exemples connus remontent à la toute fin du XIIIe siècle, nous sont également parvenus en petit nombre : environ 180 cartes individuelles ou collections de cartes reliées antérieures à 1500[4]. Quant aux cartes du Moyen Âge qui n'appartiennent à aucune de ces deux catégories, cartes locales, cartes d'un pays, etc., elles sont très rares et pratiquement toujours postérieures à 1350[5]. Sans doute nombre de cartes médiévales ont-elles été perdues, notamment parmi les portulans exposés aux rigueurs des voyages en mer, et probablement quelques-unes restent-elles à découvrir. Mais la minceur du corpus cartographique médiéval ne peut entièrement être imputable aux pertes et aux destructions. Il ne semble pas que la carte ait constitué un élément central de l'outillage intellectuel du Moyen Âge européen.

La Renaissance ne marque donc pas seulement une rupture dans les techniques cartographiques, mais aussi dans la place de la carte dans la culture européenne. Même si l'historiographie récente a plutôt tendance à nuancer l'idée selon laquelle la Renaissance marque une rupture avec

3. [Woodward, 1987, p. 286].
4. [Campbell, 1987, p. 373].
5. [Harvey, 1987, p. 465].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le Moyen Âge, à la fois en mettant en avant les avancées médiévales et en soulignant les continuités entre les périodes, dans le domaine spécifique de la cartographie, la mutation est rapide et spectaculaire[6]. À partir du XVIe siècle, les cartes se multiplient[7]. La redécouverte de Ptolémée, un nouvel intérêt pour toutes les techniques de mesure, le perfectionnement des arts visuels et le renforcement des États ont accompagné la révolution cartographique de la Renaissance[8].

Alors que les cartes étaient des objets rares, elles circulent à la fois sous forme de collections regroupées dans des atlas et de feuilles individuelles à diverses échelles. Les cartes deviennent un des éléments constitutifs de l'univers matériel et mental de toutes les personnes instruites en Europe. Au XVIIe siècle, en Europe, les cartes sont des objets suffisamment communs pour apparaître sur la scène des théâtres, dans les pages des romans, et aux murs des maisons.

LA VOGUE CARTOGRAPHIQUE DU XVIIe SIÈCLE

Le Roi Lear de Shakespeare date de 1608. Dans la première scène, le roi divise son royaume sur une carte. Cette apparition d'une carte sur la scène du théâtre élisabéthain n'est pas unique[9]. Pour le public de l'époque, l'usage d'une carte pour décrire un territoire est une évidence. La carte est un objet ordinaire de l'exercice du pouvoir. La carte n'a pas seulement une valeur symbolique, c'est aussi un instrument de mesure de l'espace, une référence graphique sur laquelle on peut fonder un projet.

La carte devient le mode privilégié de description de l'espace, au point que même les œuvres du passé sont susceptibles d'une relecture cartographique. À partir du milieu du XVIe siècle, des éditions italiennes de Dante sont imprimées avec une cartographie des lieux décrits inspirée des méthodes de Ptolémée[10]. D'autres œuvres de fiction sont éditées accompagnées de cartes, notamment l'*Orlando Furioso*[11].

6. [Woodward, 1991, p. 83].
7. Voir la partie I.
8. [Conley, 1996, p. 1].
9. [Turner 2007, p. 420]. Pour rester chez Shakespeare, une carte apparaît également dans *Henri IV*, 1re partie, acte III, scène I, également dans un contexte de partage territorial.
10. [Cachey, 2007], p. 453.
11. *Ibid*., p. 457.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

L'engouement pour la cartographie qui s'empare de l'Europe à l'époque moderne se trouve exprimé avec une netteté particulière par Robert Burton, dans son *Anatomie de la Mélancolie* (1621) :

« Il me semble que n'importe qui prendrait plaisir à contempler une carte de géographie [...], les contours et la disposition des lieux, voir, pour ainsi dire, toutes les provinces lointaines, les villes, les cités du monde, et sans mettre les pieds hors de son étude, en mesurer à la règle et au compas la distance et l'étendue, en examiner le site. »[12]

Ce passage fait partie d'un développement sur les cabinets de curiosité et met en parallèle les livres et les cartes, comme pour augmenter l'érudition classique fondée sur les livres anciens d'une connaissance nouvelle fondée sur les cartes. Il est significatif que les notions de mesure et d'échelle[13] soient ici invoquées, signe que l'on est dans un régime cartographique scientifique. Burton poursuit en citant de nombreuses sources géographiques, au premier rang desquelles Mercator, Ortelius et Hondius, Braun et Hogenberg, éditeurs de plans et de vues de villes à Cologne, ainsi qu'une douzaine d'autres. Sans doute la bibliothèque de Burton est-elle particulièrement fournie, mais les cartes faisaient partie de l'environnement des érudits. Les cartes sous diverses formes sont des objets de collection qui font l'objet d'un marché important dès le XVIe siècle[14]. Ce sont des objets d'agrément, des symboles d'érudition, avant d'être des instruments utilitaires. Le fait que Burton les mentionne dans un passage sur les cabinets de curiosité est bien représentatif du statut des cartes à l'époque. Au XVIIe siècle, en Europe, les cartes et les atlas sont assez communs pour être familiers au public.

12. "*Methinks it would please any man to look upon a geographical map, [...] chorographical, topographical delineations, to behold, as it were, all the remote provinces, towns, cities of the world, and never to go forth of the limits of his study, to measure by the scale and compass their extent, distance, examine their site*" *Anatomy of Melancholy*, 2-2-4. [En ligne] : < http://www.gutenberg.org/files/10800/10800-h/ampart2.html >, texte corrigé ("*seale*", qui n'a aucun sens, est corrigé en "*scale*", conformément à d'autres éditions). Le passage omis à l'emplacement des crochets est une citation en latin tirée de la préface d'Hondius à la republication de l'atlas de Mercator (1606) :"*suavi animum delectatione allicere, ob incredibilem rerum varietatem et jucunditatem, et ad pleniorem sui cognitionem excitare*". « séduire l'esprit par un doux plaisir, grâce l'incroyable variété et agrément des objets, et le pousser à une meilleure connaissance de soi ».
13. "scale and compass" désigne à la fois des instruments de mesure, soit un instrument gradué et un compas (on désigne ainsi l'emblème maçonnique de l'équerre et du compas), mais aussi, en cartographie, l'échelle graphique et la rose des vents.
14. [Tolias, 2007].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

L'officier et la jeune fille riant, Johannes Vermeer, vers 1657, huile sur toile, 50,5×56 cm, New-York, Frick Collection.

Source : © The Frick Collection, 2015.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Rien n'illustre l'appétit que certaines régions d'Europe ont pu avoir pour la cartographie au XVIIe siècle comme la peinture hollandaise d'intérieur. Les artistes hollandais du XVIIe siècle, particulièrement Vermeer mais aussi Van Musscher, Maes et Ochtervelt ont très souvent représenté des cartes utilisées comme décorations d'intérieur dans leurs tableaux. Les cartes de Vermeer, reproduites avec une grande minutie, ont été étudiées à la fois par les historiens de l'art et les historiens de la cartographie. Il s'agit de cartes pendues aux murs ou encadrées, représentant tantôt la Hollande, tantôt les Provinces Unies, tantôt l'Europe. Sur 27 scènes d'intérieur (portraits exclus), 8 montrent des cartes, dont sept identifiables[15]. Les cartes en peinture peuvent avoir une valeur symbolique ou allégorique, mais l'usage de cartes pour la décoration intérieure en Hollande au XVIIIe siècle est attesté à la fois par les inventaires et par quelques cartes d'époque qui nous sont parvenues percées de trous par les clous qui ont servi à les suspendre. Amsterdam était alors l'un des principaux centres de production de cartes en Europe. Elles étaient vendues par les éditeurs ou les marchands d'art qui en faisaient commerce en même temps que les gravures. Le succès des cartes pour la décoration était tel que certains éditeurs réimprimaient des cartes obsolètes uniquement pour ce marché[16].

Cette présence des cartes dans l'environnement domestique n'était pas l'apanage de la Hollande. Les inventaires de succession d'autres régions d'Europe révèlent que les cartes faisaient partie des possessions courantes non seulement des érudits mais aussi des marchands[17].

Dans le cas hollandais, le témoignage de la peinture nous renseigne sur les sujets cartographiés. Les inventaires se contentent souvent de mentionner des cartes de géographie sans toujours préciser ce qu'elles représentent. Les cartes des intérieurs hollandais sont plutôt des cartes de la Hollande ou des Provinces-Unies, plus rarement d'Europe.

15. *Une jeune fille assoupie* (Metropolitan Museum of Art, New York), présente une carte inidentifiable (on n'en voit que la bordure). Une même grande carte de la Hollande et de la Frise Occidentale publiée vers 1620 par Van Berckenrode figure dans trois tableaux : *L'officier et la jeune fille riant* (Frick Collection, New York), *La femme en bleu lisant une lettre* (Rijksmuseum, Amsterdam), et, moins visible, *La lettre d'amour* (Rijksmuseum, Amsterdam). Les autres cartes représentées chez Vermeer sont : une carte des Provinces-Unies publiée par Huyck Allart, dans *La jeune femme à l'aiguière* (Metropolitan Museum of Art, New York) ; une grande carte d'Europe par Hondius dans *La femme au luth* (Metropolitan Museum of Art, New York) ; une très grande carte des Provinces-Unies par Nicolaus Visscher dans *L'art de la peinture* (Kunsthistorisches Museum, Vienne) ; et une carte des côtes et des mers d'Europe par Blaeu, dans *Le géographe* (Städel Museum, Francfort). Voir [Welu, 1975].
16. [Welu, 1975].
17. [Fiorani, 2007, p. 805].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Les mappemondes ou les cartes du Nouveau Monde ne semblent pas spécialement appréciées. Là où Burton se délecte dans l'exotisme, les marchands d'Amsterdam préfèrent au contraire contempler leur environnement proche. Parce que ce qu'elles représentent est familier, ce que ces cartes affichées donnent à voir est le spectacle de la cartographie même. Outre leurs qualités esthétiques intrinsèques, l'attrait de ces cartes réside dans la démonstration de l'efficacité de la technique cartographique qu'elles déploient. Cette démonstration est d'autant plus convaincante que l'espace cartographié étant familier, chacun peut constater l'exactitude et la précision de la représentation, et en comprendre plus aisément les conventions[18]. Ce n'est là qu'un aspect de ce phénomène complexe que sont les cartes ornementales. D'autres interprétations sont possibles : imitation des cartes murales des puissants, émergence d'une conscience nationale dans des États dont la dimension territoriale est de plus en plus importante, élément de la mutation globale du régime visuel ancien, etc. Il n'en demeure pas moins que la diffusion de la cartographie moderne dans diverses couches de la société de l'Europe du XVIIe siècle induit nécessairement un renouvellement des conceptions communes de l'espace géographique. Pour toute une partie de la population, l'espace de référence n'est pas celui de la perception quotidienne immédiate, mais celui de la mesure et du calcul rendu visible à travers la carte.

Un autre signe de la façon dont la carte s'impose comme un élément central de l'outillage intellectuel de l'Europe moderne est la prolifération des métaphores cartographiques. Une des plus connues d'entre elles est la Carte du pays de Tendre, ou Carte de Tendre. La Carte de Tendre est une allégorie cartographique autour du thème de l'amour. Elle apparaît, sous forme de récit d'un divertissement de salon, dans le premier volume de la première partie de *Clélie, une histoire romaine*, roman de Madeleine de Scudéry paru en 1654[19]. Il s'agit de trouver un itinéraire pour aller de « Nouvelle amitié » à « Tendre ». Une gravure reproduit la carte dans le roman[20]. La gravure seule a été reproduite abondamment, et imitée

18. C'est en raison d'une logique similaire que toute personne qui, pour la première fois manipule Google Earth, zoome d'abord sur sa propre maison.
19. *Clélie, une histoire romaine*, Paris, A. Courbé, 1660, p. 394 *sq*.
20. p. 398. Cette carte est à peu près tout ce dont on se souvient aujourd'hui des dix volumes de ce roman.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou parodiée dès la parution du roman[21]. L'allégorie spatiale n'est pas un genre nouveau : même sous leur forme graphique, il existe des allégories spatiales antérieures à celle de Mme de Scudéry[22]. L'aspect cartographique de ces premières allégories est cependant moins marqué. Le traitement cartographique reflète les nouvelles conceptions de l'espace. Le style graphique de la gravure est conforme aux cartes de la fin du XVIe et du début du XVIIe siècle, et peut rappeler, par exemple, celui de la carte de France de La Guillotière, établie à la fin du XVIe siècle et éditée à partir de 1615[23]. La carte comporte une échelle en « lieues d'amitié » ; il s'agit donc bien d'un espace mesuré. La cartographie est prise comme modèle de la connaissance en général, ainsi qu'en atteste le dictionnaire de Furetière :

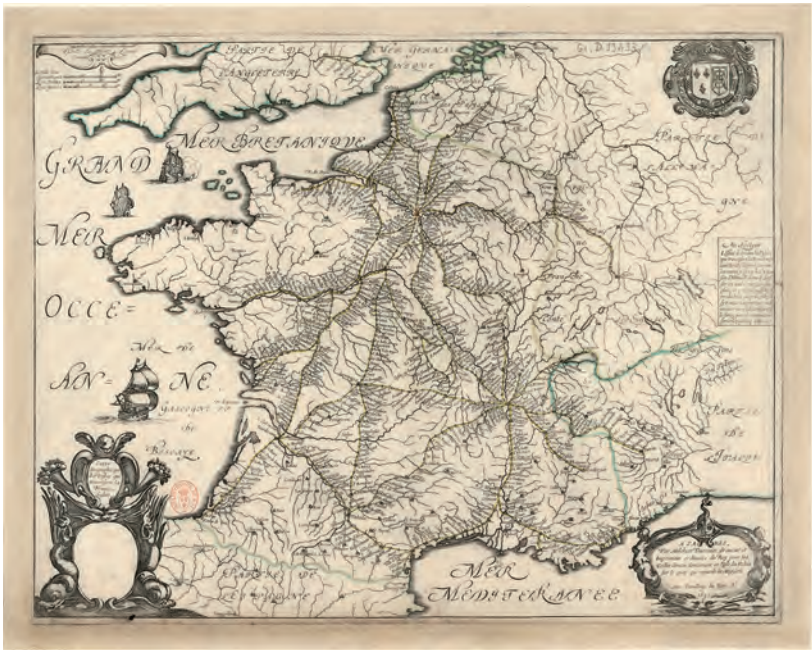
« Savoir la carte se dit non seulement au propre, de ceux qui savent la géographie, mais plus souvent, au figuré, de ceux qui connaissent les intrigues d'une cour, le train des affaires d'un État, les détours d'une maison, les connaissances, les habitudes, les secrets d'une famille, d'un quartier. »[24]

L'usage de l'expression figurée « savoir la carte » révèle à quel point la cartographie s'est imposée comme un outil central de la connaissance du monde. Dans cette expression, la carte est l'instrument capable de conférer un avantage tactique ou politique à qui la détient et sait la lire. C'est probablement l'usage militaire de la carte à laquelle il est fait référence ici. La connaissance du territoire la plus efficace, d'après cette expression, n'est pas celle de l'expérience immédiate, mais celle qui passe par l'intermédiaire de la carte, c'est-à-dire de la mesure et du calcul. Furetière associe lui-même, dans le même article du dictionnaire, la carte avec l'idée de précision. Il signale qu'« on a trouvé l'invention de faire des cartes topographiques fort exactes, en faisant des observations avec des instruments garnis d'alidades en deux stations », perfectionnement de la triangulation qu'il date de 1595.

21. Voir [Denis, 2002]. Homet [1985, p. 19], recense, pour le seul XVIIe siècle français, les cartes suivantes : les cartes des royaumes de coquetterie, de galanterie, des îles d'Erotie, des îles du Mariage, du Royaume d'Amour en l'isle de Cythère, de l'Empire des Précieuses, du Royaume de Frisquemore, des États du Grand lac d'Osmeor, la carte de la bataille des Romans dans l'histoire des derniers troubles du Royaume d'Eloquence, les cartes des pays de Jansénie, des chemins de la perfection, des routes à suivre pour échapper aux vices, la carte des isles de la gastronomie, les cartes du Bonheur... Voir également [Van Delft, 1985].
22. Les allégories spatiales, surtout liées à des techniques de mémorisation, sont anciennes. C'est même un des fondements de l'art mnémotechnique antique. Ces allégories spatiales, cependant, ne sont pas cartographiques [Rouveret, 1982]. Mme de Scudéry, François Hedelin d'Aubignac, et Pierre Le Moyne ont chacun revendiqué l'antériorité de l'idée d'une géographie allégorique [Reitinger 1999, p. 109].
23. [Pelletier, 2009, p. 101].
24. *Dictionnaire universel, contenant généralement tous les mots françois tant vieux que modernes, et les termes de toutes les sciences et des arts* première édition – posthume – 1690, t. 1, non paginé, article « carte ».

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Carte géographique des postes qui traversent la France, Nicolas Sanson, 1632.



Source : Bibliothèque nationale de France, 2015.

Au XVIIe siècle, l'essentiel des éléments de ce qu'on peut appeler un imaginaire de la carte est en place en Europe : la carte comme support de l'exotisme, comme symbole de la précision technique, comme instrument de la connaissance par excellence, et comme outil de pouvoir. Ces thèmes sont ceux qui dominent les imaginaires cartographiques des époques suivantes. Si l'on en juge par la prolifération des cartes dans les intérieurs et la multiplication des cartes allégoriques, le XVIIe siècle semble avoir connu une passion particulière pour la cartographie. Comme pour toutes les modes, il est présomptueux de prétendre en éclairer les raisons. Quelques éléments cependant peuvent être avancés pour expliquer cette passion cartographique.

Les cartes du XVIIe siècle ont encore l'attrait de la nouveauté. La cartographie du Nouveau Monde est encore incertaine, notamment pour les contours exacts des masses continentales américaines et le détail de l'intérieur des terres, et le spectacle du progrès des découvertes tel que les

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cartes en rendaient compte en faisait un objet de curiosité. Shakespeare le relate à sa façon, dans *La nuit des rois* (1601) : “he does smile his face into more lines than is in the new map, with the augmentation of the Indies” / « Son sourire peint plus de lignes sur son visage qu’il n’y en a sur la nouvelle carte, augmentée des Indes ». Les premières cartes montrant les Amériques datent du début du XVIe siècle (la carte de Waldseemüller, par exemple a été publiée en 1507), et ne peuvent guère être appelées « nouvelles » au début du XVIIe siècle. L’atlas d’Ortelius, cependant, n’est paru en anglais que vers 1601, une trentaine d’années après sa première édition[25]. Peut-être est-ce à cette parution qu’il est fait allusion. Les cartes sont des témoins des découvertes, elles sont aussi une illustration des progrès techniques, comme le note Furetière.

Outre leur nouveauté, un autre élément qui pourrait contribuer à la popularité des cartes est leur caractère esthétique. Les cartes portent souvent des ornementations qui en font des objets décoratifs. Sur la carte de La Guillotière, les mers sont agitées de vagues et sillonnées de navires. Le pourtour et les cartouches peuvent être richement décorés. Les marchands hollandais proposent d’ailleurs d’acheter les cartes au choix avec ou sans ornements additionnels[26]. La tradition de la carte ornementale ne s’est jamais tout à fait éteinte, mais les cartes courantes, à mesure qu’elles deviennent plus techniques et que leur valeur utilitaire prend le pas sur leur valeur iconique, perdent petit à petit leurs ornements. Le XVIIe siècle est probablement un moment charnière dans l’esthétique cartographique. L’évolution des cartes de France le suggère : à mesure que la précision des cartes augmente et que leur caractère scientifique s’affirme, en particulier sous l’impulsion de l’Académie des sciences, l’ornementation et la fantaisie reculent. Un cartographe comme Nicolas Sanson (1600-1667) illustre cette évolution. Alors que sa *Carte géographique des postes qui traversent la France*, de 1632, est encore dans un style assez orné, avec des cartouches chargés, des navires dans la mer, un lettrage à arabesques, beaucoup de ses cartes plus tardives sont nettement plus sobres (Monique Pelletier parle même, au sujet d’une carte du Roussillon de 1660, d’un style « un peu sec »[27] : seul le cartouche du titre est encore orné, et le lettrage est austère). Sur les cartes du siècle suivant, on rencontre assez fréquemment des cadres ou des cartouches décorés, mais le figuré cartographique lui-même tend vers la sobriété. La carte de Cassini est en quelque

25. [Worms, 2007, p. 1705].
26. [Welu, 1975, p. 538].
27. [Pelletier et Ozanne, 1995, pp. 86-87 et 107].

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

sorte l'aboutissement de ce processus esthétique de rejet de l'ornement par la cartographie scientifique. Il est difficile de savoir si la tendance à l'ornementation des cartes du XVIIe siècle est explicable par l'existence d'un marché de la carte ornementale ou si les transformations de l'aspect des cartes ont progressivement détourné les particuliers de l'usage de les employer à la décoration de leur intérieur. Le déclin de l'usage ornemental des cartes peut aussi avoir d'autres causes : effet de mode, apparition de nouveaux types de décoration d'intérieur, etc.

CARTOGRAPHIE ET CULTURE AU XVIIIe SIÈCLE

Au XVIIIe siècle, alors même que les cartes se multiplient et que leurs usages se diversifient, alors que de grandes entreprises cartographiques naissent notamment en France et aux Indes, alors que la cartographie scientifique atteint une forme de maturité technique qui en fixe les grands principes pour près de deux siècles, la passion cartographique du siècle précédent paraît s'émousser.

On peine à trouver des cartes aux murs dans les scènes d'intérieur peintes au XVIIe siècle en France par Boucher ou Fragonard, aux Pays-Bas par Horemans père et fils, Buys ou Troost, ou en Italie par Longhi[28]. Les cartes ornementales sont alors davantage en faveur au Nouveau Monde. À partir de 1750 environ, dans les colonies anglaises d'Amérique, émerge un marché de la grande carte ornementale destinée à décorer les intérieurs des colons[29]. Ces cartes représentaient aussi bien les colonies elles-mêmes que des régions d'Europe, comme dans une double tentative de commémorer la terre d'origine et d'apprivoiser le pays d'adoption. On les trouve aussi bien chez les marchands de gravures que chez les vendeurs de meubles et d'ustensiles domestiques, et on en rencontre exposées dans des lieux publics ou sur les murs des particuliers, comme si la vogue déclinante en Europe de la carte ornementale s'était déplacée vers l'Amérique, territoire alors en formation où l'espace géographique garde un pouvoir de fascination.

28. Même dans la *Leçon de géographie* de ce dernier (Venise, Galleria Querini-Stampalia), aucune carte au mur, mais seulement un globe, et un atlas sur le sol au premier plan, ouvert sur une carte inidentifiable. L'évolution des genres dans la peinture peut cependant fausser la perspective : la grande époque de la peinture de scènes d'intérieur aux Pays-Bas est le XVIIe siècle, et les collections sont souvent moins riches en tableaux du XVIIIe siècle.
29. [Brückner (dir), 2011, pp. 389-441].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

En Europe, les cartes n'ont pas totalement disparu (on en aperçoit une dans le tableau de Nicolaes Muys, *L'Heure du thé à l'intérieur*, 1777, Rotterdam, Musée Boijmans Van Beuningen), mais elles sont devenues rares. Cette raréfaction des cartes ornementales coïncide avec la multiplication des usages de la cartographie. Les cartes deviennent des outils pour la conduite des affaires les plus diverses, et les premiers guides destinés aux voyageurs apparaissent[30] ; les cartes, en quelque sorte, se banalisent.

La vogue des cartes allégoriques se maintient, toujours principalement par de multiples variations sur la Carte de Tendre, dans des registres allant du galant au pornographique[31]. C'est notamment en Angleterre que ce genre de carte connaît le succès[32]. Aucune de ces cartes allégoriques, cependant, ne connaît le succès de son modèle. La pratique ne s'est d'ailleurs jamais éteinte, et la cartographie allégorique s'établit comme un genre en soi, qui témoigne de la place centrale que l'idée de cartographie occupe dans notre mode d'organisation de la connaissance. Le genre, toutefois, reste dans l'ensemble peu sensible à toutes les évolutions de la cartographie, le modèle demeurant, jusqu'à ce jour, celui de Mme de Scudéry[33].

Quoique la littérature du XVIIIe siècle ne montre pas d'intérêt spécialement marqué pour les cartes, il existe quelques textes révélateurs de la place de la cartographie dans la société et la culture de l'époque. *Tristram Shandy* (1759-1767), le roman de Laurence Sterne, est l'un d'entre eux. Une « carte des fortifications de Namur et de ses environs », en particulier, est supposée aider Toby, oncle du narrateur, à rendre intelligible le récit des circonstances dans lesquelles il a reçu une blessure à l'aine, lors du siège

30. [Pelletier et Ozane, 1995, p. 101].
31. [Withers, 2007, pp. 213-216].
32. [Reitinger, 1999]. Dans le domaine anglophone, il existe aussi une tradition de cartes allégoriques morales ou religieuses. Les éditions de *Pilgrim's Progress* de John Bunyan (1678), notamment, sont assez fréquemment accompagnées d'une carte figurant la voie à suivre pour le chrétien. Une variante plus tardive est la *Gospel Temperance Railroad Map*, ou *carte évangélique des chemins de fer*, éditée aux États-Unis au début du XXe siècle à des fins de propagande morale et antialcoolique. On y apprend non seulement comment gagner son salut, mais aussi que suivre la Rivière du sport conduit inéluctablement dans le Lac de bière. Il est vrai que le mot, à l'époque, désigne le divertissement en général. Ce genre de cartes morales existe aussi en France, et le genre est encore florissant au XIXe siècle [Grison, 1997].
33. Jusqu'à cette *Carte de Tendre de la Recherche* proposée par Jean-Luc Michel sur son site web en complément de son manuel *Le mémoire de recherches en information-communication*, Paris, Éditions Ellipses Marketing, 2006. [En ligne] : < http://www.cetec-info.org/JLMichel/Tendre.Recherche.html >. Indépendamment des conceptions de la recherche que manifeste cette carte, les métamorphoses d'une forme graphique qui passe des précieuses du XVIIe siècle à la page web donnée en lien inspireront à tout un chacun des méditations diverses.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

de cette ville[34]. De cette capacité à reconstituer précisément son aventure de façon à pouvoir en parler sans émotion dépend, pense-t-il, sa guérison. La carte devient ainsi, de façon humoristique, un instrument de mise en ordre du monde. L'entreprise échoue en raison du pouvoir de fascination de la carte : l'oncle Toby se procure « un plan de presque toutes les places fortifiées d'Italie et de Flandre, lisant à mesure et comparant avec soin les récits de leurs sièges... »[35]. La carte est ici, une fois de plus associée à l'art militaire. Ce n'est pourtant pas toujours le cas : dans le même roman, le père utilise « une carte Sanson »[36] pour préparer un voyage en France. Cette circonstance révèle non seulement qu'il était commun de préparer un voyage à l'aide de cartes, mais que la carte des relais de poste de Sanson était suffisamment commune pour qu'on puisse s'y référer sans autre explication. Le traducteur français ne s'y est pas trompé, en choisissant de traduire par « une carte Sanson », comme on aurait pu dire, au XXe siècle, « une carte Michelin ».

Une autre illustration du rôle central de la carte dans l'univers mental européen du XVIIIe siècle est donnée par le *Discours préliminaire des éditeurs de l'encyclopédie*, rédigé par d'Alembert (1751). Au sujet de l'ordre encyclopédique des connaissances, l'auteur écrit :

« Ce dernier consiste à [...] rassembler [les connaissances] dans le plus petit espace possible, et à placer, pour ainsi dire, le Philosophe au-dessus de ce vaste labyrinthe dans un point de vue fort élevé d'où il puisse apercevoir à la fois les Sciences et les Arts principaux ; voir d'un coup d'œil les objets de ses spéculations, et les opérations qu'il peut faire sur ces objets ; distinguer les branches générales des connaissances humaines, les points qui les séparent ou qui les unissent ; et entrevoir même quelquefois les routes secrètes qui les rapprochent. C'est une espèce de mappemonde qui doit montrer les principaux pays, leur position et leur dépendance mutuelle, le chemin en ligne droite qu'il y a de l'un à l'autre ; chemin souvent coupé par mille obstacles, qui ne peuvent être connus dans chaque pays que des habitants ou des voyageurs, et qui ne sauraient être montrés que dans des cartes particulières fort détaillées. Ces cartes particulières seront les différents articles de notre Encyclopédie, et l'arbre ou système figuré en sera la mappemonde.

34. Livre 2, chapitre premier. La numérotation des chapitres diffère d'une édition à l'autre. L'édition citée ici est celle, en deux volumes, de la collection 10-18, Paris, Robert Laffont, 1975 (traduction Charles Mauron).
35. Livre 2, chapitre 3.
36. Livre 3, chapitre 2 ; *a map of Sanson's* dans le texte original.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Mais comme dans les cartes générales du globe que nous habitons, les objets sont plus ou moins rapprochés, et présentent un coup d'œil différent selon le point de vue où l'œil est placé par le Géographe qui construit la carte, de même la forme de l'arbre encyclopédique dépendra du point de vue où l'on se mettra pour envisager l'univers littéraire. On peut donc imaginer autant de systèmes différents de la connaissance humaine, que de mappemondes de différentes projections ; et chacun de ces systèmes pourra même avoir, à l'exclusion des autres, quelque avantage particulier. »[37].

Ce passage éclaire quelques aspects importants du rôle de la carte comme outil de connaissance, et de l'imaginaire scientifique du XVIIIe siècle. La carte est explicitement associée à la notion de point de vue dans un système qui place le regard au cœur des processus de connaissance. La carte représente l'idéal d'un regard surplombant, et pour ainsi dire désincarné, proposé comme modèle à toute forme de connaissance scientifique. La force de cette image est d'autant plus grande qu'au XVIIIe siècle, la cartographie est en effet la préoccupation de quelques-uns des plus éminents savants du temps, et le domaine où le perfectionnement des instruments et des méthodes de mesure est le plus spectaculaire. L'importance de la vision dans l'organisation de la connaissance a pour conséquence la nécessité de recourir au graphique et à la figure. La carte symbolise l'efficacité de l'outil graphique, et en retour, le caractère insuffisant du texte seul pour consigner et transmettre la connaissance. De là l'importance des planches illustrées de l'*Encyclopédie*. Comme le dit lui-même d'Alembert :

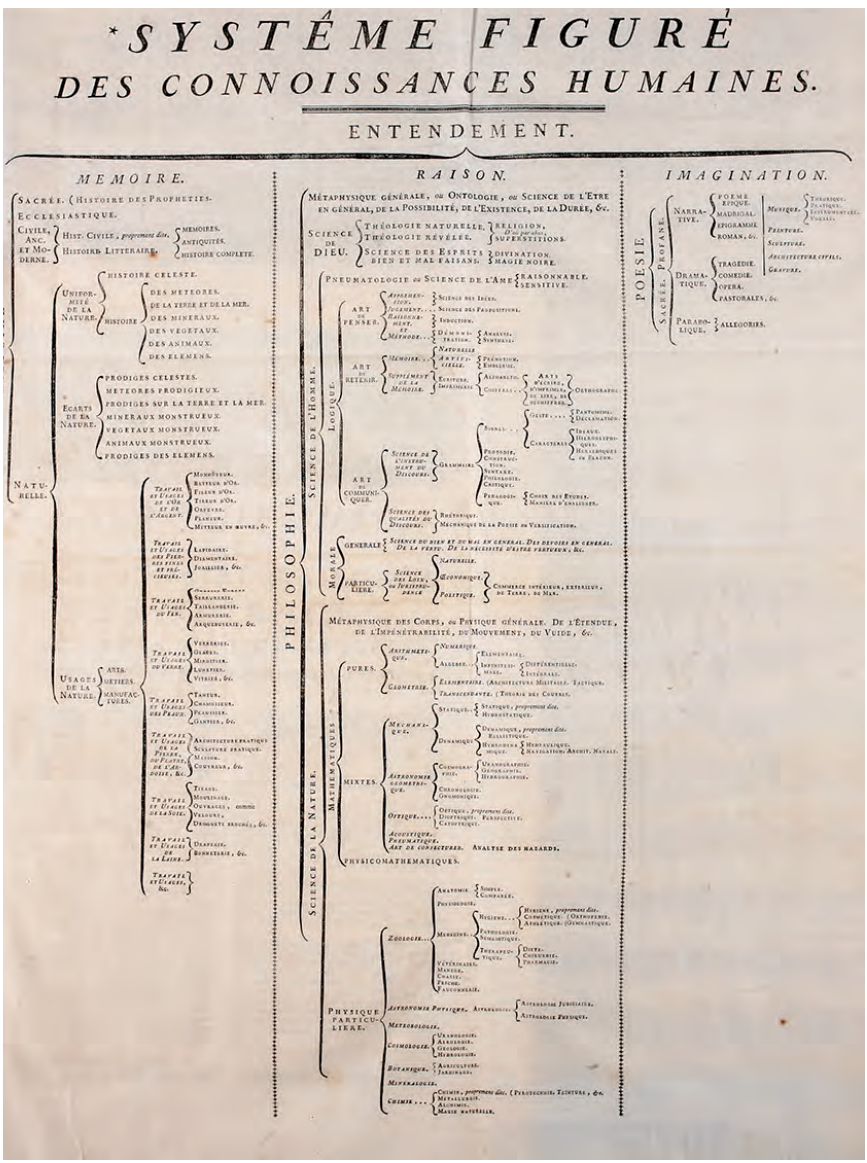
« [...] le peu d'habitude qu'on a et d'écrire, et de lire des écrits sur les Arts, rend les choses difficiles à expliquer d'une manière intelligible. De là naît le besoin de Figures[38]. On pourrait démontrer par mille exemples, qu'un Dictionnaire pur et simple de définitions, quelque bien qu'il soit fait, ne peut se passer de figures, sans tomber dans des descriptions obscures ou vagues ; combien donc à plus forte raison ce secours ne nous était-il pas nécessaire ? Un coup d'œil sur l'objet ou sur sa représentation en dit plus qu'une page de discours. »[39]

Suivant ce principe, le Discours préliminaire se clôt par une représentation graphique du système des connaissances (système figuré des

37. Volume 1, page XV. Texte d'après la version numérisée de l'Encyclopédie par l'université du Michigan : < http://encyclopedie.uchicago.edu/ >.
38. Laurence Sterne s'est-il souvenu de ce passage ? L'obsession de l'oncle Toby pour sa carte de Namur est en tous cas issue de la même logique.
39. pp. XXXIX-XL.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Représenation graphique des connaissances – système figuré des connaissances humaines, D'Alembert, 1751.



Source : L'Encyclopédie, 1751.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

connaissances humaines), inspiré des divisions de Bacon. Cette figure se présente comme un arbre qui divise l'entendement en trois facultés, mémoire, raison et imagination, correspondant chacune à un grand domaine de l'activité de l'esprit, soit respectivement l'histoire, la philosophie, et la poésie, chaque domaine se ramifiant à son tour en multiples branches et sous-branches. Quoique d'Alembert, dans l'explication du graphique, emploie le terme d'« arbre », lorsqu'il en est fait d'abord mention dans le cours Discours préliminaire, c'est le mot « carte » qui est utilisé[40]. Peut-être d'Alembert ne fait-il que filer la métaphore introduite quelques pages auparavant ; mais peut-être est-ce aussi révélateur de l'emprise d'une sorte de modèle cartographique sur la conception des sciences à l'époque des Lumières. La mention des systèmes de projection à la fin du premier passage cité montre que le public instruit de l'époque était non seulement familier des mappemondes, mais en outre assez au fait des problèmes posés par leur construction.

Les progrès de la cartographie au XVIIIe siècle reposent notamment sur l'affinement des mesures de la Terre ; ils ont donc une portée universelle, à même de séduire les philosophes des Lumières. Dans le *Dictionnaire philosophique*, Voltaire ouvre ainsi l'article géographie :

« La géographie est une de ces sciences qu'il faudra toujours perfectionner. Quelque peine qu'on ait prise, il n'a pas été possible jusqu'à présent d'avoir une description exacte de la Terre. Il faudrait que tous les souverains s'entendissent et se prêtassent des secours mutuels pour ce grand ouvrage. Mais ils se sont presque toujours plus appliqués à ravager le monde qu'à le mesurer. »

Qu'aurait dit Voltaire s'il avait su que dans les deux siècles suivants, la plupart des soins que l'on prit pour mesurer le monde avec plus d'exactitude furent motivés par la volonté d'être à même de le ravager plus efficacement ? Rousseau se montre plus méfiant vis-à-vis des cartes, surtout en ce qui concerne leur usage pédagogique :

« En quelque étude que ce puisse être, sans l'idée des choses représentées, les signes représentants ne sont rien. On borne pourtant toujours l'enfant à ces signes, sans jamais pouvoir lui faire comprendre aucune des choses qu'ils représentent. En pensant lui apprendre la description de la Terre, on ne lui apprend qu'à connaître des cartes ; on lui apprend des noms de villes, de pays, de rivières, qu'il ne conçoit pas exister ailleurs que sur le papier où on les lui montre. Je me souviens d'avoir vu quelque

40. « une espèce de Carte », p. XXVIII.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

part une géographie qui commençait ainsi : Qu'est-ce que le monde ? C'est un globe de carton. Telle est précisément la géographie des enfants. Je pose en fait qu'après deux ans de sphère et de cosmographie, il n'y a pas un seul enfant de dix ans qui, sur les règles qu'on lui a données, sût se conduire de Paris à Saint-Denis. Je pose en fait qu'il n'y en a pas un qui, sur un plan du jardin de son père, fût en état d'en suivre les détours sans s'égarer. »[41]

Il est apparemment insensible à la poésie cartographique qui enthousiasmait Burton presque 150 ans auparavant. Ennemi du simulacre, peu confiant dans le progrès, il ne croit pas bon d'exposer le jeune enfant aux cartes et aux atlas. Cette opinion reste isolée, en son siècle comme en ceux qui suivent ; en matière de cartes, les Rousseau sont rares et les Burton sont légion.

À la fin du XVIIIe siècle, les cartes ne sont plus des objets rares ou précieux. Elles sont d'un usage commun chez ceux qui voyagent, dans l'administration, dans l'éducation des enfants. Le XVIIIe siècle a surtout renforcé les liens entre le calcul, la science et la cartographie. Cela a des conséquences sur l'aspect graphique des cartes. Les feuilles individuelles de la carte de Cassini sont représentatives de la nouvelle esthétique des cartes : aucune ornementation, et un style graphique dépouillé qui laisse peu de place à la fantaisie du graveur. Il est difficile, dans cette évolution, de faire la part de ce qui procède d'une évolution du goût, d'une volonté délibérée de créer une nouvelle esthétique, et des contraintes économiques et techniques. Les cadres décoratifs et les cartouches ornés se rencontrent encore de loin en loin dans les cartes ultérieures, mais la tendance est nettement à la sobriété. La carte de Cassini, quoique levée sur des mesures précises, ne donne que peu à voir ces mesures. Chaque feuille ne comporte qu'un petit nombre de chiffres : le numéro de la feuille, la graduation de l'échelle, et la distance en toises de chacun des quatre angles à la méridienne et à la perpendiculaire : discret rappel du système qui a servi à établir la carte. L'étude de la réception de ces changements de style reste à faire. Ils marquent une mutation dans les modalités de l'autorité cartographique. Là où l'ornement convoque le prestige du commanditaire, du cartographe ou du graveur, le chiffre, jusque dans son mystère (combien d'utilisateurs de la carte de Cassini étaient capables de

41. *Émile, ou De l'éducation*, 1762, livre 2, Paris, Garnier-Flammarion, 1966, p. 135.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

dire la signification du « 37 500 » inscrit verticalement dans l'angle nord-ouest de la feuille 141 ?)[42], invoque l'autorité de la mesure et du calcul.

LES TRANSFORMATIONS DE L'IMAGINAIRE CARTOGRAPHIQUE AU XIXe SIÈCLE

L'imaginaire cartographique qu'on voit se former au XVIIIe siècle s'enrichit et se développe au XIXe. L'urbanisation, la circulation plus importante de l'imprimé, une production cartographique accrue en Europe, en Amérique, et dans les possessions d'outre-mer des États européens, de nouveaux usages des cartes, tout concourt à diffuser la cartographie dans des secteurs de plus en plus étendus de la société. L'épanouissement du roman comme genre littéraire offre un nouveau point de vue sur l'imaginaire des cartes.

Dans la peinture du XIXe siècle, les représentations de cartes sont assez nombreuses, mais dans un contexte nouveau : elles figurent le plus souvent dans des portraits, particulièrement de militaires. Les portraits avec carte ne sont pas entièrement nouveaux. Un portrait de Claude Le Blanc, ministre de la Guerre, daté de 1718, le montre debout à côté d'une table sur laquelle sont déroulées des cartes[43]. L'association entre les militaires et la carte se renforce au XIXe siècle. La militarisation de la carte de France et une utilisation plus importante de la cartographie dans une guerre plus mobile (Napoléon 1er dans ses campagnes était accompagné d'un bureau de topographie mobile chargé de lever des cartes des champs de bataille) y ont contribué. Le portrait de Maréchal de France avec carte prolifère particulièrement après la création du musée de l'Histoire de France à Versailles par Louis-Philippe (1837). Afin de garnir ce musée destiné à célébrer les faits marquants de l'Histoire de France, de nombreux tableaux ont été commandés ou acquis au cours du XIXe siècle, entre autres des portraits des maréchaux d'Empire et d'autres militaires par François-Joseph Heim, Charles-Philippe Larivière, Jules Rigo, Jean-Adolphe Beauce,

42. Combien d'utilisateurs, même experts, des cartes de l'IGN, sont capables d'expliquer la signification des quelque 6 chiffraisons du cadre d'une carte de la série orange des années 1990 ? Cette débauche de repères s'observe pour quelques cartes qui se trouvent à la fois à proximité des limites d'un cône Lambert et d'un fuseau UTM. C'est par exemple le cas de la feuille de Bourmont (nº 3212), édition de 1998.
43. Peinture anonyme, Versailles ; musée national des châteaux de Versailles et de Trianon.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Horace Vernet, etc[44]. Un nombre important de ces portraits représente leur sujet en pied, debout à côté d'une table ou d'un autre support sur lequel sont étalées des cartes. Dans quelques tableaux, le militaire pose la main sur les cartes. Le musée de l'Histoire de France concentre une quantité importante de ce genre de portraits, mais il n'en a aucunement l'exclusivité : on en trouve dans les lieux officiels, dans les collections des musées des beaux-arts, pour peu qu'ils soient bien dotés en peinture académique du XIXe siècle, et ces sujets sont souvent reproduits en gravures imprimées. Une variante du portrait de militaire avec carte est l'image de Napoléon penché sur une carte. Ce lieu commun de l'iconographie impériale, est décliné sur tous les supports, gravure, illustration de livres d'histoire, statuettes, etc[45]. La carte joue ici un rôle multiple. Elle est l'attribut du chef militaire, étant l'outil qui lui permet d'exercer son art de la stratégie. Cet outil est d'autant plus emblématique, qu'à l'époque où la plupart de ces tableaux sont peints, la cartographie nationale française est désormais entre les mains des militaires. La carte a aussi un rôle symbolique : maîtriser la carte, c'est déjà se rendre maître du terrain. Lorsque la carte est identifiable sur le tableau, elle peut servir à commémorer un

44. Liste probablement incomplète de portraits de militaires avec carte, XIXe siècle, musée de l'Histoire de France de Versailles : Alexandre Denis Abel de Pujol : Portrait présumé d'Auguste Marie Henri Picot, Comte de Dampierre, Maréchal (1834) Jean-Adolphe Beauce : Achille-François Bazaine, Maréchal de France (1867) Léon Cognet : Nicolas-Joseph, marquis Maison, Maréchal de France (1835) Joseph Désiré Court : Sylvain-Charles, Comte Valée, Maréchal de France (1838) Victor-Guy, Baron Duperre, Amiral de France (1832) Marie-Eleonore Godefroid : Jacques-Alexandre-Bernard Law, marquis de Lauriston, Maréchal de France (1824) François-Joseph Heim : Pierre de Riel, Marquis de Beurnonville, Général en chef de l'armée de la Moselle (1834) François Kinson : Louis-Antoine d'Artois, Duc d'Angoulème (1825) Philippe Larivière : Arnaud Jacques Leroy de Saint-Arnaud, Maréchal de France (1854) Elie Frédéric Forey, Maréchal de France (1865) Regnaud de Saint-Jean-d'Angely, Maréchal de France (1860) Jean Charles Nicaise Perrin : Jean Lannes, Duc de Montebello, Maréchal de France (vers 1807) Jules Rigo : Romain-Joseph Defosses, Amiral de France (1863) Georges Rouget : François-Christophe Kellerman, Général en chef de l'armée de la Moselle (1835) Jean-Sébastien Rouillard : Napoléon Bonaparte, Général en chef de l'armée d'Italie (1836) Horace Vernet : Laurent, Marquis de Gouvion-Saint-Cyr, Maréchal de France (1821) Jacques-Louis-César-Alexandre, Comte de Randon, Maréchal de France (1857) Franz Xavier WinterHalter : François-Horace, Comte Sebastiani, Maréchal de France (1841). Sans compter diverses scènes d'histoire militaire ou épisodes historiques du premier empire où des cartes figurent dans le décor.

45. La majorité des images de Napoléon penché sur une carte ont été produites bien après l'Empire, et ont continué à être produites tout au long du XXe siècle en France et dans d'autres pays. C'est par exemple dans cette attitude que Napoléon est représenté au musée de Cire de Waterloo. Parmi les exemples précoces, on peut citer quelques-uns des 69 dessins pour l'illustration de *L'Histoire de France sous l'Empire de Napoléon le Grand* par Charles Monnet, 1809 (Château de Malmaison) et un petit bronze d'Antoine Mouton, Napoléon 1er assis consultant une carte, 1809, Château de Fontainebleau. Un certain nombre de gravures sur ce thème, difficilement identifiables ou datables, circulent sur les nombreux sites web consacrés à Napoléon.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

épisode de la carrière du militaire représenté[46] (on trouve par exemple des gravures représentant Bugeaud avec une carte de l'Algérie).

La prolifération de cette iconographie pose un certain nombre de questions. En elle-même, l'association du monde militaire à la cartographie, pour les raisons déjà évoquées, n'est pas étonnante. Mais à partir du moment où la carte est un élément central de la culture et des modes de pensée, le fait qu'elle soit aussi étroitement liée, dans un certain nombre de représentations, à l'armée et à la guerre, introduit un élément martial dans l'imaginaire du territoire cartographié : non seulement la carte est un objet associé à la guerre, mais cette association est si étroite, et la carte est si essentielle à nos conceptions du territoire, que cette militarisation de la carte implique en quelque sorte que le territoire moderne, c'est-à-dire arpenté, mesuré, cartographié, soit, au moins en partie, une construction militaire.

En France du moins, avec le musée de l'Histoire de France de Versailles, célébration délibérée de la patrie en particulier dans sa dimension militaire, on assiste à une mise en scène appuyée du versant guerrier de la cartographie[47]. Que représentent ces cartes, hors des cas où il s'agit d'évoquer un épisode précis de la carrière du personnage représenté ? Elles sont certes une représentation symbolique du champ de bataille, mais au-delà, elles figurent aussi le territoire en général, conquis, arpenté et défendu par le soldat. Le fait qu'il existe une importante dimension militaire à l'origine de la territorialité de l'État moderne n'est pas sans conséquence sur la nature de l'espace dans nos sociétés. L'espace militaire et l'espace civil diffèrent dans leurs conceptions et leurs usages de l'accès, de la circulation, de la propriété, etc. On pourrait penser que l'emprise technique et symbolique des militaires sur la cartographie qui se met en place au XIXe siècle modifie le regard porté sur la carte par le public européen.

D'après ce qu'on peut saisir des imaginaires cartographiques, en particulier par les représentations de la carte dans la fiction, cette association entre la carte et le militaire n'est pas à sens unique : la représentation du militaire, et plus spécifiquement du chef, appelle l'image de la carte (dans les peintures du XIXe siècle, dans les photographies de propagande

46. Les portraits avec cartes ne sont pas tous nécessairement militaires. Ainsi peut-on voir au musée de Nantes un portrait du révérend-père Bichet, missionnaire en Afrique et cartographe, assis à une table couverte de cartes (portrait de 1885 par Tissot, musée des Beaux-Arts de Nantes). De même, le portrait de Dumont d'Urville commandé à Jérôme Cartelier en 1846 pour le musée de l'Histoire de France de Versailles, qui représente le navigateur accoudé sur une carte d'Océanie, est davantage un hommage à l'explorateur qu'au militaire.

47. Particulièrement visible en France, cette association entre le monde militaire et la cartographie se retrouve dans de nombreux autres pays où les travaux cartographiques sont confiés à des spécialistes de l'armée.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

ou d'actualité et dans le cinéma au XXe siècle), mais la carte est elle-même assez fréquemment associée au monde de l'armée et de la guerre.

Par exemple, Balzac n'est pas un auteur fort intéressé par les cartes. Cependant, dans une somme romanesque comme *La comédie humaine*, les cartes apparaissent nécessairement çà et là. Il est intéressant de relever dans quel contexte. Dans les 17 volumes de l'édition Furne disponible sous forme numérique sur le site du groupe international d'études balazaciennes[48], on rencontre 16 mentions de cartes géographiques[49]. Compte tenu de la forte proportion de romans consacrés à l'étude de la société parisienne et provinciale du XIXe siècle, ce nombre modeste n'est pas étonnant. Sur ces 14 références, 3 sont des évocations de la carte de Tendre[50], preuve de la popularité de cette allégorie, que l'on retrouve d'ailleurs citée dans d'autres œuvres du XIXe siècle. Une référence à la carte est une métaphore sur le mode ironique, dans *Un prince de Bohème*, où la Bohème parisienne et la Bohème historique sont mises en parallèle[51]. Deux occurrences sont des comparaisons : un mur a l'aspect d'une carte de géographie, dans *Le curé de village*[52], et, dans *La peau de chagrin*, la carte d'un atlas ouvert chez le naturaliste Lavrille est prise comme référence de taille[53]. Deux autres sont des variantes de l'expression « rayer de la carte » toutes deux dans *Sur Catherine de Médicis*, pour signifier que les lieux évoqués n'existent plus : « Le nom de cette rue, maintenant effacé sur la carte »[54] et, « Cette rue nommée d'Autriche sur quelques vieux plans, et aussi de l'Austruc, a disparu de la carte comme tant d'autres »[55]. Toujours dans *Sur Catherine de Médicis*, une référence est faite aux cartes anciennes pour préciser l'état exact du Louvre sous Charles IX[56]. Deux autres références à des cartes sont utilisées simplement pour appuyer des descriptions géographiques, celles des côtes de la Norvège dans *Séraphîta*[57], et celle du site de Guérande dans *Béatrix*[58]. Une carte, sans réellement apparaître dans l'intrigue, a une fonction géographique : celle

48. < http://www.v1.paris.fr/commun/v2asp/musees/balzac/furne/presentation.htm >.
49. Décompte effectué grâce à l'outil de recherche en plein texte proposé sur le site. La pagination indiquée est celle de l'édition originale.
50. *Modeste Mignon*, vol 4, p. 116 ; *La muse du département*, vol 6, p. 422 ; *Le cabinet des antiques*, vol 7, p. 170.
51. Vol 12, p. 100.
52. Vol 13, p. 575.
53. Vol 14, p. 174.
54. Vol 15, p. 504.
55. Vol 16, p. 19.
56. Vol. 15, p. 645.
57. Vol. 16, p. 208.
58. Vol. 3, p. 289.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

des environs de Paris que Phellion, employé de ministère, s'est donnée[59] à des fins touristiques.

Il n'y a que 4 exemples dans *La comédie humaine* de cartes mises en scène comme des accessoires de l'intrigue dans leur fonction cartographique. Dans la nouvelle *Maître Cornélius*, un personnage tire de sa poche un plan pour y chercher une adresse[60], sans trop de souci de vraisemblance historique pour une intrigue se déroulant au XVe siècle. Dans *Le cousin Pons*, Magus, collectionneur d'art, a une carte d'Europe sur laquelle il répertorie les tableaux qu'il convoite[61]. Le passage mérite d'être cité :

« Quand un chef-d'œuvre se trouvait dans les conditions où il le voulait, la vie de cet homme s'animait, il avait un coup à monter, une affaire à mener, une bataille de Marengo à gagner. Il entassait ruse sur ruse pour avoir sa nouvelle sultane à bon marché. Magus possédait sa carte d'Europe, une carte où les chefs-d'œuvre étaient marqués, et il chargeait ses coreligionnaires dans chaque endroit d'espionner l'affaire pour son compte, moyennant une prime. Mais aussi quelles récompenses pour tant de soins !... »

La carte est ici un objet réel ou une image pour souligner la connaissance parfaite qu'a Magus de la localisation des œuvres. C'est la métaphore guerrière de « la bataille de Marengo », bataille en effet où l'enjeu était d'échelle européenne, qui appelle l'image de la carte. On retrouve ici l'association de la carte et de la guerre, qui est également présente dans les deux autres mentions de cartes dans *La comédie humaine* : l'une dans *Les Chouans*, où « des cartes géographiques, et des plans déroulés sur une grande table »[62] donnent immédiatement le ton de l'ambiance guerrière, et l'autre dans *Une ténébreuse affaire*, où l'on retrouve, à la veille de la bataille d'Iéna, Napoléon, comme il se doit, penché sur une carte[63].

Les cartes font bien partie de l'univers mental de Balzac. Elles permettent de préciser des détails géographiques, leur aspect est familier, elles fournissent la matière d'expressions imagées. Mais lorsqu'elles apparaissent comme des objets matériels qui jouent un rôle dans l'intrigue,

59. *Les employés ou la femme supérieure*, vol 11, p. 201. On reprend à dessein le mot de Balzac : « L'un de ses plus grands plaisirs consistait à explorer les environs de Paris, il s'en était donné la carte. Possédant déjà à fond Antony, Arcueil, Bièvre, Fontenay-aux-Roses, Aulnay, si célèbre par le séjour de plusieurs grands écrivains, il espérait avec le temps connaître toute la partie ouest des environs de Paris. » ; « il s'en était donné la carte » sonne curieusement, un peu comme une expression figurée dont le sens nous serait devenu obscur, et dont les dictionnaires n'ont pas gardé trace. Au bénéfice du doute, cette carte-là intègre notre cartothèque balzacienne.
60. Vol 15, p. 433.
61. Vol 17, p. 487.
62. Vol 13, p. 121.
63. Vol 12, p. 394.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

c'est dans un contexte guerrier. Ou plus exactement, les cartes servent à poser le décor de la guerre ; guerre réelle dans *Les Chouans* et *Une ténébreuse affaire*, guerre par métaphore dans *Le cousin Pons*.

Un imaginaire cartographique assez comparable se déploie dans une œuvre un peu plus tardive, qui elle aussi se distingue par la variété des milieux qu'elle met en scène et l'ampleur de son intrigue : *Les misérables*, de Victor Hugo (1862). Six chapitres des *Misérables* font mention de cartes de géographie[64]. L'un d'eux[65] est encore une référence à la Carte de Tendre (dite « carte du Tendre » dans le texte). Deux autres chapitres[66] mentionnent « une vieille carte de France sous la République » affichée au mur de l'arrière-salle du café où se réunissent les révolutionnaires avant l'insurrection de juin 1832. La carte sert ici d'icône de la nation, et est le prétexte d'un éloge de Napoléon par Marius[67]. Au chapitre I-7-1, Jean Valjean, sous l'identité de Monsieur Madeleine, consulte une carte routière pour calculer la distance entre Montreuil-sur-Mer et Arras, où il s'apprête à se rendre pour se dénoncer et sauver Champmathieu, qui a été arrêté à sa place :

« Puis il rentra à la mairie, et le garçon de bureau le vit examiner avec attention une carte routière de France qui était suspendue dans son cabinet. Il écrivit quelques chiffres au crayon sur un papier. »

Les chiffres qu'il note sont les nombres de lieues entre les relais de poste sur la route entre Montreuil-sur-Mer et Arras. Un peu plus tard, les chiffres notés par Valjean suffisent à Scaufflaire, à qui il loue un cheval et une voiture, à déduire sa destination[68]. Comme dans *Tristram Shandy*, c'est une carte à petite échelle[69] qui est utilisée pour préparer un voyage, même sur une distance assez courte (20 lieues, soit environ 80 km).

Les deux autres chapitres où apparaissent des cartes concernent la bataille de Waterloo. Dans le chapitre II-1-7, « Napoléon de belle humeur », Napoléon est encore une fois représenté en train de consulter une carte, en l'occurrence celle du champ de bataille de Waterloo. Quant au

64. La recherche des occurrences a été effectuée sur le texte définitif du roman, tel qu'il a été publié en ligne par le groupe Hugo, de l'université de Paris VII, au moyen de l'outil proposé sur site : < http://groupugo.div.jussieu.fr/Recherches_indexees/Querymiserables.aspx >.
65. IV-12-6, « En attendant ».
66. III-4-1, « Un groupe qui a failli devenir historique » et III-4-5, « Élargissement de l'horizon ».
67. III-4-5 : « Il se leva, il marcha lentement vers la carte de France étalée sur le mur et au bas de laquelle on voyait une île dans un compartiment séparé, il posa son doigt sur ce compartiment, et dit : – La Corse. Une petite île qui a fait la France bien grande. »
68. I-7-2, « Perspicacité de Maître Scaufflaire ».
69. Les cartes routières, au XIXe siècle, pouvaient avoir une échelle de l'ordre du millionième. Elles figuraient les liaisons entre localités, avec un système indiquant les distances (soit directement par des chiffres, soit par des pointillés). On en trouve encore, parfois pliées et protégées par une reliure de carton, chez les antiquaires.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

chapitre II-1-2, « Hougomont », il présente un secteur particulier du site de la bataille, la ferme d'Hougomont. Le décor est ainsi planté :

« Hougomont, vu sur la carte, en plan géométral, bâtiments et enclos compris, présente une espèce de rectangle irrégulier dont un angle aurait été entaillé. »

De tous les lieux décrits par Hugo dans *Les misérables*, celui-là seul l'est par référence à sa carte. Le statut de ce passage est un peu particulier dans le roman. Hugo s'y met lui-même en scène comme « un passant, celui qui raconte cette histoire »[70], lors d'une visite qu'il fait sur le champ de bataille en 1861. Le coup d'œil explicitement cartographique dont l'aspect scientifique est renforcé par la mention du plan géométral (en vue verticale et non en perspective), peut s'interpréter à la fois comme une évocation de l'écrivain se documentant pour son roman et comme une façon d'adopter le coup d'œil du général avant la bataille. Le regard cartographique contribue à instaurer une atmosphère militaire. C'est la réduction du terrain à sa géométrie presque abstraite qui est caractéristique de la conception de l'espace propre à la guerre moderne. Ce motif est d'ailleurs repris un peu plus loin[71], lorsque Napoléon, examinant la carte de Waterloo dit à Soult : « Joli échiquier ! ».

La comédie humaine et *Les misérables* donnent une image assez semblable de la façon dont les cartes pouvaient être perçues en France vers le milieu du XIXe siècle : un genre de document assez commun, mais fortement lié au monde militaire. Le fait que la carte soit commune ne signifie pas nécessairement qu'elle est familière à tous. Dans sa nouvelle *Un cœur simple*, publiée en 1877 mais dont l'action se situe dans la première moitié du XIXe siècle, Flaubert fait un portrait de Félicité, servante de Mme Aubain, bourgeoise de Pont-l'Evêque. Son neveu s'embarque comme mousse pour La Havane. Félicité cherche à savoir où se trouve La Havane, et interroge M. Bourais, un ancien avoué qui gère les propriétés de Mme Aubain :

« Il atteignit son atlas, puis commença des explications sur les longitudes ; et il avait un beau sourire de cuistre devant l'ahurissement de Félicité. Enfin, avec son porte-crayon, il indiqua, dans les découpures d'une tache ovale, un point noir, imperceptible, en ajoutant « Voici. » Elle se pencha sur la carte ; ce réseau de lignes coloriées fatiguait sa vue, sans lui rien apprendre ; et Bourais l'invitant à dire ce qui l'embarrassait elle le pria de lui montrer la maison où demeurait Victor. Bourais leva les

70. II-1-1, « ce qu'on rencontre en venant de Nivelles ».
71. II-1-7.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

bras, il éternua, rit énormément ; une candeur pareille excitait sa joie ; et Félicité n'en comprenait pas le motif, – elle qui s'attendait peut-être à voir jusqu'au portrait de son neveu, tant son intelligence était bornée ! »

Félicité est ici comme le paysan d'Aristophane. Son incapacité à lire la carte est le signe de sa simplicité, et le symbole du caractère extrêmement borné de son monde. À l'époque de Flaubert, ce type d'ignorance semble hors norme. Curieusement, dans *Bouvard et Pécuchet*, la perplexité face aux cartes de Victor, un orphelin que les deux amis se mêlent d'éduquer, est exprimée presque dans les mêmes termes : « Au moyen d'un atlas, Pécuchet lui exposa l'Europe. Mais ébloui par tant de lignes et de couleurs, il ne retrouvait plus les noms. »[72]. Flaubert, cependant, n'envisage pas les cartes uniquement comme révélateur de l'innocence de ses personnages. Il n'ignore pas non plus l'association des cartes avec la chose militaire, puisque, lorsque Bouvard et Pécuchet se piquent d'histoire et forment le projet d'écrire une vie du Duc d'Angoulême[73], parmi les quelques vignettes qu'ils retiennent comme représentatives des épisodes marquant de sa vie, figure celle-ci : « Il s'assoit au pied d'un chêne, déploie une carte, médite... ». Il y a sans doute là une pointe d'ironie, tant le cliché est commun. Dans *Madame Bovary*, pour Emma, un plan de Paris trompe l'ennui de la province en fournissant un support à ses rêveries[74] :

« Elle s'acheta un plan de Paris, et, du bout de son doigt, sur la carte, elle faisait des courses dans la capitale. Elle remontait les boulevards, s'arrêtant à chaque angle, entre les lignes des rues, devant les carrés blancs qui figurent les maisons. Les yeux fatigués à la fin, elle fermait ses paupières, et elle voyait dans les ténèbres se tordre au vent des becs de gaz, avec des marchepieds de calèches, qui se déployaient à grand fracas devant le péristyle des théâtres. »

On s'étonne presque de ne pas rencontrer plus souvent ce genre de scène dans les grands romans classiques du XIXe siècle, tant les cartes semblent propres à servir de support à tous les voyages imaginaires.

Les romans français attachés à des peintures psychologiques ou sociales sont assez peu préoccupés de cartes. Il en va de même dans la littérature britannique. Chez Jane Austen ou Charles Dickens, les cartes sont rarement plus que des éléments du décor. Ces œuvres, parce qu'elles forment une somme sur la société de leur époque, offrent des indications

72. Gustave Flaubert, *Bouvard et Pécuchet*, Paris, A. Lemerre, 1881, Chapitre 10.
73. *Bouvard et Pécuchet*, *op. cit.*, Chapitre 4.
74. Gustave Flaubert, *Madame Bovary, mœurs de province*, Paris, M. Lévy frères, 1857, Chapitre 9.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

sur la place des cartes dans la culture de leur époque. Elles ne contribuent pas à proprement parler à construire un imaginaire cartographique.

On voit émerger cet imaginaire dans la seconde moitié du XIXe siècle, avec le développement d'une littérature d'aventure relatant des voyages. Tous les récits de voyages et tous les romans d'aventure ne mettent pas nécessairement en scène des cartes. *Moby Dick* (Herman Melville, 1851), si on peut l'apparenter à cette catégorie, en est remarquablement dépourvu. Au contraire, parlant de l'île natale de Queequeg, le narrateur affirme qu'« elle n'est sur aucune carte ; les vrais lieux n'y figurent jamais »[75]. Cette affirmation énigmatique est susceptible de bien des interprétations. Elle fait de la quête de la baleine blanche un voyage étranger au monde mesuré des cartes de géographie. Les cartes de marine, cependant, y sont importantes. Le capitaine Achab se penche chaque nuit sur ses cartes[76], mais celles-ci, loin d'être les documents à l'autorité établie par la rigueur de la mesure et du calcul, sont un labyrinthe (*maze*) sans cesse redessiné par les annotations du capitaine qui cherche à prévoir les déplacements de la baleine blanche[77].

C'est surtout avec Jules Verne et Stevenson qu'un imaginaire cartographique littéraire s'affirme en Europe. Dès le début de *Cinq semaines en ballon* (1863), premier roman de ses *Voyages extraordinaires*, la question cartographique est au cœur de l'intrigue, puisque le but de l'expédition est de faire progresser la « cartologie » de l'Afrique[78]. Les références aux cartes y sont fort nombreuses ; le chapitre 5 presque entier est consacré à une répétition sur la carte du voyage envisagé. Le roman, entre autres thèmes, établit un parallèle entre le regard surplombant des passagers d'un ballon et le regard cartographique :

« Je vole avec la rapidité de l'ouragan tantôt au plus haut des airs, tantôt à cent pieds du sol, et la carte africaine se déroule sous mes yeux dans le grand atlas du monde ! »[79]

Par une sorte de renversement de l'image ordinaire, c'est ici le paysage qui évoque la carte et non l'inverse[80]. Pour Verne, il existe une fluidité dans

75. "*It is not down in any map; true places never are*" ; *Moby Dick*, New York, Harper & brother publishers, 1851, Chapitre 12.
76. *Ibid.*, Chapitre 44.
77. Sur la géographie de *Moby Dick*, voir [Bulson, 2009].
78. Jules Verne, *Cinq semaines en ballon, voyage de découverte en Afrique par trois Anglais, rédigé sur les notes du docteur Ferguson*, Paris, J. Hetzel, 1863, Chapitre 1.
79. Chapitre 3.
80. C'est un exemple précoce du renversement du sens de la métaphore entre technique et nature. Le référent premier est la technique, et la nature est décrite par analogie avec elle. Cette figure est très utilisée par William Gibson.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la circulation entre l'imaginaire et la carte. L'explorateur qui s'imagine voir la carte en survolant le paysage est l'image inversée de Verne lui-même (et de son lecteur), dont les rêveries sur les cartes inspirent les romans. Verne a déclaré lui-même : « je crois vraiment que c'est ma passion pour les cartes et les explorateurs du monde entier qui m'a amené à rédiger le premier de ma longue série de romans géographiques »[81]. Pour Verne, la carte n'est pas seulement un support sur lequel l'imagination peut broder, c'est aussi un symbole de la science et de la technique du XIXe siècle. Il y a chez Verne une gourmandise du chiffre (ses romans en sont pleins), qui se délecte notamment des latitudes et longitudes. La carte pour Verne a ceci de satisfaisant qu'elle contente à la fois le géomètre et le poète.

L'autre grand auteur de l'imaginaire cartographique de la fin du XIXe siècle est Robert Louis Stevenson, en particulier avec son roman *L'île au trésor* (1883). Dans ce roman dont l'action se situe au XVIIIe siècle, c'est une carte au trésor, prototype d'une longue lignée de cartes fictives, qui est au centre de l'intrigue. Cette carte est bien une carte scientifique, « la carte d'une île, avec latitude et longitude, hauteur des fonds, nom des reliefs, des baies, des chenaux »[82]. Cependant, contrairement à Verne, Stevenson n'est pas spécialement intéressé par l'aspect scientifique de la carte : il est fasciné par le support à l'imaginaire que procure la carte. Tandis que Verne partait de cartes réelles, quitte à en combler les blancs ou à les modifier pour servir ses desseins romanesques, Stevenson a expliqué que son *Île au trésor* est d'abord née du dessin d'une carte fictive, et, à cette occasion, a expliqué sa passion pour les cartes :

« On me dit qu'il y a des gens qui n'aiment pas les cartes, et j'ai peine à le croire. Les noms, le contour des forêts, le tracé des routes et des rivières, les traces de l'homme préhistorique, toujours visibles par monts et par vaux, les moulins et les ruines, les étangs et les bacs, et peut-être le menhir, le cercle de pierres druidiques sur la lande ; voilà un sujet d'intérêt inépuisable pour quiconque a des yeux pour voir ou deux sous d'imagination pour comprendre ! » [83]

81. Entretien cité par [Minerva, 2003, p. 25]. Sur les rapports entre Jules Verne et la science géographique, voir [Humeau, 1995], et [Dupuy, 2011].
82. "*the map of an island, with latitude and longitude, soundings, names of hills and bays and inlets*", *Treasure Island*, Leipzig, B. Tauchnitz, 1884, Chapitre 6.
83. "*I am told there are people who do not care for maps, and find it hard to believe. The names, the shapes of the woodlands, the courses of the roads and rivers, the prehistoric footsteps of man still distinctly traceable up hill and down dale, the mills and the ruins, the ponds and the ferries, perhaps the Standing Stone or the Druidic Circle on the heath; here is an inexhaustible fund of interest for any man with eyes to see or twopence-worth of imagination to understand with!*" [Stevenson, 2010, p. 64].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Cet imaginaire cartographique est assez différent de celui de Jules Verne, à la fois par l'échelle et par la nature. Quand Jules Verne, du moins dans *Cinq semaines en ballon*, envisage la carte à l'échelle d'un continent, Stevenson se penche sur la carte à grande échelle. Le genre de carte qu'il décrit correspond davantage à la feuille de l'Ordnance Survey map qu'à la page d'atlas. Verne s'intéresse à l'étendue à parcourir et à explorer, Stevenson au foisonnement du détail, au potentiel romanesque du microcosme cartographique. La curiosité des deux écrivains est d'une nature différente. Jules Verne se tourne plus volontiers vers les blancs de la carte, pour les combler par l'imagination ; Stevenson est hypnotisé par la prolifération des signes. Pour Jules Verne, la carte est la réponse ; pour Stevenson, c'est une énigme à déchiffrer : le X qui marque l'emplacement du trésor symbolise l'inconnue de son équation cartographique.

Cette approche différente explique le style différent, souligné par Christian Jacob[84], des cartes insérées dans les éditions de *L'île au trésor* et de *L'île mystérieuse* de Jules Verne : assez vraisemblable et relativement simple dans le cas de Jules Verne, moins plausible et plus compliquée chez Stevenson[85]. Même si la carte de Stevenson n'est pas réaliste, elle correspond, dans la version qui est décrite plus que dans celle qui est publiée, à un style cartographique identifiable : celui de la carte topographique à grande échelle. Quoique la carte de l'île au trésor joue évidemment sur l'exotisme, la fascination de Stevenson pour les cartes n'est pas nécessairement liée à l'exotisme. Stevenson est moins intéressé par la géographie en elle-même que par l'histoire, ou les histoires, dont les traces peuvent se lire, ou s'imaginer, sur la carte. Il y a une parenté entre la contemplation de la carte et l'attitude du romancier. Le regard vertical est l'équivalent de l'omniscience du narrateur de roman.

Contrairement à Jules Verne, Stevenson n'a pas persisté dans la fiction cartographique. L'un comme l'autre ont cependant contribué à établir la carte parmi les éléments importants de l'imaginaire romanesque. Le roman d'exploration connaît probablement son apogée avec Jules Verne. L'époque est aux grandes explorations des masses continentales, en Afrique, en Amérique du Sud. Lorsque les zones en blanc reculent sur les cartes et que les voyages lointains ne sont plus réservés aux explorateurs,

84. [Jacob, 1992, p. 368].
85. C'est l'opinion de Jacob. On peut tout aussi bien trouver à l'îe Lincoln, décor du roman de Jules Verne, un je-ne-sais-quoi, peut-être un excès d'élégance dans la qualité presque calligraphique des courbes de son pourtour, qui trahit la main de l'artiste. L'île mystérieuse est un cas de carte (fictive) à grande échelle chez Jules Verne. La cartographie est l'un des enjeux du roman. Sur la carte de L'Île mystérieuse, voir également [Fontanabona, 2012].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le romanesque géographique à la Jules Verne, quoique toujours séduisant, perd un peu de son caractère extraordinaire.

La fascination cartographique pour le lointain, cependant, est décrite par d'autres auteurs. On la trouve par exemple exprimée de façon particulièrement frappante chez Conrad, dans *Le cœur des ténèbres*. Marlow, le personnage dont le récit forme l'essentiel de ce court roman, explique ainsi l'origine de sa vocation de marin :

« C'est que tout gamin, j'avais la passion des cartes. Je pouvais rester des heures à regarder l'Amérique du Sud, ou l'Afrique, ou l'Australie, perdu dans des rêves d'exploration. À cette époque, il restait beaucoup d'endroits en blanc sur la Terre, et quand j'en trouvais un sur une carte qui avait l'air spécialement tentant (mais ils l'étaient tous) j'y posais le doigt et je disais : "quand je serai grand, j'irai là". Le pôle Nord était un de ces endroits, je m'en souviens. Eh bien, je n'y suis pas allé, et je n'essayerai même pas maintenant. Ça a perdu son charme. »[86]

Ce type de rêverie cartographique correspond aux propres souvenirs de Conrad[87]. On sent déjà ici pointer la nostalgie d'un monde qui n'était pas encore entièrement cartographié. Le blanc des cartes a été remplacé par les couleurs du partage colonial de l'Afrique, comme le constate Marlow en regardant une carte affichée dans le bureau où il se fait recruter pour naviguer sur le Congo :

« Une grande carte magnifique, avec toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Il y avait une bonne dose de rouge, et ça fait toujours plaisir à voir, parce qu'on est sûr que là, on fait du bon boulot, un sacré morceau de bleu, un peu de vert, des taches oranges, et, sur la côte est, un bout de mauve, pour montrer où les joyeux pionniers du progrès boivent leurs joyeuses bières blondes. »[88]

86. "*Now when I was a little chap I had a passion for maps. I would look for hours at South America, or Africa, or Australia, and lose myself in all the glories of exploration. At that time there were many blank spaces on the earth, and when I saw one that looked particularly inviting on a map (but they all look that) I would put my finger on it and say, 'When I grow up I will go there.' The North Pole was one of these places, I remember. Well, I haven't been there yet, and shall not try now. The glamour's off.*" (Chapitre 1).

87. Ces souvenirs sont rapportés dans l'autobiographie de Conrad (*A Personal Record*, New York, Harper & Brothers Publishers, 1912), et dans le texte "Geography and Some Explorers", publié dans le volume *Last Essays* (1926). Voir également [Ho, 2007].

88. "*a large shining map, marked with all the colors of a rainbow. There was a vast amount of red-good to see at any time, because one knows that some real work is done in there, a deuce of a lot of blue, a little green, smears of orange, and, on the East Coast, a purple patch, to show where the jolly pioneers of progress drink the jolly lager-beer.*" (*Heart of Darkness*, Blackwood's Magazine, 1899, Chapitre 1).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Cette mosaïque colorée est probablement, pour la mappemonde, l'image qui a dominé tout le XXe siècle, contribuant à enfermer l'imaginaire géopolitique dans ce cadre réducteur[89], jusqu'à ce que le globe virtuel de Google Earth la supplante comme icône géographique dominante. Cette mosaïque colorée fait écho au blanc des cartes du premier passage cité, et elle marque un aboutissement dans le processus de cartographie scientifique du monde qui s'ouvre avec les grandes découvertes de la Renaissance. Du point de vue européen, le monde s'engage à la Renaissance dans une période d'expansion spatiale ; il s'agrandit à mesure que de nouvelles terres sont explorées. Cette période s'achève vers la fin du XIXe siècle, à la fois par les dernières grandes explorations et par le partage de l'Afrique par les Européens qui soumettent le continent à l'ordre étatique et cartographique commun. Désormais parcouru par les vapeurs et encerclé des câbles du télégraphe, le monde ne peut plus que rétrécir. L'écart entre le rêve sur le blanc des cartes et la réalité brutale, quelques années plus tard, de la colonisation européenne de l'Afrique est exprimée par Conrad dans ses souvenirs, lorsqu'il évoque le moment où il s'est lui-même retrouvé sur le Congo, au point où, enfant, il avait posé le doigt sur le blanc au cœur de la carte africaine :

« Une grande mélancolie s'abattit sur moi. Oui, c'était l'endroit exact. Mais nul ami ténébreux à mes côtés dans l'immensité de la nuit sauvage, aucun souvenir glorieux pour me hanter, que le rappel prosaïque d'un misérable coup médiatique[90], et la conscience amère de la plus vile ruée au pillage qui ait jamais déshonoré l'histoire de la morale humaine et de l'exploration géographique. »[91]

L'achèvement de la cartographie du globe coïncide avec le triomphe de l'État comme forme d'organisation territoriale unique, ou plus exactement de l'État et des empires coloniaux. La nostalgie de Conrad est autant celle de l'inexploré que celle des espaces qui n'étaient pas encore soumis à la rapacité du commerce moderne. Avec la fin des grandes explorations et

89. Cette représentation cartographique est non seulement fort peu apte à rendre compte d'une réalité sociale, économique, ou culturelle dont le cadre de déploiement ne serait pas l'État, mais de plus, elle domine tant l'imaginaire géographique qu'elle est une entrave à la réflexion sur ces phénomènes. [Retaillé, 1996].

90. Les expéditions du journaliste Stanley, en particulier celle de 1871 pour retrouver Livingstone [Walder, 2002, p. 290]. Conrad situe sa résolution d'enfant en 1868, et a voyagé au Congo en 1890.

91. "*A great melancholy descended on me. Yes, this was the very spot. But there was no shadowy friend to stand by my side in the night of the enormous wilderness, no great haunting memory, but only the unholy recollection of a prosaic newspaper 'stunt' and the distasteful knowledge of the vilest scramble for loot that ever disfigured the history of human conscience and geographical exploration*", "Geography and Some Explorers", *Last Essays*, *op. cit.*, p. 25.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la disparition presque complète des espaces blancs, la cartographie au début du XXe siècle franchit une étape. Cette transformation est à la fois l'instrument et le symptôme d'une forme de mondialisation fondée sur l'extension des empires, les progrès des transports et des communications.

La carte comme objet d'enquête n'est pas sujette aux mêmes mutations de son sens. Elle prospère, en particulier dans le roman policier. Arthur Conan Doyle, par exemple, en use de plusieurs façons : carte au trésor dans *Le signe des quatre* (1890), carte à grande échelle comme instrument d'enquête dans *Le chien des Baskerville* (1902). Dans ce dernier cas, c'est une feuille de la carte de l'Ordnance Survey qui sert de premier terrain d'investigation. L'imaginaire cartographique, dans ce cas, n'est pas lié au support à la rêverie offert par la carte, comme c'était le cas chez Stevenson, mais au pouvoir que confère la précision de la vision cartographique. C'est une variante du regard stratégique du militaire, transposé dans le domaine policier.

CARTES ET LITTÉRATURE AU XXe SIÈCLE

Le XXe siècle est caractérisé par un renforcement et un élargissement de l'imaginaire cartographique. Jules Verne, Stevenson et quelques-uns de leurs héritiers sont des auteurs extrêmement populaires. Ils contribuent à diffuser la vision romanesque de la cartographie. La géographie en général se formalise en discipline structurée, notamment en France. Les cartes elles-mêmes deviennent plus communes par le biais de l'école, de la baisse des coûts de l'imprimé, de la démocratisation des voyages grâce au chemin de fer, etc. Aux États-Unis en particulier, la généralisation de la galvanoplastie à la cire[92] pour les impressions cartographiques après 1850, beaucoup moins coûteuse que les techniques antérieures à plaque de cuivre, autorise une diffusion beaucoup plus large des cartes en tous genres. Ce procédé permet d'industrialiser l'impression des cartes. L'emploi d'un personnel moins spécialisé, la difficulté à reproduire les demi-tons, et peut-être le désir de simplifier des cartes destinées à un large public conduisent à une production qui diverge notablement de l'esthétique des cartes européennes de l'époque : un relief simplifié, une toponymie abondante, une typographie relativement peu variée amène

92. Formation du relief d'impression par électrolyse métallique sur un support de cire rendu conductrice par dépôt d'un matériau conducteur en surface. Ce procédé est bien adapté à des travaux qui mêlent dessin au trait et emploi de caractères mobiles.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

certains historiens de la cartographie à porter un jugement assez négatif sur la qualité de la cartographie américaine des années 1850 aux années 1950, période pendant laquelle la galvanoplastie à la cire domine la production. Cependant, le faible coût permet une large diffusion des cartes. La société Rand McNally, fondée au milieu du XIXe siècle, grâce à une politique de distribution agressive et imaginative (souscriptions, vente dans les gares, avec les journaux, etc.), devient l'un des premiers producteurs de cartes et d'atlas (ces derniers couvrant surtout le territoire national). Ces documents cartographiques connaissent ainsi une importante diffusion dans les foyers de la classe moyenne[93] et contribuent à construire une culture cartographique populaire.

Ces différentes mutations ont pour conséquence une imprégnation croissante de l'univers mental européen et américain par la cartographie. Les deux grandes sommes romanesques de la première moitié du XXe siècle, *À la recherche du temps perdu* (1913-1927) et *Ulysse* (1922), en portent toutes deux témoignage.

Les cartes, au sens géographique, ne sont pas très présentes dans *À la recherche du temps perdu* : 12 références[94], majoritairement dans le cadre de métaphores, d'images diverses, ou de comparaisons. Si l'on considère que l'édition parue chez Gallimard (Bibliothèque de la Pléiade) d'*À la recherche du temps perdu* occupe, généreux appareil critique compris, quatre volumes, quand celle de *La comédie humaine* en compte douze, on peut affirmer que Proust est davantage imprégné de cartographie que ne l'était Balzac. C'est également sensible dans la multiplication des métaphores et des comparaisons mettant en jeu des cartes. Dire « la carte », par exemple « de France » est une façon ordinaire de désigner le territoire français. Ce sont ces apparitions de cartes au détour d'une phrase, davantage que les quelques cartes matérielles qui apparaissent çà et là[95], qui démontrent les progrès de l'imaginaire cartographique. Cette imprégnation cartographique s'accompagne d'une conscience précise de la réalité géographique[96]. Par exemple, le narrateur, en voyage à Venise, note que :

93. [Schulten, 2001, pp. 23-28].
94. Décompte effectué à partir du texte de l'édition originale disponible en ligne : < http://alarecherchedutempsperdu.org/ >.
95. L'une d'elles est une carte de la forêt de Compiègne sur laquelle Swann passe ses journées penché lorsqu'Odette est à Pierrefonds, où il ne peut l'accompagner : « Il passait ses journées penché sur une carte de la forêt de Compiègne comme si ç'avait été la carte du Tendre » (*Un amour de Swann*). On constate une fois de plus l'étonnante vitalité de l'allégorie de Mme de Scudéry.
96. Voir [Ferré, 1939] pour une étude plus générale de la géographie proustienne.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

« Dans le bassin de l'arsenal, à cause d'un élément scientifique lui aussi, la latitude, il y avait cette singularité des choses qui, même semblables en apparence à celles de notre pays, se révèlent étrangères, en exil sous d'autres cieux ; je sentais que cet horizon si voisin, que j'aurais pu atteindre en une heure, c'était une courbure de la Terre tout autre que celle des mers de France, une courbure lointaine qui se trouvait, par l'artifice du voyage, amarrée près de moi »[97]

La référence à « un élément scientifique » (un passage précédent parlait de la décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène)[98] est intéressante : la perception de l'espace, par l'allusion à la latitude, passe par le prisme de la géodésie. La mention de la latitude en elle-même n'a rien d'inhabituel dans un contexte littéraire : à l'occasion, Balzac parle de latitude (et éventuellement de longitude), mais c'est soit par dérision, soit par allusion à la navigation, ou encore en référence à la théorie des climats. Ici, Proust traduit une expérience sensible en termes de technique cartographique, comme pourrait le faire, dans un contexte différent, un personnage de Jules Verne. Cela dénote, au moins en cette circonstance, un mode de perception de l'espace influencé par la science géodésique, si élémentaire soit-elle. La référence épisodique à la cartographie chez Proust peut se comprendre comme un élément des nombreuses références à la science en général (astronomie, optique, physique) qui jalonnent le roman. *À la recherche du temps perdu* est, explicitement, sinon une entreprise scientifique au sens classique, au moins un projet lié à la connaissance (de la psychologie, de la société, etc.) : un narrateur différent du narrateur principal, qui intervient à deux reprises dans le roman, et qui représente l'auteur, désigne le texte d'*À la recherche du temps perdu* sous l'appellation singulière de « ma démonstration »[99]. Les analogies entre les observations sur la société ou la psychologie et des observations scientifiques s'inscrivent dans ce projet global, où la cartographie occupe une place marginale.

97. *Albertine disparue*. On conserve le découpage, le texte et les titres de la première édition, qui diffèrent légèrement de l'édition plus récente par Jean-Yves Tadié pour la collection Bibliothèque de la Pléiade.
98. Le texte de l'édition Folio, identique à celui de la première édition dans la collection Bibliothèque de la Pléiade établi par André Ferré et Pierre Clarac, parle curieusement « d'hydrogène et d'azote » (p. 325).
99. « Dans ce livre, où il n'y a pas un seul fait qui ne soit fictif, où il n'y a pas un seul personnage « à clefs », où tout a été inventé par moi selon les besoins de ma démonstration [...] », *Le temps retrouvé*, p. 197 de l'édition Folio. L'autre intervention de ce second narrateur est au début de *La prisonnière*, lorsqu'il est question du prénom du narrateur (p. 86 de l'édition Folio).

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Une forme de sensibilité cartographique est bien présente chez Proust, même si elle n'est pas la caractéristique la plus saillante de son écriture. Ce trait est plus affirmé chez Joyce, pour plusieurs raisons. *Ulysse* calque sa structure sur celle de l'*Odyssée*. Les trajets dans Dublin de Leopold Bloom, au cours d'une journée, se superposent aux épisodes de l'errance d'Ulysse. *Ulysse* est donc, entre autres choses, un roman sur l'espace. Mais à vingt-sept siècles de distance, la nature de l'espace a profondément changé. La géographie de l'*Odyssée* est celle, incertaine et fantastique, d'un monde sans carte. Au contraire, le Dublin du 16 juin 1904, moment de l'action du roman, est un espace sur-cartographié : les Anglais ont expérimenté d'abord en Irlande, à partir de 1824, la cartographie à très grande échelle (6 pouces par mile, soit 1/10560) avant de l'étendre au reste des îles Britanniques[100]. Cette carte, levée pour des raisons fiscales, a nécessité un travail de terrain extrêmement visible des soldats de l'Ordnance Survey, et a constitué un acte de colonisation qui a marqué les Irlandais[101]. La question de la cartographie est donc particulièrement sensible en Irlande.

Joyce a déclaré avoir eu l'ambition de récréer dans *Ulysse* une image si précise de Dublin que, la ville viendrait-elle à disparaître, on pourrait la reconstruire à partir du roman[102]. Il utilise lors de la rédaction une documentation cartographique extrêmement précise, sans doute d'origine anglaise, en particulier pour la rédaction de l'épisode des « Rochers errants »[103]. Frank Budgen, ami de Joyce, rapporte que « voir Joyce travailler sur les "Rochers errants", c'était voir [...] un géomètre avec un théodolite et une

100. [Andrew, 2002].
101. [Smith, 2003, p. 71]. Les ingénieurs géographes chargés des levées topographiques affrontaient parfois l'hostilité de la population et travaillaient sous protection militaire. La nature exacte de l'activité des ingénieurs n'était pas nécessairement claire pour les habitants. [Hewitt, 2011, p. 252]. Dans son étude très détaillée de la production de la carte d'Irlande au XIXe siècle, [Andrews, 2001], signale également l'opposition des habitants (p. 43). Cependant, celle-ci semble s'être manifestée surtout au début de l'entreprise, ou lors de levées effectuées sur des propriétés privées, sans lien, dans ce cas, avec un sentiment national. Après la publication des premières feuilles, l'entreprise cartographique, sans cesser tout à fait d'être critiquée, est plutôt appréciée favorablement (p. 94). La pièce de théâtre de Brian Friel *Translations* (1980) met en scène un épisode fictif de la levée de la carte irlandaise, présentée comme une entreprise coloniale violente, en particulier par la modification de la toponymie. Il s'agit là plutôt d'une relecture contemporaine que d'une reconstitution historique. Bulson [2001, p. 91] attribue à la pièce de Friel la vision contemporaine de la cartographie de l'Irlande comme une étape importante de la colonisation britannique.
102. Cité par [Hegglund, 2012, p. 85].
103. [Hegglund, 2012, p. 86]. Les épisodes du roman n'ont pas de titre, mais l'usage est de les nommer d'après des personnages ou des épisodes de la mythologie grecque liés à l'*Odyssée*, selon un système de correspondances dont Joyce lui-même a fourni les clés. Les analyses de Hegglund, que l'on suit plus ou moins ici, du moins pour l'épisode des « Rochers errants », sont proches de celle de Bulson [2006, pp. 65-84].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

chaîne d'arpenteur »[104]. Ce chapitre décrit les faits et gestes, anodins pour la plupart, d'un certain nombre de personnes, ou groupes de personnes à Dublin, le 16 juin 1904, vers 15 heures (ces indications sont précisément données dans le texte). Le chapitre est formé d'une série de 19 vignettes, de longueur variable. Certains événements apparaissent dans plusieurs vignettes, soit parce que les personnages se croisent, soit parce que de courts passages d'une vignette sont interpolés dans une autre. Les différentes vignettes correspondent à des actions plus ou moins simultanées. Plusieurs décrivent des trajets, en particulier la première, trajet d'un ecclésiastique, et la dernière, parcours d'un cortège officiel. Les indications de lieu sont très nombreuses et précises, et la simultanéité des actions soulignée par les interférences entre les vignettes donne l'impression de saisir un moment de la vie de Dublin sous de multiples points de vue.

La construction cartographique sous-jacente transparaît à travers la minutie dans la description des itinéraires, au point d'inviter à la reconstruction cartographique[105]. Joyce propose, sous forme littéraire, une cartographie alternative de Dublin, en mobilisant la cartographie coloniale[106] (lors de l'écriture) pour se la réapproprier en la reconstruisant à l'intérieur du récit et en faisant non l'enregistrement froid de l'espace soumis par la puissance coloniale, mais un territoire défini par les trajectoires de ses habitants. Mais cette reconstruction à hauteur d'homme élimine le point de vue vertical de la carte d'origine, de sorte que sans aide cartographique, le lecteur étranger à Dublin est rapidement égaré entre ces rochers errants.

La possibilité d'une équivalence entre la carte et le texte, ou du moins la suggestion que l'on peut passer de manière fluide de l'une à l'autre, est présentée dans un autre passage d'*Ulysse*, « Éole ». Cet épisode se déroule vers midi dans les locaux du *Freeman's Journal*, quotidien nationaliste. Au milieu d'une cacophonie de discussions croisées, Myles Crawford, directeur du journal, raconte comment un journaliste a été capable de transmettre par câble à un quotidien new-yorkais, le *New York World*, les détails sur un double assassinat commis quelques années plus tôt par des nationalistes. Le journaliste a utilisé une publicité parue dans un ancien numéro du *Freeman's Journal* et que possédait le *New York World* pour transmettre une carte des lieux du crime, en utilisant les lettres de l'annonce

104. Cité par Hegglund, *op. cit.*, p. 86.
105. Cela a en effet été tenté, et accompli plusieurs fois. Voir par exemple [Seidel, 1986], ou, avec des moyens plus modernes : < http://hjs.ff.cuni.cz/archives/v7/essays/gunn.htm >.
106. Sur les sources cartographiques exactes de Joyce, voir [Bulson, 2009, p. 77].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

publicitaire comme des repères pour placer les différents éléments[107]. Cette métamorphose d'un texte en carte, chez un auteur aussi épris d'énigmes et de codes que Joyce, peut s'entendre comme une suggestion du potentiel cartographique de tout texte en général, et d'*Ulysse* en particulier.

Il est impossible de dire si cette lecture de Joyce est historiquement correcte, c'est-à-dire si Joyce a consciemment construit une critique d'une cartographie coloniale. Les conditions de rédaction du chapitre, le contexte particulier de l'Irlande, le fait que l'identité irlandaise soit un des thèmes importants dans le roman, sont autant d'éléments qui rendent cette hypothèse vraisemblable. Et pourtant, une telle lecture aurait été peu probable avant les années 1990. Les études plus anciennes sur la géographie de Joyce sont plutôt consacrées à en démontrer la précision[108]. Les études qui envisagent la cartographie joycienne comme une tentative de critiquer ou de se réapproprier la cartographie coloniale sont publiées dans les années 2000[109]. Elles correspondent à une floraison des études postcoloniales, et arrivent dans le sillage de l'approche critique de la cartographie. Le dernier tiers du XXe siècle voit en effet le développement d'études assez nombreuses sur la cartographie, en particulier pour souligner que les cartes de toutes natures, loin d'être des instruments neutres d'enregistrement d'une réalité spatiale, sont des signes de relations de pouvoir et des vecteurs d'idéologies (voir plus loin). L'interprétation de l'épisode des « Rochers errants » en termes de cartographie contestataire est probablement autant révélatrice de l'imaginaire cartographique des universitaires d'aujourd'hui que de celui de Joyce.

CARTES ET CINÉMA

L'imaginaire cartographique qui se déploie dans les œuvres de fiction de la seconde moitié du XXe siècle est, généralement, plus conventionnel et plus simple, du moins jusqu'à ce que les techniques géonumériques viennent bouleverser les conceptions et les usages de la carte. Le cinéma est un vecteur important de cet imaginaire : il partage avec la carte la caractéristique d'être, au moins en partie, une technique de la vision. De manière encore

107. "*B is parkgate. Good.*[...] *T is viceregal lodge. C is where murder took place. K is Knockmaroon gate.*"« B, c'est la grille du parc. Bon.[...] T, c'est la résidence du vice-roi. C c'est le lieu du meurtre. K c'est Knockmaroon gate. »
108. Par exemple [Seidel, 1986].
109. [Bulson, 2001], [Hegglund, 2003], qui sont, essentiellement, des premières versions des études publiées en volume et déjà citées.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

plus nette que la littérature, le cinéma est préoccupé d'espace. Enfin, parce qu'il peut toucher un très large public, il participe à la construction d'un imaginaire commun très largement partagé. Les rapports entre le cinéma et la carte sont riches et complexes dans la mesure où il s'agit de deux modes d'enregistrement et d'exploration de l'espace qui sont amenés à dialoguer de multiples façons, et cela au sein même du médium cinématographique. Cette question générale dépasse notre propos[110]. Il s'agit ici, plus spécifiquement, de comprendre en quoi le cinéma peut contribuer à inventer, à enrichir ou à diffuser un imaginaire cartographique.

Les cartes sont très nombreuses au cinéma : accessoires de l'intrigue, éléments du décor, artifice de narration (pour représenter un voyage), leurs usages sont multiples[111]. L'image mobile, les possibilités de montage, de transitions, autorisent des visualisations nouvelles, comme par exemple, au début de *Casablanca* (Michael Curtiz, 1942), lorsqu'un globe permet de localiser la France, puis lorsqu'une succession de cartes, avec des images en surimpression et une voix off précisant le contexte historique, situe le cadre de l'action. Ce type de visualisation cartographique anticipe ce qu'offre, 60 ans plus tard, l'interface des globes virtuels[112]. Malgré ces innovations visuelles, la majeure partie de l'imaginaire cartographique du cinéma constitue un prolongement de l'imaginaire qui s'est formé entre le XIXe et la première moitié du XXe siècle : cartes au trésor (les adaptations de *L'île au trésor* sont très nombreuses, sans compter les histoires de pirates qui en sont plus ou moins inspirées), cartes symbolisant le voyage, détectives, policiers et militaires en tous genres scrutant des cartes (un motif si éternel qu'on le retrouve à toutes les époques et dans tous les contextes, de *Cléopâtre*[113] à *La guerre des étoiles*[114]). Un film d'aventure comme *Les aventuriers de l'arche perdue*[115], en recyclant sur un mode légèrement ironique les principaux motifs du film d'aventure, ne manque pas de mettre en scène des cartes en abondance, et de toutes les façons : dans le décor, comme ellipse narrative pour le voyage, etc[116]. Cette

110. On pourra se reporter, pour avoir un aperçu des nombreuses questions posées par les rapports entre cartographie et cinéma, à un numéro de la revue *The Cartographic Journal* de 2009 (nº 46-1), consacré au « cinéma cartographique », ainsi qu'à l'ouvrage de 2009 de Tom Conley, *Cartographic Cinema*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2007.
111. [Caquard et Taylor, 2009].
112. [Caquard, 2009].
113. Joseph L. Mankiewicz, 1963.
114. George Lucas, 1977.
115. Steven Spielberg, 1981
116. [Conley, 2007], pp. 100-105.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

récapitulation nostalgique montre la persistance d'un certain romanesque cartographique que le cinéma perpétue et développe plus qu'il ne le crée.

Il existe cependant au moins un motif de l'imaginaire cartographique dont le cinéma peut revendiquer la création : il s'agit d'une variante de la carte militaire, la mappemonde de l'apocalypse dans la salle de commandement stratégique d'une grande puissance nucléaire, ordinairement les États-Unis, la "*war room*"[117], dont l'archétype est celle mise en scène par Kubrick dans *Docteur Folamour* (1964). Dans un imaginaire cartographique cinématographique qui, pour l'essentiel, se contente de recycler des thèmes déjà connus, cette image tranche par ce qu'elle dévoile de la cartographie de la guerre froide : la guerre nucléaire comme raison ultime des principales mutations de la cartographie mondiale. La dimension symbolique de ces images est importante. La grande mappemonde murale est un rappel des cartes d'apparat des puissants. Les militaires des époques antérieures étaient plutôt penchés sur des cartes à grande échelle. Le passage à la mappemonde est révélateur du changement d'échelle de la guerre elle-même. Cette modification d'échelle s'accompagne d'une mutation de l'agencement physique du dispositif cartographique : ce n'est plus la table sur laquelle on se penche, mais une grande carte surplombante vers laquelle on lève les yeux. Il y a donc une inversion des positions respectives entre le militaire et la carte par rapport à l'imagerie traditionnelle[118]. Le militaire ne domine plus la carte, il est dominé par elle : le technique et le matériel prennent le dessus sur l'humain. La carte est réduite aux contours continentaux, aux trajectoires des bombardiers et aux symboles marquant les objectifs. Que ce soit à dessein ou par le hasard des choix du décorateur, la salle de guerre de *Docteur Folamour* révèle quelques grandes caractéristiques d'une partie importante de la cartographie militaire de l'après-guerre : une cartographie globale, essentiellement préoccupée de balistique, faite de trajectoires et de cibles potentielles, où l'espace intermédiaire entre l'origine du projectile et son objectif est réduit à une abstraction. Ce caractère abstrait de l'espace est aussi rendu, dans le film, par les multiples codes qui servent à désigner les

117. On trouve une collection de "*War rooms*" sur le blog de Sébastien Caquard : < http://spacefiction.wordpress.com/tag/war-room/ >.

118. Ceci s'applique non seulement à *Docteur Folamour*, mais aussi à d'autres films, notamment *Fail Safe* (*Point limite*, Sidney Lumet, 1964), ou, vingt ans plus tard, *WarGames* (*Jeux de guerre*, John Badham, 1983). Dans ce dernier cas, le décor est fortement inspiré par l'aspect des salles de contrôle des missions spatiales de la NASA.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

cibles[119], et par le paysage désert extrêmement monotone (des montagnes anonymes) survolé par le bombardier.

Ces images de la salle de guerre ne sont pas uniquement une création de cinéma. Il n'existe pas de "*war room*" en tant que telle, mais les archives qui montrent les postes de commandement du Strategic Air Command au début des années 1960 révèlent en effet des dispositifs cartographiques plus ou moins comparables à ceux de *Docteur Folamour*. Vers 1963, l'armée de l'air des États-Unis a réalisé un film de propagande d'une vingtaine de minutes, probablement en vue de la sortie imminente de *Docteur Folamour*. Ce film, *SAC Command Post*, est destiné à démontrer « que la troisième guerre mondiale ne pourrait pas être déclenchée par le lancement non autorisé d'une bombe nucléaire »[120]. Le documentaire montre plusieurs dispositifs cartographiques, en particulier de grandes cartes à l'échelle continentale surplombant une salle de contrôle[121]. On aperçoit aussi une carte sur un écran, supposée être le système d'alerte en cas de frappe nucléaire sur le sol américain. Il s'agit d'une carte fort simple, sans toponymes, limitée aux contours continentaux, aux parallèles et aux méridiens ; là encore, on retrouve une esthétique cartographique dominée par les questions géodésiques et balistiques. Des photographies d'archive montrent d'autres cartes, l'une des plus spectaculaires étant une très grande carte de l'hémisphère nord en projection polaire utilisable pour visualiser à l'échelle stratégique un conflit nucléaire entre les États-Unis et l'URSS[122]. Il est frappant de voir à quel point, dans la réalité comme dans la fiction, la figure de la grande carte surplombant le militaire tend à supplanter, à l'ère nucléaire, celle du militaire penché sur la carte.

119. Les cibles sont désignées par un code alphanumérique suivi d'un toponyme. La première cible du bombardier dont on suit la progression est nommée Laputa, comme l'île volante aux savants épris de mesure et de calcul des voyages de Gulliver (troisième partie, chapitres 1 à 3).

120. "t*o be confident that world war 3 can't be triggered by unauthorized launching of a nuclear bomb*", mots de conclusion du documentaire. Le film intégral est disponible en ligne : < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb304/index.htm#film03 >. Pour des raisons inconnues, le film n'a jamais été diffusé jusqu'à son exhumation récente des archives.

121. < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb304/index.htm#12 >. L'image qui figure sur cette page est un photogramme tiré du film.

122. < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/gallery/image03.htm >. On peut voir une démonstration de l'usage de cette carte, ou d'une carte très similaire, dans un film documentaire non daté, *The Power of Decision*, qui présente une simulation de conflit nucléaire entre les États-Unis et l'URSS. Le film et quelques détails sur son origine et sa destination probable sont disponibles en ligne : < http://www.gwu.edu/~nsarchiv/nukevault/ebb336/index.htm >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

UN NOUVEAU REGARD SUR LA CARTE : LES APPROCHES CRITIQUES

En apparence, jusqu'à la diffusion massive des techniques numériques, hormis l'exception qu'on vient de mentionner, l'imaginaire cartographique évolue assez peu au cours du XXe siècle. Pourtant, le regard porté sur les cartes se modifie vers la fin du siècle. Un signe important de ce changement est l'intérêt croissant dont les cartes sont l'objet, à la fois dans le monde universitaire et dans le grand public. Du côté du monde universitaire, les études historiques et épistémologiques sur la cartographie se multiplient. L'histoire des relations entre le monde académique et la cartographie est longue et complexe. Les changements techniques de la cartographie ont, à diverses époques, mobilisé les savants des sciences de la terre, de l'astronomie, ou des mathématiques à des degrés variables. Les efforts de ces savants étaient sous-tendus par la volonté de construire des représentations de l'espace appropriées à des fins précises, assez souvent militaires. La carte était considérée plus ou moins comme une représentation adéquate du territoire, et le caractère scientifique, et même mathématique, de son processus de production garantissait une forme d'objectivité. L'histoire de la cartographie est une discipline assez bien établie. La revue *Imago Mundi* est ainsi publiée depuis 1935. Une approche plus critique de la cartographie, en revanche, est plus récente.

Le renouvellement des études sur la cartographie et le développement de l'intérêt pour les cartes en général qui se manifestent à partir des années 1980 correspondent à la convergence de plusieurs mouvements. Le nouvel essor de l'intérêt pour la cartographie de la fin du XXe siècle se développe dans une ambiance intellectuelle marquée par une attention accrue pour les dimensions spatiales des phénomènes sociaux, politiques et économiques. La mondialisation, la vogue de la géopolitique au lendemain de la guerre mondiale et durant la guerre froide, les nouvelles techniques permettant de traiter plus facilement les données spatiales, tout cela a amené les sciences sociales à tenter de mieux intégrer la question de l'espace à leurs problématiques. Dans ce contexte, la production de cartes, et plus largement, l'intérêt pour la cartographie sont stimulés. Les approches théoriques de la cartographie se développent. La cartographie se structure comme science dès le XIXe siècle, en particulier avec le besoin de former les topographes de l'armée. En France, les manuels du colonel Puissant témoignent de cet effort de synthèse. La théorisation porte alors surtout sur les questions de géodésie et de projection, moins

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

sur la carte en elle-même comme objet graphique. Au XXe siècle, l'effort cartographique de la Grande-Bretagne et des États-Unis pendant la seconde guerre mondiale, puis durant la guerre froide entraîne un renouvellement de la discipline. Arthur Robinson, l'une des figures majeures de la cartographie américaine de l'après-guerre, s'est formé par la pratique de la cartographie militaire[123]. Robinson s'efforce de théoriser l'aspect graphique des cartes dès les années 1950, en s'appuyant sur des études expérimentales sur la perception des éléments textuels et graphiques[124]. Son but est d'éliminer de la conception graphique des cartes tout choix arbitraire ou fondé sur une considération esthétique. Il pense alors que la cartographie doit être une discipline autonome, indépendante de la géographie. Il affine sa théorie au cours de sa carrière. Dans un ouvrage coécrit avec Barbara Petchenik dans les années 1970[125], la cartographie est présentée à la lumière des théories de la communication et des sciences cognitives. Tirant argument des usages métaphoriques très nombreux du mot carte, et en particulier du fait que Korzybski, dans un ouvrage de 1941[126], avait utilisé l'image de la carte et du territoire pour décrire la relation entre le langage et le monde, les auteurs suggèrent le caractère fondamental de la représentation cartographique, ou en tout cas de la spatialisation comme opération cognitive élémentaire. Le passage cité par Robinson et Petchenik mérite d'être reproduit :

« Il faut noter deux particularités importantes de la carte. Une carte n'est pas le territoire qu'elle représente, mais, si elle est correcte, elle a une structure similaire à celle du territoire, ce qui la rend utilisable. Si la carte pouvait être absolument correcte, elle inclurait, à une échelle réduite, la carte de la carte ; la carte de la carte de la carte ; et ainsi de suite à l'infini, comme Royce, le premier, l'avait remarqué »[127].

123. [Crampton et Krygier, 2006, p. 20]. Robinson est surtout connu en France pour la projection du globe à laquelle il a laissé son nom.
124. [Robinson, 1952].
125. [Robinson et Petchenik, 1976], en particulier le chapitre 2, Map as a communication system, pp. 23-42.
126. [En ligne] : < http://esgs.free.fr/uk/art/sands.htm >.
127. "*Two important characteristics of should be noticed. A map is not the territory it represents, but, if correct, it has a similar structure to the territory, which accounts for its usefulness. If the map could be ideally correct, it would include, in a reduced scale, the map of the map; the map of the map of the map; and so on, endlessly, a fact first noticed by Royce.*" *Science and Sanity*. Le passage en question est dans le chapitre IV, p. 58. Le texte de Josiah Royce auquel il est fait allusion est un essai qui figure à la fin du premier volume de l'ouvrage *The World and the Individual* (1898-1900), sur les contradictions des systèmes auto-représentatifs (*Supplementary Essay: The One, the Many, and the Infinite*, section III). [En ligne] : < http://www.giffordlectures.org/Browse.asp?PubID=TPWATI&Volume=0&Issue=0&ArticleID=14 >. Ce texte est une des inspirations de Borges pour ses fictions cartographiques. Pour d'autres sources, voir [Palski, 1999].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Dans une veine comparable mais avec un esprit différent, en France, la *Sémiologie graphique* de Jacques Bertin[128], davantage tournée vers la cartographie thématique que vers la carte topographique, marque également la réflexion sur la conception des cartes. Contrairement à Robinson, Bertin ne s'appuie pas sur des études antérieures et ne mobilise pas d'appareil théorique autre que celui qu'il crée (l'ouvrage ne comporte pas de bibliographie). Se fondant sur sa pratique de la cartographie thématique[129], Bertin édicte des règles graphiques dont tout géographe passé dans le système universitaire français entre 1975 et 1990 (voire au-delà) a au moins entendu parler.

Ces efforts pour théoriser certains aspects de la cartographie ont pour ambition de permettre d'élaborer des cartes plus efficaces. Ils impliquent une certaine réflexion sur la nature et la fonction des cartes, sans remettre fondamentalement en cause les traditions cartographiques dans lesquelles ils s'inscrivent : une cartographie détachée de la géographie universitaire pour Robinson[130], une cartographie au service d'une géographie économique, humaine et sociale chez Bertin. Dans un cas comme dans l'autre, la carte est considérée comme un outil qui, correctement maîtrisé, permet une représentation objective du monde.

L'idée que la cartographie est une activité fortement politique et que, par conséquent, une carte n'est pas une représentation neutre, est pourtant ancienne et plus commune qu'on pourrait le penser. Les usages politiques symboliques de la carte tout comme les violences de la cartographie coloniale aux Indes ou en Irlande, et les réactions suscitées en retour, montrent que la dimension politique de la cartographie, à défaut d'être articulée dans une théorie structurée, est, d'une façon ou d'une autre, clairement perçue.

Une approche théorique de la cartographie fondée sur des positions plus radicalement critiques émerge dans les années 1970 et s'épanouit à la fin des années 1980. En elle-même, la critique de la carte n'est pas nouvelle : on a vu que Rousseau s'en méfiait. Au moins en ce qui concerne leur usage pédagogique, Élisée Reclus n'est pas loin de partager le point de

128. [Bertin, 1967].
129. [Palsky et Robic, 2000].
130. Sur l'autonomie de la cartographie, d'autres spécialistes de cartographie de la même époque avaient une opinion opposée [Crampton et Krygier, 2006, p. 21].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

vue de Rousseau, quoiqu'il se déclare en faveur des globes[131]. La critique plus systématique qui se développe à la fin du XXe siècle a des fondements différents. L'écho de certaines réflexions de Foucault sur l'importance des configurations spatiales dans les systèmes de surveillance et de contrôle, et, d'une manière plus générale, la relecture de divers théoriciens français par les universitaires américains joue un rôle important dans l'élaboration de l'approche critique de la cartographie.

Brian Harley (1932-1991) a eu une influence déterminante sur l'évolution des idées sur la cartographie. Son article de 1989 intitulé « Déconstruire la carte » est presque immanquablement cité dans tous les travaux ultérieurs de cartographie critique[132]. Cet article peut aussi, à bien des égards, être considéré comme la base du projet de la grande histoire de la cartographie de l'université de Chicago, actuellement en cours de publication.

La théorie cartographique avait peu emprunté aux différents mouvements de pensée qui agitaient les autres sciences humaines. Dès la première ligne du résumé de son article, Harley se situe dans le courant qu'il nomme « la pensée postmoderne » ("postmodern thinking"), une attitude que la référence derridienne contenue dans le titre pourrait suffire à suggérer. L'article, en effet, plaide pour une transition épistémologique ("*epistemological shift*") dans la théorie cartographique, ce qui, entre autres choses, supposerait de cesser de croire que les cartes sont ce que ceux qui les font prétendent qu'elles sont. Cela signifie que la théorie et l'histoire de la cartographie ne devraient pas être écrites par les cartographes, trop soucieux d'écrire la légende de la marche vers le progrès de leur art, mais par des historiens. Harley mobilise pour son entreprise tout l'arsenal intellectuel de la postmodernité universitaire américaine : la déconstruction, la critique des Lumières et du positivisme, l'intertextualité, Foucault (epistémè incluse) et Derrida, dans une démarche qu'il qualifie lui-même d'éclectique. Son propos est de mettre au jour les mécanismes de pouvoir à l'œuvre dans la production du savoir cartographique et de démonter la rhétorique spécifique de la carte. Bien qu'il affirme son intention d'envisager toutes les formes de cartographie, c'est principalement la tradition de la cartographie scientifique européenne des époques

131. [Reclus, 1903]. Le principal reproche fait à la carte, surtout à petite échelle, est de produire une image imparfaite en raison des déformations dues à la projection, et de son incapacité à faire voir correctement le relief. On fait parfois de Karl Ritter un précurseur de la critique de la cartographie [Bord, 1997], mais le passage cité par Jean-Paul Bord ne vise que les mauvaises cartes établies sans travail de terrain. Il loue au contraire celles qui sont « [...] le résultat d'études faites sur les lieux, d'observations rassemblées avec critique... ». [Ritter, 1837, p. 19].

132. Titre original : "*Deconstructing the map*".

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

moderne et contemporaine qui est visée. Sont discutées principalement la prétention à l'objectivité des cartes, et l'idée de progrès cartographique, c'est-à-dire l'idée selon laquelle à mesure de la réduction des incertitudes de la mesure, l'image du monde proposée par les cartes s'approche de plus en plus d'une forme de vérité. L'effet du discours sur le progrès, par les normes qu'il édicte pour évaluer la qualité d'une carte, est notamment de créer, par rejet, une cartographie illégitime, représentée par exemple par les traditions non européennes. L'histoire de la cartographie doit donc accorder autant d'importance aux règles sociales et politiques qui régissent la production des cartes qu'aux aspects techniques, particulièrement si ces règles sont tacites et relèvent du domaine de l'inconscient parce qu'elles découlent d'un ordre du monde dicté par un contexte socio-culturel que la carte ne cherche pas à remettre en question (lorsqu'elle n'a pas pour fonction implicite de le perpétuer).

Pour dévoiler cette dimension de la carte, explique Harley, il faut déconstruire le système de signes qui la constitue en le considérant comme un texte susceptible de polysémie, afin d'en opacifier la transparence trompeuse. C'est pourquoi les théories de la communication sont insuffisantes, voire inadéquates, pour rendre compte de la nature des cartes, car il faut plutôt étudier la tension entre ce que la carte prétend dire, ce qu'elle dit, et ce qu'elle cache. La stratégie de déconstruction doit s'appliquer tout particulièrement à la cartographie scientifique, en révélant comment le sens littéral est en même temps intensément métaphorique, par exemple en montrant qu'il existe une tactique de mise en scène de l'autorité scientifique et politique à travers une esthétique de l'austérité[133]. Le détail et la précision même des cartes topographiques modernes sont une image de la volonté de pouvoir et de contrôle qui caractérise l'utilitarisme des États. Cette déconstruction doit permettre de situer les cartes dans un système de relations de pouvoir : un pouvoir exercé sur les cartes, au moyen des cartes, comme outils d'administration, mais aussi par les cartes, dont émane une autorité propre, et qui, par la

133. Harley ne les mentionne pas, mais le lecteur français ne peut s'empêcher de songer ici à certaines cartes IGN au 1/50 000 des années 1980, série orange, avec carroyage UTM superposé, où cette mise en scène se traduit par une débauche de chiffres et de repères étourdissante (jusqu'à 6 systèmes de graduations pour des cartes en bordure de cône Lambert et de fuseau UTM). Le système géodésique français, jusqu'à son abandon de fait en l'an 2000, exige certes qu'on exprime les coordonnées géographiques en grades rapportées au méridien de Paris, et il y a là sans doute un discours implicite sur la souveraineté cartographique française ; mais qui sait si la longue survie de ce système pittoresque n'est pas en partie due, peut-être inconsciemment, au fait qu'il permettait d'introduire, pour employer une métaphore horlogère, une complication supplémentaire dans l'orle de nos cartes ?

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

normalisation, représentent une tentative pour discipliner le foisonnement du monde dans leurs catégories fixes.

Une bonne partie de la recherche historique sur la cartographie depuis les années 1990 s'inscrit plus ou moins dans cette perspective, éventuellement allégée de tout ou partie de ses références théoriques[134], soit par l'influence directe d'Harley, soit parce que la méthode historique en général a évolué dans ce sens. Ce n'est pas par hasard que l'inflexion de la réflexion sur les cartes s'opère à la fin des années 1980. Cela correspond à la montée en puissance des techniques numériques dans la cartographie. Harley les mentionne en passant au début de son article, pour dénoncer l'attitude souvent arrogante de leurs promoteurs :

« À mesure que les producteurs de cartes épousent la cartographie assistée par ordinateur et les systèmes d'information géographique, leur rhétorique scientiste se fait plus bruyante. »[135]

Le développement des techniques numériques en géographie fait l'objet d'un débat riche et complexe, qui permet de saisir quelques-uns des grands enjeux culturels et politiques de cette mutation de la cartographie. Le monde universitaire a été confronté aux techniques de la géographie numérique avant le grand public, en contribuant à les élaborer et en formant des spécialistes. Le débat sur la numérisation de la cartographie excède, de loin, les questions de cartographie. L'usage de l'informatique pour traiter des questions spatiales s'est développé en grande partie hors de l'université : dans le milieu militaire, dans l'administration, etc. Par exemple, dès les années 1970, la gestion de la production et de la distribution d'électricité des États-Unis reposait sur un système de simulation perfectionné par SIG[136]. Quelques géographes universitaires ont précocement entrevu le potentiel de l'informatique appliquée à la géographie[137]. Les SIG ne se sont pas d'abord imposés principalement comme des outils cartographiques, d'autant que les capacités graphiques des SIG ont été relativement pauvres jusqu'aux années 1990, et, en tout cas, très en deçà des exigences traditionnelles de la cartographie traditionnelle. On a vu en eux des outils de recherche, capables de traiter de grandes quantités de données spatiales et d'ouvrir de nouvelles voies à la géographie, en

134. La référence à Foucault est assez répandue. Derrida, en ce qui concerne la cartographie, est moins prisé. Harley lui-même, en dépit du titre de l'article, ne l'utilise en fait que pour des emprunts ponctuels, alors que l'esprit général de sa démarche doit beaucoup plus à Foucault.
135. "*As they embrace computer-assisted methods and Geographical Information Systems, the scientistic rhetoric of map makers is becoming more strident.*"
136. [Dobson, 1993].
137. [Dobson, 1983].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

particulier dans des domaines appliqués comme l'aménagement, la gestion des ressources et des flux.

Le débat autour des SIG se développe surtout dans les années 1990 aux États-Unis. Durant la décennie précédente, les SIG ont été introduits dans de nombreux départements de géographie comme élément de formation des étudiants et comme outils de recherche. Cela a impliqué des réorientations dans les politiques de recrutement des enseignants et des choix budgétaires en faveur d'équipements techniques encore coûteux à l'époque[138]. Le débat, avant de se tenir publiquement dans les revues spécialisées, a d'abord eu lieu dans les départements des universités sur des questions de postes et de budgets. Le débat théorique est venu plus tard, dans différentes revues. Il a donné lieu à une prolifération d'articles. On ne citera ici que quelques exemples, pour donner le ton du débat et montrer en quoi les discussions autour des SIG ont pu participer à la transformation des idées sur l'espace et la cartographie[139].

En 1983, Jerry Dobson avait publié, dans la revue *The Professional Geographer*, un article sur « la géographie automatisée »[140] qui envisageait les perspectives ouvertes par la révolution technique représentée par l'usage de l'informatique pour la géographie. Dobson avait une expérience concrète de l'usage des SIG pour l'administration, en particulier à l'Oak Ridge National Laboratory, dans le domaine de l'énergie ; son texte à la fois bien informé et solidement argumenté a suscité de nombreuses réactions. Dans le petit milieu de la géographie informatisée, le texte fait date, si bien que dix ans plus tard, la même revue invite Dobson à écrire un nouveau texte pour faire le bilan de la décennie passée, propose à un certain nombre de chercheurs de réagir au nouveau texte, et plus généralement, à exprimer leur vision de la technique informatique appliquée à la géographie.

Parmi ces chercheurs, John Pickles représente le point de vue de la géographie critique. Son argumentation mérite d'être résumée. Tout en notant que l'évolution de la géographie a en grande partie confirmé les intuitions de Dobson, il remarque que la révolution annoncée en 1983, si elle a eu lieu, a été silencieuse : l'informatique s'est glissée dans toutes les parties de la discipline sans en remettre en cause les fondements. Cependant, l'informatisation a favorisé une tradition géographique qui se donne comme ambition

138. [Pickles, 1993], p. 453. L'arbitrage se fait d'autant plus facilement en faveur de l'informatique que celle-ci ouvre la perspective de décrocher des contrats de recherche qui peuvent rentabiliser l'investissement [Dobson, 1983, p. 137].
139. Schuurman [2000] propose un compte rendu détaillé des controverses de la décennie 1990. On trouve chez Crampton [2010, pp. 98-111], un récit plus concis de ces disputes.
140. "Automated geography", [Dobson, 1983].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'étude de phénomènes spatiaux dont on admet qu'ils puissent être décrits par un certain nombre de données à partir desquelles, moyennant l'emploi de méthodes appropriées, il est possible de produire des représentations qui satisfont un ensemble de critères de scientificité.

Envisagée de la sorte, la méthode géographique, essentiellement formelle, est pour ainsi dire indépendante des sujets auxquels on l'applique. Or, cette approche, en partie imposée par les contraintes de l'automatisation, se construit complètement à l'écart des débats contemporains des sciences humaines en général et de la géographie en particulier, sur la production de l'espace par des dynamiques liées aux rapports de forces politiques, aux questions sociales, au genre, etc. La remise en cause du positivisme, du postulat d'objectivité, de la pertinence de la transposition du modèle scientifique de la physique à l'étude de la société, sont en porte-à-faux avec le projet de la géographie numérique. L'emploi même de la technique fait obstacle à une approche critique des effets géographiques et sociaux de l'informatisation. La géographie numérique est d'ailleurs à l'image des transformations que la technique impose (ou qui sont imposées au nom de la technique) au monde du travail, ce que révèle notamment le vocabulaire : efficacité, optimisation, traitement de données, etc., sont autant de termes caractéristiques du langage de l'entreprise des années 1980 et que la géographie numérique reprend à son compte. Tout en soulignant le potentiel aliénant des machines, Pickles invoque l'image du cyborg d'Haraway[141] pour suggérer que les rapports entre science, connaissance et société, même dans un contexte dominé par les techniques d'automatisation, peuvent être différents de la vision dominante de la géographie numérique. Cependant, en 1993, les inégalités dans l'accès aux données et aux matériels contribuent à perpétuer les rapports de pouvoir existants, alors qu'en théorie, une dissémination large de ces techniques, en permettant à chacun de s'approprier l'information, pourrait favoriser la démocratisation de la société.

Ce texte de Pickles contient déjà une bonne partie des critiques adressées aux techniques de la géographie numérique. À cette critique de nature épistémologique, qui peut prendre une forme légèrement différente chez

141. *Le Manifeste cyborg*, point de vue féministe sur la technique, paru en 1985, est le développement d'une conférence sur le même thème de 1983 (New Machines, New Bodies, New Communities: Political Dilemmas of a Cyborg Feminist, dans le cadre du colloque *The Scholar and the Feminist X: the question of technology*, Barnard College Women's Center, New York, 23 avril 1983). Pickles ne manque pas de souligner la coïncidence chronologique avec le premier article de Dobson (mai 1983), et la divergence de perspective.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

d'autres auteurs[142], s'ajoutent des critiques liées à l'emploi des SIG, que ce soit dans un contexte militaire[143] ou dans des systèmes policiers de surveillance et de contrôle[144]. Ce débat sur les SIG n'a pas eu de conséquences sur l'évolution de la géographie universitaire. Le fonctionnement global de l'université tend à favoriser les partisans de la géographie numérique, dont la majorité ignore les critiques adressées à leur spécialité. L'écologie universitaire nord-américaine offre par ailleurs une niche où la géographie critique peut (plus ou moins) prospérer. Quelques chercheurs essaient d'intégrer les techniques numériques dans une démarche critique[145].

LES IMAGINAIRES DE LA GÉOGRAPHIE NUMÉRIQUE

Les résultats concrets de ce débat sont maigres, mais au moins ces discussions ont-elles permis de développer les grands thèmes de l'approche critique de la géographie numérique. Lorsque, dans les années 2000, les techniques géonumériques se répandent auprès du grand public, en arrière-plan de l'émerveillement qu'elles suscitent, un discours critique structuré les accompagne déjà. La controverse sur les SIG n'a eu aucun écho hors d'une petite partie de la géographie universitaire. Cependant, l'imaginaire de la géographie numérique, tel qu'on peut le percevoir dans la fiction contemporaine, incorpore certains éléments proches des thèmes débattus. La cartographie numérique est perçue à la fois comme carte et comme objet numérique. Or, la technique numérique en elle-même est associée à un imaginaire complexe, notamment parce qu'au cinéma, elle incarne la technique d'illusion par excellence. La technique numérique est liée à une perte de confiance dans l'image en général, même s'il est difficile d'affirmer que cette défiance s'étend à la cartographie.

142. Par exemple Sheppard [1993], insiste davantage sur les biais introduits par l'utilisation de données produites par des organismes qui, par les catégories qu'ils définissent, imposent leur conception du monde social.
143. Smith [1992] analyse le rôle des techniques de la géographie numérique pendant la première guerre du Golfe, et s'étonne de l'indifférence des géographes face à l'usage des outils qu'ils contribuent à développer. On trouve une série de points de vue plus ou moins critiques dans le recueil *Ground Truth*, dirigé par Pickles en 1995.
144. Par exemple Graham [1998], avec une approche englobant l'ensemble des techniques numériques.
145. [O'Sullivan, 2006] : le « SIG critique » est un « étrange animal » ("*curious beast*"), très isolé et extrêmement minoritaire. Les débats sur la géographie numérique n'ont pratiquement jamais lieu dans les publications spécialisées du domaine : moins de 4 % des articles parus dans 4 des principales revues savantes consacrées aux systèmes d'information géographiques entre 1995 et 2003 s'intéressent aux implications sociales des techniques ou aux questions épistémologiques qu'elles soulèvent.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Le grand public découvre la géographie numérique dans un environnement culturel déjà saturé de cartes. Atlas thématiques, infographies dans la presse, à la télévision, etc., les cartes sont omniprésentes dans notre environnement médiatique[146]. Les cartes sont aujourd'hui plus faciles à produire, à reproduire et à diffuser. Les formes multiples de l'anxiété spatiale contemporaine nourrie, entre autres, par la mondialisation médiatique contribuent à entretenir une boulimie cartographique. Cet appétit pour les cartes touche également le monde universitaire, dans lequel les études sur le sujet se multiplient, et le milieu de l'art où les cartes sont fréquemment le sujet ou la matière des œuvres[147]. L'adoption extrêmement rapide par le grand public des techniques géonumériques (GPS, géoweb, etc.) s'intègre dans ce contexte. Ces nouvelles techniques modifient assez profondément l'apparence des cartes, leur rhétorique, pour reprendre le mot de Harley, et l'imaginaire qu'elles construisent.

Un des changements notables de la cartographie, ces dernières années, est, en apparence, purement cosmétique. Il concerne en particulier les cartes de localisation comme celles qui apparaissent à la télévision française, par exemple pour indiquer le lieu d'un fait divers, le parcours d'une étape du tour de France, etc. La carte dessinée a presque systématiquement été remplacée par une image spatiale ou aérienne, avec, la plupart du temps, une animation comprenant un mouvement de zoom avec effet 3D et passage par la vue oblique. Il s'agit très nettement d'une esthétique à la Google Earth, plus cinématique que cartographique. Autant la carte topographique, avec ses grilles, ses chiffres, ses repères géodésiques, exhibait l'instrumentation intellectuelle et mathématique qui avait servi à la produire, autant ces cartographies médiatiques la dissimulent. La rhétorique mathématique de la carte topographique correspond à une stratégie d'affirmation d'autorité. La rhétorique photographique et cinématique des visualisations actuelles repose sur une autre logique. C'est l'autorité de l'image, et non celle du calcul, qui est invoquée ; ce qui est assez paradoxal à une époque où les possibilités accrues de manipulation de l'image ont miné la confiance dans l'image photographique.

Ce glissement du dessin à l'image de type photographique ne touche pas seulement les cartes sur écran : Michelin imprime ses cartes

146. [Retaillé, 1996] ; [Monmonier, 1999].

147. Sur ce sujet, voir par exemple le nº 20 des *Carnets du Paysage* (Actes Sud, 2010), et [Harmon (dir.), 2009]. La diversité des approches artistiques contemporaine de la cartographie est à peu près inépuisable. Le domaine, cependant, est trop éloigné de mes compétences pour que je m'y aventure ici.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

départementales au 1/150 000 sur un fond d'imagerie spatiale estompé, et, à en croire le petit macaron rouge « Relief image satellite » imprimé sous le titre de la carte, en fait un argument commercial. Dans ce cas précis, mettre en avant l'image satellite est assez étonnant. Un dossier de presse Michelin d'avril 2010[148] parle même de « fond cartographique satellite », ce qui est un peu excessif pour un discret ombrage issu du modèle de relief. Le fait qu'en l'occurrence, la carte papier s'efforce de singer la carte sur écran, et plus précisément Google Maps et Google Earth, montre bien de quel côté se situe l'autorité cartographique.

Le succès de ces images spatiales est tel que le globe vu de l'espace, ou, parfois, son développement sous forme de planisphère, est en train de supplanter la mosaïque colorée des États comme expression visuelle dominante de la géographie dans les médias[149]. Denis Cosgrove a étudié en détail les métamorphoses de l'image du globe terrestre dans la culture occidentale[150]. Il a montré notamment la valeur iconique des images de la Terre prises depuis la Lune lors des différentes missions Apollo. Ces images sont susceptibles d'interprétations symboliques variées, selon l'angle sous lequel elles sont prises, les positions respectives des masses continentales visibles, etc. Elles ont été abondamment reproduites, mises en scène, enrôlées pour les causes les plus diverses. Elles ont beaucoup contribué à banaliser l'image photographique de la Terre vue de l'espace. Comme elles fixent la Terre sous des angles inhabituels, que les nuages masquent certaines parties, ce ne sont pas à proprement parler des documents géographiques.

La Terre de Google Earth et ses clones sont d'une tout autre nature. Ces images de la Terre sont entièrement dépourvues de nuages (en cela, elles ne sont pas réalistes), complètement manipulables, zoomables jusqu'aux niveaux de détail les plus extrêmes. Ce qu'elles montrent n'est pas tant la réalité matérielle du Globe, comme les images Apollo, mais un regard omniscient. Ce qui est surtout donné à voir, c'est le caractère entièrement visible de cette Terre. Quoique les usages des globes virtuels soient très variés, l'imaginaire auquel ils sont liés est à chercher principalement du côté des fictions d'espionnage et de guerre froide. L'idée d'un monde encerclé de satellites d'observation militaires, généralement

148. *La cartographie Michelin à l'heure du temps réel*. [En ligne] : < www.michelin.com/corporate/FR/content/newsAndPress/10031-MICHCORP-NEWS2010.pdf >. La mention du « temps réel » montre bien que l'on est passé d'un régime d'une certaine stabilité cartographique à un nouveau type de rapports entre la carte et le temps.
149. [Dodge et Perkins, 2000, p. 497].
150. [Cosgrove, 2001].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

américains, toujours au bon endroit (ou apparemment capables d'accourir à la demande), toujours prêts à zoomer sur le moindre détail, dans un ciel perpétuellement dépourvu de nuages, a été largement popularisée par le cinéma et la télévision. Le film de Tony Scott *Enemy of the State* (*Ennemi d'État*, 1998), ou la série *24* sont des exemples d'un usage particulièrement important de ce motif[151]. L'association entre le satellite et l'espionnage est si bien établie qu'on peut situer le climat d'un récit, au cinéma, en utilisant, en guise de plan d'établissement, une image de type spatial sur laquelle on zoome pour localiser l'action. Cette figure est, par exemple, utilisée dans *The Sum of All Fears* (*La somme de toutes les peurs*, Phil Alden Robinson, 2002). L'incarnation contemporaine de la carte représentée par ces systèmes à base d'images est apparentée au monde militaire et à celui du renseignement non seulement parce qu'elle met en œuvre des techniques issues de la guerre froide (le satellite, le système géodésique mondial, etc.), mais aussi parce que sa forme visuelle est étroitement liée aux représentations fictives des techniques militaires, et parce que ce qu'elle donne à voir, c'est-à-dire un globe perpétuellement offert au regard, est une métaphore de la surveillance globale depuis l'espace.

L'association entre la carte sur écran et la surveillance ne repose pas uniquement sur la présence des images satellite. Les techniques géonumériques en général sont très fréquemment représentées dans la fiction dans un contexte policier ou d'espionnage. Dans la série militaro-policière *NCIS* (2003-), l'écran du système d'information géographique est souvent un des lieux importants de l'action[152]. La surveillance, dans ce cas, ne passe pas par l'image spatiale, mais par l'emploi de techniques de géolocalisation, la plupart du temps pour retrouver un suspect grâce à son téléphone portable. La carte elle-même devient un instrument de surveillance.

Ces nouvelles cartographies correspondent à une modification des imaginaires géographiques. Dans la mesure où les cartes jouent un rôle fondamental dans la façon dont nous concevons l'espace géographique, les mutations de la cartographie affectent nécessairement notre regard sur notre environnement et sur le monde en général. L'un des observateurs de ces mutations est William Gibson[153]. Son œuvre romanesque, publiée entre 1984 et 2010, peut se lire comme une suite de variations sur

151. On trouve une analyse complète des usages des techniques géonumériques dans la série *24* sur le blog de Thierry Joliveau : < http://mondegeonumerique.wordpress.com/tag/24/ >.
152. Ce n'est pas à proprement parler une nouveauté. Dans *Docteur Folamour*, et plus encore dans *Point limite*, déjà cités, l'action se déroulait en partie sur des cartes animées.
153. Pour une approche générale, et assez théorique, de la question de l'espace chez William Gibson, voir [Kneale, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

le thème des rapports entre l'espace, l'histoire et la technique. Les deux derniers romans, *Spook Country* en 2007 (*Code source,* Au diable Vauvert, 2008)[154], et *Zero History* en 2010 (*Histoire zéro*, Au diable Vauvert, 2013), abordent la question des techniques géonumériques, qui sont même au cœur de l'intrigue de *Spook Country*.

William Gibson est surtout connu comme l'inventeur du mot « cyberespace », popularisé par son roman de science-fiction de 1984 *Neuromancer* (*Neuromancien,* Éditions La Découverte, 1985). En même temps que le mot, il a contribué à façonner l'imaginaire de l'espace virtuel, en particulier en développant l'analogie entre l'espace virtuel du réseau informatique et les paysages urbains nocturnes d'Amérique du Nord. Cette métaphore visuelle a été souvent utilisée par le cinéma et la télévision[155]. William Gibson occupe une place assez particulière dans la fabrique de nos imaginaires spatiaux, parce qu'il a acquis un statut d'icône au sein des études sur la cyberculture, mais aussi parce que sa propension à mettre en scène la théorie sociale[156], au fil des romans, est devenue de plus en plus consciente et délibérée. Il illustre la perméabilité qui peut exister entre le monde des théoriciens universitaires et la fiction littéraire. Il a, par exemple, influencé les conceptions des ingénieurs informaticiens qui ont participé au développement de l'informatique en réseau dans les années 1980[157]. À ce titre, il est une référence constante des études sur les relations entre société et technique. Mais ce sont surtout ses premiers romans, *Neuromancien* et, dans une moindre mesure, les deux suivants, *Count Zero* en 1986 (*Comte Zéro,* Éditions La Découverte, 1986) et *Mona Lisa Overdrive* en 1988 (*Mona Lisa s'éclate*, Éditions J'ai lu, 1990), qui ont retenu l'attention. Ces trois romans, typiques du genre cyberpunk, forment un cycle situé dans un futur relativement éloigné, et font une place importante aux spéculations sur l'espace virtuel. Le cycle suivant, également composé de trois romans (*Virtual Light* en 1993 [*Lumière virtuelle,* Éditons J'ai lu, 1995], *Idoru* en 1996, même titre original, 1998, *All tomorrow's*

154. Le titre français est une énigme ; il n'a de rapport ni avec le titre anglais, ni avec le contenu du roman. Ce n'est pas le seul mystère de cette traduction. Elle est signée d'un certain Alain Smissi, dont c'est apparemment à ce jour la seule traduction. L'homophonie avec Alan Smithee, pseudonyme utilisé par convention à Hollywood par les réalisateurs qui, en désaccord avec le studio sur le montage final de leur film, désavouaient leur œuvre, est troublante. Comme beaucoup d'auteurs de littérature de genre, William Gibson n'a pas toujours été bien servi par ses traducteurs. *Parano Land* serait un titre plus approprié.

155. [Desbois, 2011].

156. Le dernier ouvrage de William Gibson à ce jour, *Distrust that particular flavor* est un recueil d'essais. Ces essais éclairent parfois ses romans, mais c'est bien dans sa fiction que se trouve le meilleur de sa théorie. Sur les rapports entre Willian Gibson et la théorie, voir [Sponsler, 1992].

157. [Flichy, 2001].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

parties en 1999, *Tomorrow's parties*, Au diable Vauvert, 2001), est situé dans un futur plus proche, et traite, entre autres sujets, d'urbanisme. À partir de ce cycle, la circulation des thèmes et des idées entre la théorie sociale universitaire et la fiction de Gibson devient plus manifeste. Dans *Virtual Light*, Gibson reconnaît par exemple s'être inspiré de Mike Davis pour imaginer le futur urbain de la Californie[158].

Les trois romans suivants, *Pattern Recognition* en 2003 (*Identification des schémas*, Au diable Vauvert, 2004), *Spook Country* et *Zero History*, sont situés de nos jours. Ce sont des thrillers technologiques, s'il faut leur assigner un genre[159], reliés les uns aux autres par des personnages communs. *Spook Country* (*Code source*) est un roman construit autour du thème de la géolocalisation. Ce thème est décliné de différentes façons : d'un côté, Hollis Henry, une journaliste fait un reportage sur des œuvres « d'art locationnel », des sculptures virtuelles liées à des coordonnées géographiques précises, et que l'on peut voir au moyen de lunettes de réalité augmentée ; de l'autre, Bobby Chombo, un « géo-hacker »[160] suit par GPS les déplacements d'un conteneur que se disputent différents personnages plus ou moins liés au monde du renseignement. Bobby Chombo est également chargé de la partie technique des œuvres en réalité virtuelle, faisant ainsi le lien entre les intrigues. Ces intrigues mettent en scène différentes facettes des techniques géonumériques, et sont le prétexte à des commentaires sur les mutations de la nature de l'espace.

Un des motifs importants du roman est celui de la grille. La grille est celle du GPS ("GPS grid")[161]. Les connotations du mot *grid* en anglais ne sont pas exactement les mêmes que celles du français grille. Des emplois comme "*electric grid*" (réseau électrique), "*grid computing*" (système de

158. La référence est indiquée explicitement dans le roman, dans les remerciements. De plus, avant la parution de *Lumière virtuelle*, William Gibson avait déclaré : « Si vous voulez lire ce qui se fait de mieux, hors fiction, dans le genre cyberpunk, lisez un livre de Mike Davis qui s'appelle *City of Quartz*. Mike Davis est un vieux gauchiste de LA qui a écrit cette superbe analyse sémiotique sur ce qu'est LA aujourd'hui, et c'est juste comme un grand pamphlet, mais il a vraiment pigé le truc ».“*If you want to read the coolest piece of cyberpunk non-fiction, get a book by Mike Davis called City of Quartz. Mike Davis is an old LA lefty who's written this brilliant semiotic analysis of what LA is today and it's just one of those great rants, but he really gets it down*". [Fischlin, Hollinger et Taylor, 1992, p. 4].
159. Pour Jameson [2007, p. 384], Gibson n'a pas changé de genre, mais seulement transposé dans le monde contemporain le genre de la science-fiction, plus adapté à notre époque que le roman réaliste traditionnel.
160. Le terme qui apparaît dans le roman est utilisé pour désigner un spécialiste des techniques de géolocalisation capable de les détourner pour les usages les plus variés. À moins de faire entrer dans cette catégorie les auteurs de *mashups* Google Maps et les artistes inspirés par la géolocalisation, il est probable que Bobby Chombo en soit le seul exemple.
161. William Gibson, *Spook Country*, New York, Berkley Books, 2007, p. 42.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

calcul distribué sur un réseau de machines)[162], et d'autres liés au monde de la technique, donnent une teinte nettement plus technologique au terme anglais qu'au terme français. En lui-même, le terme "GPS *grid*" ne renvoie à aucune réalité technique. Le système GPS est lié à un système géodésique de référence, mais n'implique pas de référence à une grille fixe. Ce qui ressemble le plus à une grille GPS est le Military Grid Reference System, le système cartésien de localisation de l'OTAN, un quadrillage kilométrique lié à l'UTM[163], mais il est plus probable qu'il s'agisse ici d'une invention romanesque. Le personnage de Bobby Chombo est obsédé par cette grille ; Alfredo, un des artistes, présente ainsi Chombo à Hollis Henry :

« De l'index, il traça une ligne sur la nappe blanche. Puis une autre, à angle droit. "La grille GPS", dit-il.

Elle sentit des poils minuscules se hérisser sur ses reins, juste au-dessus de la ceinture.

Alberto se pencha : "Chez lui, Bobby découpe l'espace en petit carrés, alignés sur la grille. Il voit tout selon les lignes de la grille, le monde découpé comme ça. C'est vrai, bien sûr, mais..." Il fronça les sourcils. "Il ne dort jamais deux fois dans le même carré. Il les raye à mesure, et ne retourne jamais dans un où il a déjà dormi." »[164]

Plusieurs éléments importants de la grille sont mis en place dans ce passage. Tout d'abord, une géométrie orthogonale. Cette orthogonalité est la marque de l'artificialité, et plus précisément d'une mise en ordre austère. La réaction d'Hollis à la mention de la grille est inattendue : elle frissonne, saisie par la chair de poule. Il s'agit d'une réaction corporelle instinctive, comme si la grille en elle-même représentait un danger susceptible d'inspirer une répulsion innée. Cette grille d'extension mondiale, normalement invisible, a une existence objective, au point que Chombo éprouve le besoin de la matérialiser. Alfredo concède d'ailleurs à Chombo qu'en effet, « le monde [est] découpé comme ça ». Les lignes de la grille ne sont pas de pure convention. Un système technique lourd et des organismes politiques puissants sont dédiés à leur production et à leur entretien. Elles sont donc aussi réelles que, par exemple, les frontières

162. On parle en français de « grille informatique », par traduction littérale de l'anglais.
163. Ce système correspond au carroyage UTM reporté sur certaines cartes IGN au 1/50 000.
164. William Gibson, *op. cit.*, p. 42 : "*He put a forefinger on the white cloth, tracing a line. Crossed it with another, at a right angle. 'The GPS grid', he said.* She felt minute hair shift, on the small of her back, just above the waistband. *Alberto leaned forward. 'Bobby divides his place into smaller squares, within the grid. He sees everything in terms of GPS gridlines, the world divided up that way. It is, of course, but...' He Frowned. 'He won't sleep in the same square twice. He crosses them off, never goes back to one where he's slept before.'*".

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

politiques. La dernière information sur la grille donnée par ce passage est l'étrange manie de Bobby Chombo, qui ne dort jamais deux fois dans le même carré. Bobby Chombo est toujours présenté comme l'expert. La grille est son domaine de compétence et son comportement semble lié à un savoir secret. L'excentricité de cette manie, dont aucune explication n'est jamais donnée, produit un effet comique. Elle est aussi vaguement inquiétante, parce qu'elle évoque la conduite de quelqu'un de traqué.

LA GRILLE ET SES IMAGINAIRES

Le motif de la grille géométrique en général est un élément important du paysage et de l'imaginaire géographique américain. Le système de cadastre aligné sur les méridiens et les parallèles qui caractérise une bonne partie des États-Unis inscrit la géodésie dans le paysage. Cette géométrie, visible tant sur la carte que sur le terrain, constitue une référence culturelle commune importante pour les Américains[165]. Elle englobe les régions rurales, où elle fonde la division cadastrale, mais aussi le monde urbain, où la voierie est souvent alignée sur la même grille. Cette géométrisation du territoire, qui s'impose sans égard pour les accidents particuliers de la topographie[166], est la marque de sa conquête : « Ce cadastre puritain, c'est un garde-fou contre la terreur du *wilderness* et de la sauvagerie. Il faut imposer au pays une topographie fantôme, y projeter la grille d'un Baedeker, pour faire rempart contre le sauvage du dehors et exorciser le sauvage du dedans »[167], note Pierre-Yves Pétillon à l'occasion d'une analyse du roman de Pynchon *Gravity's Rainbow* (*L'Arc-en ciel de la gravité*, 1973). Dans ce roman, le thème de la géodésie est abordé de façon oblique. Il l'est beaucoup plus frontalement dans *Mason and Dixon* (*Mason et Dixon*, 1997). Ce roman particulièrement touffu est une fantaisie postmoderne centrée sur les personnages de Charles Mason et Jeremiah Dixon, deux astronomes anglais du XVIIIe siècle surtout connus pour avoir, entre 1763 et 1767, mené de grandes opérations d'arpentage en Amérique pour résoudre des différends territoriaux entre les colonies anglaises. La ligne qu'ils ont tracée et qui sépare le Delaware et la Pennsylvanie (à

165. [Brückner, 2006, p. 194]. Voir également, pour une description et une interprétation de ce paysage, [Cosgrove, 2008, pp. 87-103], et, sur la grille en général, [Geyh, 2009, pp. 63-91].
166. Cosgrove [2008, p. 96], note que lorsque quelque accident du relief ou de l'hydrographie vient perturber l'ordonnancement de l'échiquier cadastral, vu d'avion, c'est la nature qui paraît déplacée, étrangère à la logique géométrique du paysage.
167. [Pétillon, 1979, p. 184].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'est et au nord) du Maryland et de la Virginie (au sud) est devenue plus tard une ligne de démarcation majeure du territoire américain, séparant les États du Nord-Est des États esclavagistes du Sud. Une bonne partie du roman de Pynchon est consacrée au tracé de cette ligne, dont la plus longue section est un parallèle situé un peu au sud de 40° de latitude nord. Pynchon parle ainsi de l'Ouest, vers lequel progressent les astronomes :

« [...] vers l'Ouest, là où rien n'est encore cartographié, ni consigné, ni vu, par la majorité du genre humain, – véritable champ d'épandage pour espoirs hypothétiques, pour tout ce qui *pourrait être vrai*,– Paradis terrestre, Fontaine de jouvence, Pays du prêtre Jean, Royaume du Christ, par-delà toujours le couchant, intacts jusqu'à ce que le prochain territoire de l'Ouest soit observé et enregistré, mesuré et ancré, rattaché au réseau des points déjà connus, dont la lente triangulation se force un chemin à travers le continent, changeant l'hypothétique en factuel, réduisant les possibles à des évidences utiles aux fins des États, arrachant au domaine du Sacré ses marches une par une, pour les assigner à ce monde dépouillé et mortel qui est notre demeure, et notre désespoir. »[168]

Le fait même que Pynchon ait eu l'idée d'écrire ce qui est, au moins en partie, une odyssée géodésique, montre bien que le thème travaille la culture américaine[169]. La conquête de l'Ouest est ici totalement confondue avec l'entreprise cartographique. La cartographie est un processus de désenchantement ; contrairement à un Jules Verne un siècle plus tôt, en bon postmoderne, Pynchon ne saurait se réjouir du spectacle du triomphe de la science européenne. L'Amérique du Nord est plus sensible à cet aspect que, par exemple, l'Europe, parce que découverte, conquête, cartographie et aménagement sont un seul et même mouvement, et que l'acte de mesurer par le cadastre s'imprime dans le paysage par l'installation des colons, le tracé des routes et des limites de parcelles. Dans Pynchon, la

168. *Mason & Dixon*, chap. 34, p. 345 de l'édition de poche Vintage Books : "[...] *West-ward, wherever'tis not yet mapp'd, nor written down, nor ever, by the majority of Mankind, seen, -serving as a very Rubbish-Tip for subjunctive Hopes, for all that may yet be true,- Earthly Paradise, Fountain of Youth, Realms of Prester John, Christ's Kingdom, ever behind the sunset, safe till the next Territory to the West be seen and recorded, measur'd and tied in, back into the Net-Work of Points already known, that slowly triangulate its Way into the Continent, changing all from subjunctive to declarative, reducing Possibilities to Simplicities that serve the ends of Governments, -winning away from the realm of the Sacred, its Borderlands one by one, and assuming them unto the bare mortal World that is our home, and our Despair.*".

169. La littérature américaine en général est davantage préoccupée par les questions concernant l'espace et le territoire que la littérature européenne. Cette thèse soutenue par Pierre-Yves Pétillon dans l'ouvrage cité plus haut pourrait également s'appliquer au cinéma : un des genres majeurs du cinéma américain, le western, est, avant tout, l'odyssée d'une géographie en construction.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

violence des effets de la géodésie est soulignée par la description détaillée des opérations de défrichement menées sur le tracé de la Ligne à travers les forêts du Nouveau Monde[170]. La progression de la grille est une suite de désillusions, mais tant qu'il reste un extérieur de la grille, les espoirs peuvent subsister[171]. Même après la fermeture de la frontière, il reste un extérieur à la grille cadastrale, dans la nature sauvage des montagnes, des forêts, des déserts, et des réserves indiennes. Une partie de cet extérieur fait même l'objet d'une protection institutionnelle par le système des parcs nationaux, un mécanisme que les États-Unis ont été les premiers à mettre en place, avec la création du parc de Yellowstone dès 1872[172]. Il y a dans les parcs naturels américains quelque chose qui ressemble à une mauvaise conscience de la cartographie ; non pas qu'ils soient moins inventoriés et cartographiés que le reste, mais du moins ne portent-ils pas la marque de la grille.

La grille du GPS, au contraire, n'a pas d'extérieur. Elle s'impose à tous les lieux ; aucun n'est hors de la grille[173]. Le GPS est l'un des premiers, sinon le premier système technique réellement global, présent littéralement en tous lieux. Gibson partage avec Pynchon une certaine nostalgie d'une époque pré-cartographique, avec une chronologie un peu différente. La nostalgie est un thème important chez Gibson[174]. Elle n'est pas nécessairement liée à la cartographie mais elle pourrait l'être dans le cas de ce roman. Cette nostalgie est exprimée par le personnage d'Hollis Henry, après la visite de plusieurs œuvres d'art virtuel :

« [...] elle rentra à pied au Mondrian ; c'était ce moment étrange et fugace qui appartient à chaque matin ensoleillé de West Hollywood, lorsque l'air se pare d'une singulière promesse éternelle de chlorophylle et de fruit invisible que le soleil réchauffe, juste avant que ne s'abatte la chape d'hydrocarbures. Ce sentiment d'une beauté à la limite du champ de vision, antérieure à la Chute, une chose qui avait disparu il y a un peu

170. Voir en particulier [Ireton, 2011], pour une analyse détaillée de la vision de la mathématisation et de ses effets violents sur le monde dans le roman de Pynchon.
171. Cette vision diffère de celle de l'historien Frederick Jackson Turner, un des premiers à avoir placé la notion de frontière au centre de l'histoire américaine dès les années 1890. Pour Turner, il fallait s'inquiéter de l'achèvement de la marche vers l'Ouest car le peuple américain s'était forgé dans la confrontation avec le *wilderness*. [Cosgrove, 2008, p. 112]. Le texte de Turner est disponible en ligne : < http://xroads.virginia.edu/~HYPER/TURNER/home.html >.
172. Cosgrove, *op. cit*. p. 82.
173. Ici encore, l'anglo-américain "*off the grid*" correspond à un imaginaire différent de ce qu'évoque le mot français « grille » : "*off the Grid*" se dit surtout des habitations déconnectées des réseaux publics (principalement pour l'électricité), mais aussi, plus généralement, des individus en marge du système qui ne sont pas enregistrés dans les fichiers des administrations.
174. Voir par exemple [Desbois, 2011c].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

plus d'un siècle, mais à cet instant douloureusement présente, comme si la ville était quelque chose qu'on aurait pu essuyer de ses lunettes pour l'oublier. »[175]

Ce passage fait écho à celui, cité précédemment, de Pynchon[176], notamment par l'idée de la chute et du Paradis perdu (l'adjectif anglais "prelapsarian" est plus évocateur que la traduction ne peut le rendre). La chute dont il est question ici est datée d'un peu plus d'un siècle ; on ne peut la rapporter à un événement précis : il peut s'agir de la fermeture de la frontière, ou du début de la croissance urbaine de Los Angeles après la découverte de pétrole. Le paradis perdu, fait de verdure et de fruits mûrs, peut sembler une version assez conventionnelle de l'Arcadie, telle que la culture américaine en produit périodiquement. Mais le contexte et certains détails suggèrent autre chose, d'autant que la pastorale n'appartient pas au registre ordinaire de Gibson, auteur profondément urbain. Cette brève hallucination d'Hollis Henry se produit au retour d'une visite d'art virtuel (un monument à la mémoire d'Helmut Newton, sur le site de son accident de voiture fatal), à la fin d'un chapitre presque entièrement consacré aux œuvres d'art géonumériques. Ce qui est opposé au paradis terrestre n'est pas seulement la ville moderne, mais aussi la technique des œuvres d'art, et notamment la géolocalisation. L'image des lunettes, à la fin du passage, est un rappel des lunettes de réalité virtuelle qui permettent d'accéder aux œuvres. Dans ce moment irréel, par un processus d'interversion entre réalité et illusion, c'est la ville que l'on pourrait effacer comme si elle était un de ces objets virtuels de la réalité augmentée. Cette version particulière de l'Arcadie se trouve donc liée, en arrière-plan, aux techniques géonumériques qui parcourent le roman. À cet instant, ce qui repousse la beauté à la périphérie du champ de vision (sens de l'adjectif *peripheral* dans le texte original), ce qui s'interpose et rend le Paradis terrestre inaccessible, autant que la ville moderne, c'est la grille du GPS, ultime achèvement de

175. Chapitre 4 ; p. 26 : "[...] *she walked back to the Mondrian, through that weird evanescent moment that belongs to every sunny morning in West Hollywood, when some strange perpetual promise of chlorophyll and hidden, warming fruit graces the air, just before the hydrocarbon blanket settles in. That sense of some peripheral and prelapsarian beauty, of something a little more than a hundred years past, but in that moment achingly present, as though the city were something you could wipe from your glasses and forget*".

176. La correspondance peut n'être pas fortuite ou ne pas être fortuite ?, Pynchon étant une des inspirations littéraires de Gibson. Voir [Henthorne, 2011, p. 80]. Il y a par ailleurs un fort intertexte conradien dans *Spook Country*, qui emprunte des éléments à la nouvelle de Conrad, *Karain: a memory* (1897). Il n'est pas question de carte dans cette histoire de fantôme malais, mais la présence de l'ombre Conrad, maître de la nostalgie cartographique, dans *Code Source*, est tout à fait appropriée [Henthorne, p. 111].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

la grande entreprise de désenchantement du continent commencée avec la triangulation des colons.

Cette nouvelle grille, cependant, n'est pas seulement un équivalent moderne du cadastre orthogonal des colons. Elle en partage la géométrie, mais, par bien des aspects, elle s'en distingue. La grille cadastrale est éminemment et doublement visible, sur le plan où elle est d'abord tracée, puis dans le paysage où elle s'inscrit. Celle du GPS au contraire est invisible : on n'en voit que les effets : chaque point de l'espace est assigné à ses coordonnées, mais le dispositif géométrique cartésien en lui-même ne se dévoile pas. Seul Bobby Chombo matérialise les lignes et les rend visibles, par exemple dans son atelier sur Romaine Street :

« Sur le sol gris, on avait sommairement tracé à la poudre blanche un quadrillage régulier, – chaque case, estima-t-elle, devait faire deux mètres de côté – ; on avait dû utiliser un de ces appareils pour les terrains de sport. D'ailleurs, il y en avait un : vert sapin, à une roue, en forme d'entonnoir, appuyé contre le mur du fond. La grille ne semblait pas parfaitement alignée sur celle, quelle qu'elle fût, sur laquelle étaient alignés le bâtiment et la ville [...]. »[177]

Outre l'obsession de Bobby en elle-même, d'autres détails sont intrigants dans cette scène. La taille des mailles de la grille, deux mètres, est symbolique de l'échelle à laquelle se joue aujourd'hui la précision de la localisation géographique[178]. Les mailles de la grille GPS sont de l'ordre de grandeur du corps humain, ce qui les rend plus menaçantes. Le décalage entre la grille de Bobby et celle de la ville est mystérieux. Comme beaucoup de villes américaines, Los Angeles est en partie alignée sur la grille cadastrale, selon les méridiens et les parallèles. C'est en particulier le cas de Romaine Street, rigoureusement orientée sur un axe est-ouest. La grille de Bobby Chombo suggère un ordre secret, subtilement différent de la géographie visible et connue de tous. L'ordre du monde imposé par le GPS serait donc différent non seulement en précision, mais peut-être aussi en nature, de l'ordre ancien lisible dans le cadastre.

L'idée d'un ordre nouveau invisible est inquiétante. La grille invisible du GPS symbolise toutes les techniques de contrôle, et en particulier tous

177. Chap. 11, p. 56 : "*The gray floor had been marked out in what she guessed were two-meter grid squares, loosely drawn in some white powder delivered by one of those spreaders they use on athletic fields. She could see one of these, in fact, a forest-green uniwheeled hopper, propped against the far wall. This grid didn't seem to be aligned with whatever grid system the city and this building were aligned with* [...]".

178. Dans de bonnes conditions de réception et avec un matériel de qualité, il est possible en effet d'atteindre une précision de localisation inférieure à trois mètres, en mode standard.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

les réseaux électroniques dont la toile invisible enserre l'environnement quotidien. La grille GPS, omniprésente, représente toutes les autres grilles modernes. L'image de la grille comme moyen de contrôle figure notamment dans le Manifeste Cyborg, de Donna Haraway :

« D'un côté, un monde de cyborgs signifie la projection définitive d'une grille de contrôle sur la planète, l'abstraction définitive d'une guerre des étoiles apocalyptique menée au nom de la défense du pays, l'appropriation définitive du corps des femmes dans une orgie masculiniste de guerre. »[179]

Écrit en 1985, le texte ne peut faire référence au GPS. Cependant, l'allusion à la guerre des étoiles, et celle, implicite, à la guerre nucléaire, évoque les orbites satellitaires et les trajectoires paraboliques qui appartiennent exactement à la même famille de systèmes techniques. La grille de contrôle selon Haraway est fortement liée à la guerre, ce qui est aussi le cas du GPS. Le thème féministe qui apparaît ici, et qui est le véritable sujet d'Haraway, est lié avant tout à la constatation qu'historiquement, et dans l'état des choses présent, la technique et la guerre sont des domaines fortement masculins[180]. Cela seul légitime un questionnement féministe sur ces sujets. Gibson ne pose pas frontalement la question du genre et de l'espace, mais le fait que le personnage principal du roman soit une femme n'est probablement pas indifférent. Il est possible de faire le lien entre les techniques de pouvoir marquées du sceau de la masculinité, ne serait-ce qu'à travers l'exaltation des valeurs dites viriles dans la rhétorique guerrière, et l'état de sujétion sociale, politique et symbolique imposé aux femmes. Face à une mise en ordre du monde qui est, de fait sinon de nature, masculine (ou masculiniste, pour reprendre le thème d'Haraway), le choix d'un point de vue féminin semble approprié. C'est bien le personnage d'Hollis Henry qui ressent le plus clairement l'oppression de la grille :

179. "*From one perspective, a cyborg world is about the final imposition of a grid of control on the planet, about the final abstraction embodied in a Star Wars apocalypse waged in the name of defence, about the final appropriation of women's bodies in a masculinist orgy of war*". Texte de 1985 disponible en ligne sur plusieurs sites. Par exemple : < https://netfiles.uiuc.edu/jwstone2/WAM/Haraway.pdf >. Le texte se poursuit ainsi : "*From another perspective, a cyborg world might be about lived social and bodily realities in which people are not afraid of their joint kinship with animals and machines, not afraid of permanently partial identities and contradictory standpoints.*" « D'un autre côté, un monde de cyborgs pourrait signifier que l'on pourrait vivre les réalités sociales et corporelles sans s'effaroucher de notre double apparentement avec l'animal et la machine, ni de nos identités toujours incomplètes ou de nos positions contradictoires. ».

180. La question de la science et de la technique traitée par le féminisme universitaire est extrêmement complexe. Haraway, pour sa part, ne dit pas que la science, l'objectivité (ce terme, dans certaines approches critiques, est extrêmement péjoratif) ou les techniques de la vision sont par essence masculines. Elles le sont par état de fait. Voir [Haraway, 1988].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

« La guerre contre la terreur. C'est toujours comme cela qu'ils disaient ? Ça l'avait rattrapée, de toute évidence : la terreur. Juste là, dans sa main, au Starbucks, n'osant plus se fier à son propre téléphone, ni à ce réseau qui s'étirait derrière, tendu entre ces faux arbres sinistres qu'on voyait par ici le long des voies express, relais mobiles grimés de faux feuillages grotesques, palmes cubistes, conifères art-déco, toute une forêt claire, support d'une grille invisible, pas très différente de celle tracée sur le sol de l'atelier de Bobby avec de la farine, de la craie, de l'anthrax, du laxatif pour bébé, ou quoi que cela puisse être. Les arbres que Bobby utilisait pour trianguler. Le réseau de la téléphonie, entièrement numérique, et, supposait-elle, entièrement sur écoute. »[181]

Ce passage se situe à peu près à la moitié du livre, dans un chapitre intitulé "Spook Country", ce qui est aussi le titre original du roman[182]. C'est un moment de basculement pour Hollis Henry, qui, à l'occasion d'un coup de fil banal, se rend compte qu'elle glisse dans la paranoïa ordinaire qui fait le quotidien des espions. Le motif de la grille de contrôle reparaît ici, à la fois en relation avec le climat post-11 septembre et la banalisation des techniques numériques. Comme Haraway, Hollis fait l'association entre la grille et la guerre ; non plus sous la forme de l'apocalypse thermonucléaire, mais d'une guerre diffuse, au point que son nom même est incertain. Dans cette guerre, la fonction première de la grille n'est plus balistique mais surveillante. Par la grâce de la convergence numérique, les mêmes techniques, et les mêmes infrastructures (les relais mobiles), servent à la localisation et à l'écoute. C'est un territoire paranoïaque[183] qui est créé ici : paranoïa des surveillants et paranoïa des surveillés se répondent asymétriquement. Le camouflage des antennes, vaguement ridicule, évoque moins une tentative ratée de décoration qu'une exhibition obscène de la dissimulation : ces antennes sont d'autant plus visibles qu'elles sont déguisées. La conscience de la présence de cette grille de contrôle contamine la perception. La grille GPS elle-même, telle qu'elle

181. Chapitre 34, pp. 159-160 : "*The war on terror. Were they still calling it that? She'd caught some, she decided: terror. Right here in here hand, in Starbucks, afraid to trust her own phone and the net stretching out from it, strung through those creepy fake trees you saw from highways here, the cellular towers disguised with grotesque faux foliage, Cubist fronds, Art Deco conifers, a thin forest supporting an invisible grid, not unlike the one spread on Bobby's factory floor in flour, chalk, anthrax, baby laxative, whatever it was. The trees Bobby triangulated on. The net of telephony, all digitized, and all, she had to suppose, listened to*."
182. Alain Smissi traduit ici : « Espions unis d'Amérique ».
183. Le mot, ici et par la suite, ne doit s'entendre aucunement au sens clinique, mais au sens d'Hofstadter (1964) : la tendance à soupçonner des complots, et plus généralement, à sur-interpréter tous les signes.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

apparaît tracée par Bobby, devient l'objet de nouveaux soupçons, mêlant la panique des courriers à l'anthrax de 2001 aux secrets sordides du trafic de drogue (la farine et le laxatif pour bébé étant, selon la culture populaire, des additifs utilisés pour couper la cocaïne).

TERRITOIRES DE LA PARANOÏA

Le récit paranoïaque est un genre majeur de la fabrique des imaginaires contemporains. Ses racines sont multiples. Il procède à la fois du récit de conjuration classique et du roman d'espionnage. L'institutionnalisation et, pourrait-on dire, l'industrialisation du renseignement, avec tout ce que cela implique de développements techniques, pendant la période de la guerre froide, a donné un nouveau souffle au genre, cependant que l'expérience du totalitarisme propose le modèle d'une société de surveillance dont le roman *1984* (publié en 1949) fournit une fois pour toutes l'archétype imaginaire, comme en témoigne l'enrichissement du vocabulaire des termes Big Brother et orwellien. En jetant un doute sur la crédibilité des gouvernements, les controverses sur l'assassinat de Kennedy, l'affaire du Watergate et quelques autres faits divers ont, parallèlement, donné un supplément de plausibilité aux fictions paranoïaques. Plus récemment, l'intensification réelle et visible de la surveillance policière après les attentats du 11 septembre a réactualisé le thème[184].

Jameson[185] attribue le succès des récits paranoïaques à l'efficacité de l'allégorie qu'ils proposent. La conspiration tentaculaire, explique-t-il, est à l'image du capitalisme avancé, qui prétend embrasser dans sa logique de marchandisation des secteurs de plus en plus étendus de la vie sociale et privée. La fiction de complot est une allégorie dont le déchiffrement se fait surtout sur le plan inconscient (car ce n'est qu'au niveau le plus souterrain de notre imaginaire collectif que notre esprit est en permanence préoccupé de la réalité sociale), et qui propose les éléments minimaux capables de figurer le capitalisme avancé : un réseau potentiellement infini et une

184. Le 11 septembre et ses suites forment une partie du fond des trois derniers romans de William Gibson. Voir [McAvan, 2010], et [Link, 2008]. Sur la culture conspirationniste contemporaine, voir [Jones, 2012].

185. Ces idées, appuyées essentiellement par des analyses de films, sont développées dans la première partie de [Jameson, 1992]. Ce chapitre a été traduit en français et publié séparément [Jameson, 2007b]. La traduction est malheureusement dépourvue des images qui illustrent l'original. Sur le même thème, mais en littérature, et avec une référence à Gibson, voir également [Boof-Vermesse, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

explication plausible de son invisibilité[186]. La mise en scène récurrente de la technologie dans ces récits correspond, dans cette perspective, à l'illustration du rôle essentiel de l'informatique et des télécommunications dans le fonctionnement du système économique et financier.

L'hypothèse de la fonction allégorique est d'autant plus séduisante qu'une veine allégorique puissante existe dans la culture contemporaine, par exemple dans la science-fiction[187]. Que l'on adhère ou non à cette interprétation[188], la multiplication des fictions de ce type est révélatrice d'une inquiétude, et, la plupart du temps, cette inquiétude a partie liée avec la technique. Le genre cyberpunk en général l'illustre, en reprenant les thèmes du roman noir ou du récit de conspiration dans un contexte de science-fiction. Indirectement, *Spook Country* s'inscrit dans cette lignée, mais les conspirations à l'œuvre dans le roman sont moins importantes que l'atmosphère générale d'anxiété face à la technique. Les techniques géonumériques, et plus particulièrement le GPS, contribuent à cette anxiété de deux façons.

La première est la création de la grille de contrôle totale qu'on a déjà évoquée. Elle est elle-même une allégorie du contrôle, mais aussi, en raison de l'inclusion de récepteurs GPS dans les appareils les plus divers, une menace réelle sur la liberté de ne pas être localisable. Quoique le GPS seul, récepteur passif, ne puisse trahir la localisation de son utilisateur, lorsqu'il est couplé à un téléphone, il est difficile de garantir que les informations de position restent confidentielles. L'interconnexion des systèmes numériques en général, plus que chaque système individuellement, constitue la grille de surveillance. Un exemple tiré du monde réel et non du roman permet de démontrer que les angoisses d'Hollis Henry ne sont pas totalement infondées. General Motors propose sur certains de ses modèles, ainsi que sur des BMW, un service nommé OnStar, qui permet sur abonnement, aux États-Unis, au Canada, et en Chine, l'accès à un ensemble de fonctions comprenant notamment la navigation GPS, une téléphonie mains-libres, une assistance à distance, un système de localisation d'un véhicule volé. Non seulement un tel système permet,

186. "*A potentially infinite network, along with a plausible explanation of its invisibility*", [Jameson, 1992, p. 9]. Giddens [1990, p. 19] parle du caractère fantasmagorique du lieu contemporain, traversé par les influences de puissances lointaines et invisibles (il cite en exemple, p. 140, un centre commercial). L'allégorie du complot est aussi propre à représenter ce type de perception.

187. Voir par exemple [Desbois, 2011c], sur la place de l'allégorie chez Gibson.

188. Une allégorie est davantage constituée par son déchiffrement que par l'intention qui sous-tend ou non son texte. En cela, la question de savoir si l'interprétation de Jameson est exacte n'a pas de sens.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

théoriquement, de localiser un véhicule à distance, mais puisqu'il est possible d'envoyer des commandes au système depuis les centres OnStar, on peut imaginer, par exemple, écouter des conversations à l'intérieur d'un véhicule en activant à distance le micro du système mains-libres[189]. De même, durant l'été 2010, la firme Apple a admis collecter des données de localisation des utilisateurs de ses appareils, pour éventuellement les revendre (en principe, anonymisées) à ses partenaires commerciaux[190]. La grille du GPS, par son intégration dans les autres systèmes numériques, est donc bien une grille de contrôle.

Le GPS peut aussi contribuer à augmenter l'anxiété technique par un autre biais : en participant à la virtualisation[191] croissante de l'environnement. Dans *Spook Country*, cette idée est exprimée de façon originale par le personnage d'Odile, une galeriste française spécialisée dans l'art virtuel. Le texte original joue sur l'accent français, ce que la traduction peine à rendre :

> « Scie-bère-espèce, expliqua Odile, d'un ton sentencieux, ça s'universe.
>
> — Qu'est-ce qui est l'univers ?
>
> — Sci-bère-espèce ; universé, insista Odile, s'accompagnant d'un geste des mains qui rappela à Hollis, avec un vague malaise, l'utérus en crochet dont une de ses profs en éducation sexuelle s'était servi pour illustrer son propos.
>
> — Ça s'inverse, se retourne comme un gant, traduisit Alberto, le cyberespace. Une salade de fruits et un café. Après un instant de perplexité, Hollis comprit que la dernière partie s'adressait à la serveuse. [...]
>
> — Je suppose qu'on peut dire que ça a commencé le premier mai 2000, dit Aberto.
>
> — Quoi ?

189. Le site de la société OnStar affirme que ce n'est pas possible : < https://www.onstar.com/web/portal/privacy >. Cependant, Zittrain [2008, p. 109] affirme que c'est non seulement possible, que cela a été réalisé au moins une fois. Le matériel évoluant rapidement, cela ne signifie pas nécessairement que, pour ce système particulier, ce soit encore possible aujourd'hui.
190. < http://latimesblogs.latimes.com/technology/2010/06/apple-location-privacy-iphone-ipad.html >.
191. Pour éviter d'entrer dans le débat sur la définition du virtuel, précisons qu'on appelle virtuel tout ce qui relève du traitement numérique de l'information.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

— Le géohacking, au moins en puissance. C'est à ce moment-là que le gouvernement a annoncé la fin de la disponibilité sélective[192], pour un système qui jusque-là avait été un système exclusivement militaire. Les civils pouvaient pour la première fois utiliser la géolocalisation par GPS. »[193]

Le terme employé par Odile est "to evert", qui signifie se retourner comme un gant. Selon la représentation conventionnelle, le cyberespace est le monde virtuel accessible par les ordinateurs en réseau, qu'il s'agisse de la version de science-fiction popularisée par Gibson, ou, par glissement du terme, du Web en général. S'il fallait assigner un lieu au cyberespace, ce serait « de l'autre côté de l'écran ». Parler de « retournement du cyberespace », c'est décrire la traversée de l'écran, et le débordement du virtuel dans l'environnement physique quotidien. La colonisation de l'environnement quotidien par les techniques numériques est un aspect de ce retournement dont tous les habitants des villes des pays développés peuvent faire l'expérience. Dans une interview de 2007, William Gibson lui-même s'est exprimé sur l'informatique ambiante :

« Une des choses que nos petits-enfants trouveront le plus étrange à notre sujet, c'est que nous distinguons le numérique du réel, le virtuel du réel. Dans le futur, cela sera littéralement impossible. Différencier ce qui est le cyberespace de ce qui ne l'est pas va devenir inimaginable. Quand j'ai écrit *Neuromancien*, en 1984, le cyberespace existait déjà pour quelques personnes, mais elles n'y passaient pas tout leur temps. Donc, il y avait d'un côté le cyberespace, là-bas, et de l'autre côté, ici-même, nous. Maintenant, pour beaucoup d'entre nous, le cyberespace est ici-même,

192. Selective Availability. Initialement, le GPS à usage civil fournissait un service à la précision intentionnellement dégradée (environ 100 m).

193. Chapitre 4, p. 22 : "'*See-bare-espace,*' Odile pronounced, gnomically, '*it is everting.*' '*Everything? What is?*' '*See-bare-espace*,' Odile reaffirmed, '*everts.*' She made a gesture with her hands that reminded Hollis, in some dimly unsettling way, of the crocheted model uterus her Family Life Education teacher had used as an instructional aid. '*Turns itself inside out,*' offered Alberto, by way of clarification. '*Cyberspace.*' *Fruit salad and coffee.*' This last, Hollis realized after an instant's confusion, addressed to their waitress. [...] '*I guess you could say it started on the first of May 2000,*' Alberto said. '*What did?*' '*Geohacking. Or the potential thereof. The government announced then that the Selective Availability would be turned off, on what had been, until then, strictly a military system. Civilians could access the GPS geocoordinates for the first time.*'"

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

et, là-bas, c'est juste une absence plus ou moins complète de connexion. Là-bas, c'est là où ils n'ont pas le Wi-Fi. »[194]

Le cyberespace devient le monde lui-même, et la confusion d'Hollis, entendant "everything" (« tout ») au lieu de "everting" (« se retournant »), n'altère pas fondamentalement le sens de ce que dit Odile. Le GPS joue un rôle essentiel dans ce retournement du cyberespace. Il permet d'assigner à des objets numériques une localisation physique, comme le démontrent les œuvres d'art virtuelles du roman, et, plus généralement, tous les dispositifs de réalité augmentée. De plus, les systèmes de navigation par GPS, en offrant le spectacle d'un déplacement sur le terrain qui modifie une carte en temps réel, sont un exemple de fusion entre l'environnement physique et sa simulation matérielle. Dans le dernier roman de William Gibson, *Zero History*, un personnage, Milgrim, utilise l'application GPS d'un téléphone pour se localiser dans Londres :

« Il regarda l'écran sur lequel brillait la carte. Il y vit comme une fenêtre sur la trame souterraine de la ville, comme s'il avait dans la main quelque chose d'où l'on avait arraché un fragment rectangulaire de la surface de Londres et qui dévoilait un substrat de code lumineux. Mais en réalité, n'était-ce pas plutôt le contraire qui était vrai, et la ville qui était le code caché sous la carte ? Il y avait ce truc qu'on disait toujours à ce sujet, mais qu'il n'avait jamais compris ; il n'arrivait pas à s'en souvenir exactement maintenant. Le territoire n'était pas la carte ? »[195]

Le chapitre d'où ce passage est tiré s'intitule « La carte et le territoire ». Milgrim hésite sur le sens de la relation entre la ville matérielle et sa représentation numérique. Sa première impression est que le dispositif cartographique numérique dévoile une vérité cachée sur la nature de la ville, en l'occurrence, littéralement, la production de l'espace urbain par le code numérique, comme si la raison d'être de la ville physique était de traiter l'information, comme si la carte engendrait la ville. Lorsque

194. "*One of the things our grandchildren will find quaintest about us is that we distinguish the digital from the real, the virtual from the real. In the future, that will become literally impossible. The distinction between cyberspace and that which isn't cyberspace is going to be unimaginable. When I wrote Neuromancer in 1984, cyberspace already existed for some people, but they didn't spend all their time there. So cyberspace was there, and we were here. Now cyberspace is here for a lot of us, and there has become any state of relative nonconnectivity. There is where they don't have Wi-Fi.*" Interview par Andrew Leonard, *Rolling Stone*, 15 nov. 2007, nº 1039, p. 162.

195. *Zero History*, chapitre 74, "Map, Territory", p. 361 : "*He looked down at the screen, the glowing map. Saw it as a window into the city's underlying fabric, as though he held something from which a rectangular chip of London's surface had been pried, revealing a substrate of bright code. But really, wasn't the opposite true, the city the code that underlay the map? There was an expression about that, but he'd never understood it, and now couldn't remember how it went. The territory wasn't the map?*"

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Milgrim revient à l'idée plus conventionnelle d'une représentation de l'espace urbain par la carte, il y introduit un élément inattendu : la ville n'est pas un espace à représenter, mais un code qui produit la carte. Que la ville soit engendrée par un code, ou qu'elle soit elle-même code, la cartographie numérique la tire du côté du signe, de l'écriture. Le médium numérique de la carte est de la même nature que la part informationnelle de la ville, ou plus exactement, il est lui-même un élément constitutif de cette part. Milgrim se perd dans la dialectique de la carte et du territoire parce que la cartographie numérique brouille cette distinction encore plus que la cartographie classique.

Des chiffres et des lieux

Le GPS contribue au retournement du cyberespace en étendant à tous les points de l'espace le domaine de la simulation numérique. Chaque point du territoire physique possède, par le GPS, un équivalent dans le monde simulé de la carte. Avant le GPS, il était déjà possible de désigner un point par ses coordonnées, mais la mesure était une opération technique et ne pouvait être une référence partagée hors de quelques milieux de spécialistes comme ceux de la cartographie ou de la navigation maritime. En 1977, dans le film de Steven Spielberg *Rencontre du troisième type*, au milieu d'une assemblée de savants, il faut un cartographe (le personnage de David Laughlin) pour reconnaître qu'une suite de nombres correspond à des coordonnées géographiques. Aujourd'hui, chaque nouveau tatouage qui apparaît sur l'épaule d'Angelina Jolie déclenche des millions de connexions sur Google Earth et la création de centaines de cartes de localisation immédiatement mises en ligne[196]. L'anecdote mérite qu'on s'y arrête, car elle symbolise la profonde mutation de nos imaginations géographiques. L'actrice et réalisatrice Angelina Jolie, personnalité bénéficiant d'une forte exposition médiatique, porte en haut de son bras gauche six tatouages correspondant aux coordonnées géographiques des lieux de naissance ou d'adoption de chacun de ses six enfants (adoptés ou nés entre 2002 et 2008). Les tatouages en général sont fort communs, depuis quelques années en Amérique du Nord, chez les hommes et les femmes de tous milieux sociaux[197]. Quoique

196. [Sui, 2008].
197. [Kosut, 2006] ; [Kang et Jones, 2007].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

le tatouage, par nature, soit plutôt lié à la sphère de l'intime, les nombreuses apparitions publiques d'Angelina Jolie, presque toujours environnée de photographes et de cameramen, font de ses tatouages, placés à un endroit extrêmement visible dès lors que, circonstance fréquente chez les femmes dans les mondanités du monde du cinéma, les bras sont nus, un élément notable du spectacle du vedettariat mondialisé.

Le géo-tatouage, jusqu'à présent, ne semble pas une forme répertoriée. Une paire de coordonnées se substitue au prénom, à la date de naissance, au toponyme. Le choix de commémorer le lieu plutôt que la date ou le prénom peut s'expliquer par le fait que les deux premiers enfants ont été adoptés au Cambodge et en Éthiopie, et que ces actes d'adoption ont donc une coloration humanitaire et politique[198] que souligne le choix de mettre en avant leur géographie. Le fait de choisir des coordonnées plutôt que des toponymes inscrit cette géographie dans un espace global, post-national. La dispersion géographique des naissances et adoptions suivantes (Namibie, Vietnam, France – dans ce dernier cas, la naissance de jumeaux est commémorée par deux paires identiques de coordonnées) renforce cette impression. Les associations symboliques potentielles de ces tatouages sont nombreuses. Certaines sont liées à l'idée de virtualité. Ces inscriptions seraient impossibles sans les techniques géonumériques dont la banalisation rend à la fois cette information facile à obtenir (le GPS n'est pas nécessaire ; il suffit de pointer l'endroit sur l'un ou l'autre des services de cartographie en ligne) et aisée à déchiffrer. Ces tatouages sont donc, en même temps qu'une information géographique, un symbole technologique, et plus précisément une évocation des techniques numériques. Ces symboles sur le corps d'Angelina Jolie, dont l'un des premiers rôles importants a été un *hacker*, en 1995 (*Hackers*, Iain Softley), et qui a par deux fois incarné Lara Croft, une des icônes du jeu vidéo (*Lara Croft : Tomb raider*, Simon West, 2001 ; *Lara Croft Tomb Raider : le berceau de la vie*, Jan de Bont, 2003), sont comme un rappel malicieux des techniques numériques massivement utilisées par l'industrie du divertissement, et de leur intrusion potentielle dans notre quotidien.

198. Cette dimension est d'autant plus évidente qu'Angelina Jolie est notamment connue pour son engagement dans l'action au service des réfugiés, en tant qu'ambassadrice de bonne volonté de l'agence des Nations unies pour les réfugiés : < http://www.unhcr.fr/4acf003129.html >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Territoires virtuels

L'exemple des tatouages d'Angelina Jolie illustre l'ampleur de la diffusion des techniques géonumériques hors du milieu des spécialistes. Il suggère aussi, de manière un peu moins directe que ne le font les derniers romans de Gibson, que ces techniques affectent nos conceptions de l'espace. Un des aspects importants des évolutions des conceptions de l'espace est un sentiment de fusion croissante entre le numérique et l'environnement quotidien. La cartographie des GPS et des terres virtuelles y contribue. La colonisation de l'espace urbain par le numérique fait l'objet d'études géographiques nombreuses et riches[199], et l'exploration des imaginaires de l'espace virtuel dépasse la question de la cartographie. La cartographie numérique, cependant, se présente souvent comme un espace virtuel. Dans ses applications grand public, le mode de visualisation a souvent recours à la perspective, c'est-à-dire à une technique d'illusion, plutôt qu'à la projection cartographique. C'est le cas pour les GPS de navigation et pour les terres virtuelles. Les GPS pour automobiles proposent souvent une vue de la carte oblique qui évoque l'écran d'un jeu vidéo de conduite au graphisme simplifié. La visualisation de Google Earth pousse l'illusion plus loin. Non seulement le relief peut être affiché en 3D, mais aussi, dans les villes principales, les bâtiments, parfois sous la forme de volumes gris, parfois recouverts de textures photographiques, et même, pour quelques lieux, des arbres, modélisés schématiquement pour que leur silhouette générale corresponde aux essences présentes sur le terrain. Là où la carte traditionnelle trie l'information, Google Earth, au contraire, l'accumule.

Google Earth s'apparente aux SIG ; il en utilise les principes, manipule des données de même type, et parfois, en recoupe les usages, par exemple lorsqu'il sert à diffuser de l'information géographique en cas de catastrophe naturelle, industrielle ou humanitaire[200]. Mais le but de Google Earth n'est pas tant de proposer des informations appropriées à un usage précis que de construire le spectacle d'une illusion sidérante. La cartographie scientifique traditionnelle exhibe les outils mathématiques qui l'ont produite. Google Earth utilise toutes les ressources du calcul automatique pour les dissimuler. C'est donc sur le terrain de la

199. L'idée du double numérique de la ville a par exemple été développée en 1996 par Mitchell. Pour des perspectives plus récentes, voir [Thrift et French, 2002], [Graham, 2005], [Dodge Kitchin et Zook, 2009], ainsi que le recueil de textes rassemblés par Graham [2004].
200. Par exemple, l'ouragan Katrina [Crutcher et Zook, 2009], ou la crise du Darfour [Park, 2009]. Certains spécialistes, cependant, émettent des réserves à la fois à cause du caractère trop séduisant de l'interface et de la difficulté à évaluer la qualité des données [Sheppard et Cizec, 2009].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

géographie, et non dans un Second Life ou dans un jeu vidéo, que s'opère la production du plus vaste et du plus complexe des espaces virtuels. La construction de cet espace virtuel résulte de deux types de processus assez différents. D'une part, la contribution de multiples agents, sociétés commerciales, organismes gouvernementaux, individus isolés ou en réseaux, etc., fournit les données de base, les logiciels, les annotations, le contenu géoréférencé. D'autre part, il existe aussi des processus plus ou moins automatiques de collecte des images et d'intégration des données[201]. L'intervention de processus automatiques dans la production de ces données, intervention presque absente de la cartographie classique où chaque trait, d'une façon ou d'une autre, est tracé de main d'homme, laisse, au moins en théorie, une place à l'inexploré. Alors que la carte traditionnelle est le produit d'une exploration achevée, le globe virtuel peut-être un outil d'exploration, même si, par la force des choses, les réelles découvertes par Google Earth sont rares. Ainsi, durant l'été 2012, divers sites web avaient annoncé la découverte de pyramides inconnues en Égypte, repérées par une chercheuse grâce à Google Earth. Quoiqu'une découverte de ce type, quels qu'en soient les moyens, soit assez propre à exciter l'imagination romanesque pour attirer les faveurs des médias, il semble bien que ce soient les circonstances de la découverte plutôt que son objet qui aient ici retenu l'attention. La fascination devant Google Earth doit autant aux séductions du virtuel qu'à l'ancienne magie des cartes. En l'occurrence, après quelques jours, la découverte a été démentie[202], mais l'exploration du globe (virtuel) est l'un des usages importants de Google Earth, ainsi qu'en témoignent les sites consacrés aux curiosités, sites remarquables, lieux secrets, paysages étranges, etc. repérés sur les images[203].

LIEUX SECRETS

Une catégorie particulière de lieux est presque toujours représentée dans ces collections de curiosités : les installations secrètes ou supposées telles, généralement militaires. Quelques sites web sont même spécialisés dans

201. [Graham, 2010].
202. < http://cosmiclog.nbcnews.com/_news/2012/08/28/13532567-google-earth-pyramids-revisited?lite >.
203. Parmi bien d'autres : < http://www.mapofstrange.com/ >. < http://www.pcworld.com/article/134186/in_pictures_the_strangest_sights_in_google_earth.html >.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

leur révélation[204]. Ce dévoilement de lieux secrets, en permettant au public de se réapproprier, au moins par le regard, un territoire qui lui est interdit, et en mettant au jour des espaces retranchés de l'espace démocratique commun (dans le cas de sites secrets de pays démocratiques), constitue un acte politique de contre-surveillance. Certains sites ont un discours critique très structuré à ce sujet[205]. Cela peut s'inscrire dans la logique de transparence assez répandue dans l'activisme en ligne, dont l'exemple le plus connu est Wikileaks[206]. Le plus souvent, et particulièrement hors des sites spécialisés, les installations secrètes ou présentées comme telles sont simplement incluses dans une collection de curiosités, entre un troupeau d'éléphants et un cercle de culture. La zone 51 est un des sites les plus abondamment observés, ainsi qu'il sied à l'épicentre de la plus féconde des mythologies conspirationistes contemporaines[207].

L'effet de cette exposition du secret est à double tranchant. Elle s'appuie sur des documents publics et légaux, et ne révèle que l'existence (éventuelle) du secret, non son contenu[208]. L'appareil qu'elle mobilise pour cette révélation est directement issu du complexe qui organise ce même secret, si bien que ce qui est donné en spectacle est surtout la puissance de l'appareil militaire, à travers l'efficacité de l'outil. Le propos du spectacle du secret ne semble pas tant être d'appeler à le faire cesser que d'offrir la jouissance de l'illusion momentanée de rejoindre la communauté des « personnes autorisées ». En reproduisant le regard militaire, le dévoilement par l'image spatiale agit comme un rappel des origines de la cartographie numérique. Même sous les couleurs de la dénonciation citoyenne peut se cacher le regard d'un voyeurisme technophile mu par la fascination des armes[209].

204. Par exemple : < http://www.globalsecurity.org/eye/index.html actif jusqu'en 2006 >. < http://www.cryptome.org/cartome/ > actif jusqu'en 2001. < http://cryptome.org/eyeball/index.html > actualisé pour la dernière fois en août 2011. < http://www.secret-bases.co.uk/ > toujours actif.
205. En particulier : < http://www.globalsecurity.org/eye/index.html >. < http://www.cryptome.org/cartome/ >.
206. [Perkins et Dodge, 2009].
207. Celle des extra-terrestres. La zone 51 est une base aérienne située au Nevada et utilisée comme terrain d'essais pour les projets d'avions militaires. Selon la mythologie des ovnis, c'est là qu'auraient été entreposés et étudiés les débris de la soucoupe volante de Roswell (Nouveau-Mexique), en 1947. Cette mythologie a en particulier fourni la matière de la série *X Files* (1993-2002).
208. Depuis quarante ans que les militaires vivent sous le regard des satellites, ils ont appris à s'en préserver, soit en se camouflant, soit en prenant en compte les heures de passage, forcément prévisibles, des satellites.
209. Le sens commun, avec Alberto Savinio (*Maupassant et l'autre*, p. 64 de l'édition française Gallimard, 1977), fait de cette fascination un élément constitutif de la masculinité. Il y aurait là un terrain pour une géographie du genre.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

D'un côté, la focalisation du regard sur une collection de sites secrets manque son objet, puisqu'elle ne révèle, dans l'ensemble, que peu de secrets véritables, et qu'elle laisse entendre que le secret pourrait être confiné à quelques lieux identifiés plutôt que diffus[210], mais d'un autre côté, elle reconnecte la technique géonumérique au monde militaire. L'ombre de la guerre plane donc sur l'imaginaire de la géographie numérique. Cette association est justifiée par la nature de la technique et l'histoire de son émergence. Les premières images d'une technique utilisant l'esthétique de Google Earth (le zoom avec effet 3D) à avoir été massivement diffusées auprès du public ont été celles de la guerre du Golfe de 2003, fournies aux télévisions par la société Earthviewer, alors sous contrat avec l'armée américaine[211]. La banalisation des techniques géonumériques les acclimate au domaine civil, mais, au moins sur le plan imaginaire ne les démilitarise pas totalement. Le fait que la plus grande partie des moyens dont nous disposons pour nous représenter l'espace aient été conçus en premier lieu pour les besoins de la guerre n'est pas sans relation avec certaines mutations de l'espace contemporain.

LES NOUVEAUX TERRITOIRES DE LA GUERRE

Il existe une coïncidence entre la prolifération des techniques géonumériques et une mutation des espaces de la guerre. En particulier, les discours et les pratiques associés à la « guerre contre le terrorisme », surtout depuis 2001, ont eu pour effet d'étendre presque sans limite l'espace de la guerre. Ce nouvel espace n'est pas homogène. Il concerne tout d'abord les zones désignées comme foyer de terrorisme (aujourd'hui principalement l'Afghanistan et le Pakistan, regroupés sous le nom d'Af-Pak par les stratèges américains) où se déroulent des opérations militaires classiques – en Afghanistan – et, de plus en plus, des frappes de drones armés destinées à assassiner des personnes identifiées comme terroristes (en Afghanistan

210. [Perkins et Dodge, 2009]. Cependant, cette idée est en contradiction avec l'imaginaire de la conspiration, qui a profondément partie liée avec le voyeurisme des lieux secrets, surtout dans sa forme la plus primaire : l'absence d'informations précises encourage les interprétations les plus fantaisistes, généralement pour venir à l'appui des théories du complot. Une recherche sur Google « Area 51 UFO Google Earth », par exemple, entraîne une plongée dans le monde des conspirationistes persuadés que les États-Unis testent des techniques extra-terrestres dans le désert du Nevada.

211. [Stahl, 2010].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

et au Pakistan, et ponctuellement ailleurs)[212]. Le fait que la guerre soit menée non contre un État, mais contre des individus de nationalités et d'affiliations variées (les organisations terroristes), étend potentiellement les frappes aux espaces les plus divers. Ainsi, durant l'été 2012, plusieurs frappes de missiles tirés par des drones ont touché le Yémen[213]. L'espace de la guerre contre le terrorisme n'est pas enfermé dans des frontières précises, mais il a une géographie, faite d'espaces de niveau de développement inégaux, de territoires désignés comme amis des États-Unis et de leurs alliés, ou comme complices des terroristes, etc[214]. Cette géographie englobe également l'espace des cibles effectives ou potentielles des terroristes. L'architecture et l'urbanisme des pays développés, et notamment des États-Unis, sont désormais imprégnés d'une logique militaire. Le discours sur la « sécurité nationale », forgé pendant la seconde guerre mondiale, fortifié pendant la guerre froide, et recyclé à présent dans la guerre contre le terrorisme[215], sert d'aiguillon aux nouvelles pratiques urbaines. Ces nouvelles pratiques sont fondées sur l'idée que le territoire national (principalement celui des États-Unis, mais avec des variantes, cela s'applique ailleurs) est un front intérieur qu'il faut armer contre les attaques de l'ennemi, lequel prend d'abord la figure de l'immigré, puis celle du terroriste invisible[216]. Cela se traduit à la fois par des pratiques de police (contrôle, surveillance), la mise en place de procédures dites de sécurisation (restrictions de circulation, d'accès à certains espaces), et des aménagements physiques. L'esprit de ces aménagements est visible par exemple dans un document de prescriptions d'urbanisme produit par la Federal Emergency Management Agency (FEMA, agence fédérale de réponse aux situations d'urgence). Cette agence initialement destinée surtout à faire

212. [Gregory, 2011]. Ces frappes sont menées par la CIA depuis les États-Unis. Les techniques géonumériques ont aboli la relation inverse qui existait traditionnellement entre la distance et la précision [Martin, 2006]. Cependant, si les missiles, en général, tombent à l'endroit désigné, il est beaucoup plus rare qu'à cet endroit se trouve en effet une cible réellement importante. Le temps nécessaire entre le repérage d'une cible, son identification, et sa destruction (ce que les militaires appellent la *kill chain*) est si réduit qu'en pratique, il semblerait que soient surtout frappés des soldats ordinaires et non les chefs visés [Gregory, *op. cit.*].

213. < http://www.20minutes.fr/ledirect/994895/yemen-huit-islamistes-abattus-attaque-drone-americain >. Des attaques par drones ont aussi été menées en Somalie.

214. [Gregory, 2010].

215. "*every American is a soldier, and every citizen is in this fight*" ; « chaque Américain est un soldat et chaque citoyen prend part à ce combat », déclaration de Georges Bush, octobre 2001. < http://www.nytimes.com/2001/10/30/us/a-nation-challenged-the-president-bush-announces-a-crackdown-on-visa-violators.html >. Sur l'infusion de la rhétorique guerrière dans la société civile américaine, voir [Orr, 2004] ; [Lutz, 2002].

216. [Graham, 2008], et pour un panorama complet de la militarisation des espaces urbains, voir [Graham, 2011].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

face aux catastrophes naturelles, désormais intégrée au Département de la sécurité intérieure, a été en partie réorientée vers le traitement de la menace terroriste après le 11 septembre. La FEMA a publié plusieurs documents d'architecture et d'urbanisme orientés vers la prévention des attaques terroristes. Le document FEMA 430, *Site and Urban Design for Security, Guidance against terrorist attack*[217] (*Sécurité en aménagement et urbanisme, préconisations contre les attaques terroristes*, paru en 2007) est représentatif du type d'aménagements réalisés ou en projet, et du style de discours qui les accompagne. Le document alterne les présentations historiques, les considérations théoriques et les études de cas. Les aménagements présentés sont censés protéger des explosions et des véhicules suicides. Les exemples portent sur tous types de sites. Non seulement des bâtiments officiels, mais aussi des parcs, des écoles (une autre publication de la FEMA, nº 428, leur est dédiée), campus universitaires, etc., ce qui étend de fait l'espace menacé à la quasi-totalité du territoire national. Le vocabulaire et les installations mentionnées appartiennent effectivement en grande partie au répertoire militaire. On voit des fossés, des talus, on parle de première, deuxième, troisième ligne de défense. Dans l'exemple du réaménagement du secteur de Battery Park, il est expressément spécifié que « Les barrières et les techniques de défense militaires sont étudiées et testées, puis redimensionnées et adaptées pour s'intégrer dans l'environnement urbain »[218]. Les exemples du manuel de la FEMA sont camouflés et leur nature militaire, dans la majorité des cas, est peu visible. Dans les faits, les aménagements de type militaire sont souvent bien plus visibles : barrières modulaires en béton (type New Jersey)[219] et barbelés concertina font partie du paysage urbain. Le barbelé concertina s'est tant répandu qu'un blogueur avait proposé, au moment de la candidature de Chicago pour l'organisation des Jeux olympiques de 2016, que, si la ville l'emportait, on s'en serve pour redessiner les anneaux d'une façon qui serait propre à exprimer la nouvelle identité de la ville[220]. Ces considérations sécuritaires sont l'une des principales forces à l'œuvre dans les mutations urbaines contemporaines aux États-Unis. Elles touchent l'amé-

217. [En ligne] : < http://www.fema.gov/library/viewRecord.do?fromSearch=fromsearch&id=3135 >.
218. "*Military defensive techniques and barriers are studied and tested, and then re-scaled and adapted to fit into the urban streetscape context.*" Section 3-38. Le secteur de Battery Park a été endommagé lors des attentats du 11 septembre.
219. [Boddy, 2008]. Les *jersey barriers* sont des barrières basses (généralement moins d'un mètre), en béton, à base large, qui servaient à l'origine de séparateur central sur les autoroutes.
220. < http://twocitiestwowheels.blogspot.fr/2007_04_01_archive.html >. Le barbelé concertina (*razor wire*), où les pointes sont remplacées par des lames est un des éléments les plus symboliques du paysage sécuritaire.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

nagement des espaces publics, mais aussi des espaces commerciaux et privés, et sont multipliées lors d'événements publics[221]. Les Jeux olympiques d'été à Londres en 2012 ont mobilisé 17 000 militaires, un navire de guerre, des batteries de missiles[222], soit un déploiement de forces armées de la taille d'une opération militaire moyenne[223]. Ces pratiques brouillent la distinction entre le maintien de l'ordre civil et la défense du territoire[224].

Comme dans le cas des espaces ciblés par les drones, les techniques géonumériques sont partie intégrante de la militarisation. Les postes de commandement et les salles de contrôle de l'appareil militaro-sécuritaire sont un débouché important de l'industrie du SIG, et leurs murs d'écrans popularisés par la fiction sont l'incarnation contemporaine, miniaturisée et démultipliée, des "War rooms" des fictions de guerre froide. Dès novembre 2001, la société ESRI, principal fournisseur de logiciel de SIG, a publié un rapport soulignant le rôle des techniques géonumériques pour la sécurité intérieure[225]. L'industrie de la géographie numérique (SIG, imagerie spatiale) est fortement impliquée dans le complexe militaro-industriel américain. Au-delà de l'histoire des techniques et d'une parenté des modes de visualisation, l'association entre la géographie numérique et le monde militaire, qui caractérise en partie les nouveaux imaginaires cartographiques, traduit une réalité politique et économique.

LES IMAGINAIRES CARTOGRAPHIQUES COMME MODE DE LECTURE DES CARTES

Les anxiétés de l'imaginaire cartographique contemporain sont le révélateur du lien qui existe entre le nouveau régime de représentation de

221. [Boyle et Haggerty, 2009], expliquent que ces événements servent souvent de banc d'essai au déploiement de nouvelles pratiques et techniques sécuritaires.
222. < http://www.guardian.co.uk/news/defence-and-security-blog/2012/aug/13/olympics-legacy-security >. L'ampleur de la mobilisation militaire s'explique parce qu'une société de sécurité privée n'a pas été capable de fournir suffisamment de personnel. Il y a une symétrie troublante entre l'implication de sociétés privées dans les opérations militaires extérieures (Afghanistan, Irak, voir [Gregory, 2010]), et l'engagement de l'armée dans des opérations de sécurité sur le territoire national.
223. À titre de comparaison, les forces britanniques en Afghanistan, début septembre 2012, représentent environ 9 500 soldats, selon le ministère de la Défense : < http://www.mod.uk/DefenceInternet/FactSheets/OperationsFactsheets/OperationsInAfghanistanBritishForces.htm >.
224. [Houlihan et Guilianotti, 2012].
225. *GIS for Homeland Security*. [En ligne] : < www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/homeland_security_wp.pdf >. Le contenu en est tout à fait insignifiant. La société Esri a publié en 2007 un livre sur le même thème, avec le même titre (*Mike Kataoka,* Esri Press, 2007). Sur les liens entre l'industrie du SIG et l'armée, voir également [Corson et Palka, 2004].

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

l'espace et les mutations de cet espace. Les transformations de la cartographie ne sont pas un simple changement d'outil. Elles correspondent en profondeur à des évolutions des conceptions du monde, des formes d'organisation sociales, économiques et politiques, et des pratiques de l'espace. C'est de cela, entre autres choses, que rendent compte les évolutions des imaginaires cartographiques.

Nous ne sommes guère capables de nous représenter la configuration géographique du monde sans le secours de la cartographie. Mais il y a plus à voir sur la carte qu'une image du monde rendu totalement intelligible et maîtrisable grâce à la puissance du chiffre et du calcul, même quand elle se présente parée de toutes les séductions du virtuel. À travers ses modes de représentation, la carte donne aussi à voir, en plus du territoire qu'elle décrit, la technique qu'elle met en œuvre. Dans le cas de la cartographie numérique, l'exhibition technologique est particulièrement importante, au point de prendre parfois le pas sur ce qui est montré. D'une certaine façon, le spectacle de la technique déjoue la prétention à la transparence et à la neutralité du dispositif cartographique car ce qui est montré dans un globe virtuel n'est pas uniquement le monde, mais aussi l'exploit de sa recréation virtuelle.

Outre le spectacle de la technique, la carte offre aussi celui du pouvoir. La cartographie d'un territoire a longtemps été liée au pouvoir symbolique et effectif qu'on pouvait exercer sur l'espace. Ce lien a longtemps justifié la maîtrise par les États de leur propre cartographie. Les États ont aujourd'hui perdu une part de leur souveraineté cartographique, et les transformations de la production cartographique pourraient se lire comme une érosion du rôle de l'échelon national dans l'organisation des territoires, si un si grand nombre des éléments indispensables au fonctionnement de ce nouveau régime cartographique (GPS, majorité des satellites à haute définition, grands éditeurs de logiciels, acteurs majeurs de l'internet, etc.), n'étaient pas concentrés dans un seul pays : les États-Unis. La lecture géopolitique des mutations actuelles de la cartographie est donc nécessairement complexe.

Enfin, la carte exprime aussi une vision du monde, un ordre culturel. La cartographie scientifique fondée sur la mesure et le calcul est une construction culturelle dont le succès tient à sa grande efficacité dans un certain nombre d'usages, notamment guerriers. Ce qu'exprime l'omniprésence de la grille du GPS, rendue toujours plus visible par la multiplication des dispositifs de géolocalisation, ce n'est pas seulement un progrès

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

technique[226], c'est aussi la primauté de la mesure comme représentation du monde, et le pouvoir d'une organisation politique, sociale et économique qui rend possible la mise en place et l'entretien du système qui produit la mesure. En l'occurrence, la domination de l'organisation du monde par des États militaristes puissants.

Les imaginaires cartographiques jouent entre ces différentes dimensions techniques, politiques et culturelles. Ils opèrent, sur un mode ludique, la déconstruction cartographique prônée par Harley. Ils sont une invitation à imaginer, derrière l'écran du GPS, au-delà de l'évidence hypnotique du globe virtuel, la possibilité d'un autre monde.

226. Cette notion est ambiguë, notamment lorsqu'on l'applique à la cartographie. Une carte plus précise n'est pas nécessairement une meilleure représentation du monde, même si elle est sans doute plus efficace pour un certain nombre de fins pratiques. Voir [Edney, 2011].

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

CONCLUSION : L'APPROCHE CRITIQUE DE LA CARTOGRAPHIE SCIENTIFIQUE ET LES IMAGINAIRES

La carte topographique scientifique manifeste une forme d'autorité arrogante dans la façon dont elle s'impose comme représentation de référence de l'espace géographique. Elle se donne comme une représentation exacte du territoire, quand elle ne fait qu'enregistrer un certain nombre de propriétés géométriques de divers éléments qu'on a jugé utile d'y faire figurer. Son efficacité pratique vaut preuve de son exactitude. Mais cette exactitude ne signifie pas que la carte rend compte d'une vérité du territoire. L'histoire de la cartographie tend parfois à s'écrire comme celle d'un progrès. Les cartes seraient de plus en plus fidèles. Il y a en effet une progression de la précision des mesures et une augmentation de leur densité. Les techniques géonumériques proposent des cartes plus efficaces que celles qui existaient auparavant pour suivre un itinéraire, assigner des coordonnées à un objet, ou atteindre un objectif avec un projectile. Cela ne signifie pas nécessairement que ces représentations sont meilleures, au sens, par exemple, où elles enrichiraient notre compréhension du monde. Elles appartiennent toujours à un certain ordre de représentations mathématisées qui impliquent une conception particulière de l'espace.

L'approche critique consiste à faire percevoir la dissonance éventuelle entre l'espace qui est représenté par la carte et celui dans lequel on vit, ou dans lequel on souhaiterait vivre. Ces espaces peuvent ne pas s'accorder, non pas au sens où l'espace cartographié ne serait pas une image fidèle, mais plutôt au sens où le regard de la cartographie scientifique impose, par les fins auxquelles il subordonne la représentation, un ordre du monde qui contrarie, de façon presque subliminale, certains idéaux progressistes. Par exemple, le regard surplombant et l'efficacité balistique de l'espace de la cartographie scientifique sont parfaitement appropriés au déploiement de pratiques de contrôle. L'asymétrie de pouvoir entre l'instance cartographiante et les habitants de l'espace cartographié est inscrite dans la forme même de la cartographie scientifique ; cela peut inciter à ne pas acquiescer sans réserve à l'ordre cartographique du monde.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les techniques numériques, en multipliant les cartes et les dispositifs cartographiques, renforcent l'hégémonie de la cartographie dans les représentations de l'espace géographique. De plus, la carte à grande échelle, si l'on peut encore parler d'échelle pour les cartes sur écran, englobe des espaces de plus en plus étendus. Même des régions avec une couverture en image médiocre dans Google Earth sont souvent visibles avec une résolution au sol de l'ordre de quinze mètres (couverture image de la société Terrametrics, fournisseur de Google Earth pour les résolutions inférieures et couvrant le globe, à l'exception de l'Antarctique). Il existe donc pour toutes les terres émergées sauf l'Antarctique une information géographique avec une précision meilleure que le 200 000e, et, pour les régions les plus peuplées, que le 20 000e. Les mailles de la grille cartographique mondiale sont de plus en plus fines. Dans le cas des globes virtuels et des systèmes de cartographie en ligne, la carte numérique ajoute de l'image au figuré symbolique cartographique classique. La cartographie devient une technique d'illusion. Cet aspect de la cartographie n'a jamais été tout à fait absent. Les rêveries cartographiques de Burton et de bien d'autres après lui en témoignent. Mais la confusion entre l'espace géographique et ses représentations n'a jamais été si grande. Non seulement chaque élément visible du paysage est présent sur la carte, mais les techniques du « temps réel », comme celles qui renseignent sur le trafic automobile ou qui affichent, autour de certains aéroports, la position des avions, étendent la cartographie même à des objets mobiles ou éphémères. Il n'est même plus besoin d'imagination pour voir le monde à travers la carte. La 3D et les fonctions d'accès à la vue photographique au niveau du sol (StreetView et liens Panoramio dans Google Maps/Earth, StreetSide dans Bing), en offrant des possibilités de va-et-vient entre le regard cartographique et le paysage, renforcent l'illusion d'un continuum de la carte au terrain. On a beau se cuirasser de théorie cartographique critique, déconstruire le système économique, technique, social, politique sous-jacent, il est difficile d'échapper à la fascination du voyage virtuel, et de ne pas prendre, ne fût-ce que passagèrement, la carte pour le territoire.

Le numérique travaille puissamment à la confusion entre la carte et l'espace représenté. Mais l'espace cartographié est imprégné des logiques construites par les États militaristes et centralisés. L'extension du domaine de la carte, à la fois en ce qui concerne les zones couvertes et les objets répertoriés, peut se lire comme une progression de l'emprise de ces logiques. De fait, il existe une concomitance entre les progrès de la cartographie numérique et une certaine militarisation des espaces urbains, et

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

les techniques géonumériques sont un des instruments de cette militarisation. Le développement de la surveillance, l'urbanisme antiterroriste, la militarisation des fonctions de police, les pratiques de restriction d'accès qui retranchent des pans entiers de l'espace public de l'usage commun, sont autant de pratiques qui se banalisent et heurtent les idéaux démocratiques de libre circulation. La cartographie scientifique ne porte pas en elle ces pratiques, mais son projet découle d'un ordre politique qui a une propension à les mettre en œuvre. Du point de vue spatial, l'ordre militaire, tel qu'il s'incarne dans une base, en situation de paix, ou dans un territoire occupé, en situation de guerre, repose sur le contrôle de la circulation, la compartimentation en zones à accès réglementé, et des usages réglés par des chaînes hiérarchiques à sens unique. Ce type d'espace entièrement sous contrôle, où le niveau d'habilitation conditionne la liberté de circulation, est très éloigné de l'idéal de l'espace public associé à la liberté démocratique. Il est dans la nature des régimes autoritaires de militariser l'espace civil ; leur perpétuation en dépend. On ne s'étonne pas non plus que cette conception de l'espace se déploie, sous forme de checkpoints, de zones vertes, et autres zones de sécurité, sur les théâtres des guerres (post-)coloniales du Sud global (Proche-Orient, Irak, Afghanistan). Il est plus troublant de voir ces pratiques se répandre, de manière diffuse, dans l'espace des démocraties avancées : à des degrés divers, ces évolutions sont sensibles notamment aux États-Unis, au Royaume-Uni, en Australie, en France ; elles sont moins visibles, par exemple, au Japon ou en Allemagne. Une rhétorique guerrière les accompagne, surtout dans le domaine anglophone. La « guerre contre le terrorisme » en est l'incarnation principale, à côté de la « guerre » contre le crime, la drogue, etc. Comprendre au nom de qui et au bénéfice de qui cette guerre est menée peut être une ambition légitime.

La banalisation de la militarisation de l'espace appelle des stratégies de résistance. Celles-ci peuvent être de nature très variée. Par rapport à la résistance dans le champ politique, ou dans l'action pratique, ou même aux tentatives de détournement à des fins progressistes de l'outillage technique des diverses formes de domination (ce que tentent les contre-cartographies de la géographie critique), l'approche critique de la cartographie peut sembler une façon exagérément indirecte d'attaquer le problème. Il ne faut cependant pas sous-estimer l'importance d'un travail de déconstruction des fausses évidences. La carte est un élément si fondamental de la construction de nos conceptions de l'espace, si liée à la construction des États et aux questions de souveraineté, qu'il y a sans

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

doute quelque chose à apprendre de son étude critique. La démarche, cependant, n'est pas aisée.

Malgré tout ce que l'on peut dire sur les jeux de pouvoir et la rhétorique de la carte topographique scientifique, ses bases théoriques fondées sur la géodésie et les mathématiques sont solides. Au contraire de certaines méthodes quantitatives appliquées aux sciences humaines, on ne peut en récuser la légitimité à partir du moment où on accepte la validité formelle du discours scientifique en général. Quoi qu'on puisse dire sur le caractère idéologique ou relatif de la pensée scientifique moderne, ses triomphes sont trop éclatants pour qu'on puisse en ébranler la domination. La cartographie repose sur un système très cohérent dont l'efficacité pratique est démontrée quotidiennement. Il n'y a pas lieu de contester ce mode de connaissance de l'espace géographique. On peut en revanche en discuter l'hégémonie. Mais cela ne peut que difficilement se faire dans les formes et avec les méthodes de la science, ou du moins de la science entendue au sens le plus conventionnel, c'est-à-dire plus ou moins modelée sur la physique, structurée par la mesure et les mathématiques, et sous-tendue par une recherche d'objectivité. Au sens scientifique conventionnel, il est en effet malaisé de proposer une représentation de l'agencement physique de l'espace géographique qui n'emprunterait pas les voies mathématisées de la cartographie.

Le recours à un discours d'un autre ordre que le discours scientifique, en l'occurrence celui de l'imaginaire, est ici fécond. La fiction ôte à la carte sa transparence et en fait un objet chargé d'affects, de symboles, et non plus un instrument ou une compilation de relevés. La fiction extrait la carte de son environnement scientifique et la met en scène dans un contexte social, politique, et culturel qui en expose des facettes invisibles autrement. L'imaginaire est un moyen d'aborder le discours scientifique par l'extérieur, et de lui contester la prétention à être le seul régime de connaissance valide. Aborder la carte par ses imaginaires s'inscrit aussi dans une tentative plus large de réhabiliter des modes alternatifs d'appréhension du monde.

La question de la place des imaginaires se pose dans la production de la connaissance ; elle se pose aussi dans sa transmission. Si l'on croit au bien-fondé de l'attitude critique, il faut accueillir dans l'écriture de la recherche et dans la pratique pédagogique suffisamment d'éléments étrangers au discours scientifique conventionnel pour laisser une chance au progrès humain.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

Adams Colin, Laurence Ray (ed.), *Travel and Geography in the Roman Empire*, Londres, Routledge, 2001.

Alavoine-Muller Soizic, « Un globe terrestre pour l'Exposition universelle de 1900. L'utopie géographique d'Élisée Reclus », *L'espace géographique*, 2003, nº 2, pp. 156-170.

Aliprandi Laura et Giorgio, « Les Alpes et les premières cartes-itinéraires au XVIe siècle », *Revue de géographie alpine*, 2002, t. 90, nº 3, pp. 37-54.

Alpers Svetlana, « L'œil de l'histoire », *Actes de la recherche en sciences sociales*, septembre 1983, vol. 49, pp. 71-101.

Andrews John H., *A Paper Landscape: the Ordnance Survey in Nineteenth-Century Ireland*, Dublin, Four Courts Press, 2001.

Andrews John H., *Maps in those Days: Cartographic Methods before 1850*, Dublin, Four Courts Press, 2009.

Anker Peder, "Buckminster Fuller as Captain of Spaceship Earth", *Minerva*, 2007, nº 45:4, pp. 417-434.

Arnaud Pascal, « *Plurima Orbis Imago*. Lectures conventionnelles des cartes au Moyen Âge », *Médiévales*, 1990, nº 18, pp. 33-51.

Arnaud Pascal, « Pouvoir des mots et limites de la cartographie dans la géographie grecque et romaine », *Dialogues d'histoire ancienne*, 1989, vol. 15, nº 1, pp. 9-29.

Arnould Maurice-Aurélien, « La naissance des départements. De la "représentation", reflet du réel, au découpage réel de la France de 1789 », *Revue belge de philologie et d'histoire*, 1992, t. 70, fasc. 2, pp. 399-409.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Aronson Peter, *Applying Software Engineering to a General Purpose Geographic Information System*, Proceedings of AUTOCARTO 7. ASPRS, Falls Church, 1985, pp. 23-31.

Ashby Neil, "Relativity and the Global Positioning System", *Physics Today*, 2002, vol. 55, nº 5, pp. 41-47.

Ash Eric H., "Navigation Techniques and Practice in the Renaissance", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 509-527.

Ashkenazy Vidal, "Coordinate Systems: How to Get Your Position Very Precise and Completely Wrong", *Journal of Navigation*, 1986, vol. 39, nº 2, pp. 269-278.

Barber Peter, "Was Elisabeth I Interested in Maps – and Did it Matter?", *Transactions of the Royal Historical Society*, 2004, vol. 14, pp. 185-198.

Barber Peter, "Monarchs, Ministers, and Maps, 1550-1625", in Buisseret David (dir.), *Monarchs, Ministers and Maps: the Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1992, pp. 57-98.

Bar-Zeev Avi, Crampton Jeremy W., "Keyhole, Google Earth, and 3D Worlds: an Interview with Avi Bar-Zeev", *Cartographica*, 2008, vol. 43, nº 2, pp. 85-93.

Beaune Colette, « La notion de nation en France au Moyen Âge », *Communications*, 1987, nº 45, pp. 101-116.

Benes Tomas (dir.), *Geoinformation for European-wide Integration*, Proceedings of the 22nd EARSeL Symposium on Remote Sensing, Prague, 4-6 juin 2002, Amsterdam, Millpress, 2002.

Bennett James A., *The Mathematical Science of Christopher Wren*, Cambridge ; Londres ; New York, Cambridge University Press, 2002.

Bernazzoli Richelle M., Flint Colin, "Embodying the Garrison State? Everyday Geographies of Militarization in American Society", *Political Geography*, 2010, vol. 29, nº 3, pp. 157-166.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Bertin Jacques, *Sémiologie graphique*, Paris ; La Haye, Mouton ; Gauthier-Villars, 1967.

Besse Jean-Marc, Blais Hélène, Surun Isabelle, *Naissances de la géographie moderne (1760-1860)*, Lyon, ENS Éditions, 2010.

Biggs Michael, "Putting the State on the Map: Cartography, Territory and European State Formation", *Comparative Studies in Society and History*, 1999, vol. 41, nº 2, pp. 374-405.

Black Jeremy, "Changes in Ancient Régime International Relations: Diplomacy and Cartography, 1650-1800", *Diplomacy and Statecraft*, 2009, vol. 20, nº 1, pp. 20-29.

Blais Hélène, « La carte de l'Algérie au miroir de la carte de France. Circulation des savoirs et altérité du terrain », in Besse Jean-Marc, Blais Hélène, Surun Isabelle, *Naissances de la géographie moderne (1760-1860)*, Lyon, ENS Éditions, 2010, pp. 85-109.

Boddy Tevor, "Architecture Emblematic: Hardened Sites and Softened Symbols", in Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008.

Boof-Vermesse Isabelle, « L'histoire comme crime : apophénie et révision, le modèle du roman policier dans la littérature postmoderne américaine », *Études anglaises*, 2011, vol. 64, nº 4, pp. 477-490.

Bord Jean-Paul, « Le géographe et la carte. Point de vue et questionnement de la part d'un géographe cartographe », *Cybergeo: European Journal of Geography*, 1997. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/6470 >.

Bord Jean-Paul, *L'univers des cartes, la carte et le cartographe*, Paris, Belin, 2012.

Boyle Philip, Haggerty Kevin D., "Spectacular Security: Mega-Events and the Security Complex", *International Political Sociology*, 2009, vol. 3, nº 3, pp. 257-274.

Branch Jordan, "Mapping the Sovereign State: Technology, Authority, and Systemic Change", *International Organization*, 2011, nº 65, pp. 1-36.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Bret Patrice, « Le moment révolutionnaire : du terrain à la commission topographique de 1802 », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (*XVII*e*-XIX*e siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 81-97.

Brodersen Kai, "The Presentation of Geographical Knowledge for Travel and Transport in the Roman World, *Itineraria non tantum adnotata sed etiam picta*", in Adams Colin, Laurence Ray (ed.), *Travel and Geography in the Roman Empire*, Londres, Routledge, 2001, pp. 7-21.

Brodersen Kai, "Cartography", in Dueck Daniela, *Geography in Classical Antiquity*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 2012, pp. 99-110.

Brown Lloyd A., *The Story of Maps*, New York, Dover Press, 1979.

Brückner Martin, *The Geographic Revolution in Early America: Maps, Literacy, and National Identity*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 2006.

Brückner Martin (dir), *Early American Cartographies*, Chapel Hill, University of North Carolina Press, 2011.

Brunn Stanley D., Cutter Susan L., Harrington James W. Jr. (dir.), *Geography and Technology*, Dordrecht ; Boston, Kluwer Academic Publishers , 2004.

Buisseret David (dir.), *Monarchs, Ministers and Maps: the Emergence of Cartography as a Tool of Government in Early Modern Europe*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1992.

Bulson Eric, "Joyce's Geodesy", *Journal of Modern Literature*, 2001-2002, vol. 25, nº 2, pp. 80-96.

Bulson Eric, *Novels, Maps, Modernity: the Spatial Imagination, 1850-2000*, New York, Routledge, 2010.

Butler Declan, "The Web-Wide World", *Nature*, 2006, vol. 439, pp. 776-778.

Cachey Theodore J. Jr, "Maps and Literature in Renaissance Italy", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 450-460.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Campbell Tony, “Portolan Charts from the Late Thirteenth Century to 1500”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 371-463.

Campbell Brian, *The Writings of the Roman Land Surveyors*, Londres, Society for the Promotion of Roman Studies, 2000.

Caquard Sébastien, Taylor D. R. Fraser, “What is Cinematic Cartography”, *The Cartographic Journal*, 2009, vol. 46, nº 1, pp. 5-8.

Caquard Sébastien, “Foreshadowing Contemporary Digital Cartography”, *The Cartographic Journal*, 2009, vol. 46, nº 1, pp. 46-55.

Cassini Jean-Dominique, *Mémoires pour servir à l’histoire des sciences et à celle de l’Observatoire royal de Paris*, Paris, Bleuet, 1810.

Cassini de Thury César-François, *Description géométrique de la France*, Paris, Desaint, 1783.

Chinworth William C., *The Future of the Ohio Class Submarine*, USAWC Strategy Research Project, 15 mars 2006, 19 p.

Clarke Keith C., Cloud John, “On the Origins of Analytical Cartography”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2000, vol. 27, nº 3, pp. 195-204.

Cloud John, “Imaging the World in a Barrel: CORONA and the Clandestine Convergence of the Earth Sciences”, *Social Studies of Science*, 2001, vol. 31, nº 2, pp. 231-251.

Cloud John, “American Cartographic Transformations during the Cold War”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 261-282.

Cloud John, “The Long Arc of the Pathfinder”, *Imago Mundi*, 2006, vol. 58, Part 2, pp. 220-226.

Cloud John, “Crossing the Olentangy River: the Figure of the Earth and the Military-Industrial-Academic-Complex, 1947-1972”, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 2000, vol. 31, nº 3, pp. 371-404.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Collis Christy, Dodds Klaus, “Assault on the Unknown: the Historical and Political Geographies of the International Geophysical Year (1957-1958)”, *Journal of Historical Geography*, 2008, vol. 34, nº 4, pp. 555-573.

Conley Tom, *The Self-Made Map: Cartographic Writing in Early Modern France*, Minneapolis ; Londres, University of Minnesota Press, 1996.

Conley Tom, *Cartographic Cinema*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2007.

Cook Sherburne F., “Interracial Warfare and Population Decline among the New England Indians”, *Ethnohistory*, 1973, vol. 1, nº 1, pp. 1-24.

Coppock John T., Rhind David W., “The History of GIS”, in Maguire David J., Goodchild Michael F. et Rhind David W. (ed.), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, 1991, vol. 1, pp. 21-43.

Corson Mark W., Palka Eugene J., “Geotechnology, the US Military and War”, in Brunn Stanley D., Cutter Susan L., Harrington James W. Jr. (dir.), *Geography and Technology*, Dordrecht ; Boston, Kluwer Academic Publishers, 2004, pp. 401-427.

Cosgrove Denis E., *Mappings*, Londres, Reaktion Books, 1999.

Cosgrove Denis E., *Apollo’s Eye: a Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*, Baltimore ; Londres, Johns Hopkins University Press, 2001.

Cosgrove Denis E., *Geography and Vision, Seeing, Imagining, and Representing the World*, Londres ; New York, I. B. Tauris, 2008.

Craglia Max *et al.*, “Next-Generation Digital Earth”, *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2008, vol. 3, pp. 146-167.

Crampton Jeremy W., Krygier John, “An Introduction to Critical Cartography”, *ACME*, 2006, vol. 4, nº 1, pp. 11-33.

Crampton Jeremy W., *Mapping: a Critical Introduction to Cartography and GIS*, Chichester, Wiley-Blackwell, 2010.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Crosby Alfred W., *La mesure de la réalité*, Mandosio Jean-Marc (trad.), Paris, Allia, 2003.

Cruickshank John L., "Krushchev Preferred Bartholomew's Maps", *Sheetlines*, 2010, nº 87, pp. 31-34.

Crutcher Michael, Zook Matthew, "Placemarks and Waterlines: Racialized Cyberscapes in Post-Katrina Google Earth", *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 523-534.

Dainville F. de, « Cartes et contestations au xve siècle », *Imago Mundi*, 1970, vol. 24, pp. 99-121.

Danchik Robert J., "An Overview of Transit Development", *John Hopkins APL Technical Digest*, 1998, vol. 19, nº 1, pp. 18-26.

Dann Elijah, Haddow Neil, "Just Doing Business or Doing Just Business: Google, Microsoft, Yahoo! and the Business of Censoring China's Internet", *Journal of Business Ethics*, 2008, nº 79, pp. 219-234.

Davies John, "Uncle Joe Knew Where you Lived", *Sheetlines*, 2005, nº 72, pp. 26-38, et *Sheetlines*, 2005, nº 73, pp. 6-20.

Davies John, "Russian Mapping of Britain – Recent Discoveries", *Sheetlines*, 2006, nº 77, pp. 51-51.

Davoine Charles, « La Forma Urbis Romae », *Histoire urbaine*, 2007, nº 20, pp. 133-152.

Day Dwayne A., "Cover Stories and Hidden Agendas: Early American Space and National Security Policy", in Logsdon John M., Launius Roger D., Smith Robert William, *Reconsidering Sputnik: Forty Years Since the Soviet Satellite*, Londres, Routledge, 2000, pp. 161-195.

Defense Mapping Agency, *The Department of Defense World Geodetic System 1972*, Defense Mapping Agency, 1974.

Delambre Jean-Baptiste, Méchain Pierre, *Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc du Méridien entre Dunkerque et Barcelone*, Paris, Baudouin, 1806.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Deneux Jean-François, *Histoire de la pensée géographique*, Paris, Belin, 2006.

Denis Delphine, « “Sçavoir la carte”, voyage au Royaume de Galanterie », *Études littéraires*, 2002, vol. 43, nº 1-2, pp. 179-189.

Desbois Henri, « Cyberespace : retour sur un imaginaire géographique », *Carnets de géographes*, 2011, nº 2. [En ligne] : < http://www.carnetsdegeographes.org/carnets_recherches/rech_02_02_Desbois.php >.

Desbois Henri, « *Code Source*, de William Gibson, et les imaginations géographiques à l’ère du GPS », *Géographie et cultures*, 2010, nº 75, pp. 189-206.

Desbois Henri, « La géographie du numérique : des systèmes d’information géographique à la géographie de l’information », in Guichard Éric (dir.), *Regards croisés sur l’internet*, Villeurbanne, Presses de l’enssib, 2011b (coll. Papiers), pp. 125-137.

Desbois Henri, « Le paysage énigmatique. Le Bay Bridge et l’élan allégorique contemporain dans *Lumière virtuelle* de William Gibson », in Imbert Christophe et Maupeu Philippe (dir.), *Le paysage allégorique, entre image mentale et pays transfiguré*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2011c, pp. 353-367.

Devic J. F. S., *Histoire de la vie et des travaux scientifiques et littéraires de J.-D. Cassini IV*, Clermont (Oise), Alexandre Daix, 1851.

Dhombres Jean, « Résistances et adaptation du monde paysan au système métrique issu de la Révolution : les indices d’évolution d’une culture de la quantification », *Annales de Bretagne et des pays de l’Ouest*, 1993, vol. 100, nº 4, *La culture paysanne (1750-1830)*, pp. 427-439.

Dial Gene, Bowen Howard, Gerlach Frank, Grodecki Jaceck, Oleszczuk Rick, “IKONOS Satellite, Imagery, and Products”, *Remote Sensing of Environment*, 2003, nº 88, pp. 23-36.

Dobson Jerome E., “Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1983, vol. 35, nº 2, pp. 135-143.

Dobson Jerome E, “The Geographic Revolution: a Retrospective on the Age of Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 431-439.

Dodge Martin, Kitchin Rob, Perkins Chris, *The Map Reader*, Chichester ; Hoboken, Wiley-Blackwell, 2011.

Dodge Martin, Kitchin Rob, Zook Matthew A., "How Does Software Makes Space? Exploring Some Geographical Dimensions of Pervasive Computing and Software Studies", *Environment and Planning A*, 2009, nº 41, pp. 1283-1293.

Dodge Martin, Perkins Chris, "The 'View from Nowhere'? Spatial Politics and the Cultural Significance of High-Resolution Satellite Imagery", *Geoforum*, 2000, nº 40, pp. 497-501.

Dowell William Thatcher, "The Internet, Censorship, and China", *Georgetown Journal of International Affairs*, 2006, vol. 7, nº 2, pp. 111-119.

Dueck Daniela, *Geography in Classical Antiquity*, Cambridge ; New York, Cambridge University Press, 2012.

Dupuy Lionel, « Jules Verne et la géographie française de la deuxième moitié du XIXe siècle », *Annales de géographie*, 2011, nº 676, pp. 225-245.

Eastham Scott, *American Dreamer: Bucky Fuller and the Sacred Geometry of Nature*, Cambridge, Lutterworth Press, 2007.

Edgerton Samuel Y., *The Renaissance Rediscovery of Linear Perspective*, New York, Basic Books, 1975.

Edney Matthew, "Cartography without 'Progress': Reinterpreting the Nature and Historical Development of Mapmaking", in Dodge Martin, Kitchin Rob, Perkins Chris, *The Map Reader*, Chichester ; Hoboken, Wiley-Blackwell, 2011, pp. 73-82.

Edney Matthew, *Mapping an Empire: the Geographical Construction of British India, 1765-1843*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1997.

Ehrlich Robert, *Waging Nuclear Peace: the Technology and Politics of Nuclear Weapons*, Albany, State University of New York Press, 1985.

Ferre André, *Géographie de Marcel Proust*, Paris, Éditions du Sagittaire, 1939.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Fierro Alfred, « Géorama », *Mappemonde*, 1987, nº 3, pp. 33-35.

Filteau Claude, « Le Pays de Tendre : l'enjeu d'une carte », *Littérature*, 1979, nº 36, pp. 37-60.

Fiorani Francesca, "Cycles of Painted Maps in Renaissance", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 804-830.

Fischlin Daniel, Hollinger Veronica, Taylor Andrew, "'The Charisma Leak': a Conversation with William Gibson and Bruce Sterling", *Science-Fiction Studies*, 1992, nº 56, vol. 19-1, pp. 1-16.

Flichy Patrice, *L'imaginaire d'Internet*, Paris, La Découverte, 2001.

Florini Ann M., Dehqanzada Yahya, "Commercial Satellite Imagery Comes of Age", *Issues in Science and Technology*, 1999, vol. 16, nº 1, pp. 45-52.

Fontanabona Jacky, "La géographie de Jules Verne et ses cartes dans l'île mystérieuse", *Mappemonde*, 2012, vol. 105, nº 1. [En ligne] : < http://mappemonde.mgm.fr/num25/articles/art10101.html >.

Fuller Richard B., *Utopia or Oblivion: the Prospects for Humanity*, Londres, The Penguin Press, 1972.

Funkhouser Howard G., "Historical Development of the Graphical Representation of Statistical Data", *Osiris*, 1937, vol. 3, pp. 269-404.

Gallois Lucien, « L'Académie des sciences et les origines de la carte de Cassini », *Annales de géographie*, 1909, vol. 18, nº 99, pp. 193-204.

Gallois Lucien, « L'Académie des sciences et les origines de la carte de Cassini », *Annales de géographie*, 1909, vol. 18, nº 100, pp. 289-310.

Gaspar Joaquim Alves, "Dead Reckoning and Magnetic Declination: Unveiling the Mystery of Portolan Charts", *e-perimetron*, 2008, vol. 3, nº 4, pp. 191-203.

Gautier Dalché Patrick, "The Reception of Ptolemy's Geography (End of the Fourteenth to Begining of the Sixteenth Century)", in Woodward David (dir.),

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

The History of Cartography, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, vol. 3, pp. 285-364.

Geyh Paula, *Cities, Citizens, and Technologies. Urban Life and Postmodernity*, New York, Routledge, 2009.

Giddens Anthony, *The Consequences of Postmodernity*, Palo Alto, Stanford University Press, 1990.

Godlewska Anne, "Geography and Cassini IV, Witness and Victim of Social and Disciplinary Change", *Cartographica*, 1998, vol. 35, nº 3-4, pp. 25-40.

Goodchild Michael, "Geographic Information Systems and Geographic Research", in Pickles John, *Ground Truth*, New York ; Londres, Guilford Press, 1995, pp. 31-50.

Graham Mark, "Neogeography and the Palimpsests of Place: Web 2.0 and the Construction of a Virtual Earth", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 2010, vol. 101, nº 4, pp. 422-436.

Graham Stephen, "Spaces of Surveillant-Simulation New Technologies, Digital Representations, and Material Geographies", *Environment and Planning D: Society and Space*, 1998, nº 16, pp. 483-504.

Graham Stephen (dir.), *The Cybercities Reader*, Londres ; New York, Routledge, 2004.

Graham Stephen, "Software-sorted Geographies", *Progress in Human Geography*, 2005, vol. 29, nº 5, pp. 1-19.

Graham Stephen, "Cities and the 'War on terror'", in Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008, pp. 1-28.

Graham Stephen, *Cities under Siege, the New Military Urbanism*, Londres ; New York, Verso, 2011.

Gregory Derek, "The Everywhere War", *The Geographical Journal*, 2011, vol. 177, nº 3, pp. 238-250.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Gregory Derek, “War and Peace”, *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2010, vol. 35, pp. 154-186.

Grison Laurent, « Une carte du bon chemin. Géographie, rhétorique et religion au XIXe siècle », *Mappemonde*, 1997, nº 2, pp. 7-10.

Grossner Karl E., Clarke Keith C., “Is Google Earth, ‘Digital Earth?’: Defining a vision”, *Proceedings of the Fifth International Symposium on Digital Earth*, 2007, Berkeley, California. [En ligne] : < http://kgeographer.com/assets/Grossner_Clarke_IsGoogleEarthDigitalEarth.pdf >.

Guerriero Robert A., “Space-Based Reconnaissance from a Strategic Past to a Tactical Future”, *Army Space Journal*, 2002, vol. 1, nº 2, pp. 28-32.

Guichard Éric, *Comprendre les usages de l’internet*, Paris, Éditions Rue d’Ulm, 2001.

Haraway Donna, “Situated Knowledges: the Science Question in Feminism and the Privilege of Partial Perspective”, *Feminist Studies*, 1988, vol. 14, nº 3.

Haraway Donna, *Manifeste Cyborg et autres essais*, Paris, Exils, 2007.

Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987.

Harley Brian, *The New Nature of Maps: Essays in the History of Cartography*, Baltimore ; Londres, The Johns Hopkins University Press, 2001.

Harris Ray, “Remote sensing policy”, in Warner Timothy A., Foody Giles M., Nellis M. Duane (dir.), *The SAGE Handbook of Remote Sensing*, Los Angeles, Sage, 2009, pp. 18-30.

Harvey Paul D., “Local and Regional Cartography in Medieval Europe”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 464-501.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Heffernan Michael, “The Politics of the Map in the Early Twentieth Century”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 207-226.

Hegglund Jon, *World Views, Metageography of Modernist Fiction*, New York, Oxford University Press, 2012.

Hegglund Jon,“‘Ulysses’ and the Rhetoric of Cartography”, *Twentieth Century Literature*, 2003, vol. 49, nº 2, pp. 164-192.

Henthorne Tom, *William Gibson: a literary Companion*, Jefferson, McFarland & Co, 2011.

Herrenschmidt Clarisse, *Les trois écritures*, Paris, Gallimard, 2007.

Herva Vesa-Pekka, “Maps and Magic in Renaissance Europe”, *Journal of Material Culture*, 2010, nº 15, pp. 323-343.

Herva Vesa-Pekka, Ylimaunu Timo, “What’s on the Map? Re-assessing the First Urban Map of Tornea and Early Map-Making in Sweden”, *Scandinavian Journal of History*, 2010, vol. 35, nº 1, pp. 86-107.

Hewitt Rachel, *Map of a Nation: a Biography of the Ordnance Survey*, Londres, Granta Books, 2011.

Hinks Arthur Robert, “Geodesy and Geophysics at Madrid”, *The Geographical Journal*, 1924, vol. 64, nº 6, pp. 477-481.

Ho Janice, “The Spatial Imagination and Literary Form of Conrad’s Colonial Fictions”, *Journal of Modern Literature*, 2007, vol. 30, nº 4, pp. 1-19.

Hofmann Catherine, *Artistes de la carte, De la Renaissance au XXIe siècle*, Paris, Autrement, 2012.

Hofmann-Wellenhof Bernhard, Legat Klaus, Wieser Manfred, Lichtenegger Herbert, *Navigation, Principles of Positioning and Guidance*, Vienne, Springer, 2003.

Hofstadter Richard, “The Paranoid Style in American Politics”, *Harper’s Magazine*, novembre 1964, pp. 77-86.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Hoinka Klaus, De Castro Manuel, “A Renaissance Depiction of a Tornado”, *Bulletin of American Meteorological Society*, 2005, vol. 86, nº 4, pp. 543-552.

Hollister Charles W., Baldwin John W., “The Rise of Administrative Kingship: Henry I and Philip Augustus”, *The American Historical Review*, 1978, vol. 83, nº 4, pp. 867-905.

Homet Jean-Marie, « De la carte-image à la carte-instrument », *Études françaises*, 1985, vol. 21, nº 2, pp. 9-19.

Houlihan Barrie, Giulianotti Richard, “Politics and the London 2012 Olympics: the (In)security Security games”, *International Affairs*, 2012, vol. 88, nº 4, pp. 701-717.

Humeau Dao, « Les dimensions géographiques dans l’œuvre de Jules Verne », *Géographie et cultures*, 1995, nº 15, pp. 21-44.

Ireton Sean, “Lines and Crimes of Demarcation: Mathematizing Nature in Heidegger, Pynchon and Khelmann”, *Comparative Literature*, 2011, vol. 63, nº 2, pp. 142-160.

Jacob Christian, *L’empire des cartes, Approche théorique de la cartographie à travers l’histoire*, Paris, Albin Michel, 1992.

Jacobsen Karsten, “Mapping with IKONOS Images”, in Benes Tomas (dir.), *Geoinformation for European-wide Integration*, Proceedings of the 22nd EARSeL Symposium on Remote Sensing, Prague, 4-6 juin 2002, Amsterdam, Millpress, 2002, pp. 149-156.

Jameson Fredric, *The Geopolitical Aesthetic: Cinema and Space in the World System*, Bloomington, Indiana University Press, 1992.

Jameson Fredric, *Archaeologies of the Future: the Desire Called Utopia and Other Science-Fictions*, New York, Verso, 2007.

Jameson Fredric, *Le postmodernisme ou la logique culturelle du capitalisme tardif*, Paris, Beaux-Arts de Paris les éditions, 2007.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Jameson Fredric, “Cognitive Mapping”, in Nelson Cary et Grossberg Lawrence (dir.), *Marxism and the Interpretation of Culture*, Chicago, The University of Illinois Press, 1988, pp. 347-357.

Jameson Fredric, *La totalité comme complot, Conspiration et paranoïa dans l’imaginaire contemporain*, Paris, Les prairies ordinaires, 2007.

Jennings Francis, “Virgin Land and Savage People”, *American Quarterly*, 1971, vol. 23, pp. 519-541.

Jones Laura, “The Commonplace Geopolitics of Conspiracy”, *Geography Compass*, 2012, vol. 6, nº 1, pp. 44-59.

Kagan Richard, Schmidt Benjamin, “Maps and the Early Modern State: Official Cartography”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 661-679.

Kang Milian, Jones Katherine, “Why do people get tattoos”, *Contexts*, 2007, vol. 6, nº 1, pp. 42-47.

Kneale James, “Plots: Space, Conspiracy, and Contingency in William Gibson’s Pattern Recognition and Spook Country”, *Environment and Planning D: Society and Space*, 2011, vol. 29, pp. 169-186.

Korsmo Fae L., “The Genesis of the International Geophysical Year”, *Physics Today*, 2007, vol. 60, nº 7, pp. 38-43.

Kosut Mary, “An Ironic Fad: the Commodification and Comsumption of Tattoos”, *The Journal of Popular Culture*, 2006, vol. 39, nº 6, pp. 1035-1048.

Kramer Herbert J., *Observation of the Earth and its Environment: Survey of Mission and Sensors*, Vienne, Springer, 2001.

Kumar Sangeet, “Google Earth and the Nation State, Sovereignty in the Age of New Media”, *Global Media and Communication*, 2010, vol. 6, nº 2, pp. 154-176.

Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Laplace Pierre Simon, *Traité de mécanique céleste*, Paris, Crapelet, an VII.

Latchford Stephen, “The Bearing of International Air Navigation Conventions on the Use of Outer Space”, *The American Journal of International Law*, 1959, vol. 53, nº 2, pp. 405-411.

Lefebvre Henri, *La production de l’espace*, Paris, Anthropos, 2000.

Lestringant Frank, « Le déclin d’un savoir. La crise de la cosmographie à la fin de la Renaissance », *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*, 1991, 46e année, nº 2, pp. 239-260.

Levallois Jean-Jacques, *Mesurer la Terre : 300 ans de géodésie française, de la toise du Châtelet au satellite*, Presses de l’École nationale des ponts et chaussées, 1988.

Levenson Jay A. (dir), *Circa 1492: Art in the Age of Exploration*, Washington ; New Haven, National Gallery of Art ; Yale University Press, 1991.

Li Zhilin, “High-Resolution Satellite Images: Past, Present and Future”, *Journal of Geospatial Engineering*, 2002, vol. 2, nº 2, pp. 21-26.

Lindgren Uta, “Land Surveys, Instruments, and Practioners in the Renaissance”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 477–508.

Link Alex, “Global War, Global Capital, and the Work of Art in William Gibson’s Pattern Recognition”, *Contemporary Literature*, 2008, vol. XLIX, nº 2, pp. 209-231.

Litfin Karen, “The Status of the Statistical State: Satellites and the Diffusion of Epistemic Sovereignty”, *Global Society*, 1999, vol. 13, nº 1, pp. 95-116.

Litfin Karen, “Public Eyes: Satellite Imagery, the Globalization of Transparency, and New Networks of Surveillance”, in Rosenau James, Singh J. P. (dir.), *Information Technologies and Global Politics: the Changing Scope of Power and Governance*, Albany, State University of New York Press, 2002, pp. 65-89.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Logsdon John M., Launius Roger D., Smith Robert William, *Reconsidering Sputnik: Forty Years since the Soviet Satellite*, Londres, Routledge, 2000.

Lowman Paul D. Jr, “Landsat and Apollo: the Forgotten Legacy”, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 1999, vol. 65, nº 10, pp. 1143-1147.

Lutz Catherine, “Making War at Home in the United States: Militarization and the Current Crisis”, *American Anthropologist*, 2002, vol. 104, nº 3, pp. 723-735.

Mack Pamela E., *Viewing the Earth: the Social Construction of the Landsat Satellite System*, Cambridge, MIT Press, 1990.

Mark David M., Chrisman Nicholas *et al.*, “The GIS History Project”, Summary Paper presented at the UCGIS Summer Assembly, Bar Harbor, 1997.

Martin Jean, « La carte d’Algérie », *Annales de géographie*, 1932, vol. 41, nº 231. pp. 314-317.

Martin Randy, “Derivative Wars”, *Cultural Studies*, 2006, vol. 20, nº 4-5, pp. 459-476.

Massey Jonathan, “Buckminster Fuller’s Cybernetic Pastoral: the United States Pavilion at Expo 67”, *The Journal of Architecture*, 2006, vol. 11, nº 4, pp. 463-483.

Maumi Catherine, *Thomas Jefferson et le projet du Nouveau Monde*, Paris, Éditions de La Villette, 2007.

McAvan Em, “Paranoïa in Spook Country: William Gibson and the Technological Sublime of the War on Terror”, *Journal of Postcolonial Writing*, 2010, vol. 46, nº 3-4, pp. 405-413.

McConville David, “Cosmological Cinema: Pedagogy, Propaganda, and Perturbation in Early Dome Theaters”, *Technoetic Arts: a Journal of Speculative Research*, 2007, vol. 5, nº 2, pp. 69-85.

McDougall Walter A., *The Heaven and the Earth: a Political History of the Space Age*, New York, Basic Books, 1985.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

McKenzie Donald, Spinardi Graham, “The Shaping of Nuclear Weapon System Technology: US Fleet Ballistic Missile Guidance and Navigation”, *Social Studies of Science*, 1988, vol. 18, nº 3-4, pp. 419-463 et pp. 581-624.

Minerva Nadia, *Jules Verne aux confins de l’utopie*, Paris, L’Harmattan, 2003.

Mitchell Jean B., “The Matthew Paris Maps”, *The Geographical Journal*, 1933, vol. 81, nº 1, pp. 27-34

Mitchell William, *City of Bits*, Cambridge, MIT Press, 1996.

Monmonier Mark, *Maps with the News: the Development of American Journalistic Cartography*, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.

Monmonier Mark, *Spying with Maps, Surveillance Technologies and the Future of Privacy*, Chicago, The University of Chicago Press, 2002.

Morel Philippe, « L’État médicéen au XVIe siècle : de l’allégorie à la cartographie », *Mélanges de l’École française de Rome. Italie et Méditerranée*, 1993, vol. 105, nº 1, pp. 93-131.

Musset Alain, *De New York à Coruscant. Essai de géofiction*, Paris, PUF, 2005.

Musset Alain, *Le syndrome de Babylone, géofictions de l’apocalypse*, Paris, Armand Colin, 2012.

Nelson Cary, Grossberg Lawrence (dir.), *Marxism and the Interpretation of Culture*, Chicago, The University of Illinois Press, 1988.

Nicolet Claude, *L’inventaire du monde : géographie et politique aux origines de l’Empire romain*, Paris, Hachette, 1996.

Nicolet Claude, Gautier Dalche Patrick, « Les “quatre sages” de Jules César et la “mesure du monde” selon Julius Honorius : réalité antique et tradition médiévale », *Journal des savants*, 1986, vol. 4, nº 4, pp. 157-218.

Norgate Martin, “Cutting Borders: Dissected Maps and the Origins of the Jigsaw Puzzle”, *The Cartographic Journal*, 2007, vol. 44, nº 4, pp. 342-350.

Norris Pat, “Developments in High Resolution Imaging Satellites for the Military”, *Space Policy*, 2011, nº 27, pp. 44-47.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Norris Pat, *Watching Earth from Space: How Surveillance Helps Us - and Harms Us*, Vienne, Springer, 2010.

Orr Jackie, “The Militarization of Inner Space”, *Critical Sociology*, 2004, vol. 30, nº 2, pp. 451-481.

O’Sullivan David, “Geographical Information Science: Critical GIS”, *Progress in Human Geography*, 2006, vol. 30, nº 6, pp. 783-791.

Palsky Gilles, *Des chiffres et des cartes. Naissance et développement de la cartographie quantitative au XIXe siècle*, Paris, Éditions du CTHS, 1996.

Palsky Gilles, Robic Marie-Claire, « Aux sources de la sémiologie graphique », *Cybergeo*, 2000, nº 147. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/554 >.

Palsky Gilles, « Borges, Carrol, et la carte au 1/1 », *Cybergeo*, 1999, nº 106. [En ligne] : < http://cybergeo.revues.org/5233 >.

Park Lisa, “Digging into Google Earth: an Analysis of ‘Crisis in Darfur’”, *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 535-545.

Pelham R. A., “The Gough Map”, *The Geographical Journal*, 1933, vol. 81, nº 1, pp. 34-39.

Pelletier Monique, « La France mesurée », *Mappemonde*, 1986, nº 3, pp. 26-32.

Pelletier Monique, “Cartography and Power in France during the Seventeenth and Eighteenth Centuries”, *Cartographica*, 1998, vol. 35, nº 3-4, pp. 41-53.

Pelletier Monique, *De Ptolémée à La Guillotière (XVe-XVIe). Des cartes pour la France, pourquoi, comment ?*, Paris, Éditions du CTHS, 2009.

Pelletier Monique, Ozanne Henriette, *Portraits de la France. Les cartes, témoins de l’histoire*, Paris, Hachette, 1995.

Pelletier Philippe, *L’Extrême-Orient. L’invention d’une histoire et d’une géographie*, Paris, Gallimard, 2011 (coll. Folio Histoire, nº 190).

Perkins Chris, Dodge Martin, “Satellite Imagery and the Spectacle of Secret Spaces”, *Geoforum*, 2009, nº 40, pp. 546–560.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Peterson M. J., “The Use of Analogies in Developing Outer Space Law”, *International Organization*, 1997, vol. 51, nº 2, pp. 245-274.

Pétillon Pierre-Yves, *La grand route, espace et écriture en Amérique*, Paris, Seuil, 1979.

Peytier Pierre, *Nouvelle description géométrique de la France, Troisième partie*, Paris, Maulde et Renou, 1853.

Pickles John, “Discourse on Method and the History of Discipline: Reflections on Dobson’s 1983 Automated Geography”, *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 451-455.

Pickles John, *Cartographic Reason, Mapping and the Geo-coded World*, New York, Routledge, 2004.

Pickles John, *Ground Truth*, New York ; Londres, Guilford Press, 1995.

Postnikov Alexey, “Maps for the Ordinary Consumers Versus Maps for the Military: Double Standards of Map Accuracy in Soviet Cartography, 1917-1991”, *Cartography and Geographic Information Science*, 2002, vol. 29, nº 3, pp. 243-260.

Puissant Louis, *Instructions sur l’usage des tables de projection adoptées pour la construction du canevas de la nouvelle carte topographique de la France*, Paris, Firmin-Didot, 1821.

Puissant Louis, *Nouvelle description géométrique de la France, Première partie*, Paris, Picquet, 1832.

Pumain Denise, Robic Marie-Claire, « Le rôle des mathématiques dans une “révolution” théorique et quantitative : la géographie française depuis les années 1970 », *Revue d’histoire des sciences humaines*, 2002, vol. 1, nº 6, pp. 123-144.

Raj Kapil, *Relocating Modern Science: Circulation and the Construction of Knowledge in South Asia and Europe, 1650-1900*, Londres ; New York, Palgrave Macmillan, 2010.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Ramaswamy Sumathi, “Visualising India’s Geo-body: Globes, Maps, Bodyscapes”, *Contributions to Indian Sociology*, 2002, nº 36, pp. 151-189.

Reclus Élisée, “L’enseignement de la géographie”, *Ciel et Terre*, 1903, vol. 23, pp. 29-38.

Reitinger Franz, “Mapping Relationships: Allegory, Gender and the Cartographical Image in Eighteenth-Century France and England”, *Imago Mundi*, 1999, vol. 51, pp. 106-130.

Retaillé Denis, “La vérité des cartes”, *Le Débat*, 1996, vol. 5, nº 92, pp. 87-98.

Retaillé Denis, *Les lieux de la mondialisation*, Paris, Le Cavalier bleu, 2012.

Ritter Karl, *Géographie générale comparée, ou étude de la terre dans ses rapports avec la nature et avec l’histoire de l’homme, pour servir de base à l’étude et à l’enseignement des sciences physiques et historiques*, Bruxelles, Établissement encyclographique, 1837.

Robinson Arthur H., Petchenik Barbara B., *The Nature of Maps: Essays toward Understanding Maps and Mapping*, Chicago, The University of Chicago Press, 1976.

Robinson Arthur H., *The Look of Maps: an Examination of Cartographic Design*, Madison, University of Wisconsin Press, 1952.

Rose Edward P. F., Clatworthy Jonathan C., Nathanail C. Paul, “Specialist Maps Prepared by British Military Geologists for the D-Day Landings and Operations in Normandy, 1944”, *The Cartographic Journal*, 2006, vol. 43, nº 2, pp. 117-143.

Rose Edward P. F., Willig Dierk, “Specialist Maps Prepared by German Military Geologists for Operation Sealion: the Invasion of England Scheduled for September 1940”, *The Cartographic Journal*, 2004, vol. 41, nº 1, pp. 13-35.

Rosenau James, Singh J. P. (dir.), *Information Technologies and Global Politics: the Changing Scope of Power and Governance*, Albany, State University of New York Press, 2002.

Rosenberg Alan, “American Atomic Strategy and the Hydrogen Bomb Decision”, *The Journal of American History*, 1979, vol. 66, nº 1, pp. 62-87.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Rouveret Agnès, « Peinture et art de la mémoire : le paysage et l'allégorie dans les tableaux grecs et romains », *Comptes rendus des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres*, 1982, vol. 126, nº 3, pp. 571-588.

Salin Patrick A., « Les contrats Landsat de télédétection signés par les agences spatiales américaines avec des stations-sols étrangères : évolution depuis les contrats expérimentaux de la NASA aux contrats commerciaux de l'EOSAT », *Annuaire français de droit international*, 1992, vol. 38, pp. 998-1008.

Salway Benet, "The Nature and Genesis of the Peutinger Map", *Imago Mundi*, 2005, vol. 57, nº 2, pp. 119-135.

Schulten Susan, *The Geographical Imagination in America: 1880-1950*, Chicago, The University of Chicago Press, 2001.

Schuurman Nadine, "Trouble in the Heartland: GIS and its Critics in the 1990s", *Progress in Human Geography*, 2000, vol. 24, nº 4, pp. 258-265.

Schwartz Vanessa R., *Spectacular Realities, Early Mass Culture in fin-de-siècle Paris*, Los Angeles ; Londres, University of California Press, 1998.

Seidel Michael, *Epic Geography: James Joyce's Ulysses*, Princeton, Princeton University Press, 1976.

Sheppard Eric, "Automated Geography: What Kind of Geography for What Kind of Society", *The Professional Geographer*, 1993, vol. 45, nº 4, pp. 457-460.

Sheppard Stephen Jr, Cizek Petr, "The Ethics of Google Earth: Crossing Thresholds from Spatial Data to Landscape Visualization", *Journal of Environmental Management*, 2009, vol. 90, pp. 2102-2117.

Smith Angèle, "Landscape Representation: Place and Identity in Nineteenth-Century Ordnance Survey Maps of Ireland", in Stewart Pamela J., Strathern Andrew (dir.), *Landscape, Memory and History*, Londres ; Sterling, Pluto Press, 2003, pp. 71-88.

Smith James R., *Introduction to Geodesy: the History and Concepts of Modern Geodesy*, New York, Wiley, 1997.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Smith Neil, “History and Philosophy of Geography: Real Wars, Theory Wars”, *Progress in Human Geography*, 1992, vol. 16, nº 2, pp. 257-271.

Snyder John P., *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*, Chicago, University of Chicago Press, 1997.

Snyder John P., “Map Projections in the Renaissance”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 365-381.

Sorkin Michael (dir.), *Indefensible Space: the Architecture of National Insecurity State*, New York ; Londres, Routledge, 2008.

Spinardi Graham, “Why the U.S. Navy Went for Hard-Target Counterforce in Trident II: (and Why it Didn’t Get There Sooner)”, *International Security*, 1990, vol. 15, nº 2, pp. 147-190.

Sponsler Claire, “Cyberpunk and the Dilemmas of Postmodern Narrative: the Example of William Gibson”, *Contemporary Literature*, 1992, vol. 33, nº 4, pp. 625-644.

Stahl Roger, “Becoming Bombs: 3D Animated Satellite Imagery and the Weaponization of the Civic Eye”, *MediaTropes eJournal*, 2010, vol. II, nº 2, pp. 65-93.

Stahlman William D., “Astrology in Colonial America: an Extended Query”, *The William and Mary Quarterly*, 1956, vol. 13, nº 4, pp. 551-563.

Stevenson Robert L., *Essays in the Art of Writing*, Valence, JPM, 2010.

Stewart Pamela J., Strathern Andrew (dir.), *Landscape, Memory and History*, Londres ; Sterling, Pluto Press, 2003.

Strandsbjerg Jeppe, “The Cartographic Production of Territorial Space: Mapping and State Formation in Early Modern Denmark”, *Geopolitics*, 2008, vol. 13, pp. 335-358.

Sui Daniel Z, “The Wikification of GIS and its Consequences: or Angelina Jolie’s New Tattoo and the Future of GIS”, *Computers, Environment and Urban Systems*, 2008, vol. 32, pp. 1-5.

Presses de l’ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Suratteau Jean-René, « Cosmopolitisme et patriotisme au siècle des Lumières », *Annales historiques de la Révolution française*, 1983, nº 253, pp. 364-389.

Talbert Richard J. A., Unger Richard W. (dir.), *Cartography in Antiquity and the Middle Ages: Fresh Perspectives, New Methods*, Leiden ; Boston, Brill, 2008.

Talbert Richard, "Greek and Roman Mapping: Twenty-First Century Perspectives", in Talbert Richard J. A., Unger Richard W. (dir.), *Cartography in Antiquity and the Middle Ages: Fresh Perspectives, New Methods*, Leiden ; Boston, Brill, 2008, pp. 9-27.

Taylor Peter J., "The State as Container: Territoriality in the Modern World-System", *Progress in Human Geography*, 1994, vol. 18, nº 2, pp. 151-162.

Thompson Kenneth P., *A Political History of US Commercial Remote Sensing, 1984-2007: Conflict, Collaboration, and the Role of Knowledge in the High-Tech World of Earth Observation Satellites*, Thèse de doctorat, sous la direction de Janet Abbate : Virginie, Université d'Alexandria, novembre 2007.

Thrift Nigel, French Shaun, "The Automatic Production of Space", *Transactions of the Institute of British Geographers*, 2002, vol. 27, pp. 309-335.

Thrower Norman J. W., *Maps and Civilization, Cartography in Culture and Society*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Tierney James J., "The Map of Agrippa", *Proceedings of the Royal Irish Academy. Section C: Archaeology, Celtic Studies, History, Linguistics, Literature*, 1962, vol. 63, pp. 151-166.

Tolias George, "Maps in Renaissance Libraries and Collections", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007 , pp. 637-660.

Turner Henry S., "Literature and Mapping in Early Modern England", in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 412-426.

Ullman Walter, "The Development of the Medieval Idea of Sovereignty", *The English Historical Review*, 1949, vol. 64, nº 250, pp. 1-33.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Vagnon Emmanuelle, « La réception de la Géographie de Ptolémée en Occident au XVe siècle. Un exemple de transfert culturel », *Hypothèses*, 2002, nº 1, pp. 201-211.

Van Delft Louis, « La cartographie morale au XVIIe siècle », *Études françaises*, 1985, vol. 21, nº 2, pp. 91-115.

Verdier Nicolas, « Modeler le territoire : les ingénieurs des ponts et chaussées et leurs usages de la carte (fin XVIIIe, début XIXe) », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 51-66.

Verger Fernand, « Les débuts de la télédétection spatiale dans la géographie française : témoignage d'un pionnier », *L'information géographique*, 2010, nº 2, pp. 45-52.

Virol Michèle, « Les ingénieurs du roi Louis XIV entre exigences et réalisations », in Laboulais Isabelle, *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle), pour une approche pragmatique des constructions cartographiques*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2008, pp. 31-50.

Walder Dennis (dir.), *The Nineteenth Century Novel: Identities*, New York, Routledge, 2002.

Warner Deborah Jean, "From Tallahassee to Timbuktu: Cold War Efforts to Measure Intercontinental Distances", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, 2000, vol. 30, nº 2, pp. 393-415.

Warner Timothy A., Foody Giles M., Nellis M. Duane (dir.), *The SAGE Handbook of Remote Sensing*, Los Angeles, Sage, 2009.

Welu James A, "Vermeer: His Cartographic Sources", *The Art Bulletin*, 1975, vol. 57, nº 4, p. 529-547.

Werrell Kenneth, "The Weapon the Military Did Not Want: the Modern Strategic Cruise Missile", *The Journal of Military History*, 1989, vol. 53, nº 4, pp. 419-438.

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Wheelon Albert D., “Lifting the Veil on CORONA”, *Space Policy*, 1995, vol. 11, nº 4, pp. 249-260.

White Albert C., *A History of the Rectangular System*, Washington, US Government Printing Office, 1991.

Wilkins John, *An Essay Toward a Real Character and a Philosophical Language*, Londres, Samuel Gellibrand and John Martyn, 1668.

Williamson Ray A., “The Landsat Legacy: Remote Sensing Policy and the Development of Commercial Remote Sensing”, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 1997, vol. 63, nº 7, pp. 877-885.

Wiseman Timothy Peter, *Talking to Virgil*, Exeter, University of Exeter Press, 1992.

Withers Charles W., *Placing Enlightenment, Thinking Geographically about the Age of Reason*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Woodward David, “Medieval Mappaemundi”, in Harley Brian, Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 1, *Cartography in Prehistoric, Ancient and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago ; Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 286-370.

Woodward David, “Roger Bacon’s Terrestrial Coordinate System”, *Annal of the Association of American Geographers*, 1990, vol. 80, nº 1, pp. 109-122.

Woodward David, “Maps and the Rationalization of Geographic Space”, in Levenson Jay A. (dir), *Circa 1492: Art in the Age of Exploration*, Washington ; New Haven, National Gallery of Art ; Yale University Press, 1991, pp. 83-88.

Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007.

Worms Laurence, “The London Map Trade to 1640”, in Woodward David (dir.), *The History of Cartography*, vol. 3, *Cartography in the European Renaissance*, Chicago, The University of Chicago Press, 2007, pp. 1693-1721.

Presses de l’enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Yoke Carl B., Robinson Carol L. (dir.), *The Cultural Influences of William Gibson, the « Father » of Cyberpunk Science Fiction: Critical and Interpretative Essays*, Lewiston, The Edwin Mellen Press, 2008.

Zittrain Jonathan, *The Future of the Internet: and How to Stop It*, New Haven ; Londres, Yale University Press, 2008.

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Carte des côtes de la France, corrigée par l'Académie, 1693. ..... p. 37

Nouvelle carte qui comprend les principaux triangles qui servent de fondement à la Description géométrique de la France, 1744.....p. 39

Extrait de la carte de Cassini, feuille de Lyon, 1762.....p. 41

Extrait de la carte d'état-major, feuille de Lyon, 1841. .....p. 47

Portrait d'Elizabeth 1re d'Angleterre par Marcus Gérards le Jeune (vers 1592). .. p. 71

Image acquise lors de la première mission Corona réussie. ..... p. 90

L'officier et la jeune fille riant, Johannes Vermeer, vers 1567..... p. 125

Carte géographique des postes qui traversent la France, Nicolas Sanson, 1632. .....p. 129

Représentation graphique des connaissances – système figuré des connaissances humaines .....p. 135

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

INDEX THÉMATIQUE

NOMS

Agrippa (portique ou carte de) 25
Alembert (d'), Jean le Rond 133
Algérie (cartographie coloniale) 78
Aristophane 26
Astrium 110
Bacon, Roger 31
Baidu Maps 117
Balzac, Honoré de 141
Bertin, Jacques 162
Bhuvan 115
Bonne (projection de) Voir Flamstéed 46
Bonne, Rigobert 46
Borges, Jorge Luis 161
Bugeaud, Thomas-Robert 78
Bunyan, John 132
Burton, Robert 124
Carte de Tendre 127
Cassini (carte de) 40, 74
Cassini de Thury, César-François 38
Cassini, Dominique 36
Cassini, Jacques 38
Cassini, Jean-Dominique (Cassini IV) 40
César (quatre sages de) 29
Charles Quint 70
Châtelet (Toise du) 41
Cicéron 26
Colbert, Jean-Baptiste 36, 74
Columbus (université d'État de l'Ohio) 87
Conrad, Joseph 149
CORONA 89, 93
Cosgrove, Denis 170
Cosme Ier de Toscane 70
Curtiz, Michael 157
Danti, Ignazio 70
Delambre et Méchain (méridienne de) 42, 44
Delambre, Jean-Baptiste Joseph 44
Dicéarque 26
Dobson, Jerry 166
Doyle, Arthur Conan 151
Elizabeth Ire d'Angleterre 70
ERTS
Voir Landsat 55
Everest, George 79
FEMA 193
Flamstéed (projection de) 46
Flaubert, Gustave 144
Foucault, Michel 165
Fuller, Buckminster 102
Furetière, Antoine 128
Galien 26
Gemini (missions spatiales) 103
GENETRIX 89
GeoEye 105
Géoportail 101, 114

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Geoscope 102
Gerards le Jeune, Marcus 70
Gibson, William 171
Google Earth 101, 106
Google Earth, censure des images 108
Google Earth, esthétique 169, 189, 192
Google Earth, protestation de l'Inde 111
Google Earth, question des frontières nationales 112
Google Earth, réaction des États 113
Google Earth, terrorisme 106
Google Maps 109
Google Maps, Chine 116
Google Maps, versions locales 109
Gore, Al 103
Guillotière (La), François de 128, 130
Gustave II Adolphe 72
Haraway, Donna 167, 180
Harley, Brian 163
Henri IV 72
Hérodote 25
HEXAGON 89
Hondius, Jodocus 124
Honorius, Julius 29
Hugo, Victor 143
Ikonos 100
Inde (cartographie coloniale) 79
INSPIRE (directive européenne) 114
Isidore de Séville 28
Jameson, Fredric 182
Jefferson, Thomas 83
Jolie, Angelina 187
Joyce, James 154
Kubrick, Stanley 158
Kyl-Bingaman (amendement) 110
Lambert (projection) 48
Landsat 55, 97
Laplace, Pierre-Simon de 44
Lara Croft 188
Louis XIV 35, 74
Louis XV 39
Lucas, George 157
Mankiewicz, Joseph L. 157
Mason et Dixon (ligne de) 82
Mauro, Fra 31
Melville, Herman 146
Mercator, Gérard 124
Montaigne, Michel de 69
Newton, Isaac 38
Ortelius, Abraham 124
Peutinger 17, 25, 29
Picard, Jean 36
Pickles, John 166
Pline l'Ancien 25, 26
Plutarque 25, 28
Properce 28
Proust, Marcel 152
Ptolémée 17, 24, 68
Puissant, Louis 43
Pynchon, Thomas 175
Rand McNally 152
Reclus, Élisée 162
Rømer, Ole Christensen 37
Roberval, Gilles Personne de 36
Robinson, Arthur 161
Rousseau, Jean-Jacques 136
Sanson, Nicolas 130, 133

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Scudéry, Madeleine de 127
Shakespeare, William 123, 130
Signot, Jacques 68
Smissi, Alain 172
Spielberg, Steven 157, 187
Spoutnik 87
Sterne, Laurence 132, 134
Stevenson, Robert Louis 147
Strabon 28
Suétone 26
Thévet, André 69
Vauban, Sébastien le Prestres, marquis de 77
Verger, Fernand 56
Vermeer, Johannes 70, 126
Verne, Jules 146
Vivier, David 37
Voltaire 136
Waldseemüller, Martin 130

ŒUVRES

++++++++++++++++++++++++++++++

Aventuriers de l'arche perdue (Les) 157
Bouvard et Pécuchet 145
Casablanca 157
Chien des Baskerville (Le) 151
Chouans (Les) 142
Cinq semaines en ballon 146
Cléopâtre 157
Code Source 172-173, 178
Cœur des ténèbres (Le) 149
Cœur simple (Un) 144
Cousin Pons (Le) 142
Curé de village (Le) 141
Docteur Folamour 158
Émile, ou De l'éducation 137
Employés ou la femme supérieure (Les) 142
Forma Urbis Romae 25
Gospel Temperance Railroad Map 132
Guerre des étoiles (La) 157
île au trésor (L') 147
île mystérieuse (L') 148
Johnny Mnemonic 104
Madame Bovary 145
Maître Cornélius 142
Mason and Dixon 175
Misérables (Les) 143
Moby Dick 146
NCIS 171
Neuromancien 172
Peau de chagrin (La) 141
Pilgrim's Progress 132
Prince de Bohème (Un) 141
Recherche du temps perdu (À la) 152
Rencontre du troisième type 187
Roi Lear (Le) 123
Séraphîta 141
Signe des quatre (Le) 151
Spook Country voir *Code Source* 173, 183
Sur Catherine de Médicis 141
Ténébreuse affaire (Une) 142
Tristram Shandy 132
Ulysse 154
Zero History 186

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

THÈMES

++++++++++++++++++++++++++++++

Agrimensores 34
Année géophysique internationale 95
Cyberespace 185
Dépôt de la guerre 76
Ellipsoïde 44, 45, 52, 54
Erreur circulaire probable 91
Étalon de longueur 42
État-major (carte d') 46
Geographer's line 83
Géoïde 50
GPS 53, 183
INSPIRE 117
Longitude 33, 35, 37, 45
Mappemonde médiévale 32
Mètre (définition du) 36
Néogéographie 61
Open Geospatial Consortium 118
Open Street Map 118
Ordnance Survey 76
Photographie aérienne 49
Polaris (missile) 91
Portulans 30, 70, 122
Projection 33, 136, 160
RGF 93 54
Satellite 49, 56, 84, 89, 94
SIG 57, 165
SPOT 99
T-O (carte en) 28
Townships 83
Traité sur l'espace extra-atmosphérique 96
Transit (système de localisation) 50
Triangulation 34, 48, 128
U2 94
UTM 54
War room 158, 195
WGS 84 53
Zenit (satellite d'observation militaire soviétique) 95
Zone 51 191

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

TABLE DES MATIÈRES

Introduction 9

La géographie numérique, du cyberespace à la carte topographique 9

Présentation de l'ouvrage 16

Partie I
L'invention de la précision :
cartographie et technique de l'astrolabe au GPS 21

Aux origines de la cartographie scientifique 24

La cartographie médiévale 28

Les mutations de la cartographie à l'aube
de l'ère moderne 32

Naissance de la cartographie moderne :
de Louis XIV à la carte de Cassini 35

L'amélioration de la précision des mesures de la méridienne
de Delambre et Méchain à la seconde guerre mondiale 41

La question de la forme de la Terre 43

L'évolution des cartes 45

Automatisation et numérisation de la cartographie 48

Les cartes et l'ordinateur 54

Partie II
La carte et l'État, de la Renaissance à l'internet 65

La carte et l'État moderne :
les débuts de la cartographie officielle 67

L'État et les cartes d'apparat 69

La carte au service du gouvernement :
la construction d'un outil d'administration 72

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Après les Cassini, le temps des militaires 76
Cartographies coloniales 78
Guerre et cartographie au XXe siècle 84
La cartographie de guerre froide
et la globalisation de la géodésie 85
Les nouvelles cartographies militaires 87
L'arme atomique et la géographie militaire 90
Cartographies secrètes 92
Les satellites d'observation et la question
de la souveraineté 94
Les débuts de la télédétection civile 97
Les globes virtuels 101
La circulation des images à haute définition 105
La cartographie en ligne et les litiges territoriaux 111
Les États face à la cartographie en ligne 113

Partie III
Les imaginaires cartographiques 119

L'évolution des imaginaires cartographiques 122
La vogue cartographique du XVIIe siècle 123
Cartographie et culture au XVIIIe siècle 131
Les transformations de l'imaginaire cartographique au XIXe siècle 138
Cartes et littérature au XXe siècle 151
Cartes et cinéma 156
Un nouveau regard sur la carte :
les approches critiques 160
Les imaginaires de la géographie numérique 168
La grille et ses imaginaires 175
Territoires de la paranoïa 182
Lieux secrets 190
Les nouveaux territoires de la guerre 192

Presses de l'ensib, 2015. < http://www.ensib.fr/presses/ >

Les imaginaires cartographiques comme mode de lecture des cartes 195

Conclusion : l'approche critique de la cartographie scientifique et les imaginaires 199

Bibliographie générale 203

Liste des illustrations 231

Index thématique 233

Table des matières 237

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

D'autres contributions du même auteur

++++++++++++++++++++++++++++++++++++

Écritures : sur les traces de Jack Goody
Colloque - sous la direction d'Éric Guichard

Regards croisés sur l'internet
Essai - sous la direction d'Éric Guichard

PAPIERS

La collection Papiers a pour ambition d'explorer de nouveaux champs de recherche autour des sciences de l'information et des bibliothèques. Elle donne aux auteurs l'occasion de produire une réflexion nouvelle, originale, et propose de nouvelles lectures des domaines d'expertise de l'enssib.

Thierry Ermakoff
directeur de collection

++++++++++++++++++++++

enssib – UNIVERSITÉ DE LYON
PRESSES DE L'enssib
École nationale supérieure des sciences de l'information et des bibliothèques
université de Lyon
17-21 boulevard du 11 novembre 1918
69623 Villeurbanne Cedex
Tél. 04 72 44 43 43 – Fax 04 72 44 43 44
< http://www.enssib.fr/presses >

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >

Secrétariat d'édition :
Silvia Ceccani

Mise en page :
Cédric Vigneault

Conception graphique :
atelier Perluette, 69001 Lyon.
< http://www.perluette-atelier.com >

Achevé d'imprimer en septembre 2015
imprimerie Bialec (Nancy) - n° 86342

dépôt légal : 2e semestre 2015

Presses de l'enssib, 2015. < http://www.enssib.fr/presses/ >