

Diplôme national de master

Domaine - sciences humaines et sociales

Mention - sciences de l'information et des bibliothèques

Parcours - sciences de l'information et des bibliothèques et
information scientifique et technique

Mémoire / août 2021

MEMOIRE

L'usage de l'intelligence artificielle en indexation vidéo : entre amélioration et bouleversement des pratiques

Maëllie Hurst

Sous la direction de Laurent Duploux
Directeur projet du programme MISAOA - BnF
Maître de conférences associé - ENSSIB



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de mémoire, Laurent Duploux, pour ses recommandations et ses précieux conseils. Je voudrais également remercier Sébastien Cretin, Jean-Philippe Moreux, Gautier Poupeau, Damien Poivet, Géraldine Damnati et Jean-Gabriel Ganascia de m'avoir accordé de leur temps pour répondre à mes questions et m'aiguiller dans mes recherches. Les informations récoltées et les ressources partagées m'ont été d'une grande aide pour l'enrichissement de ma réflexion.

Mes remerciements vont également à toute l'équipe du Master SIBIST qui a été bienveillante et nous a donné les clés essentielles à l'élaboration de réflexions et d'écrits de qualité.

Je souhaite remercier ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de cette année scolaire quelque peu chaotique. Je remercie tout particulièrement ma mère, son amie et ma meilleure amie pour leur implication dans la relecture de ce présent mémoire.

Mes remerciements vont également à toute l'équipe HEVA qui m'a accompagnée avec beaucoup de bienveillance tout au long de ce second semestre de stage.

*L'usage de l'intelligence artificielle en indexation vidéo : entre amélioration et
bouleversement des pratiques - Hurst Maëllie*

RESUME

L'indexation de vidéo pose de véritables défis de par la complexité inhérente à ce média. L'usage de l'intelligence artificielle, notamment du machine learning, permet de faciliter l'indexation des vidéos même si cela impacte grandement le métier d'indexeur. L'arrivée des outils d'intelligence artificielle amène à repenser les métiers de l'indexation.

DESCRIPTEURS

Intelligence artificielle – Indexation vidéo – Machine learning – Indexeur

ABSTRACT

Indexing video poses real challenges due to the inherent complexity of this medium. The use of artificial intelligence, particularly machine learning, makes it possible to facilitate the indexing of videos, even if this has a major impact on the indexer's job. The arrival of artificial intelligence tools is leading to a rethinking of the indexing profession.

KEYWORDS

Artificial intelligence – Video indexation – Machine learning – Indexer

Droits d'auteurs



Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr> ou
par courrier postal à Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San
Francisco, California 94105, USA.



Sommaire

SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	7
INTRODUCTION.....	9
L'INDEXATION VIDÉO : UNE RAPIDE ÉVOLUTION DES TECHNIQUES D'INDEXATION.....	13
La vidéo : un type de document complexe.....	13
<i>Un média avec beaucoup de données différentes.....</i>	<i>13</i>
<i>Une évolution du format.....</i>	<i>13</i>
<i>Une variété de vidéos pour de multiples usages.....</i>	<i>15</i>
Adapter les techniques d'indexation à la vidéo.....	16
<i>Un petit tour d'horizon des techniques d'indexation.....</i>	<i>17</i>
<i>Les techniques employées en indexation vidéo.....</i>	<i>20</i>
<i>Les métadonnées spécifiques à la vidéo.....</i>	<i>21</i>
L'arrivée de l'intelligence artificielle dans l'indexation et son utilité pour l'indexation vidéo.....	23
<i>Les principes de base de l'intelligence artificielle.....</i>	<i>24</i>
<i>Les techniques d'intelligence artificielle employées en indexation vidéo.....</i>	<i>27</i>
<i>Les améliorations apportées par l'intelligence artificielle.....</i>	<i>30</i>
LA PLACE DE L'INDEXEUR FACE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE.....	33
Intégrer de nouvelles pratiques.....	33
<i>Intégrer de nouveaux outils aux pratiques actuelles.....</i>	<i>33</i>
<i>Faire accepter ces nouveaux outils.....</i>	<i>34</i>
<i>Faire appel à de nouveaux corps de métier.....</i>	<i>36</i>
Améliorer et simplifier les pratiques actuelles.....	37
<i>Simplifier les pratiques actuelles.....</i>	<i>37</i>
<i>Améliorer les pratiques d'indexation.....</i>	<i>38</i>
<i>Privilégier d'autres missions.....</i>	<i>39</i>
Les limites de l'intelligence artificielle et les perspectives d'évolutions pour le métier d'indexeur.....	40
<i>Identifier les incertitudes liées à l'intelligence artificielle.....</i>	<i>41</i>
<i>S'assurer de la qualité des données.....</i>	<i>42</i>
<i>Privilégier la réflexion sur l'indexation.....</i>	<i>44</i>
ETUDE DE CAS : EXPLORESCENCE.....	45
Présentation du projet.....	45
<i>La genèse du projet.....</i>	<i>46</i>
<i>L'évolution du projet.....</i>	<i>46</i>
Explorescence : une exploitation réfléchie et optimisée de l'intelligence artificielle.....	47

<i>Les métadonnées disponibles.....</i>	<i>47</i>
<i>Présentation des outils et de leurs fonctionnalités.....</i>	<i>48</i>
<i>L'utilisation de l'intelligence artificielle pour produire ces outils.....</i>	<i>50</i>
Les perspectives de réutilisation des outils développés lors de ce projet.....	51
CONCLUSION.....	53
SOURCES.....	55
BIBLIOGRAPHIE.....	57
ANNEXES.....	67
TABLE DES MATIÈRES.....	71



Sigles et abréviations

FMSH : Fondation maison des sciences de l'Homme

IA : Intelligence artificielle

OCR : reconnaissance optique de caractères

OLR : reconnaissance optique de distribution

P.I.T.S : Paroles, Images et Textes des Savoirs

RAMEAU : Répertoire d'Autorité-Matière Encyclopédique Alphabétique Unifié

TALN : Traitement automatique du langage naturel

INTRODUCTION

L'apparition de la vidéo a bouleversé les pratiques et a rapidement révolutionné le monde des médias. Par ailleurs, cela a aussi amené des réflexions dans le milieu de l'archivage puisque ce nouveau format de document implique beaucoup plus de problèmes concernant son format et les données qu'il contient. L'indexation de ce type de contenu a alors subi des évolutions notables. Celles-ci ont été d'autant plus nombreuses que le format vidéo a profondément évolué au fil du temps afin de faciliter sa conservation et sa classification.

L'indexation en elle-même a connu de multiples améliorations mais celle qui concerne le format vidéo est celle qui a posé le plus de défis de par la multiplicité des données présentes dans une vidéo. L'apparition de l'automatisation des processus a déjà été une avancée notable dans le domaine de l'indexation. Ces automatisations étaient d'abord manuelles puis lorsque l'informatisation s'est mise en place, l'indexation s'est de plus en plus numérisée et sont apparus les premiers algorithmes d'automatisation de certains processus d'indexation.

L'arrivée de l'intelligence artificielle a contribué à une amplification de l'automatisation pour indexer. Cela s'explique par le fait que le processus d'indexation est simplifié : la machine remplace ou supplée l'homme pour effectuer certaines tâches. Nous pouvons ainsi aller plus loin dans ce qui est possible au niveau de l'automatisation.

De nos jours, l'intelligence artificielle est omniprésente sur nos téléphones, les réseaux sociaux, les plateformes de streaming. Cette technologie permet de prédire les événements futurs mais aussi de comprendre et établir un profil à partir de nos pratiques. On pourrait alors penser que l'intelligence artificielle dirige en quelque sorte le monde comme l'évoquent les chercheurs de Microsoft dans l'étude *The Autodidactic Universe*¹, où ils décrivent l'univers comme un « algorithme de machine learning ». Cette étude est par ailleurs expliquée sur le site *Le big data*, dans l'article « L'univers est un algorithme de machine learning selon les chercheurs de Microsoft »², où l'auteur met en parallèle cette théorie avec celle du physicien Vitaly Vanchurin³ qui explique que « nous vivons dans un vaste réseau de neurones artificiels Deep Learning ». Cependant, l'intelligence

¹ ALEXANDER, Stephon, CUNNINGHAM, William J., LANIER, Jaron, *et al.* The Autodidactic Universe. *ArXiv abs/2104.03902* [en ligne]. Mars 2021. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://arxiv.org/abs/2104.03902>.

² L, Bastien. L'univers est un algorithme de Machine Learning, selon les chercheurs de Microsoft. In : *LeBigData.fr* [en ligne]. 13 avril 2021. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lebigdata.fr/univers-algorithme-machine-learning-microsoft>.

³ VANCHURIN, Vitaly. The world as a neural network. *Entropy* [en ligne]. Octobre 2020, Vol. 22, n°11, p. 1210. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : [10.3390/e22111210](https://arxiv.org/abs/10.3390/e22111210).



artificielle n'est-elle pas trop encensée comme étant la solution à tous les problèmes techniques actuels ? Permet-elle vraiment de tout faire à la place de l'Homme jusqu'à le remplacer complètement ? Cette question apparaît comme légitime lorsque l'on voit que Google a fabriqué une intelligence artificielle qui peut créer des processeurs à partir de ceux conçus par l'Homme au fil des années.

Cependant, il semble que l'intelligence artificielle ne soit pas capable de remplacer l'Homme. Comme nous venons de le voir, l'algorithme inventé par Google s'est basé sur des processeurs créés par l'Homme, donc l'intelligence artificielle a tout de même besoin d'une base sur laquelle travailler. De surcroît, les algorithmes produits pour ce genre d'action bien précise nécessitent un gros travail mené par des humains. Ils doivent paramétrer et évaluer les algorithmes nécessaires à la conception d'une machine fonctionnelle. Nous pouvons aussi noter qu'il est nécessaire d'avoir un réel travail d'adaptation de l'IA au domaine dans lequel elle est employée puisque celle-ci se décline de façons très différentes. Tout cela nous montre qu'exploiter une intelligence artificielle viable et performante demande beaucoup de travail. L'exemple de l'échec du chatbot Tay conçu par Microsoft⁴ en est bien la preuve. Ce chatbot a publié des tweets racistes à force d'interagir avec certains utilisateurs qui ont nourri le robot de propos racistes. Il a reflété ce que les utilisateurs lui présentaient même si les propos de ceux-ci étaient immoraux. Cet exemple illustre bien le fait que l'intelligence artificielle n'a pas d'intelligence à proprement parler, elle ne fait qu'imiter les comportements observés. De plus, si elle est mal paramétrée, elle répétera potentiellement des choses erronées. Ainsi, le paramétrage des algorithmes d'intelligence artificielle est essentiel à un bon fonctionnement de celle-ci.

Pour en revenir à l'indexation de vidéos, celle-ci comporte de nombreux paramètres à prendre en compte. Nous les détaillerons plus loin dans notre réflexion, mais nous sommes déjà en mesure d'affirmer que le format complexe de ce type de média est le principal obstacle à une indexation automatique de qualité. Chaque spécificité du format vidéo doit alors avoir son propre algorithme, ce qui pose un véritable défi. Par conséquent, comment faire en sorte que l'intelligence artificielle indexe bien et quels éléments indexer ?

L'autre problème posé par ce type de média est que, généralement, on indexe un grand nombre de documents : comment alors faire analyser un grand corpus à l'intelligence artificielle ? Cela est d'autant plus difficile lorsque celui-ci est hétérogène, à l'image de Netflix qui propose un contenu varié et éclectique qui est pourtant indexé de la façon la plus exhaustive possible.

⁴ LECOMTE, Erwan. L'IA de Microsoft est-elle réellement devenue raciste au contact des internautes ? In : *Sciences et Avenir* [en ligne]. 25 mars 2016. [Consulté le 15 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/l-ia-de-microsoft-est-elle-reellement-devenue-raciste-au-contact-des-internautes_31260.



Pour recadrer un peu plus notre propos, concentrons-nous sur l'indexation de vidéos en information communication. Si l'on prend un corpus plus restreint de vidéos, quelles possibilités s'offrent à nous ? Traiter un seul domaine rend-il la tâche plus simple ? Comment adapter les pratiques d'indexation vidéo à l'intelligence artificielle ? Comment l'intelligence artificielle a fait évoluer l'indexation de vidéos ? Comment le métier d'indexeur s'adapte aux outils créés via l'intelligence artificielle ?

Finalement, nous pouvons nous demander de quelle manière l'intelligence artificielle participe au processus d'indexation de vidéos et comment elle s'intègre aux pratiques des indexeurs.

Nous pouvons supposer que l'intelligence artificielle facilite l'extraction des métadonnées. L'autre supposition que nous pouvons poser est que, l'intelligence artificielle fait gagner du temps lors du processus d'indexation, même s'il modifie les pratiques des indexeurs. Nous pouvons également établir comme hypothèse que l'homme garde une place importante dans l'indexation vidéo malgré l'utilisation de l'intelligence artificielle.

Afin de poser les bases de notre réflexion, nous nous baserons sur la littérature qui traite de l'intelligence artificielle et de l'indexation de vidéos. En complément de cela, la littérature sur l'exploitation de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'indexation vidéo nous sera utile pour réellement alimenter notre raisonnement. Par ailleurs, la réalisation d'entretiens semi-directifs avec des professionnels et spécialistes de ce secteur nous permettra de confronter ce qui est dit dans la littérature à la réalité du terrain.

Nous verrons d'abord les particularités inhérentes à l'indexation vidéo et comment s'inscrit l'intelligence artificielle dans ce domaine. Nous poursuivrons notre réflexion sur la place de l'indexeur face aux nouveautés apportées par l'intelligence artificielle. Nous terminerons par une étude de cas sur le projet Explorescence qui nous permettra de voir comment s'articulent les différentes problématiques mentionnées auparavant au sein d'un projet d'indexation vidéo qui a recours à l'intelligence artificielle.

L'INDEXATION VIDÉO : UNE RAPIDE ÉVOLUTION DES TECHNIQUES D'INDEXATION

LA VIDÉO : UN TYPE DE DOCUMENT COMPLEXE

La vidéo se trouve être un document complexe de par la diversité des données qu'elle contient et des formats dans lesquels elle s'incarne. Nous pouvons aussi noter la grande diversité de genre et d'usages de la vidéo ce qui rend parfois son analyse documentaire difficile. Ces multiples caractéristiques de la vidéo en font un document complexe à indexer.

Un média avec beaucoup de données différentes

La vidéo est un média qui se compose de divers éléments qui sont plus complexes à analyser que pour les autres médias traditionnels. En somme, c'est une combinaison de sons et d'images, mais là où nous pouvons noter une complexité particulière, c'est dans le fait que les images forment un flux continu qui s'accompagne de sons multiples. Ainsi, l'analyse d'une vidéo sera plus complexe que l'analyse d'une image ou d'une musique. De nombreuses combinaisons d'images et de sons sont possibles au sein d'une vidéo : d'une part une image peut comporter plusieurs bandes sons simultanées telles que de la musique, le son ambiant, la voix des personnes à l'écran ; d'autre part ces mêmes bandes sons qui se superposent à un moment donné sur une image peuvent très bien se désolidariser avec par exemple la musique qui se poursuit sans la voix des personnes sur l'image. Cela nous montre bien que la vidéo est un document difficile à analyser de par sa multiplicité de données provenant de différents médias.

Une évolution du format

La vidéo est un média dont le format a maintes fois évolué : nous sommes passés du format physique au format analogique puis numérique en moins de deux siècles. Le support physique de la vidéo a connu en lui-même de nombreuses évolutions. La notion de vidéo apparaît avec l'arrivée de la pellicule argentique employée avec une caméra, même si nous pouvons concéder que la lanterne magique qui permettait de projeter des images produisait un enchaînement d'images en mouvement. Cette idée de mettre en mouvement des images est d'ailleurs le principe de base des jouets optiques tels que le Zootrope ou le Folioscope qui font défiler des images. Depuis l'invention du Kinétographe en

1890, qui permet d'enregistrer les vidéos sur pellicule, et du Kinéscope, qui permet de les lire, la vidéo a beaucoup évolué entre les différents formats de pellicule qui permettaient ou non l'enregistrement du son. De nos jours, les pellicules argentiques sont seulement employées par une petite poignée d'amateurs, en partie à cause de son prix, donc nous n'allons pas évoquer les techniques de conservation et d'indexation de ce support. L'autre moyen d'enregistrement de vidéos dont nous allons rapidement parler est le support analogique.

La pellicule s'est améliorée au fil du temps et son coût de production a largement baissé mais ce procédé est tout de même fragile en plus d'être contraignant à manipuler lorsque l'on filme. Les technologies disponibles ont permis la création du support analogique que l'on connaît principalement via le format VHS. L'enregistrement analogique permet de sauvegarder une vidéo en capturant l'image et le son via une conversion en signaux électriques. Ce flux continu de données analogiques est alors généralement enregistré et sauvegardé sur des bandes magnétiques. Mais ce format est trop instable de par sa trop grande variabilité et la perte de qualité qui en résulte lors de la diffusion des vidéos enregistrées analogiquement. Voilà pourquoi l'emploi du numérique dans la vidéo a commencé à se développer entre 1972 et 1982⁵.

L'arrivée du numérique a été synonyme d'amélioration de la qualité des vidéos enregistrées de par une codification du signal en binaire. La conservation de la vidéo est alors plus stable ce qui facilite sa conservation et sa diffusion. Le numérique a révolutionné la façon d'aborder la vidéo et les médias en général : ils ne s'incarnent plus forcément sur des supports tangibles, ils peuvent également exister numériquement sur des supports informatiques. Un seul objet peut alors contenir beaucoup de données de qualité qui sont facilement reproductibles via des CD ou DVD par exemple. Les progrès technologiques ont finalement abouti à un affranchissement des processus de décodages physiques des données qui sont alors remplacés par des processus numériques via des langages informatiques. En outre, le stockage des vidéos coûte moins cher numériquement et sa diffusion s'est simplifiée avec notamment l'arrivée du streaming. Cela a amené à une grande diversification des formats vidéo qui ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients : MOV, MP4, AVI, WMF, FLV, WebM⁶. En somme, cela pose un problème pour l'indexation des vidéos car il faut avoir les outils adéquats pour lire chaque vidéo et en décrypter les métadonnées. Néanmoins, comme le souligne Bruno Bachimont dans les premières pages du sous-chapitre « Indexation et grammatisation », « le numérique a fait pour l'audiovisuel ce que l'écriture a

⁵ WIKIPÉDIA. Vidéo [en ligne]. 24 juillet 2021. [Consulté le 8 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Vid%C3%A9o&oldid=184915029>.

⁶ IONOS. Les meilleurs formats de vidéos : les points d'attention. In : *IONOS Digitalguide* [en ligne]. Consulté le 14 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ionos.fr/digitalguide/sites-internet/web-design/les-formats-de-fichiers-vidéo/>.

apporté à la parole : un enregistrement permettant d’observer et de manipuler le contenu »⁷. Cela montre bien que malgré la coexistence de différents formats de vidéo, le numérique amène une simplification dans la manipulation des documents. Par ailleurs, Bruno Bachimont démontre que le document numérique est tout de même ce qu’il y a de plus manipulable en terme de support :

L’histoire des supports matériels d’expression des contenus renvoie à la manière dont les différents supports se sont succédé dans le sens d’une plus grande manipulabilité, pour arriver aujourd’hui à un support dont le principe même est la manipulation, à savoir le numérique.⁸

Ainsi, en fonction du type de fonds vidéo à traiter, il se peut que différents formats et supports de conservation se côtoient, ce qui complexifie la tâche d’indexation. Les métadonnées disponibles ne seront pas toutes les mêmes et les méthodes employées peuvent donc différer d’un support à l’autre. Cela est problématique lorsque l’on veut rationaliser le processus d’indexation ; même si nous pouvons noter que le numérique a grandement facilité l’indexation de par la manipulabilité qu’il a apporté.

Une variété de vidéos pour de multiples usages

Concernant l’usage de la vidéo, celui-ci est multiple, de l’usage personnel à l’usage professionnel, les possibilités sont infinies. Comme nous l’avons vu juste avant, la vidéo était d’abord réalisée via un support matériel ce qui coûtait cher et explique alors la restriction de son utilisation à des fins utiles. L’évolution des supports, qui sont devenus de moins en moins coûteux jusqu’à l’arrivée du numérique, a permis de démocratiser la vidéo. Ainsi, de plus en plus de personnes ont pu créer des vidéos au même titre que leur visionnage s’est au fur-et-à mesure immiscé dans notre quotidien. De nos jours, n’importe qui peut filmer avec son smartphone et uploader le contenu produit via diverses plateformes (Youtube, Facebook, un blog, ...). Cela participe à la diversification du contenu vidéo disponible tandis qu’à une époque celui-ci était très restreint. En effet, si nous revenons quelques années en arrière, le contenu audiovisuel diffusé se cantonnait aux films, séries et émissions télévisées. Lorsqu’il a été possible de se procurer une caméra pour un usage personnel, il n’était pas possible, et pensable, de diffuser nos vidéos privées, chose qui, maintenant, est banalisée. Par conséquent, il est impossible d’indexer uniformément une telle variété de vidéos. Chaque plateforme de diffusion de vidéos indexe alors à sa manière les vidéos qui s’y trouvent même si cela peut être parfois compliqué vu la diversité des vidéos disponibles.

⁷ CAVALIÉ, Étienne et BACHIMONT, Bruno. *L’indexation matière en transition: de la réforme de Rameau à l’indexation automatique*. Paris : Éditions du Cercle de la librairie, 2019. Chap. I, Contexte normatif et la Transition bibliographique

⁸ *Ibid*

Les plateformes qui diffusent des films ou des séries, tel que Netflix, disposent généralement de métadonnées de qualité et sont alors en mesure de proposer une indexation complète. Par exemple, Netflix propose une indexation qui porte, d'une part, sur les données brutes de la vidéo telles que le nom des acteurs, le nom du réalisateur, la date de création ou le temps de la vidéo, d'autre part, sur les caractéristiques de la vidéo comme son genre (horreur, comédie, romance ...) ou les qualificatifs qui peuvent la décrire (romantique, psychologique, sombre, ...). Au contraire, des plateformes qui proposent des vidéos sans genre défini ont une indexation moins complète comme il est possible de le constater sur Youtube, où, c'est à chaque vidéaste de bien choisir ses mots clés et hashtags employés dans la description de sa vidéo, pour être bien répertoriée auprès du public cible. Effectivement, il est important de bien cibler le public de chaque type de vidéo, d'où l'importance d'une bonne indexation. Vraisemblablement, atteindre un certain public semble complexe dans une masse de vidéos hétérogènes mal indexées. Toutefois, si nous nous éloignons de ce genre de plateforme tout public, nous pouvons retrouver des corpus de vidéos plus homogènes. Cette homogénéité peut venir d'une thématique particulière, d'un but précis ou d'un autre élément qui permet de faire un lien entre toutes les vidéos du corpus. Alors, l'indexation pourra être plus exhaustive et adaptée au contenu de la vidéo.

Prenons par exemple Canal-U, dont nous parlerons plus tard lors de l'étude de cas, qui est un site dédié à la diffusion de contenu audiovisuel provenant des établissements d'enseignement supérieur et de recherche. Les vidéos qui s'y trouvent ont toutes un but pédagogique même si les thématiques abordées diffèrent. Ce qui lie ces vidéos entre elles, c'est leur but didactique. Le référentiel d'indexation sera alors bâti par rapport à des types de vidéos identifiables (entretien, conférence, séminaire, cours magistral, ...) ce qui facilite la mise en place d'un langage documentaire au plus proche du contenu. Même si les domaines sont variés, leur identification permet d'indexer par discipline et par matière. Ce site met alors à disposition un corpus de vidéos aux caractéristiques restreintes. Cela montre que traiter un tel corpus est plus simple que de traiter un ensemble de vidéos ayant un trop grand nombre de particularités différentes et qui ne recourent pas un usage précis.

ADAPTER LES TECHNIQUES D'INDEXATION À LA VIDÉO

La vidéo est, comme nous l'avons vu, un document complexe de par ses données diverses, son format, et la variété des sujets traités, même si l'arrivée du numérique dans l'audiovisuel a grandement facilité son indexation. Mais concrètement comment un tel média est-il indexé ? Avant d'expliquer cela, il

convient de définir l'indexation. Selon l'Encyclopædia Universalis, elle « consiste à identifier dans un document certains éléments significatifs qui serviront de clé pour retrouver ce document au sein d'une collection »⁹. Cette définition montre bien l'utilité de l'indexation mais ne décrit pas réellement la façon dont les « éléments significatifs »¹⁰ sont identifiés. En revanche, celle proposée par Dominique Ménillet donne une explication plus précise en définissant l'indexation comme « l'opération qui consiste à décrire et à caractériser un document à l'aide de représentations des concepts contenus dans ce document, c'est-à-dire à transcrire en langage documentaire les concepts après les avoir extraits du document par une analyse »¹¹. En somme, nous avons avec ces deux définitions, une meilleure représentation de ce qu'est l'indexation et de son utilité.

Nous allons donc pouvoir à présent parler des techniques d'indexation en elles-mêmes. Celles-ci ont évolué au fil du temps et se sont adaptées aux différents médias. Pourtant, la vidéo, de par ses particularités, ne permet pas d'employer toutes les techniques habituellement utilisées pour indexer des documents plus traditionnels, tel que le livre. Cela est en grande partie dû aux nombreuses métadonnées inhérentes à la vidéo, sujet que nous aborderons après avoir mieux expliqué les techniques utilisées pour indexer des vidéos.

Un petit tour d'horizon des techniques d'indexation

Comme nous l'avons évoqué précédemment, l'indexation a pour but l'identification des éléments importants d'un document afin de le retrouver. Les techniques d'indexation ont donc évolué dans le but, d'une part, de déterminer plus facilement les caractéristiques à indexer, d'autre part, d'améliorer l'accessibilité des documents aux utilisateurs. Cela a donné lieu à des évolutions dans la matérialisation de l'index créé : à la base ceux-ci étaient dans des livres puis ceux-ci ont été remplacés par des fiches qui étaient plus manipulables. Lorsque les ordinateurs se sont déployés dans les différentes sphères de la société, les catalogues se sont numérisés et avec l'arrivée d'internet ceux-ci sont devenus accessibles sur le web. Cela a contribué à une simplification de la recherche de documents mais également au développement de nouvelles possibilités d'indexation.

⁹ FOSKETT, Douglas J. et MANIEZ, Jacques. INDEXATION. In : *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Boulogne Billancourt : Encyclopædia Universalis. [Consulté le 16 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedia/indexation/>.

¹⁰ *Ibid*

¹¹ MÉNILLET, Dominique. Thésaurus et indexation. Bulletin des bibliothèques de France (BBF) [en ligne]. Janvier 1993, no 5, p. 44-46. [Consulté le 20 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1993-05-0044-009>.



Si nous revenons à l'indexation en elle-même, nous savons qu'elle consiste à identifier les concepts d'un document mais comment retranscrire ces concepts ? Pour effectuer cette tâche il est nécessaire d'employer un langage documentaire mais celui-ci peut être classificatoire ou combinatoire. Dans le cas de l'indexation analytique, le langage sera combinatoire car les langages classificatoires sont employés pour le classement des documents et donc pour leur cotation. La classification sert à identifier un document spatialement. Cela relève de l'indexation systématique qui ne sert que très rarement à la codification du contenu du document. Ces deux types d'indexation peuvent s'appuyer sur le document en lui-même, mais également sur la notice bibliographique réalisée lors du catalogage, qui sera par ailleurs complétée suite à l'indexation du document. Après avoir relevé les concepts clés du document, l'indexeur a le choix d'employer le vocabulaire présent dans le document ou bien d'employer des termes extérieurs à celui-ci pour représenter les concepts identifiés. Nous parlerons alors de mot-clé pour un terme présent dans le document et de descripteur pour un terme qui est extérieur au document.

Concernant les descripteurs, comme le vocabulaire est élaboré en amont de l'indexation, l'objectif est d'illustrer un concept via l'univocité, c'est-à-dire en choisissant un terme qui exprime un seul concept, d'une part, via la bi-univocité, d'autre part, qui implique de choisir plusieurs synonymes représentant le même concept. Ces termes peuvent être issus d'un vocabulaire contrôlé, c'est-à-dire établi avant de débiter l'indexation des documents, ou d'un vocabulaire libre qui est construit lors de l'indexation des documents. Ce vocabulaire peut désigner un domaine de connaissance, un sujet, un concept ou une notion. Une fois que l'on a défini les termes utilisés, l'autre étape importante de l'indexation est de relier les concepts entre eux au niveau de la hiérarchie (terme générique ou spécifique), de la synonymie (lier les synonymes entre eux) et de l'association (faire le lien entre les descripteurs qui expriment des idées similaires). Cette coordination, permettant l'établissement des liens sémantiques et sémiotiques, peut se faire avant l'analyse documentaire, on parle alors de langage pré-coordonné, ou bien lors de celle-ci, on parle alors de langage post-coordonné. Nous venons de voir qu'indexer un document comprend de nombreuses étapes importantes qui sont chronophages.

Afin de faciliter l'indexation, des langages combinatoires déjà structurés avec un ensemble de règles ont été mis en place. Ceux-ci sont de deux types différents : le thésaurus qui est un langage combinatoire postcoordonné, et le répertoire vedette-matière qui est un langage précoordonné. L'intérêt de ces langages définis est d'avoir un cadre qui offre la possibilité de créer un index à partir de concepts déjà établis. Cela fait gagner du temps lors de l'indexation mais c'est également un bon moyen d'assurer une interopérabilité entre les multiples index créés.

Un thésaurus est généralement créé pour correspondre à un domaine en particulier comme le thésaurus MeSH qui sert à indexer les documents dans le

domaine de la santé. Un thésaurus comporte un lexique, des définitions et notes d'application, une structure de classement qui établit les liens entre les termes présents dans le lexique. Sa post-coordination permet de l'adapter au contenu du corpus, en établissant les liens utiles à la consultation des documents présents.

Un répertoire vedettes-matière est celui qui est le plus employé car il se rapproche d'une vision encyclopédique des domaines. Ce type de langage se compose de vedettes-matières, de relations sémantiques entre celles-ci et de règles syntaxiques et pragmatiques concernant leur utilisation. Une vedette-matière est un terme simple ou composé représentant un sujet. Elle respecte plusieurs critères : la normalisation, la précision et la distinction des différents aspects. Le répertoire de vedettes-matière le plus utilisé en France est RAMEAU (Répertoire d'Autorité-Matière Encyclopédique Alphabétique Unifié). Le site qui lui est dédié permet de bien comprendre son fonctionnement et fournit les éléments essentiels à son utilisation¹².

Les divers outils que nous venons d'aborder sont importants pour l'indexation mais leur utilisation n'est pas forcément gage de qualité si l'on s'en sert de la mauvaise manière. Il convient de respecter plusieurs critères lors du traitement documentaire : l'objectivité et la rigourosité lors de la sélection des termes et de leurs liens qui doivent tendre vers le minimum de silence et de bruit. Cela veut dire qu'il faut qu'ils remontent assez de résultats sans pour autant en remonter trop.

¹² BNF. Le langage d'indexation RAMEAU. In : *Rameau* [en ligne]. [Consulté le 22 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://rameau.bnf.fr/informations/rameauenbref>.



Les techniques employées en indexation vidéo

Nous venons de voir les diverses techniques d'indexation existantes et la rigueur que cela nécessite. Néanmoins, l'application de ces méthodes à la vidéo peuvent parfois poser problème. Comme pour les autres médias, l'objectif va être de renseigner le maximum d'informations utiles à l'identification du document pour son classement ou sa recherche au sein d'une base de données. Les métadonnées de bases telles que le titre ou la date seront disponibles via la notice de la vidéo lorsque celle-ci existe. En revanche, si celle-ci n'existe pas, l'analyse documentaire devra analyser le contenu du document afin d'en extraire les éléments qui constituent sa forme. De nos jours, la production des vidéos dont on sait qu'elles seront indexées s'accompagne du renseignement de ces données relatives à la forme (titre, auteur, ...). Par contre, de nombreuses vidéos sont produites sans ces données importantes et même si certaines métadonnées contiennent des informations précieuses, comme par exemple la date, la grande majorité des informations essentielles ne seront accessibles que via la consultation de la vidéo en question.

Cela nous amène à l'autre souci principal de la vidéo qui est qu'elle ne peut être analysée que via un support de lecture du média. L'analyse d'une vidéo ne peut se faire qu'avec un matériel adéquat, contrairement à un livre ou une photographie, qui, lorsqu'ils sont en format papier, sont facilement manipulables. Trouver les métadonnées et informations utiles nécessite juste d'observer l'objet. Il est vrai que cela est surtout valable pour des documents peu anciens, puisque l'état de certains documents, ayant traversé les époques, exige l'utilisation d'appareils spécifiques, afin de pouvoir consulter et déchiffrer le contenu de ceux-ci.

Pour en revenir à la collecte des métadonnées de la vidéo uniquement possible via une consultation du document en lui-même, nous pouvons prendre par exemple le cas d'un film. Dans ce film, le nom des acteurs qui y figurent n'aura peut-être pas été intégré aux métadonnées du fichier vidéo. Il faudra alors les trouver dans la vidéo en la visionnant. Ce sont ce genre d'éléments intéressants à renseigner qui sont difficilement trouvables sans regarder la vidéo. Néanmoins, depuis quelques années l'ouverture des données se fait de plus en plus importante, ce qui permet de récupérer des données extérieures que l'on peut alors intégrer à son indexation. De surcroît, le développement d'une interopérabilité de plus en plus forte permet de donner lieu à une récolte simplifiée de ces mêmes données.

L'autre problème posé par les systèmes traditionnels est posé par la nature même de la vidéo qui est média multidimensionnel ce qui implique de prendre en compte les informations présentes via l'image et via le son. Nous pouvons par ailleurs noter que chaque image d'une vidéo peut contenir des informations

visuelles mais également textuelles lorsque du texte apparaît à l'écran. Cela pose alors le souci de la surabondance d'informations lorsqu'aucun document d'accompagnement n'est disponible. L'image est aussi problématique de par le fait que cela suscite plus de subjectivité que du texte. Il en est de même pour la musique qui, mêlée à l'image, peut susciter des interprétations diverses, encore plus fortes que pour un simple texte, selon la personne qui indexe le document. Le choix des termes à employer pour l'indexation pose alors problème. Le remplissage des champs traditionnels, tels que le lieu ou la temporalité, peut vite devenir fastidieux de par la surabondance d'informations que comporte une vidéo.

Si les vocabulaires contrôlés conviennent bien à l'indexation de vidéos correspondant à un cadre précis, tel que l'indexation d'un journal télévisé, cela pose problème pour des vidéos moins structurées comme ce que l'on peut trouver sur Youtube. Nous verrons plus tard que la mise en place de termes posera également problème lors de l'automatisation de l'indexation.

Les métadonnées spécifiques à la vidéo

Nous venons d'aborder la façon dont les techniques d'indexation sont appliquées à la vidéo, ainsi que les spécificités de ce média qui font que certaines informations ne sont pas identifiables via les moyens traditionnels d'indexation. Ainsi, il convient à présent d'analyser les métadonnées spécifiques à la vidéo.

Tout d'abord, celles-ci sont très riches et diffèrent des métadonnées trouvables dans d'autres documents plus traditionnels. Nous avons bien entendu les métadonnées que l'on retrouve sur les documents traditionnels comme le titre, l'auteur (dans le contexte de la vidéo on parlera plus de réalisateur) ou encore la date. Comme l'explique Hugo Bon dans son article « Les métadonnées, un enjeu crucial pour la vidéo », consultable au sein de *La Revue des médias*, les métadonnées sont classées selon différentes catégories¹³ :

- ◆ Les métadonnées juridiques : propriété (code ISAN,EIDR, producteur, distributeur), gestion (territoire d'utilisation, codes tarifaires, VISA d'exploitation)
- ◆ Les métadonnées de contenu :
 - Catalogage : titre, année de production, réalisateur, série, pays
 - Descriptives : acteurs, contributeurs, collaborateurs, lieux, budget

¹³ BON, Hugo. Les métadonnées, un enjeu crucial pour la vidéo. In : La Revue des Médias [en ligne]. 25 avril 2019. [Consulté le 7 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/les-metadonnees-un-enjeu-crucial-pour-la-vidéo>.



- Caractérisantes : type (long métrage, série, ...), genre (action, comédie, ...)
- Techniques : durée, formats du fichier, formats de production, de projection, audio
- ◆ Les métadonnées d'enrichissement :
 - Éditoriales : photos, synopsis, biographies, trailers, anecdotes, critiques, box office
 - Sociales : notes, commentaires
 - Langues : sous-titres, doublages
 - Dates de sortie : sorties en salles, avant-première, sorties VOD, DVD, BLU-RAY
 - Similarités : liste d'oeuvres similaires
 - Liens : vers contenus liés (interviews, bonus, ...), opérations commerciales, site du film, de la production, de fans
- ◆ Les métadonnées d'analyse :
 - Empreintes vidéos : code alphanumérique d'identification d'un programme généré par analyse du spectre (fingerprint) ou attaché au fichier (watermarking), objectif monitoring, tracking
 - Empreintes audios : code alphanumérique d'identification d'un extrait de programme généré par analyse du spectre audio
 - Descripteurs vidéos : visages, voix, lieux, objets, moods détectés dans le programme

La liste de ces nombreuses métadonnées, présentées dans cet article¹⁴, nous montre la multitude de métadonnées associées à une vidéo même si cette liste est exhaustive et que certaines vidéos ne les possèdent pas toutes selon le niveau de renseignement de celles-ci aux différents stades de la vie du document. La plupart d'entre elles sont également présentes dans d'autres médias ce qui s'explique par le fait que la vidéo se compose d'images et de son. Hugo Bon mentionne aussi dans son article les créateurs de ces métadonnées : « l'agence française ISAN », la « Entertainment Identifier Registry Association », le « distributeur », le « producteur », la « presse », les « éditorialistes des services de diffusion », les « agrégateurs de métadonnées », les « utilisateurs [des] services de diffusion et sites spécialisés », les « fournisseurs de technologies propriétaires (Digimarc, INA, ...) », les « fournisseurs de technologies de second screen (Shazam, ...) », les « logiciels spécialisés »¹⁵. Cela nous indique que la production de métadonnées mobilise plus de personnes que pour l'indexation d'un média classique. La mention de « logiciels spécialisés » pour la création de descripteurs vidéos¹⁶ nous indique que ce sont des ordinateurs qui ont produit ces données. En effet, cela

¹⁴ *Ibid*

¹⁵ *Ibid*

¹⁶ *Ibid*

prend trop de temps à un humain de faire une analyse documentaire de tout ce qui apparaît dans une vidéo. La production de telles métadonnées s'explique par le fait que celles-ci sont maintenant « au cœur des systèmes de diffusion des vidéos en ligne »¹⁷ car elles permettent un enrichissement important des services proposés aux utilisateurs.

Comment s'effectue alors l'identification et la production de ces multiples métadonnées via les machines employant de l'intelligence artificielle ?

L'ARRIVÉE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS L'INDEXATION ET SON UTILITÉ POUR L'INDEXATION VIDÉO

L'intelligence artificielle se définit comme un « ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine »¹⁸. Dès l'Antiquité, l'élément majeur de l'IA, à savoir les algorithmes, était déjà présent. Bien entendu, ils étaient uniquement employés pour des calculs effectués à l'échelle humaine contrairement à aujourd'hui où les algorithmes sont élaborés pour être utilisés par des machines. Nous pouvons de nos jours définir un algorithme comme « une suite de règles opératoires que suit un ordinateur pour accomplir une tâche »¹⁹. En revanche, ce n'est que bien plus tard que le concept d'intelligence artificielle est apparu ; même si, au cours des siècles, l'idée d'une machine qui fonctionnerait comme un humain avait déjà émergé dans les esprits avec des tentatives de reproduire ce fantasme à travers la création d'automates. Avant d'expliquer l'arrivée de l'intelligence artificielle, il convient tout d'abord de parler du premier programme informatique élaboré en 1842 par Ada Lovelace. Celui-ci ne fonctionne pas sur un ordinateur, qui n'apparaît qu'en 1943, mais cela pose déjà les bases de l'informatique telle que nous la connaissons aujourd'hui. Pour en revenir à l'histoire de l'intelligence artificielle, l'invention du terme date de 1956 et a été proposée par Marvin Minsky et John McCarthy. Il a été approuvé lors de la conférence de Dartmouth qui avait pour objectif de réfléchir à l'élaboration de machines pensantes.

Par la suite, l'IA a connu plusieurs phases au cours desquelles l'intérêt de la société pour cette technologie a oscillé entre l'intérêt et le désintérêt. Nous ne nous

¹⁷ *Ibid*

¹⁸ LAROUSSE ÉDITIONS. Intelligence artificielle. In : *Larousse* [en ligne]. [Consulté le 21 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257.

¹⁹ ASCOLI, Stéphane d'. *L'intelligence artificielle en 5 minutes par jour*. Paris : First éditions, 2020. ISBN 978-2-412-05984-5.



attarderons pas sur ces différentes périodes. Si nous passons directement à la période qui nous intéresse, à savoir les années 2000, nous pouvons constater que l'intelligence artificielle a gagné en puissance grâce aux nouvelles façons de l'aborder. Les systèmes experts arrivés en 1980 emploient les IA symboliques dans des domaines spécifiques, c'est alors que l'IA connaît ses premières applications industrielles. En 1986 débute la recherche sur les réseaux de neurones, mais ce n'est qu'en 1989, grâce à Yann LeCun, un chercheur français, que les premiers réseaux de neurones artificiels fonctionnent. Nous en sommes alors aux premiers balbutiements du deep learning dont nous détaillerons le fonctionnement plus tard. Le grand changement qui amène l'IA à s'installer durablement dans notre société est l'augmentation de la puissance de calcul en 1990. Celle-ci n'est plus un problème majeur grâce à la miniaturisation des processeurs qui permet d'augmenter les capacités des machines de façon exponentielle à moindre coût comme le démontre la Loi de Moore²⁰. Une telle puissance de calcul permet de mettre au point des machines plus complexes comme DeepBlue, inventée par IBM en 1996, qui est la première machine à avoir vaincu un champion d'échecs. Depuis, cette technologie ne cesse d'être améliorée afin qu'elle accomplisse des tâches de plus en plus complexes comme par exemple l'imitation de l'écriture manuscrite²¹.

Les principes de base de l'intelligence artificielle

Nous avons évoqué l'importante évolution de l'intelligence artificielle au fil des siècles mais nous n'avons pas encore réellement expliqué comment cela fonctionne. Nous allons donc maintenant détailler les grands principes de base de l'IA qui ont permis de faire évoluer de multiples domaines de notre société.

De prime abord, l'intelligence artificielle repose sur des algorithmes comme nous l'avons évoqué auparavant. Les deux principaux types d'intelligence artificielle sont les suivants :

- l'IA symbolique qui fonctionne avec un algorithme à base de règles, c'est-à-dire qui exécute directement les ordres qu'on lui donne
- le machine learning qui fonctionne avec un algorithme à base d'apprentissage c'est-à-dire qu'il fait lui-même le calcul pour prendre la meilleure décision

²⁰ WIKIPÉDIA. Loi de Moore. In : *Wikipédia* [en ligne]. [Consulté le 21 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Loi_de_Moore&oldid=185419931.

²¹ CONFRERE, Emma. Facebook dévoile une IA capable d'imiter votre écriture manuscrite. In : *Le Figaro* [en ligne]. 15 juin 2021. [Consulté le 1 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/facebook-devoile-une-ia-capable-d-imiter-votre-ecriture-manuscrite-20210615>.

Si nous nous centrons sur le machine learning, l'IA qui nous intéressera le plus dans le cadre de l'indexation de vidéos, nous trouvons au sein de ce groupe une autre forme d'IA qui est qualifiée de connexionniste. Cela veut dire qu'elle fonctionne avec des algorithmes qui apprennent à partir d'exemples, c'est-à-dire qu'ils accomplissent des tâches pour lesquelles ils n'ont pas été explicitement programmés. La majorité du temps, ce genre d'IA est basé sur des curseurs qui nécessitent un réglage. C'est au sein des IA connexionnistes que l'on retrouve une autre avancée majeure qui est le deep learning. Celui-ci fonctionne sous forme de réseaux de neurones artificiels c'est-à-dire qu'ils imitent le fonctionnement neuronal du cerveau.

Pour mettre en place un algorithme, celui-ci doit passer par plusieurs étapes : l'entraînement, la généralisation et la régularisation. L'entraînement est la phase où l'on effectue une descente du gradient, c'est-à-dire que l'on recherche la meilleure configuration par rapport à une configuration aléatoire de base. La généralisation permet de tester l'algorithme sur des données d'entraînement afin de voir comment il réagit avec des données. Si les tests sont satisfaisants, l'évaluation est effectuée avec des données tests qui confirment le bon fonctionnement de l'IA. Vient ensuite l'étape de la régularisation où l'on prend un nombre de curseurs plus grand que nécessaire afin d'apprendre à la machine à modérer l'utilisation de chacun d'entre eux.

Si nous revenons sur la question du machine learning, il est intéressant de noter que celui-ci peut fonctionner selon trois formes d'apprentissages différentes :

- L'apprentissage supervisé : il consiste à présenter des données à l'algorithme dans le but que celui-ci présente un résultat qui peut être un nombre, nous disons alors de l'algorithme qu'il effectue une régression, ou une catégorie parmi plusieurs, nous qualifions cela de classification.
- L'apprentissage non-supervisé : il consiste pour l'algorithme à agir de façon autonome pour trouver une structure inhérente aux données sans être aidé par des étiquettes.
- L'apprentissage par renforcement : l'intelligence artificielle est directement plongée dans un environnement avec lequel elle va interagir. C'est de cette interaction que proviennent les données avec lesquelles l'IA va s'améliorer. Ce type d'apprentissage est beaucoup utilisé dans les réseaux de neurones artificiels.

Ces modèles utilisent tous des données de façon différente, mais le point essentiel est le fait qu'il leur faut beaucoup de données pour fonctionner. C'est pourquoi notre époque est propice à ce type de technologie de par le développement du big data. Cette masse de données permet de nourrir les algorithmes qui en ont besoin en grande quantité afin d'être les plus optimales possibles. Cependant, nous pouvons noter que l'usage de ces données est tout de même limité en apprentissage supervisé puisque celles-ci doivent être étiquetées manuellement ce qui demande beaucoup de temps et de personnel. L'autre défaut de cet apprentissage est que la machine fonctionnera en faisant le moins d'effort possible ce qui peut altérer son fonctionnement. Il n'en reste pas moins que l'apprentissage supervisé est le type d'IA le plus répandu.

Cela nous amène vers le développement d'autres formes d'apprentissages qui s'apparente plus à la façon dont un humain apprend des choses. Cela donne des algorithmes d'apprentissage actif et d'apprentissage auto-supervisé. Le tableau proposé par Antoine Crochet-Damais résume bien les principaux types d'apprentissages et les ressources que cela demande²². Néanmoins, l'IA peut aller encore plus loin comme le montre le meta-learning qui consiste à utiliser des algorithmes pour paramétrer d'autres algorithmes ou traiter les données qui seront fournies à un autre algorithme.

Il existe autant d'algorithmes que de fonctionnalités : la régression linéaire qui coefficiente des variables, les séries temporelles qui prédisent l'évolution d'une quantité dans le temps, les arbres de décision, les méthodes ensemblistes, les systèmes de recommandations ou encore la réduction de dimensionnalité. Nicolas Meric présente la plupart d'entre eux dans son article « 7 algorithmes à connaître en 2021 : fonctionnalités, différences, principes et applications ». Il conclut sur « les applications économiques concrètes pour l'amélioration de l'expérience client, la croissance commerciale, la réduction du risque »²³ qui sont possibles grâce à ces algorithmes. Effectivement, l'économie de nombreuses entreprises repose de plus en plus sur l'IA, comme par exemple Netflix qui propose un système de recommandation de vidéos à ses utilisateurs dans lequel il « investit plus de 150 millions de dollars chaque année »²⁴.

²² CROCHET-DAMAIS, Antoine. *Comparatif des modes de machine learning : une matrice pour choisir* [en ligne]. 23 juin 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/guide-de-l-intelligence-artificielle/1502755-comparatif-des-modes-de-machine-learning-une-matrice-pour-choisir/>.

²³ MERIC, Nicolas. 7 algorithmes à connaître en 2021 : fonctionnalités, différences, principes et applications. In : *LeMagIT* [en ligne]. 8 juillet 2021. [Consulté le 9 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lemagit.fr/conseil/7-algorithmes-a-connaître-en-2021-fonctionnalites-differences-principes-et-applications>.

²⁴ BON, Hugo. *op. cit.*

Les techniques d'intelligence artificielle employées en indexation vidéo

Nous venons de voir que l'intelligence artificielle regorge de possibilités et que nombre d'entre elles sont employées dans de multiples domaines. Néanmoins, il convient de préciser la façon dont elles s'appliquent au domaine de l'indexation audiovisuelle. Effectivement, l'utilisation de l'IA dans ce cadre-là demande de bien définir quels éléments il faut repérer dans une vidéo.

Rappelons que les premières applications industrielles de l'intelligence artificielle datent de 1980 avec les systèmes experts qui sont développés pour fonctionner dans un domaine précis. Comme nous l'avons vu, ce genre d'outil produit grâce à l'intelligence artificielle a rapidement été dépassé mais cela reste néanmoins toujours utilisé dans le domaine de l'indexation comme pour les logiciels d'OCR par exemple. Pour en revenir à l'utilisation de l'intelligence artificielle appliquée à l'indexation vidéo, celle-ci est employée pour divers aspects de l'analyse documentaire. Tout d'abord, l'IA permet de traiter les images qui constituent une vidéo c'est-à-dire analyser le contenu visuel des vidéos. L'autre traitement possible via l'IA est celui du son, ce qui englobe la parole, la musique et le bruit ambiant en général. Enfin, l'analyse du texte rendue possible par l'IA permet de traiter les données extraites dans un but d'indexation. Afin d'établir un panel de ces différentes possibilités d'indexation grâce à des outils employant l'intelligence artificielle, nous nous appuyons sur la conférence *Panorama de l'intelligence artificielle et de ses outils*²⁵, animée par Gautier Poupeau, ainsi que sur les propos récoltés lors de l'interview de Gautier Poupeau²⁶, notamment en ce qui concerne l'emploi de ces outils à l'INA pour l'analyse des journaux télévisés en particulier via l'outil MediaScope²⁷.

En premier lieu, parlons des outils d'IA employés pour l'analyse d'image :

- La reconnaissance optique de caractères, abrégée OCR (optical character recognition), permet de faire du contenu textuel présent sur une image du contenu exploitable. La reconnaissance des caractères permet par exemple d'identifier les noms des journalistes qui apparaissent sur le bandeau explicatif en bas de l'écran lorsqu'il prend la parole.

²⁵ ÉCOLE NATIONALE DES CHARTES et POUPEAU, Gautier. *Panorama de l'intelligence artificielle et de ses outils* [en ligne]. Paris, 28 janvier 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=CSzeyPCayFU>.

²⁶ Entretien avec Gautier Poupeau réalisé le 07/07/2021 par visioconférence

²⁷ INA. *Ina THEQUE - Segmentez, annotez et comparez les médias avec MediaScope* [en ligne]. [Consulté le 22 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.inatheque.fr/consultation/mediascope.html>.



- L'OLR (optical layout recognition), c'est-à-dire la reconnaissance optique de distribution, est utilisée pour identifier les différentes parties d'une image. Un tel outil identifie facilement les éléments d'un bandeau de journal télévisé puisque celui-ci adopte toujours la même structure sur une même chaîne (espace du nom du journaliste, le sujet traité, ...)
- La reconnaissance d'images ou d'entités visuelles vise à identifier une entité visuelle précise. L'outil DigInPix²⁸ est basé sur ce principe.
- La classification d'images sert à établir un classement des images à partir de caractéristiques identifiables. L'identification d'une typologie d'image permet par exemple de détecter les moments d'un journal télévisé comme l'alternance plateau/reportage.
- Le tagging d'images décrit le contenu d'une image fixe ou animée. Cet outil est intéressant mais il demande néanmoins un gros volume de données d'entraînement puisqu'il consiste à établir une liste de mots qui décrit ce qui se trouve sur l'image.
- La détection de formes ou d'objets dans les images permet d'identifier et localiser ceux-ci au sein de chaque image.
- L'analyse des visages qui utilise la reconnaissance faciale. Cela permet de détecter un visage grâce à l'analyse des yeux, puis de l'identifier à partir d'une base de données comme par exemple celle de l'INA qui compte environ 70 000 personnes. On y compte les personnalités publiques connues mais également les journalistes. L'usage de cet outil est multiple : avoir des statistiques sur la présence des personnes à l'écran ou documenter à quel moment apparaît une personne dans la vidéo.

Passons maintenant aux outils d'intelligence artificielle qui analysent le son :

- L'analyse de la parole qui rend exploitable celle-ci avec notamment la détection du changement de locuteur (diarisation) et la transcription de la parole en texte (speech to text). Un tel outil permet de retirer des mots-clés permettant de conceptualiser le sujet évoqué dans la vidéo. L'autre avantage est le fait qu'une telle identification facilite la navigation entre les paroles des différents locuteurs.

²⁸ LETESSIER, Pierre, HERVÉ, Nicolas, NABI, Hakim, et al. DigInPix. In : INA [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://recherche.ina.fr/Details-projets/DigInPix>.

- La reconnaissance d'un son ou d'une musique. Cet outil retrouve la musique exacte ou une qui lui est semblable en comparant ce qu'il a extrait avec ce qu'il y a dans la base de données. Cela est par exemple utilisé par Youtube pour faire respecter les droits d'auteur sur les musiques employées dans les vidéos.
- La classification du son : cet outil classe les sons à partir de leurs caractéristiques selon une typologie établie (voix, musique ...).
- L'identification de la voix détermine la voix d'un locuteur en la comparant à un dictionnaire ou à une base de voix.

L'analyse de l'image et du son se complètent, car par exemple, un outil qui analyse un visage et un autre qui analyse la voix sont complémentaires car cela permet d'identifier une personne précise et d'associer ce que dit cette personne au moment où elle apparaît dans la vidéo. Cela est possible via l'outil MediaScope de l'INA qui permet d'analyser et de parcourir du contenu audiovisuel.

L'intelligence artificielle permet d'analyser les documents audiovisuels afin d'en faciliter l'indexation mais elle est aussi employée dans la partie analyse documentaire et utilisation du fonds indexé. Cela se fait via l'application de l'intelligence artificielle à du contenu textuel :

- L'extraction et l'identification automatique d'entités nommées dans un texte. Un lien vers une base externe permet cela.
- La classification automatique associe automatiquement des mots-clés issus d'un référentiel à des blocs de texte. Il faut pour cela des documents qui sont déjà classés afin d'entraîner le système à reconnaître chaque mot et relier ainsi un paragraphe de texte à des concepts.
- Le topic modelling permet la création automatique de regroupements (clusters) de documents par l'analyse statistique de leur vocabulaire.
- La mise en relation automatique par calcul de similarité des contenus : cela met en relation des documents en fonction de leur similarité de contenu que ce soit des métadonnées ou du texte.
- La mise en relation automatique par analyse des comportements des utilisateurs : cela met en relation des documents en fonction du comportement des utilisateurs.

- La réponse à des questions posées en langage naturel : cela permet de répondre automatiquement à des questions posées en langage naturel en se basant sur les phrases présentes dans les documents analysés. Cette fonctionnalité peut exister en partie grâce au TALN (traitement automatique du langage naturel)²⁹.

Les divers outils de l'intelligence artificielle, présentés par Gautier Poupeau lors de la conférence, permettent un apport majeur à l'indexation de vidéo. Comme nous l'avons vu, chacun d'entre eux cible un élément précis de la vidéo ce qui permettra son indexation. L'exploitation des données récoltées pourra également être gérée via des outils d'analyse textuel s'appuyant sur l'intelligence artificielle. L'usage de tels outils est facilité par le foisonnement des données issues de « divers types et sources »³⁰ mais ceux-ci se concentrent souvent sur un ensemble hétérogène de systèmes d'informations et de bases de données ; c'est pourquoi l'INA a mis en place un lac de données³¹ afin de s'affranchir de cette barrière et avoir ainsi un système unifié de données.

Les améliorations apportées par l'intelligence artificielle

Nous venons de détailler les différentes applications de l'intelligence artificielle à l'indexation de vidéos. Cette technologie amène de nombreuses possibilités pour indexer les vidéos puisque qu'auparavant il était presque impossible de récupérer certaines métadonnées. Effectivement, il est par exemple très fastidieux d'identifier les personnes qui apparaissent à l'écran, cela prend énormément de temps et cela augmente proportionnellement aux personnes présentes dans la vidéo et à la durée de la vidéo. Bien entendu, certaines vidéos ont des métadonnées de qualité qui les accompagnent, ce qui facilite l'indexation, mais cela n'est pas le cas de la majorité des vidéos et le fait même de récupérer ces données prend du temps. Il nous est alors légitime de constater que les outils utilisés en indexation vidéo ne permettent pas seulement d'effectuer des tâches qui n'étaient jusqu'alors pas faisables, ils permettent également de réduire le temps de traitement d'une vidéo.

La possibilité de traiter un gros volume de données est aussi un des gros avantages de l'IA : la machine peut traiter des données qu'il n'aurait même pas été

²⁹ ORANGE. TALN - Hello Future Orange. In : *Hello Future* [en ligne]. 11 mars 2019. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hellofuture.orange.com/fr/mot-de-linnovation-taln/>.

³⁰ TIGHRINE, Arsène. *Traitement des séquences vidéo : fonctionnalités augmentées par l'IA* [en ligne]. Paris : Conservatoire national des arts et métier - Institut national des Sciences et Techniques de la Documentation, 20 décembre 2018. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : https://memic.ccsd.cnrs.fr/mem_02081490/document.

³¹ SCOPSI, Claire et POUPEAU, Gautier. *Gautier Poupeau : Le lac de données une infrastructure au service de la gouvernance des données* [en ligne]. 15 décembre 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=fibA_xkOn14.



possible de traiter à l'échelle d'une vie humaine. En outre, plus les moyens matériels déployés sont importants, plus la puissance de calcul augmente, ce qui peut donner des résultats impressionnants en termes de rapidité de calcul. Cette puissance de calcul se révèle utile puisque la quantité de données disponibles est exponentielle. Tous les entretiens ont confirmé ce qui est mentionné dans la littérature sur l'indexation de vidéo : le volume de données ne fait qu'augmenter, ce qui est profitable à l'alimentation des IA mais se trouve être en revanche un véritable défi pour les institutions qui traitent des vidéos. Par ailleurs, Arsène Tighrine confirme cela dans sa thèse³²:

L'indexation automatique offre des possibilités de nouvelles applications tout à fait prometteuses en termes de manipulation de grands volumes de données vidéos, car elle permet de réaliser des tâches simples comme le repérage de portion de contenu ou la détection de copie. Mais en matière d'emploi, cela suscite des craintes.

Nous avons vu qu'en tant que document complexe, la vidéo n'est pas toujours simple à indexer via les moyens classiques d'indexation. C'est pourquoi l'arrivée de l'intelligence artificielle a permis de véritables avancées avec notamment l'indexation d'éléments qui n'étaient pas indexables jusque-là mais aussi la possibilité de traiter rapidement de gros volumes de données. Mais les améliorations apparentes apportées par l'IA amènent également des complications, puisque cette technologie n'est pas toujours bien vue par les indexeurs. Il apparaît alors nécessaire de leur faire comprendre les bénéfices qu'ils peuvent retirer de l'intelligence artificielle. Cela pose aussi la question de leur place face à ces nouveaux outils d'IA : la machine remplace-t-elle l'homme ou le supplée-t-elle ?

³² TIGHRINE, Arsène. *op. cit.* p.80

LA PLACE DE L'INDEXEUR FACE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

INTÉGRER DE NOUVELLES PRATIQUES

L'introduction de l'intelligence artificielle dans le milieu de la documentation audiovisuelle a apporté de nombreuses améliorations à l'indexation comme nous l'avons démontré auparavant. Toutefois, intégrer cette technologie et les outils qui en découlent prend du temps car il est impossible de changer en un jour tout le processus d'indexation d'une organisation. Au-delà des modifications inhérentes aux processus et au matériel nécessaire, ce sont les pratiques des indexeurs qui sont impactées. Nous analyserons alors ce qu'implique cette évolution en termes d'intégration et d'acceptation de ces nouveaux outils qui nécessitent d'inclure de nouveaux métiers pour les administrer.

Intégrer de nouveaux outils aux pratiques actuelles

Les nouveaux outils d'indexation employant de l'IA sont nombreux comme nous l'avons vu plus haut. L'objectif va alors être de les faire coïncider avec les pratiques actuelles. Isabelle Roy mentionne le fait que « les "chocs" technologiques ont profondément bouleversé [les] métiers »³³. En tant que documentaliste en audiovisuel, elle évoque le fait que les nombreuses évolutions technologiques, dont l'IA fait partie, ont amené à changer souvent de « modèles et d'outils documentaires »³⁴. Ainsi, les documentalistes sont habitués à faire évoluer leurs pratiques mais dans le contexte de l'intelligence artificielle, cela amène une nouvelle logique car ils n'agissent pas sur ces outils, ils utilisent ce que les outils leur fournissent. La seule action que peut avoir l'indexeur pour avoir un impact sur ces outils est la sélection des données à fournir aux algorithmes pour qu'ils s'entraînent. Cela amène donc une nouvelle pratique qui n'existait pas auparavant. La production de données n'existe alors plus seulement pour l'indexation en elle-même mais pour l'intelligence artificielle qui va analyser les vidéos afin d'indexer directement le contenu ou en tout cas de fournir les données nécessaires à l'indexeur pour effectuer l'indexation. C'est alors une sorte de cercle vertueux qui se crée entre la machine et l'homme : l'homme fournit des données à la machine qui elle-même lui fournit d'autres données. Cela constitue une nouvelle logique

³³ ROY, Isabelle. Dans l'univers de la documentation audiovisuelle : le récit d'une expérience riche et pleine d'enseignements. *Parcours professionnels de documentalistes* [en ligne]. A.D.B.S., Décembre 2019, Vol. 2, no 2, p. 78-83. [Consulté le 12 février 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www-cairn-info.docelec.enssib.fr/revue-i2d-information-donnees-et-documents-2019-2-page-78.htm>.

³⁴ *Ibid*



qu'il convient d'intégrer ce qui n'est pas simple puisque l'indexeur a généralement un champ d'action étendu sur les outils qu'il utilise. L'autre point important est le fait que les outils d'IA développés ne répondent pas directement aux pratiques du métier. Cela implique une intégration de ces outils afin de correspondre aux pratiques des indexeurs.

Cette intégration des outils passe par la mise en place de feuilles de route au sein des institutions. Elle permet de prévoir quels outils seront développés, ou ceux que l'institution aimerait en particulier développer, et également de prévoir leur intégration chez les documentalistes. La BNF a par exemple rédigé sa feuille de route pour les dix prochaines années concernant l'usage de l'intelligence artificielle³⁵. L'INA adopte également une réflexion en ce sens comme l'a mentionné Gautier Poupeau lors de l'entretien³⁶. En effet, il faut prendre en considération les usages et besoins des métiers afin de les mettre en correspondance avec les outils. Mais cela demande également un effort de la part des indexeurs qui doivent élargir leur « périmètre d'action à toutes les données »³⁷ afin de se mettre au niveau de la machine qui a accès à de nombreuses sources d'informations.

Faire accepter ces nouveaux outils

L'intégration de ces nouvelles pratiques suppose de les faire accepter aux personnes qui devront les assimiler, les indexeurs dans notre cas. Cette tâche est plus complexe qu'il n'y paraît puisque l'intelligence artificielle souffre souvent d'une mauvaise réputation auprès des métiers qu'elle impacte. Une telle méfiance est compréhensible, puisque l'IA semble pouvoir remplacer n'importe qui dans n'importe quel domaine, à en croire certains articles de presse vantant les mérites de cette technologie. Il est vrai que les performances de certaines IA sont impressionnantes comme celle créée par Google qui peut créer des processeurs. Cela révolutionne la conception de microprocesseurs puisque cela permet d'accélérer drastiquement le temps passé à en concevoir : de nos jours cela prend plusieurs années mais grâce à l'IA cela demande seulement « 6 heures »³⁸ comme le précise un article sur *Numerama*. Bien entendu, cela est supervisé par des

³⁵ Entretien avec Sébastien Cretin réalisé le 05/07/2021 par visioconférence

³⁶ Entretien avec Gautier Poupeau réalisé le 07/07/2021 par visioconférence

³⁷ POUPEAU, Gautier. *Big data, Intelligence artificielle, quelles conséquences pour les professionnels de l'information ?* [en ligne]. 25 février 2019. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.slideshare.net/lespetitescases/big-data-intelligence-artificielle-quelles-consquences-pour-les-professionnels-de-linformation-133288087>.

³⁸ BECHADE, Corentin. Google laisse son IA construire des micro-processeurs : les possibilités sont infinies. In : *Numerama* [en ligne]. 11 juin 2021. [Consulté le 12 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/tech/718928-google-laisse-son-ia-construire-des-micro-processeurs-les-possibilites-sont-infinies.html>.



ingénieurs qui sont experts dans ce domaine mais cela suscite forcément des craintes lorsque l'on intègre de tels outils très performants à nos pratiques.

Pour en revenir aux indexeurs, l'acceptation de ces outils ne se fait pas sans encombre et nécessite une réflexion de la part des institutions. Les propos de Gautier Poupeau lors de l'entretien montrent bien cela puisqu'il évoque le fait qu'un travail préalable est nécessaire afin de faire accepter le changement en expliquant que « l'on est pas là pour les tuer »³⁹ mais qu'en revanche cela va arriver si les indexeurs ne s'emparent pas de ces outils. L'objectif est de ne pas faire subir cette avancée technologique mais d'accompagner les métiers en procédant par étapes. Par exemple, à l'INA, les premiers tests des outils se sont faits sans les indexeurs ce qui a fait scandale. Cependant, cela était nécessaire afin d'être tout d'abord sûr que les outils fonctionnaient pour les améliorer si besoin en fonction des résultats obtenus. Cette étape est essentielle pour démontrer l'efficacité et l'utilité de ces outils. Une fois cela démontré, il est plus facile de convaincre les indexeurs de la nécessité d'intégrer ces outils à leur pratique.

Sébastien Cretin soulève lui aussi ce problème en évoquant les réflexions menées au sein de la BNF pour faire accepter l'arrivée de l'intelligence artificielle⁴⁰. La formation des agents est l'un des points essentiels pour mener à bien l'acceptation des outils d'IA. Il explique notamment que les personnes ont souvent en tête le « fantasme du robot qui remplace tout » alors qu'en réalité l'IA est plus complexe à appréhender et ne fonctionne pas en totale autonomie.

En définitive, cela s'inscrit dans la continuité des autres avancées technologiques qui ont à chaque fois demandé au milieu de la documentation d'accepter l'intégration de nouvelles technologies comme le résume très bien Isabelle Roy⁴¹:

Nous aurons toujours des défis à relever et c'est ce qui fait l'intérêt de ce métier. Déjà aujourd'hui, de nouveaux défis s'ouvrent devant nous, notamment ceux de l'intelligence artificielle ou bien encore ceux liés aux contenus désormais produits par les salariés ou même les consommateurs d'une entreprise ou d'une institution et à leur place dans un système documentaire.

³⁹ Entretien avec Gautier Poupeau réalisé le 07/07/2021 par visioconférence

⁴⁰ Entretien avec Sébastien Cretin réalisé le 05/07/2021 par visioconférence

⁴¹ ROY, Isabelle. *op. cit.*

Faire appel à de nouveaux corps de métier

Faire accepter ces outils est essentiel pour leur intégration mais cela nécessite aussi de faire appel à de nouvelles personnes ressources. Effectivement, l'intelligence artificielle ne peut pas être intégrée telle quelle dans un service de documentation. Il est d'abord essentiel de travailler avec les data scientists qui sont des experts en IA et effectuent de la fouille de données (data mining) grâce à elle. En effet, ce ne sont pas les indexeurs qui paramètrent les outils même si, comme nous l'avons déjà vu, il est possible qu'ils produisent et sélectionnent des sets de données pertinentes à fournir à l'ordinateur. Seulement, il peut être complexe de faire le lien entre ces deux corps de métier : ils ne fonctionnent pas selon les mêmes logiques et n'ont pas les mêmes compétences, ce qui pose souci. Cela implique que les indexeurs montent en compétences sur le fonctionnement de l'intelligence artificielle mais il en est de même pour les data scientists qui doivent comprendre les enjeux de l'indexation afin de correspondre aux besoins des indexeurs. Cependant, cela est assez complexe de par le cloisonnement qui existe généralement au sein des institutions entre les différents corps de métier. C'est alors qu'une refonte des services est nécessaire avec l'arrivée de nouveaux métiers permettant de faire le lien entre les services au sein d'une institution.

Ce constat a amené l'INA à créer un poste qui sert de pivot entre les services. La personne qui exerce ce poste est « du côté métier mais il est embarqué à cent pour cent dans l'équipe technique »⁴². Cela rassure les indexeurs qui se sentent écoutés tout en permettant de faire remonter leurs besoins aux équipes techniques. De plus, l'INA a aussi refondu ses services afin de créer un nouveau service à mi-chemin entre la DSI et l'indexeur côté catalogue. Ce service permet de traiter les données à fournir à l'IA mais également de réfléchir à comment répondre aux besoins des indexeurs pour que les outils soient une véritable aide à l'indexation.

⁴² Entretien avec Gautier Poupeau réalisé le 07/07/2021 par visioconférence

AMÉLIORER ET SIMPLIFIER LES PRATIQUES ACTUELLES

Nous avons vu auparavant comment l'arrivée des outils d'intelligence artificielle dans l'indexation a nécessité un temps d'adaptation aux indexeurs et l'inclusion de nouveaux métiers. Par ailleurs, certains professionnels sont encore réticents à l'arrivée de l'intelligence artificielle dans leurs pratiques. Néanmoins, ils ne peuvent nier les avantages non négligeables que leur apporte cette technologie. La simplification et l'amélioration de leurs pratiques grâce à l'IA leur permettent de se concentrer sur d'autres tâches que la récupération des données dans les vidéos.

Simplifier les pratiques actuelles

Nous pouvons d'abord noter que les pratiques d'indexation sont simplifiées. En effet, les tâches fastidieuses telles que l'identification des données sont réalisées par la machine. Les outils d'intelligence artificielle permettent d'automatiser la récolte des données dans la vidéo mais également au niveau de certaines parties de l'analyse documentaire. Le Big Data permet de fournir une quantité importante de données qui sont complexes à analyser pour les indexeurs de documents audiovisuels. L'idée est alors de développer les outils qui vont permettre de simplifier le métier d'indexeur en automatisant certains processus. Nous pouvons affirmer que la machine remplace l'homme sur ces tâches d'automatisation mais cela n'empiète en rien sur les compétences de l'indexeur puisque la machine ne réalise qu'une partie du travail documentaire. Les propos d'Arsène Tigrine⁴³ démontrent bien la nécessaire automatisation de l'indexation pour une simplification de celle-ci par rapport aux contraintes actuelles :

Les grandes archives de télévision numérique « interactive » facilitent la réutilisation et la rediffusion. Mais de telles collections sont inutiles dans la pratique si elles ne sont pas décrites et indexées de manière à ce qu'elles sachent ce qu'elles contiennent et qu'elles puissent facilement accéder à telle ou telle partie de leur contenu. Il est donc nécessaire de décrire et d'indexer ces vidéos aussi automatiquement que possible.

Nous sommes alors dans une logique où la machine aide l'homme, à l'image de Github Copilot qui aide les programmeurs et développeurs lors de l'élaboration de codes⁴⁴. Dans le cadre de l'indexation, cela se traduit par la complémentarité

⁴³ TIGHRINE, Arsène. *op. cit.* p.94

⁴⁴ GAYTE, Aurore. Une intelligence artificielle qui aide à coder a été développée par Github et OpenAI. In : *Numerama* [en ligne]. 1 juillet 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/tech/722953-un-intelligence-artificielle-qui-aide-a-coder-a-ete-developpee-par-github-et-openai.html>.



apportée par l'IA : l'indexeur continue d'effectuer ses tâches habituelles telles que l'établissement d'un index ou l'éditorialisation du contenu mais il se trouve qu'il peut déléguer certaines tâches à la machine. La simplification des pratiques d'indexation habituelles se traduit donc dans cette aide fournie par l'IA au niveau du traitement des données. Il restera alors à l'indexeur la tâche de vérifier ce que la machine a récupéré ou trié comme données dans la vidéo.

Améliorer les pratiques d'indexation

L'autre aspect intéressant que nous pouvons souligner est le fait que ces outils améliorent les techniques d'indexation actuelles. En effet, contrairement à une intelligence artificielle qui serait là pour dénoncer certaines pratiques des travailleurs, comme celle analysant les députés qui sont sur leur smartphone au parlement belge⁴⁵, l'IA employée par les indexeurs est là pour apporter de nouvelles opportunités d'analyse. Cela est d'autant plus vrai pour l'indexation de vidéos qui possède beaucoup de métadonnées exploitables.

Au-delà d'une amélioration des conditions de travail, l'IA apporte surtout une amélioration de l'indexation du contenu. Cela passe par des outils tels que la reconnaissance faciale qui permet d'identifier les personnes présentes dans une vidéo. L'apport de telles données enrichit l'indexation d'une vidéo ce qui l'améliore au niveau quantitatif et qualitatif. En effet, l'IA va pouvoir identifier toutes les personnes présentes dans une vidéo tandis que l'indexeur ne pourra peut-être en identifier que quelques-unes par manque de temps. De plus, la machine puisant la donnée dans un système d'informations ou une base de données assure une donnée objective de qualité qui n'est pas obtainable via les moyens traditionnels d'indexation. Par ailleurs, Arsène Tighrine démontre bien cela dans sa thèse⁴⁶:

En quelques années, les techniques de l'intelligence artificielle (IA) ont révolutionné la manière d'aborder les problèmes d'apprentissage et de reconnaissance. Dans le domaine de l'analyse des images, les méthodes d'apprentissage profond (deep learning) dépassent largement les approches traditionnelles développées par les chercheurs au cours des cinquante dernières années.

Cette nouvelle façon d'aborder la vidéo grâce à l'IA permet d'améliorer les techniques d'indexation en adoptant une nouvelle logique d'approche de la

⁴⁵ LOU, Remi. Cette IA recadre les députés qui consultent trop leur smartphone. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 7 juillet 2021. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/07/07/cette-ia-recadre-les-deputes-qui-consultent-trop-leur-smartphone/>.

⁴⁶ TIGHRINE, Arsène. *op. cit.* p.10

donnée : les diverses données sont toutes connectées entre elles ce qui apporte une richesse incomparable par rapport à ce qu'il est possible d'obtenir lors du traitement de la vidéo par un humain. Cette connexion des données entre elles est issue de la logique du web, ce qui rapproche l'indexation du contenu des vidéos à la façon dont les utilisateurs se servent des index et cherchent de l'information. La sérendipité des informations contenues dans les vidéos est alors améliorée.

Privilégier d'autres missions

Comme nous l'avons vu auparavant, l'indexeur peut se délester de plusieurs tâches fastidieuses et il ne lui reste parfois seulement qu'à vérifier ce qu'a produit la machine. La simplification et l'amélioration de l'indexation permettent alors à l'indexeur de se concentrer sur d'autres aspects de son poste. Ces missions concernent tout d'abord l'analyse des données dans un but de valorisation comme le souligne Isabelle Roy⁴⁷ en expliquant la façon dont l'expertise de l'indexeur est nécessaire pour garantir une bonne indexation malgré les évolutions apportées par l'intelligence artificielle :

Mon itinéraire a été marqué par trois grands chocs technologiques : l'arrivée d'Internet, la vidéo numérique et aujourd'hui l'intelligence artificielle. Tout évolue très vite, et il faut s'adapter aux usages et aux nouveaux défis. Mais sans jamais céder sur ce qui fait la beauté et la richesse de notre métier : le sens de la valeur.

Cette valeur dont elle parle est celle de l'expertise métier de l'indexeur : celui-ci a une bonne connaissance du fonds vidéo qu'il traite donc il sait ce qu'il est pertinent d'indexer ou non. Ses missions n'impliquent pas seulement d'identifier les concepts des documents, tâche largement automatisée via l'IA, elle consiste aussi à identifier quels éléments il est pertinent d'indexer. L'intelligence artificielle n'a pas encore cette capacité de faire le tri parmi toutes les données qu'elle récolte ce qui amène l'indexeur à faire une sélection pertinente de ces données.

Nous pouvons également noter les autres dimensions du métier d'indexeur qui sont assez semblables à celles des autres métiers de la documentation et de l'information. L'une des dimensions importantes est la veille métier qui consiste à s'informer sur les nouvelles pratiques et les nouveaux outils. Cette tâche peut être chronophage car elle nécessite de lire régulièrement de la documentation. La libération de temps grâce à l'automatisation de certaines tâches permet donc à l'indexeur de se pencher un peu plus sur cette tâche. Il améliore ainsi son expertise

⁴⁷ ROY, Isabelle. *op cit.*

sur l'indexation en général mais aussi sur l'intelligence artificielle appliquée à l'indexation. Les outils évoluent rapidement donc il est intéressant de se renseigner sur les dernières fonctionnalités qui permettent l'automatisation de certaines étapes de l'indexation.

L'autre tâche sur laquelle peut se concentrer l'indexeur est la valorisation du contenu. La documentation audiovisuelle consiste en la sauvegarde, l'analyse et la valorisation des vidéos mais comme la tâche d'analyse est de plus en plus automatisée, l'indexeur peut alors réfléchir à la façon dont organiser les données afin de faciliter leur éditorialisation. Le ratio entre les tâches d'indexation des documents et les tâches liées à l'organisation de l'indexation est alors modifié. L'indexeur peut passer plus de temps sur la façon dont indexer les documents et les rendre accessibles. Cette réflexion est bien résumée dans l'article « L'indexation à l'heure du numérique »⁴⁸:

On assiste au développement d'un marché des contenus où on demande efficacité, rapidité, productivité aux acteurs. Les fonctions sont moins de support que de création de produits. Cette production documentaire se confond avec son traitement, la construction de métadonnées normalisées, adaptées à la situation plutôt que la rédaction de résumés et d'analyses.

Ainsi, nous pouvons constater que l'indexeur privilégie l'organisation des métadonnées entre elles. Cela a pour but d'améliorer leur utilisation dans les systèmes d'informations ce qui favorise l'accessibilité des documents aux usagers.

LES LIMITES DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET LES PERSPECTIVES D'ÉVOLUTIONS POUR LE MÉTIER D'INDEXEUR

L'intelligence artificielle simplifie et améliore les pratiques d'indexation ce qui permet aux indexeurs de se concentrer sur leurs autres missions. Cependant, l'IA pose problème sur certains aspects. Outre les nombreux problèmes éthiques et écologiques que pose l'intelligence artificielle, le problème qui nous intéresse ici est celui de ses limites. Celles-ci concernent le mode de fonctionnement de l'intelligence artificielle, c'est-à-dire sa nécessité de données quantitatives et qualitatives mais aussi les incertitudes liées aux calculs qu'elle effectue. Malgré ces limites, elle reste néanmoins un bon moyen d'offrir de nouvelles perspectives au métier d'indexeur.

⁴⁸ PROUVOYEUR, Françoise. L'indexation à l'heure du numérique. *Bulletin des bibliothèques de France (BBF)* [en ligne]. Janvier 2005, no 1, p.88-89. [Consulté le 21 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2005-01-0088-008>.

Identifier les incertitudes liées à l'intelligence artificielle

La première limite de l'intelligence artificielle est le fait que l'on ne comprend pas ce que fait la machine c'est-à-dire que l'on ne comprend pas trop comment elle agit puisque son paramétrage repose sur des curseurs que l'on règle selon les résultats obtenus et non selon une règle générale. Cela pose alors souci lorsque des autorités reconnaissent l'intelligence artificielle comme une entité vivante à qui nous pouvons attribuer la paternité de certaines créations⁴⁹. Le processus suivi par l'intelligence artificielle est souvent impossible à décrypter comme le montrent les propos de Sébastien Cretin⁵⁰:

La limite, et ça je pense que vous l'entendrez partout, c'est ce qu'on appelle l'effet boîte noire. C'est-à-dire qu'aujourd'hui on est beaucoup à utiliser des technologies d'intelligence artificielle et pour certains d'entre nous à en paramétrer. Mais à un moment donné il faut bien reconnaître qu'on ne comprend pas vraiment ce qui se passe, on constate des résultats, très souvent on constate qu'ils sont très bons, mais il y a cet effet boîte noire et on ne sait pas vraiment parfois comment est-ce-qu'on a réussi à obtenir ces résultats. Voilà c'est la limite, mais en même temps est-ce-que cela en est vraiment une ? En tout cas, je pense que c'est quelque chose que vous entendrez beaucoup. On crée des modèles, on crée des machins très compliqués qu'on fait tourner et puis on ne peut que constater.

Ces propos montrent bien l'impuissance à laquelle sont parfois confrontés les indexeurs. L'emploi de l'intelligence artificielle est opaque ce qui peut amener à une défiance envers ce qu'elle produit. La qualité des données récoltées ne peut donc pas être évaluée même si celles-ci sont en grande majorité très qualitatives comme le souligne Sébastien Cretin⁵¹:

C'est des technologies qui sont neuves et il faut aussi accepter que tout ça va prendre du temps. Aujourd'hui les premiers résultats sont extraordinaires et c'est très bien, qu'on en profite, qu'on travaille dessus. Il y a parfois une espèce d'opacité des processus, on ne sait pas trop les expliquer. En fait, quand je dis qu'on ne sait pas trop les expliquer c'est qu'on va toucher des paramètres en se disant qu'on va peut être agir sur tel ou tel aspect du résultat et puis parfois on obtient des résultats très différents de ce qu'on pensait qui

⁴⁹ GAUTHERIE, Antoine. Pour la première fois, un tribunal attribue la paternité d'une invention à une IA. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 3 août 2021. [Consulté le 3 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/08/03/pour-la-premiere-fois-un-tribunal-attribue-la-paternite-dune-invention-a-une-ia/>.

⁵⁰ Entretien avec Sébastien Cretin réalisé le 05/07/2021 par visioconférence

⁵¹ *Ibid*

sont intéressants. Parfois on n'a pas la pleine maîtrise de ce qui se passe. Donc on bidouille, on pousse des manettes.

Les erreurs que pourrait commettre la machine ne sont pas réellement identifiables même s'il est parfois possible de mettre en place un système où la machine indique ses incertitudes ou ses potentielles erreurs mais cela reste rare. Ce problème vient du fait que nous considérons les machines intelligentes alors qu'en réalité elles ne le sont pas car elles fonctionnent uniquement grâce au travail effectué par des hommes qui les ont paramétrées d'une certaine façon. Une machine ne va pas prendre des initiatives en dehors du champ d'action pour lequel elle a été créée donc nous sommes encore très loin des machines entièrement autonomes et conscientes que nous pouvons voir dans les films ou les jeux vidéos tels *Detroit Become Human*. Cela est plutôt rassurant car il serait inquiétant d'avoir une machine pouvant penser librement sans que l'on comprenne son fonctionnement.

Néanmoins, même si Laurent Alexandre assure que « l'IA est toujours totalement inintelligente »⁵², il affirme que cela n'est plus qu'une question de temps avant que l'IA ne soit implémentée dans le cerveau humain. Cela permettrait de combiner les avantages et les inconvénients de l'IA et du cerveau humain. Une telle prouesse permettrait des améliorations considérables dans tous les domaines dont l'indexation vidéo. Cela serait en quelque sorte le seul moyen de limiter cet effet d'incertitude. Si l'homme contrôle directement le fonctionnement de l'IA en son sein, il peut percevoir tout son fonctionnement.

Pour en revenir à l'IA dans l'indexation de vidéos, nous pouvons noter que les multiples champs qui la composent rendent difficile la vérification des données produites par l'IA. La machine permet justement l'identification de données non analysables à l'échelle humaine ce qui amène à une impossibilité pour l'indexeur de vérifier la bonne récupération de toutes les données.

S'assurer de la qualité des données

L'autre limite de l'IA vient de son besoin de données de qualité. La production de ces données demande une intervention humaine, ce qui montre que l'intelligence artificielle ne peut pas fonctionner de façon indépendante. Cela vient du fait qu'en indexation vidéo les IA employées usent du machine learning. Mais même pour une IA non supervisée, il faut que les données qui la nourrissent soient un minimum qualitatives car un trop grand data set hétérogène empêche l'IA d'apprendre correctement. Cela implique que l'homme intervienne dans le

⁵²ALEXANDRE, Laurent. *La guerre des intelligences: comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*. Paris : J.C. Lattès, 2017. p.26

fonctionnement de l'IA que ce soit un indexeur, un data scientist ou un indexeur spécialisé dans la production de données pour les IA.

L'homme devra alors opérer une sélection de données qu'il faudra ensuite étiqueter de façon à fournir les données nécessaires à l'entraînement de la machine. Avant de sélectionner ces données, il faut déjà les obtenir, ce qui amène à l'utilisation de ressources si celles-ci ne sont pas accessibles gratuitement. Leur production demande elle aussi des ressources puisque s'assurer de la qualité coûte cher : il faut du monde pour créer ces données de qualité et les récupérer. Cela demande la mobilisation de nombreuses ressources financières dans le but d'obtenir ces données de qualité et de les organiser. Nous pouvons aussi noter que les technologies employées pour faire fonctionner une IA sont coûteuses car il faut du matériel performant et une bonne puissance de calcul. Le fait d'avoir des données de qualité ajoute alors un poids financier supplémentaire.

L'IA est donc dépendante de l'homme au niveau des données avec lesquelles elle fonctionne. Comme le note Manuel Moragues, « Pour passer du buzz à l'usine, l'IA s'allie à l'humain »⁵³.

Fournir des données de qualité est essentiel afin d'éviter des dérives liées à de mauvaises données comme le montre bien l'article « Les intelligences artificielles sont-elles sexistes ? »⁵⁴. Effectivement, l'IA se basera sur ce qu'on lui fournit donc elle adoptera les potentiels biais cognitifs induits lors de la sélection des données.

⁵³ MORAGUES, Manuel. Intelligence artificielle : l'outil derrière le buzz. In : *L'usine Nouvelle* [en ligne]. 23 juin 2021. [Consulté le 23 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.usinenouvelle.com/editorial/intelligence-artificielle-l-outil-derriere-le-buzz.N1095814>.

⁵⁴ SALIOU, Mathilde. Les intelligences artificielles sont-elles sexistes ? Des spécialistes nous répondent. In : *Numerama* [en ligne]. 18 février 2018. [Consulté le 6 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/politique/330075-les-intelligences-artificielles-sont-elles-sexistes-des-specialistes-nous-repondent.html>.



Privilégier la réflexion sur l'indexation

Maintenant que nous avons exploré les principales limites de l'intelligence artificielle, il convient de voir comment cela affecte le métier d'indexeur. Que peut apporter de plus l'indexeur par rapport à l'intelligence artificielle ? Notons d'abord que la stratégie d'indexation reste à la charge de l'homme. La machine sert un but mais elle ne peut pas elle-même décider de celui-ci, c'est l'homme qui lui inculque. L'indexeur doit néanmoins composer avec ces nouveaux outils et les intégrer à son plan d'indexation. L'intelligence artificielle apparaît comme un outil complémentaire dont l'indexeur se saisit. L'IA ne pouvant réfléchir, tout le travail de réflexion autour de l'exploitation des données reste à la charge de l'indexeur.

Si nous prenons par exemple le portail qui permet d'explorer les vidéos prises lors du Festival de Cannes⁵⁵, nous pouvons noter le véritable travail d'éditorialisation nécessaire pour mettre à disposition un tel corpus de vidéo. Le travail de l'indexeur consiste à mettre en forme les données récoltées en mettant en place un réel travail de classement des données. L'intelligence artificielle ne peut produire un tel portail permettant de parcourir un fonds vidéo, ce sont les indexeurs, et les corps de métiers avec qui ils collaborent, qui permettent cela.

Le travail de l'indexeur va aussi être de se saisir des possibilités offertes par l'intelligence artificielle et de mener une réflexion sur les outils qu'il serait intéressant de produire. En observant un corpus de vidéo, analysé ou pas par une intelligence artificielle, l'indexeur peut identifier les éléments qu'il serait intéressant d'analyser via un outil d'intelligence artificielle développé spécialement pour ce besoin. L'autre possibilité est de voir les opportunités d'analyse qu'offre un outil d'intelligence artificielle. C'est le cas du projet GEM (Gender Equality Monitor) qui « vise à concevoir des techniques d'analyse automatique de documents audiovisuels afin de rendre compte de l'évolution de la représentation des femmes et des hommes dans les médias selon diverses modalités : audio, vidéo, sémantique »⁵⁶. Ce projet poursuit ce qu'a entrepris l'INA concernant « le décompte du temps de parole des femmes et des hommes »⁵⁷. Nous pouvons voir que ce projet s'empare de l'intelligence artificielle pour offrir un nouvel éclairage sur des données existantes. Nous remarquons que c'est alors la finalité des données qui est étudiée en réfléchissant à ses usages et aux utilisateurs finaux.

⁵⁵ INA. Festival de Cannes. In : *Festival de Cannes* [en ligne]. [Consulté le 23 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://fresques.ina.fr/festival-de-cannes-fr/accueil>.

⁵⁶ DOUKHAN, David. Mesurer la parité dans les médias audiovisuels : le projet GEM. *Culture et Recherche* [en ligne], no 141, Cinéma, audiovisuel, son, Septembre 2020 [Consulté le 30 juin 2021], p.35. Disponible à l'adresse : <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Enseignement-superieur-et-Recherche/La-revue-Culture-et-Recherche/Cinema-audiovisuel-son>.

⁵⁷ *Ibid*

ETUDE DE CAS : EXPLORESCENCE

Dans le but d'étudier un projet d'indexation vidéo utilisant l'intelligence artificielle, nous analyserons le projet P.I.T.S (Paroles, Images et Textes des Savoirs) qui a donné lieu à l'outil Explorescence. Nous étudierons en quoi consiste ce projet et la façon dont l'intelligence artificielle a été employée. Le choix d'Explorescence pour cette étude de cas, plutôt qu'un autre projet, s'explique d'abord par le fait que c'est un outil assez récent puisqu'il a été mis à disposition du public fin 2017, contrairement à d'autres outils qui sont partiellement, voire uniquement, disponibles en interne dans d'autres institutions. Par exemple, l'INA utilise des techniques d'intelligence artificielle dans des outils dont nous avons parlé auparavant ; mais celles-ci se concentrent sur un type de vidéo ou une technique en particulier. Autre exemple, l'outil d'analyse et d'exploration des journaux télévisés est un outil très intéressant à analyser mais celui-ci se concentre sur un type de vidéo. Les usages que l'on peut en faire sont multiples mais tout cela n'est pas encore réellement accessible au grand public, c'est pourquoi nous nous concentrerons sur Explorescence. Son intérêt repose sur la possibilité d'explorer un corpus défini de vidéos, mis à disposition de façon à correspondre aux besoins d'utilisateurs précis.

Afin d'analyser au mieux Explorescence et le déroulement du projet P.I.T.S, nous présenterons d'abord le projet puis nous verrons comment l'intelligence artificielle a participé au processus d'indexation vidéo et la place des indexeurs face à cet outil. Nous nous attarderons également sur la réutilisation possible des outils développés lors de ce projet.

Concernant les sources employées pour cette étude de cas, les informations présentes sur le site ainsi que les propos recueillis lors des entretiens réalisés avec Damien Poivet⁵⁸ et Géraldine Damnati⁵⁹ serviront à alimenter nos explications et notre réflexion.

PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet Explorescence est issu de la collaboration entre Orange, Canal-U et la FMSH (Fondation Maison des Sciences de l'Homme). Chacun a contribué au projet à sa manière : Orange a fourni les outils d'intelligence artificielle permettant d'analyser les vidéos, Canal-U a apporté son expertise en indexation vidéo et la FMSH a fourni le fond de vidéos à analyser.

⁵⁸ Entretien avec Damien Poivet réalisé le 12/07/2021 par visioconférence

⁵⁹ Entretien avec Géraldine Damnati réalisé le 13/07/2021 par visioconférence



La genèse du projet

La naissance de ce projet vient du questionnement de Géraldine Damnati et de son collègue qui se sont posés la question de la visualisation du contenu audio. Cela les a amenés à se pencher sur les questions d'indexation. Pour concrétiser leur questionnement initial, ils se sont intéressés aux podcasts qui sont des archives souvent sous-exploitées qui sont pourtant très riches en informations. L'idée était alors de retrouver l'information pertinente et de la mettre en valeur en usant de la sérendipité. Le défi était donc de pouvoir visualiser les extraits intéressants dans ces podcasts afin d'avoir envie de les découvrir et les explorer en passant de l'un à l'autre aisément. La réflexion portait sur la visualisation de ces données. Un partenariat avait été établi avec Radio France pour cela.

Ces réflexions ont ensuite évolué vers les enregistrements audios et vidéos en général. L'idée était de trouver d'autres applications aux outils développés, voilà pourquoi Orange s'est rapproché de l'institut d'astrophysique à Paris, qui comptait une centaine de vidéos, puis de Canal-U. C'est ainsi que l'idée du projet P.I.T.S est née.

L'évolution du projet

Le projet s'est centré sur l'analyse des vidéos de la FMSH car le corpus de Canal-U n'est pas assez fourni. De plus, les vidéos ne leur appartiennent pas. L'idée est d'exploiter les vidéos produites par les universités car elles contiennent beaucoup de contenu intéressant mais la mise à disposition de celui-ci n'est pas optimale ce qui fait qu'il est délaissé. C'est pourquoi Canal-U s'occupe de les répertorier mais cela ne suffit pas à proposer une exploration qui ferait le lien entre les différentes vidéos disponibles. L'idée de sérendipité est le maître mot de ce projet : l'idée est de pouvoir récupérer le savoir contenu dans ces vidéos et de faire le lien entre elles.

Pour ce projet, seulement treize chaînes ont été sélectionnées afin de ne pas avoir à traiter un trop gros volume de données qui complexifierait alors le calcul réalisé par les algorithmes et entraînerait des coûts supplémentaires.

EXPLORESCENCE : UNE EXPLOITATION RÉFLÉCHIE ET OPTIMISÉE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Les métadonnées disponibles

Le projet Explorescence est une bonne illustration de l'exploitation optimale des métadonnées. En effet, celles-ci sont nombreuses et tous les modes d'exploration sont concernés. Pour chaque vidéo, nous avons : son titre, le locuteur principal, la date, la durée, la langue ainsi que le nom de l'institution dont provient la vidéo. Ces métadonnées sont celles que nous voyons en premier lorsque l'on accède à la vidéo lors de notre exploration à travers les différents outils.

Le projet Explorescence est une bonne illustration de l'exploitation optimale des métadonnées. En effet, celles-ci sont nombreuses et tous les modes d'exploration sont concernés. Pour chaque vidéo, nous avons : son titre, le locuteur principal, la date, la durée, la langue ainsi que le nom de l'institution dont provient la vidéo. Ces métadonnées sont celles que nous voyons en premier lorsque l'on accède à la vidéo lors de notre exploration à travers les différents outils.

Il est possible d'explorer les autres métadonnées à travers quatre outils présents sur le bandeau de présentation de la vidéo qui apparaissent sous forme d'icône :

- ◆ Les informations éditoriales :
 - les métadonnées de contenu : date de réalisation, durée du programme, classification Dewey, catégorie de vidéo, le niveau, les disciplines, les collections, les auteurs, la langue, les mots-clés
 - les métadonnées juridiques : les conditions d'utilisation, le copyright
 - les métadonnées d'enrichissement : le résumé de la vidéo et les points essentiels qui y sont abordés
- ◆ Les intervenants : cela donne accès aux noms des intervenants (lorsque ceux-ci sont disponibles) avec leur statut ainsi que leur temps de parole. Il est aussi possible d'accéder au moment où chaque intervenant prend la parole. Les autres sons sont également détectés (musique, applaudissement). Chaque section de son (parole des intervenants, musique, ...) est représentée par une

couleur qui permet d'identifier chacun d'entre eux visuellement lorsque l'on parcourt la vidéo. Cela est représenté visuellement sous la forme d'un cercle.

- ◆ La détection automatique de mots-clés : nous y trouvons les locutions issues de la transcription automatique de la parole. Celles-ci sont catégorisées en quatre sections : les locutions, les locutions étendues, les mots simples, les personnes. Pour chaque mot il est indiqué le nombre d'occurrence et il est possible d'effectuer un tri alphabétique, chronologique ou par fréquence.
- ◆ Les chapitres : ces métadonnées ne sont pas toujours disponibles mais lorsqu'elles le sont, elles indiquent la segmentation éditoriale c'est-à-dire les différentes sections de la vidéo qui peuvent être le nom d'une partie abordée lors d'une conférence, l'intervention de chacune des personnes présentes...

Présentation des outils et de leurs fonctionnalités

Explorescence est accessible sur internet et dès la page d'accueil, nous avons une présentation du projet avec un accès aux trois outils principaux qui permettent d'explorer le corpus : « Chaînes » qui permet d'accéder aux différentes chaînes disponibles, « Recherche » qui est un moteur de recherche où il est possible de chercher un mot en particulier tout en appliquant des filtres, « Fleurs de mots » qui nous permet d'explorer les vidéos en associant plusieurs mots clés. Ces trois modes d'exploration sont mis en avant car ce sont les modes d'accès au contenu les plus ergonomiques et rapides. Néanmoins, ce ne sont pas les seuls outils proposés, donc nous allons détailler toutes les possibilités de recherche dans le fond de vidéos disponibles sur Explorescence.

Chaînes

Ce mode d'exploration nous permet de parcourir le contenu de chaque chaîne via des collections qui se composent chacune des vidéos se rapportant à un événement particulier. Pour chacune de ces chaînes nous avons des précisions concernant : les types de moment qui ont été filmés (colloque, rencontre, entretien, cours, dialogue, documentaire), les dates de début et de fin du corpus, le nombre de vidéos disponibles et le nombre d'heures que cela représente pour la chaîne en général mais aussi pour chaque collection. La navigation se fait ensuite par vidéo où l'on retrouve toutes les métadonnées de la vidéo que nous avons évoquées précédemment.

Thématiques

La navigation du contenu peut se faire par champs disciplinaire : Economie et gestion, Environnement et développement durable, Lettres - Arts - Langues et Civilisations, Sciences de la santé et du sport, Sciences de l'ingénieur, Sciences fondamentales, Sciences humaines et sociales, Sciences juridiques et politiques. Cette exploration par thème montre bien le but pédagogique de l'outil et le fait qu'il s'adresse à un public particulier. Pour chaque thématique nous avons le nombre de vidéos disponibles. Chacune d'entre elles est identifiable grâce à une couleur qui lui est attribuée. Cela les rend alors bien identifiables lorsque l'on explore le fonds en dehors de l'onglet thématiques.

Catégories

Le fonds peut aussi être exploré par catégorie de vidéo : conférence, documentaire, vidéocours, entretien, clip pédagogique, reportage, autre. Il existe aussi les catégories cours magistral, témoignage, travaux pratique et didacticiel mais celles-ci ne sont pas employées. Nous pouvons supposer qu'elles ont été définies a priori ce qui signifie que, lors de la mise en place du vocabulaire d'indexation, ces termes ont été retenus comme pertinents pour le fonds vidéo à analyser. Cependant nous pouvons voir que finalement ils n'ont pas été employés malgré leur relative pertinence pour des vidéos pédagogiques. Néanmoins, cela sera utile pour l'indexation d'un corpus vidéo similaire.

Intervenants

Cette section de l'outil offre une exploration par intervenant. Il est possible de consulter cette liste d'intervenants par leur nom classé en ordre alphabétique ou par métier (acteurs, cardiologue, ...). Il est indiqué le nombre de locuteurs pour chaque métier. Il est aussi possible de filtrer par hommes ou femmes dont on nous précise le nombre. Pour chacune des personnes, il est précisé le nombre de vidéos où elles apparaissent.

Rechercher une vidéo

Cet outil fonctionne comme un moteur de recherche classique où l'on peut chercher un mot et y appliquer des filtres. Les filtres reprennent les éléments dont nous avons parlé auparavant c'est-à-dire qu'il est possible de filtrer par catégories et thématiques. Il est par ailleurs indiqué le nombre de vidéos pour chacun de ces filtres. Le filtrage peut aussi s'effectuer au niveau du champ où l'on veut chercher

notre terme : dans le titre, dans la parole ou dans les locuteurs (c'est-à-dire les intervenants). Il est également possible de filtrer notre recherche par chaînes. Cet outil de recherche regroupe donc toutes les données disponibles pour l'exploration de ce corpus vidéo.

Fleurs de mots

Cette fonction est la plus complexe de l'outil Explorescence. Elle permet d'explorer le corpus de vidéos « à partir d'une sélection automatisée des mots ou locutions les plus importants »⁶⁰. Le nom vient du fait que chaque mot renvoie à un autre un peu comme une fleur qui comporte des pétales. Les termes qui ont été retenus sont les suivants : cinéma, astrophysique et astronomie, biologie animale et microbiologie, chimie, environnement et développement durable, finance, histoire, archéologie - anthropologie - histoire de l'art, informatique, médecine, psychologie, sciences de l'information, ingénierie. Pour chacun de ces mots, nous avons le nombre de mots auxquels il renvoie. Nous pouvons constater que les locutions retenues correspondent à des champs disciplinaires bien précis et cela représente bien le contenu de ce corpus de vidéos. L'exploration du contenu via cet outil est très intéressante puisqu'elle permet la sérendipité. Lorsque l'on clique sur un mot, cela nous renvoie aux autres mots qui lui sont liés. Une fois que l'on a cliqué sur un mot, il est même possible d'effectuer une recherche via une barre de recherche. Il est indiqué dans quelles vidéos se trouve le mot et son nombre d'occurrence dans chacune d'entre elles.

Nous pouvons noter qu'Explorescence se base essentiellement sur de la data visualisation et exploite au maximum la sérendipité. Nous pouvons noter le réel travail des équipes d'indexation pour rendre l'exploration de ce contenu la plus intéressante et ergonomique possible.

L'utilisation de l'intelligence artificielle pour produire ces outils

Ce projet a une perception lucide des avantages et limites de l'intelligence artificielle et les emploie à bon escient. L'utilisation de l'IA a principalement servi pour l'analyse du son, les images n'ont pas été exploitées. L'objectif était vraiment de se concentrer sur l'extraction des informations importantes et intéressantes au sein de ce corpus de vidéos sur des connaissances. L'image ne sert alors que lors de l'exploration du contenu : cela permet de voir qui parle mais dans ce corpus l'image n'est pas ce qui est le plus intéressant.

⁶⁰ CANAL-U, ORANGE et FONDATION MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME. Explorescence - PITS (Paroles, Images et Textes des Savoirs) : prototype expérimental pour l'exploration de corpus audiovisuels et textuels. In : *Explorescence* [en ligne]. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : http://explorescence.com/canal_u.

Pour en venir aux outils d'IA employés, voici ce qui a été utilisé :

- La reconnaissance de la parole : le speech to text et la transcription automatique ont été utilisés. Pour exploiter ce contenu, le time code de chaque mot a été récupéré et un score de confiance a été établi pour chacun d'entre eux.
- L'analyse automatique de locuteur : l'idée est de découper la bande son et de retrouver les différents locuteurs pour ensuite regrouper les paroles d'un même locuteur (speaker diarisation). Cet outil ne fonctionne pas par apprentissage ; il fonctionne en partie automatiquement et en partie manuellement.
- La détection d'événement sonore : musique, applaudissement
- L'extraction de mots-clés : cet outil s'appuie sur des techniques morpho-syntaxiques. Cela permet de repérer le nombre d'occurrences d'un mot. Il est intéressant de noter que les mots-clés sont définis *a posteriori*. C'est-à-dire que l'indexation s'effectue à partir de la transcription brute du texte.

Nous pouvons remarquer que même si l'analyse de ce corpus de vidéos se base uniquement sur l'analyse du son de celles-ci, les données extraites sont très exhaustives et permettent une utilisation intéressante lors de l'exploitation des données indexées. Ce choix de se baser uniquement sur le son vient du fait que l'objectif principal est l'écoute du contenu de ces vidéos. Le besoin principal est alors de mettre en avant le contenu audio de ces vidéos et le second besoin est de pouvoir rechercher dans ce contenu.

LES PERSPECTIVES DE RÉUTILISATION DES OUTILS DÉVELOPPÉS LORS DE CE PROJET

Les outils d'IA employés dans cet outil peuvent être facilement réutilisés car les données n'ont pas été calibrées. L'indexation se fait via les termes trouvés dans la vidéo. Cet outil se basant sur l'analyse du son, cela ne sera utile que dans un corpus où seul le son est exploité, à moins que l'on ne couple cet outil à d'autres outils de reconnaissance d'image.

Les outils employés pour Explorescence sont actuellement utilisés pour l'analyse de webinaires en interne chez Orange. L'interface est différente afin de correspondre au type de fonds mais c'est le même algorithme qui est utilisé. Le principal problème lors de la réutilisation d'un tel outil est le contexte notamment lorsque du vocabulaire métier est employé. Cette réutilisation chez Orange s'applique dans le cadre de la documentation des connaissances, un domaine de plus en plus intéressant du point de vue de l'analyse de vidéos car de plus en plus de réunions sont enregistrées.

Pour faire suite à Explorescence, le projet Archival⁶¹ a été lancé afin de continuer l'exploitation des fonds vidéos de la FMSH de façon plus complexe.

⁶¹ FMSH. Le projet ARCHIVAL – IA, Données composites, interfaces intelligentes. In : *Archival* [en ligne]. [Consulté le 18 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://archival.msh-paris.fr/>.



CONCLUSION

L'indexation de vidéo se trouve être facilitée par l'intelligence artificielle. Effectivement, la vidéo étant un média complexe de par ses données, son format et sa multiplicité d'usage, l'indexation manuelle ne suffit pas à exploiter la totalité des informations contenues dans un document audiovisuel. Ainsi, l'utilisation des outils d'indexation diffère lorsqu'il s'agit de vidéo notamment à cause des nombreuses métadonnées qui la constituent. Mais l'arrivée de l'intelligence artificielle a permis de pallier ce problème en automatisant certains processus d'indexation.

L'arrivée des outils d'intelligence artificielle amène à une nouvelle organisation du travail de l'indexeur. Cela passe d'abord par l'intégration de nouvelles pratiques qui nécessitent une réelle réflexion de la part des institutions puisque les indexeurs sont souvent réticents à l'adoption de tels outils car ils ont l'impression que ceux-ci les remplacent. Néanmoins, lorsque cette intégration est bien réalisée, l'intelligence artificielle simplifie et améliore grandement les pratiques d'indexation, ce qui laisse plus de temps à l'indexeur pour effectuer ses autres missions. L'autre élément à prendre en compte est l'arrivée de nouveaux métiers comme le data scientist qui assure le bon fonctionnement des outils d'intelligence artificielle. L'existence de métiers transversaux permet de faire le lien entre les indexeurs et les data scientists afin d'identifier les besoins et optimiser le développement des outils d'intelligence artificielle.

Cependant, l'intelligence artificielle n'est pas sans faille et comporte des limites comme l'incertitude liée aux calculs qu'elle effectue. Son autre limite est le fait qu'elle ne peut exister sans l'homme puisque c'est lui qui la paramètre et assure de lui fournir des données de qualité pour son développement. L'indexeur ne se centre plus vraiment sur l'identification des métadonnées d'une vidéo mais sur la production de données de qualité pour nourrir la machine qui l'aidera pour les autres phases d'indexation. Cela amène également à une logique réflexive vis-à-vis de ces outils : l'indexeur va réfléchir à l'exploitation des outils d'intelligence artificielle dans un but de valorisation du contenu des vidéos.

L'outil Explorescence est un bon exemple d'utilisation optimale des outils d'intelligence artificielle dans le but de rendre l'indexation vidéo plus rapide tout en gardant une pertinence intéressante pour l'utilisateur. Le projet P.I.T.S dont est issu Explorescence, démontre bien le lien entre la machine et l'homme lors de l'indexation des vidéos : l'intelligence artificielle automatise l'extraction du contenu et analyse certains éléments de la vidéo tandis que l'indexeur vérifie, trie et organise ce qui a été réalisé par la machine. Aussi, cela montre bien l'intérêt des

outils d'intelligence artificielle pour la représentation visuelle du contenu et la sérendipité. L'indexeur effectue alors un véritable travail d'éditorialisation et de collaboration avec plusieurs métiers afin de valoriser sa production.

Nous sommes tout de même en droit de nous demander si le métier d'indexeur, qui est nécessaire aujourd'hui, le sera encore plus tard. Est-il voué à disparaître, ou plutôt, est-ce que les pratiques actuelles seront-elles encore amenées à évoluer de façon drastique, ce qui transformerait en profondeur ce métier ? Cela serait possible si l'intelligence artificielle évoluait encore et cela semble possible, étant donné la vitesse à laquelle ce domaine progresse. Nous pouvons le voir avec la création récente d'un réseau de nanotubes⁶² qui permet d'avoir une intelligence artificielle auto-adaptable qui fonctionne avec des connexions semblables aux neurones humains.

⁶² GAUTHERIE, Antoine. IA : Un réseau de nanotubes « au bord du chaos » ouvre de nouvelles portes. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 1 juillet 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/07/01/ia-un-reseau-de-nanotubes-au-bord-du-chaos-ouvre-de-nouvelles-portes/>.

SOURCES

Entretien avec Sébastien Cretin réalisé le 05/07/2021 par visioconférence

Entretien avec Jean-Philippe Moreux réalisé le 06/07/2021 par visioconférence

Entretien avec Gautier Poupeau réalisé le 07/07/2021 par visioconférence

Entretien avec Damien Poivet réalisé le 12/07/2021 par visioconférence

Entretien avec Géraldine Damnati réalisé le 13/07/2021 par visioconférence

Entretien avec Jean-Gabriel Ganascia réalisé le 22/07/2021 par visioconférence

BIBLIOGRAPHIE

INDEXATION ET DOCUMENTATION AUDIOVISUELLE

ALQUIER, Eléonore, CARRIVE, Jean et LALANDE, Steffen. Production documentaire et usages. *Document numérique* [en ligne]. 2017, Vol.20, n°2, p.115-136. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-document-numerique-2017-2-page-115.htm>

BACCOUCHE, Moez. *Apprentissage neuronal de caractéristiques spatio-temporelles pour la classification automatique de séquences vidéo* [en ligne]. Lyon : INSA de Lyon, 17 juillet 2013. [Consulté le 17 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00871107>

BAYET, Antoine, HERVÉ, Nicolas et DOUKHAN, David. ÉTUDE INA. Temps d'antenne, personnalités émergentes, place des femmes : un bilan de l'information sous Covid-19 à la télé. In : *La Revue des Médias* [en ligne]. 26 juin 2021. [Consulté le 28 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/coronavirus-etude-bilan-antenne-television-information-personnalites-femmes>

BNF. Le langage d'indexation RAMEAU. In : *Rameau* [en ligne]. [Consulté le 22 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://rameau.bnf.fr/informations/rameauenbref>

BON, Hugo. Les métadonnées, un enjeu crucial pour la vidéo. In : *La Revue des Médias* [en ligne]. 25 avril 2019. [Consulté le 7 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/les-metadonnees-un-enjeu-crucial-pour-la-vidéo>

BRILHAULT, Adrien, GARBAY, Catherine, et QUÉNOT, GEORGES. Indexation et recherche par le contenu de documents vidéos. In : *Analytical and Stochastic Modeling Techniques and Applications* [en ligne]. Grenoble : Université Joseph Fourier, 2010, p.104. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : [10.1007/978-3-642-13568-2_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13568-2_13)

CARRIVE, Jean. Chapitre 4. Analyse automatique de l'image et du son pour l'enrichissement de contenus audiovisuels. *Nouvelles partitions de l'information. Actes du séminaire IST Inria, octobre 2014* [en ligne]. 2014, p.61-76. [Consulté le 10 janvier 2021]. Information et stratégie. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/big-data--9782804189150-page-61.htm>

CARRIVE, Jean, POELS, Géraldine et TURQUIER, Barbara. Cinéma, audiovisuel, son. *Culture et Recherche* [en ligne]. Septembre 2020, n°141, p.96. [Consulté le 30

juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Enseignement-superieur-et-Recherche/La-revue-Culture-et-Recherche/Cinema-audiovisuel-son>

CARRIVE, Jean et VINET, Laurent. Ingénierie des documents audiovisuels : le projet FERIA. Une approche centrée sur la description des contenus. *Technique et Science Informatiques* [en ligne]. Avril 2006, Vol.25, p.469-496. Disponible à l'adresse : [10.3166/tsi.25.469-496](https://doi.org/10.3166/tsi.25.469-496)

CAVALIÉ, Étienne. *L'indexation matière en transition: de la réforme de Rameau à l'indexation automatique*. Paris : Éditions du Cercle de la librairie, 2019. Collection Bibliothèques.

CÔTÉ-LAPOINTE, Simon. Les documents audiovisuels numériques d'archives. *Documentation et bibliothèques* [en ligne]. 2019, Vol.65, n°3, p.39-57. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : [10.7202/1064748ar](https://doi.org/10.7202/1064748ar)

CUVELLIEZ, Charles et MICHIELS, Emmanuel. La question n'est pas celle d'une intelligence artificielle qui remplace l'expert mais qui le seconde. *Le Monde.fr* [en ligne]. 14 août 2021. [Consulté le 14 août 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/08/14/la-question-n-est-pas-celle-d-une-intelligence-artificielle-qui-remplace-l-expert-mais-qui-le-seconde_6091405_3232.html

ÉCOLE NATIONALE DES CHARTES et POUPEAU, Gautier. *Panorama de l'intelligence artificielle et de ses outils* [en ligne]. Paris, 28 janvier 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=CSzeyPCayFU>

ÉCOLE NATIONALE DES CHARTES, POUPEAU, Gautier et SEGURA, Olivio. *IA et gestion de données pour améliorer la gestion de nos collections* [en ligne]. Paris, 28 janvier 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=2l4HPchx6GY>

ETIEVENT, Emmanuel. *Assistance à l'indexation vidéo* [en ligne]. Lyon : INSA de Lyon, 2002. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : <http://theses.insa-lyon.fr/publication/2002ISAL0015/these.pdf>

FMSH. Le projet ARCHIVAL – IA, Données composites, interfaces intelligentes. In : *Archival* [en ligne]. [Consulté le 18 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://archival.msh-paris.fr/>

FOSKETT, Douglas J. et MANIEZ, Jacques. INDEXATION. In : *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Boulogne Billancourt : Encyclopædia Universalis, [s. d.].

[Consulté le 16 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/indexation/>

FOURATI, Manel, JEDIDI, Anis et GARGOURI, Faiez. A survey on description and modeling of audiovisual documents. *Multimedia Tools and Applications* [en ligne]. 2020, Vol.79, n°45-46. Disponible à l'adresse : [10.1007/s11042-020-09589-9](https://doi.org/10.1007/s11042-020-09589-9)

GROS, Patrick. Équipe de recherche TEXMEX : Techniques d'exploitation des documents multimédias, Exploration, indexation, navigation et recherche dans de très grandes bases. In : *Irisa* [en ligne]. 9 novembre 2007. [Consulté le 14 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.irisa.fr/textmex/presentation_fr.php

INA. Festival de Cannes. In : *Festival de Cannes* [en ligne]. [Consulté le 23 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://fresques.ina.fr/festival-de-cannes-fr/accueil>

INA. *Ina THEQUE - Segmentez, annotez et comparez les médias avec MediaScope* [en ligne]. [Consulté le 22 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.inatheque.fr/consultation/mediascope.html>

INA, BRAEMER, Christine et POUPEAU, Gautier. *Webinaire : Big data, intelligence artificielle : quelles conséquences pour les professionnels de l'information ?* [en ligne]. 21 février 2019. [Consulté le 3 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://vimeo.com/318227248/e4153aeb42>

IONOS. Les meilleurs formats de vidéos : les points d'attention. In : *IONOS Digital guide* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 14 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.ionos.fr/digitalguide/sites-internet/web-design/les-formats-de-fichiers-video/>

KATTNIG, Cécile. *L'indexation matière en transition* [en ligne]. 7 octobre 2020. [Consulté le 22 février 2021]. Disponible à l'adresse : https://bbf.enssib.fr/critiques/l-indexation-matiere-en-transition_69654

LETESSIER, Pierre, HERVÉ, Nicolas, NABI, Hakim, DERVAL, Mathieu et BUISSON, Olivier. DigInPix. In : *INA* [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <http://recherche.ina.fr/Details-projets/DigInPix>

MARTIN, Camille et SEGURA, Olivio. *Using AI tools to segment and describe broadcast livestreams* [en ligne]. 27 mai 2021. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://tech.ebu.ch/publications/using-ai-tools-to-segment-and-describe-broadcast-livestream>

MÉNILLET, Dominique. Thésaurus et indexation. *Bulletin des bibliothèques de France (BBF)* [en ligne]. Janvier 1993, n°5, p.44-46. [Consulté le 20 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-1993-05-0044-009>

MICHEL, Jean. La valeur, indispensable boussole. *I2D - Information, données documents* [en ligne]. 2015, Vol.52, n°4, p.47-48. [Consulté le 11 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-i2d-information-donnees-et-documents-2015-4-page-47.htm>

ORANGE. L'exploration documentaire réinvente le Knowledge Management - Hello Future Orange. In : *Hello Future* [en ligne]. 2 avril 2019. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hellofuture.orange.com/fr/lexploration-documentaire-reinvente-le-knowledge-management/>

PAN.DO/RA. About pan.do/ra - open media archive. In : *pand.do/ra* [en ligne]. [Consulté le 2 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://pan.do/ra#about>

PETTENS, Sylvaine et LAVANNE, Alain. Analyse-indexation automatique : danger fatal pour les documentalistes ? In : *Le Cercle Vertueux* [en ligne]. 20 novembre 2018. [Consulté le 28 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://le Cercle Vertueux.mystrikingly.com/blog/analyse-indexation-automatique-danger-fatal-pour-les-documentalistes>

POUPEAU, Gautier. *Big data, Intelligence artificielle, quelles conséquences pour les professionnels de l'information ?* [en ligne]. 25 février 2019. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.slideshare.net/lespetitescases/big-data-intelligence-artificielle-quelles-consquences-pour-les-professionnels-de-linformation-133288087>

POUPEAU, Gautier. *La donnée : nouvelle perspective pour les bibliothèques*. Paris : Éditions du Cercle de la Librairie, 2016. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/vers-de-nouveaux-catalogues--9782765415138-page-159.htm>

POUPEAU, Gautier. *Visite guidée au pays de la donnée - Traitement automatique des données* [en ligne]. 10 mai 2019. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.slideshare.net/lespetitescases/visite-guide-au-pays-de-la-donne-traitement-automatique-des-donnes>

PROUVOYEUR, Françoise. L'indexation à l'heure du numérique. *Bulletin des bibliothèques de France (BBF)* [en ligne]. Janvier 2005, n°1, p.88-89. [Consulté le 21 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2005-01-0088-008>

RAULT, Éric et CLEMENCEAU, David. Formats numériques vidéo : principes et utilisations. *Documentaliste-Sciences de l'Information* [en ligne]. 2005, Vol.42, n°6, p.375-382. [Consulté le 8 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-documentaliste-sciences-de-l-information-2005-6-page-375.htm>

ROY, Isabelle. Dans l'univers de la documentation audiovisuelle : le récit d'une expérience riche et pleine d'enseignements. *Parcours professionnels de documentalistes* [en ligne]. Décembre 2019, Vol.2, n°2, p.78-83. [Consulté le 12 février 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www-cairn-info.docelec.enssib.fr/revue-i2d-information-donnees-et-documents-2019-2-page-78.htm>

SCOPSI, Claire et POUPEAU, Gautier. *Gautier Poupeau : Le lac de données une infrastructure au service de la gouvernance des données* [en ligne]. 15 décembre 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Séminaire Les Nouveaux Paradigmes de l'Archive. Disponible à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=fibA_xkOn14

TIGHRINE, Arsène. *Traitement des séquences vidéo : fonctionnalités augmentées par l'IA* [en ligne]. Paris : Conservatoire national des arts et métier - Institut national des Sciences et Techniques de la Documentation, 20 décembre 2018. [Consulté le 6 février 2021]. Disponible à l'adresse : https://memsic.ccsd.cnrs.fr/mem_02081490/document

WIKIPÉDIA. Video. In : *Wikipédia* [en ligne]. [Consulté le 8 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Vid%C3%A9o&oldid=184915029>

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

ALEXANDER, Stephon, CUNNINGHAM, William J., LANIER, Jaron, SMOLIN, Lee, STANOJEVIC, Stefan, TOOMEY, Michael W. et WECKER, Dave. The Autodidactic Universe. *ArXiv abs/2104.03902* [en ligne]. Mars 2021. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://arxiv.org/abs/2104.03902>

ALEXANDRE, Laurent. *La guerre des intelligences: comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*. Paris : J.C. Lattès, 2017. ISBN 978-2-7096-6084-6. 371.301

BABINET, Gilles. *Big data, penser l'homme et le monde autrement*. Paris : le Passeur éditeur, 2016. Le Passeur poche. ISBN 978-2-36890-492-3. 384.3



BABINET, Gilles. *Transformation digitale, l'avènement des plateformes: histoires de licornes, de data et de nouveaux barbares*. Paris : le Passeur éditeur, 2016. ISBN 978-2-36890-486-2. 658.406

BABINET, Gilles, DRIQUE, Marie et MERCKAERT, Jean. « Ce qui est taylorisé va disparaître ». *Revue Projet* [en ligne]. 2015, Vol.349, n°6, p.28-32. [Consulté le 2 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www-cairn-info.docelec.univ-lyon1.fr/revue-projet-2015-6-page-28.htm>

BECHADE, Corentin. Google laisse son IA construire des micro-processeurs : les possibilités sont infinies. In : *Numerama* [en ligne]. 11 juin 2021. [Consulté le 12 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/tech/718928-google-laisse-son-ia-construire-des-micro-processeurs-les-possibilites-sont-infinies.html>

BRESSON, Vincent. La reconnaissance d'images peut-elle aussi profiter aux médias ? In : *La Revue des Médias* [en ligne]. 3 septembre 2019. [Consulté le 7 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/la-reconnaissance-dimages-peut-elle-aussi-profiter-aux-medias>

CNIL. Intelligence artificielle : l'avis de la CNIL et de ses homologues sur le futur règlement européen. In : *CNIL* [en ligne]. 8 juillet 2021. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.cnil.fr/fr/intelligence-artificielle-lavis-de-la-cnil-et-de-ses-homologues-sur-le-futur-reglement-europeen>

CONFRERE, Emma. Facebook dévoile une IA capable d'imiter votre écriture manuscrite. In : *Le Figaro* [en ligne]. 15 juin 2021. [Consulté le 1 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/secteur/high-tech/facebook-devoile-une-ia-capable-d-imiter-votre-ecriture-manuscrite-20210615>

CROCHET-DAMAIS, Antoine. *Comparatif des modes de machine learning : une matrice pour choisir* [en ligne]. 23 juin 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/guide-de-l-intelligence-artificielle/1502755-comparatif-des-modes-de-machine-learning-une-matrice-pour-choisir/>

D'ASCOLI, Stéphane. *L'intelligence artificielle en 5 minutes par jour*. Paris : First éditions, 2020. ISBN 978-2-412-05984-5

ÉCOLE NATIONALE DES CHARTES, ILLIEN, Gildas, BEAUFORT, Arnaud, MAGNIEN, Agnès, OUZOULIAS, Pierre et PERRIN, Vincent. *Comment anticiper l'utilisation des IA dans nos institutions ?* [en ligne]. Paris, 28 janvier 2020. [Consulté le 30 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=gEzPyxKLCtw>

FOGELMAN-SOULIÉ, Françoise. LE CUN YANN (1960-). In : *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Boulogne Billancourt : Encyclopædia Universalis, [s. d.]. [Consulté le 18 février 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/yann-le-cun/>

GANASCIA, Jean-Gabriel. APPRENTISSAGE PROFOND ou DEEP LEARNING. In : *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Boulogne Billancourt : Encyclopædia Universalis. [Consulté le 5 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/apprentissage-profond-deep-learning/>

GANASCIA, Jean-Gabriel. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (IA). In : *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. Boulogne Billancourt : Encyclopædia Universalis. [Consulté le 5 décembre 2020]. Disponible à l'adresse : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/intelligence-artificielle-ia/>

GANASCIA, Jean-Gabriel. *Intelligence artificielle : vers une domination programmée ?* 2e édition revue et Augmentée. Paris : Le Cavalier bleu éditions, 2017. Idées reçues. ISBN 979-10-318-0213-8. Q335 .G3563 2017

GANASCIA, Jean-Gabriel. *Le mythe de la singularité : faut-il craindre l'intelligence artificielle ?* Paris : Éditions du Seuil, 2017. ISBN 978-2-02-130999-7. Q335 .G3564 2017

GAUTHERIE, Antoine. IA : Un réseau de nanotubes « au bord du chaos » ouvre de nouvelles portes. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 1 juillet 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/07/01/ia-un-reseau-de-nanotubes-au-bord-du-chaos-ouvre-de-nouvelles-portes/>

GAUTHERIE, Antoine. Pour la première fois, un tribunal attribue la paternité d'une invention à une IA. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 3 août 2021. [Consulté le 3 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/08/03/pour-la-premiere-fois-un-tribunal-attribue-la-paternite-dune-invention-a-une-ia/>

GAYTE, Aurore. Une intelligence artificielle qui aide à coder a été développée par Github et OpenAI. In : *Numerama* [en ligne]. 1 juillet 2021. [Consulté le 1 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/tech/722953-un-intelligence-artificielle-qui-aide-a-coder-a-ete-developpee-par-github-et-openai.html>

GUO, Yufeng. *What is Machine Learning?* [en ligne]. 2017. [Consulté le 16 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=HcqpanDadyQ&list=PLoLIJ-b87j_U8RlrFRcPKF-nkj01_iXl0&index=1&t=1s



HOLUBOWICZ, Gérald. Les deepfakes, une « arme d'illusion massive » ? In : *La Revue des Médias* [en ligne]. 19 octobre 2020. [Consulté le 7 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/les-deepfakes-sont-ils-une-arme-dillusion-massive>

JULIA, Luc et KHAYAT, Ondine. *L'intelligence artificielle n'existe pas*. Paris : First éditions, 2019. ISBN 978-2-412-04340-0. 006.3

L, Bastien. L'univers est un algorithme de Machine Learning, selon les chercheurs de Microsoft. In : *LeBigData.fr* [en ligne]. 13 avril 2021. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lebigdata.fr/univers-algorithme-machine-learning-microsoft>

LAROUSSE ÉDITIONS. Intelligence artificielle. In : *Larousse* [en ligne]. [Consulté le 21 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/intelligence_artificielle/187257

LECOMTE, Erwan. L'IA de Microsoft est-elle réellement devenue raciste au contact des internautes ? . In : *Sciences et Avenir* [en ligne]. 25 mars 2016. [Consulté le 15 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/l-ia-de-microsoft-est-elle-reellement-devenue-raciste-au-contact-des-internautes_31260

LECUN, Yann, BENGIO, Yoshua et HINTON, Geoffrey. Deep learning. *Nature* [en ligne]. Mai 2015, Vol.521, n°7553, p.436-444. [Consulté le 18 février 2021]. Disponible à l'adresse : [10.1038/nature14539](https://doi.org/10.1038/nature14539)

LEMBERGER, Pirmin, BATTY, Marc, MOREL, Médéric et RAFFAËLLI, Jean-Luc. *Big data et machine learning : les concepts et les outils de la data science*. 3e édition. Malakoff : Dunod, 2019. InfoPro. Management des systèmes d'information. ISBN 978-2-10-079037-1

LOU, Remi. Cette IA recadre les députés qui consultent trop leur smartphone. In : *Journal du Geek* [en ligne]. 7 juillet 2021. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.journaldugeek.com/2021/07/07/cette-ia-recadre-les-deputes-qui-consultent-trop-leur-smartphone/>

MACHINE LEARNIA. *APPRENTISSAGE SUPERVISÉ : LES 4 ÉTAPES - ML#2* [en ligne]. 2019. [Consulté le 10 janvier 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.youtube.com/watch?v=K9z0OD22My4&list=PLO_fDPEVlfKqUF5BPKjGSh7aV9aBshrpY&index=2

MERIC, Nicolas. 7 algorithmes à connaître en 2021 : fonctionnalités, différences, principes et applications. In : *LeMagIT* [en ligne]. 8 juillet 2021. [Consulté le 9 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lemagit.fr/conseil/7->

[algorithmes-a-connaître-en-2021-fonctionnalités-différences-principes-et-applications](#)

MONIN, Philippe. Ganascia J.G., Le mythe de la singularité. Faut-il craindre l'intelligence artificielle ? . Le Seuil, Coll. Science ouverte, 2017.

MORAGUES, Manuel. Intelligence artificielle : l'outil derrière le buzz. In : *L'usine Nouvelle* [en ligne]. 23 juin 2021. [Consulté le 23 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.usinenouvelle.com/editorial/intelligence-artificielle-l-outil-derriere-le-buzz.N1095814>

ORANGE. TALN - Hello Future Orange. In : *Hello Future* [en ligne]. 11 mars 2019. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://hellofuture.orange.com/fr/mot-de-linnovation-taln/>

RIQUET, Sacha. Un scientifique a développé un algorithme qui peut « prouver » que le monde est une simulation. In : *Maxisciences* [en ligne]. 23 juin 2021. [Consulté le 24 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://www.maxisciences.com/informatique/etats-unis-un-algorithme-qui-predirait-notre-avenir-developpe-par-un-scientifique_art45421.html

SALIOU, Mathilde. Les intelligences artificielles sont-elles sexistes ? Des spécialistes nous répondent. In : *Numerama* [en ligne]. 18 février 2018. [Consulté le 6 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.numerama.com/politique/330075-les-intelligences-artificielles-sont-elles-sexistes-des-specialistes-nous-repondent.html>

SEVAL, Jean-Dominique. IA et médias : une innovation plus qu'une révolution. In : *La Revue des Médias* [en ligne]. [Consulté le 3 août 2021]. Disponible à l'adresse : <http://larevuedesmedias.ina.fr/ia-et-medias-une-innovation-plus-quune-revolution>

VANCHURIN, Vitaly. The world as a neural network. *Entropy* [en ligne]. Octobre 2020, Vol. 22, no 11, p. 1210. [Consulté le 17 juin 2021]. Disponible à l'adresse : [10.3390/e22111210](https://doi.org/10.3390/e22111210)

WIKIPÉDIA. Loi de Moore. In : *Wikipédia* [en ligne]. [Consulté le 21 mai 2021]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Loi_de_Moore&oldid=185419931.

WIKIPÉDIA. Traitement automatique des langues. In : *Wikipédia* [en ligne]. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Traitement_automatique_des_langues&oldid=180789390.

EXPLORESCENCE

CANAL-U, ORANGE, et FMSH. Plaquette du projet Explorescence. In : *Explorescence* [en ligne]. 2016. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://explorescence.com/pits-app/custom/canalu/pdf/pits-fmsh-orange.pdf>

CANAL-U, ORANGE et FONDATION MAISON DES SCIENCES DE L'HOMME. Explorescence - PITS (Paroles, Images et Textes des Savoirs) : prototype expérimental pour l'exploration de corpus audiovisuels et textuels. In : *Explorescence* [en ligne]. [Consulté le 13 juin 2021]. Disponible à l'adresse : <http://explorescence.com/canalu>

ANNEXES

Table des annexes

ANNEXE 1 - GRILLE D'INTERVIEW GÉNÉRALE.....	66
ANNEXE 2 : GRILLE D'ENTRETIEN POUR EXPLORESCENCE.....	67



ANNEXE 1 - GRILLE D'INTERVIEW GÉNÉRALE

GRILLE D'INTERVIEW GÉNÉRALE

CHAPEAU EXPLICATIF

Cette interview a pour but de récolter des informations pour mon mémoire sur la place de l'intelligence artificielle dans l'indexation de vidéo. L'objectif de ce mémoire est de voir comment les pratiques des professionnels de l'indexation vidéo sont impactés par l'émergence de nouveaux outils et possibilités offerts par l'intelligence artificielle.

Cet entretien sera court, il durera environ trente minutes. Il y aura cinq questions ouvertes afin d'avoir une discussion qui soit la plus riche possible.

QUESTIONS

- A quelle besoin répond l'usage de l'intelligence artificielle, notamment du machine learning dans vos projets ?
- Quel usage avez-vous de l'intelligence artificielle dans votre métier ?
- Pouvez-vous me parler de quelle façon vous avez intégré l'intelligence artificielle à vos projets ?
- Comment l'intelligence artificielle impacte votre métier ?
- Selon vous, quelles sont les forces de l'intelligence artificielle appliquée au domaine de l'indexation de vidéos ?
- Selon vous, quelles sont les limites de l'intelligence artificielle appliquée au domaine de l'indexation de vidéos ?

ANNEXE 2 : GRILLE D'ENTRETIEN POUR EXPLORESCENCE

GRILLE D'INTERVIEW EXPLORESCENCE

CHAPEAU EXPLICATIF

Cette interview a pour but de récolter des informations pour mon mémoire sur la place de l'intelligence artificielle dans l'indexation de vidéo. L'objectif de ce mémoire est de voir comment les pratiques des professionnels de l'indexation vidéo sont impactés par l'émergence de nouveaux outils et possibilités offerts par l'intelligence artificielle. J'effectue une étude de cas sur le projet Explorescence qui me permettra d'illustrer mon propos.

Il y aura d'abord des questions sur le projet Explorescence puis des questions sur l'indexation en général. Cela permettra d'avoir deux approches qui interviendront de manière différente dans mon mémoire. Cet entretien durera environ une heure : la première partie de l'entretien comporte cinq questions tandis que l'autre en compte trois.

LA GENÈSE DU PROJET ET SON BUT

- A quel besoin répond l'usage de L'IA / Machine Learning dans votre projet ?
- Comment vous est venue l'idée de ce projet ?
- Quel était le but premier ? Ce but a-t-il évolué au cours du projet ?
- Les technologies employées pour réaliser ce projet ont-elles été définies dès le début du projet ou sont-elles apparues nécessaires au cours du projet ?
- Ce projet peut-il être réutilisé à d'autres fins ? Les algorithmes peuvent-ils être repris et adaptés à un autre corpus ?

INDEXATION

- Selon vous, votre métier d'indexeur est-il encore amené à évoluer dans les années qui viennent ? Sentez-vous déjà une différence entre le moment où vous avez commencé à travailler sur ce projet et maintenant ?
- Selon vous, quelles sont les forces de l'intelligence artificielle appliquée au domaine de
- Selon vous, quelles sont les limites de l'intelligence artificielle appliquée au domaine de l'indexation de vidéos ?

TABLE DES MATIÈRES

SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	7
INTRODUCTION.....	9
L'INDEXATION VIDÉO : UNE RAPIDE ÉVOLUTION DES TECHNIQUES D'INDEXATION.....	13
La vidéo : un type de document complexe.....	13
<i>Un média avec beaucoup de données différentes.....</i>	<i>13</i>
<i>Une évolution du format.....</i>	<i>13</i>
<i>Une variété de vidéos pour de multiples usages.....</i>	<i>15</i>
Adapter les techniques d'indexation à la vidéo.....	16
<i>Un petit tour d'horizon des techniques d'indexation.....</i>	<i>17</i>
<i>Les techniques employées en indexation vidéo.....</i>	<i>20</i>
<i>Les métadonnées spécifiques à la vidéo.....</i>	<i>21</i>
L'arrivée de l'intelligence artificielle dans l'indexation et son utilité pour l'indexation vidéo.....	23
<i>Les principes de base de l'intelligence artificielle.....</i>	<i>24</i>
<i>Les techniques d'intelligence artificielle employées en indexation vidéo.....</i>	<i>27</i>
<i>Les améliorations apportées par l'intelligence artificielle.....</i>	<i>30</i>
LA PLACE DE L'INDEXEUR FACE À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	33
Intégrer de nouvelles pratiques.....	33
<i>Intégrer de nouveaux outils aux pratiques actuelles.....</i>	<i>33</i>
<i>Faire accepter ces nouveaux outils.....</i>	<i>34</i>
<i>Faire appel à de nouveaux corps de métier.....</i>	<i>36</i>
Améliorer et simplifier les pratiques actuelles.....	37
<i>Simplifier les pratiques actuelles.....</i>	<i>37</i>
<i>Améliorer les pratiques d'indexation.....</i>	<i>38</i>
<i>Privilégier d'autres missions.....</i>	<i>39</i>
Les limites de l'intelligence artificielle et les perspectives d'évolutions pour le métier d'indexeur.....	40
<i>Identifier les incertitudes liées à l'intelligence artificielle.....</i>	<i>41</i>
<i>S'assurer de la qualité des données.....</i>	<i>42</i>
<i>Privilégier la réflexion sur l'indexation.....</i>	<i>44</i>
ETUDE DE CAS : EXPLORESCENCE.....	45
Présentation du projet.....	45
<i>La genèse du projet.....</i>	<i>46</i>
<i>L'évolution du projet.....</i>	<i>46</i>
Explorescence : une exploitation réfléchie et optimisée de l'intelligence artificielle.....	47



<i>Les métadonnées disponibles</i>	47
<i>Présentation des outils et de leurs fonctionnalités</i>	48
Chaînes.....	48
Thématiques.....	49
Catégories.....	49
Intervenants.....	49
Rechercher une vidéo.....	49
Fleurs de mots.....	50
<i>L'utilisation de l'intelligence artificielle pour produire ces outils</i>	50
Les perspectives de réutilisation des outils développés lors de ce projet....	51
CONCLUSION	53
SOURCES	55
BIBLIOGRAPHIE	57
Indexation et documentation audiovisuelle	57
Intelligence artificielle	61
Explorescence	66
ANNEXES	67
Grille d'interview générale	68
Grille d'interview explorescence	69
TABLE DES MATIÈRES	71

