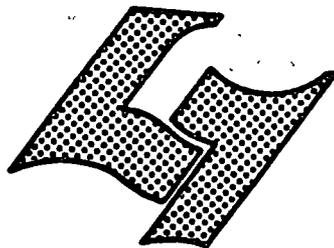


UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON-I
43, Boulevard du 11 Novembre 1918
69621 VILLEURBANNE



Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées

Informatique documentaire

* ~~MEMOIRE DE FIN DE~~

* NOTE DE SYNTHESE

L E S R E S E A U X D E
T E L E C O M M U N I C A T I O N

AUTEUR : SAKALLIOGLU Bulent

DATE : JUIN 1979

SOMMAIRE



	Page
INTRODUCTION	1
A - LE TELETRAITEMENT	
A-1 Composition d'un système de Télétraitement	2
A-2 Les lignes de transmission	2
A-3 Les codes utilisés en transmission	3
A-4 Les principales applications de télétraitement	3 - 4
B - LES RESEAUX DE TELETRANSMISSION	
B-1 Les constituants d'un réseau	5
B-2 L'architecture des réseaux	5 - 7
B-3 Les matériels	7 - 8
B-4 Protocole	8
B-5 La fonction commutation	9 - 16
B-6 Les satellites	17 - 21
C - LES RESEAUX DE TRANSMISSION PAR COMMUTATION DE PAQUETS	
C-1 Historique	22
C-2 Quelques réseaux	
C-2-1 Cyclades et cigale	23 - 25
C-2-2 EURONET	26 - 32
C-2-3 TRANSPAC	33 - 37
D - LES SERVEURS	38
CONCLUSION	39
BIBLIOGRAPHIE	40

INTRODUCTION

Le terme de réseau a des significations diverses. Il évoque un certain nombre de composants géographiquement répartis et reliés par des moyens de communication.

Dans un réseau on distingue trois parties principales :

- Traitement ; constitué par l'ordinateur central
- Transport ; constitué par les lignes téléphoniques
- Distribution ; constitué par l'ensemble des terminaux.

L'évolution des réseaux est reliée à l'évolution de deux techniques développées en parallèle, celle du traitement des données numériques et de celle du transport d'information, en un mot, l'ordinateur et la télécommunication. Depuis la première utilisation du téléphone, en 1958, pour transmettre des données numériques, on constate mieux ce développement

En matière de réseaux, il ya deux sortes d'utilisateurs : les très grandes sociétés qui, lorsque c'est nécessaire, trouvent le potentiel technique et financier suffisant pour mettre en place leur propre structure et, les utilisateurs plus modestes qui n'y voient q'un service externe du type temps partagé ou support de transmission par commutation de paquets, par exemple. Bien entendu, selon que l'on adopte l'une ou l'autre de ces approches, la curiosité technique ou commerciale est différente et n'appelle pas les mêmes réponses.

Ainsi les premiers se doivent-ils de parfaitement maîtriser les impératifs de conception matérielle et logicielle, sachant que tout est à faire et à construire, alors que les seconds peuvent ne se préoccuper à la limite que de protocole d'accès et considérer le reste comme une boîte noire. Ces deuxièmes étant protégés par le choix qu'ils peuvent faire entre les différents réseaux existants. On va donc sentir leur influence sur les concepteurs des réseaux qui doivent choisir leur politique suivant les besoins de ses utilisateurs.

A - LE TELETRAITEMENT

A - 1. COMPOSITION D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT

Le système de télétraitement est l'ensemble des techniques ayant pour objet de transmettre de l'information codée à distance. Cette information codée est reçue ou émise par le système qui effectue le traitement.

Si la transmission utilise des supports externes (carte, bande...) on parle de transmission off-line. Si la transmission est sans support externe on parle de transmission on-line.

Dans tout système de télétraitement on voit deux grandes parties :

- Une partie télé qui couvre toutes les unités nécessaires à la transmission de donnée dans le sens terminal-ordinateur ou ordinateur-terminal. On y trouve le terminal dont le rôle est d'échanger l'information avec le milieu extérieur, les lignes de transmission, et des appareils qui vont permettre d'adapter les contraintes physiques.
- Une partie traitement constituée de l'ordinateur central et toutes les unités de stockage qui contiennent les fichiers.

A - 2. LES LIGNES DE TRANSMISSION

Une ligne qui relie deux points A et B peut être :

- à 2 fils lorsque la transmission dans les deux sens s'effectue sur le même support
- à 4 fils lorsque la transmission dans les deux sens s'effectue sur des supports différents.

La liaison peut être :

- unidirectionnelle (simplex)
- bidirectionnelle à l'alternat (half-duplex) si on ne peut pas aller dans les deux sens en même temps
- bidirectionnelle si on peut aller dans les deux sens en même temps

Ces liaisons peuvent se faire avec :

- des lignes spécialisées qui sont des lignes téléphoniques ou télégraphiques
- des réseaux commutés, dans lesquelles les installations appartenant à l'administration des PTT permettent de connecter

des lignes télégraphiques ou téléphoniques entre elles pour assurer la liaison entre deux abonnés du même réseau.

Entre autres on peut citer :

- le réseau TELEX qui a une vitesse de transmission de 200 bauds, et depuis 1971, la possibilité de connecter un ordinateur pour détecter les erreurs ?
- le réseau téléphone qui s'utilise pour des vitesses inférieures à 1200 bauds (*2400 bits*)
- le réseau CADUCEE qui propose des transmissions avec des signaux de valence 2 et à des vitesses 2400, 2800, ou 9600 bauds
- le réseau TRANSPLEX qui est un réseau privé et qui permet la transmission des données numériques à des vitesses moyennes (de l'ordre de 100 à 1200 bauds)

A - 3. LES CODES UTILISES EN TRANSMISSION

2 types de *mode* codes sont utilisés :

- ASYNCHRONES
- SYNCHRONES

Le choix va dépendre du nombre de caractères différents à transmettre et du matériel utilisé.

CODE ASYNCHRONES

- Code START, STOP (code Baudots), CCITT n° 2
- Code BCD
- Code CCITT n° 5

CODE SYNCHRONES

- Code EBCDIC
- Code ASCII
- Code BSC (*procedure*)
- Code SBTC

A - 4. LES PRINCIPALES APPLICATIONS DU TELETRAITEMENT

Collecte de Donnée (DATA COLLECTION)

Elle est utilisée pour éviter les transcriptions ou les manipulations de donnée dans l'intention de diminuer les erreurs et les délais d'acquisition. Il n'y a ni réponse ni traitement obligatoire.

COMMUTATION DE MESSAGE (MESSAGE SWITCHING)

Elle est utilisée dans les centres de commutation de message et dans les centres de commutation automatique.

INTERROGATION DE FICHIERS (INQUIRY)

Elle est utilisée pour rendre l'information accessible à des utilisateurs multiples.

TRAITEMENT EN LIGNE DE TRANSACTION (ON-LINE processing)

Elle est utilisée pour permettre d'assurer un traitement qui se trouve dans l'unité centrale, en ligne individuelle.

TRANSMISSION A DISTANCE PAR LOT (REMOTE BATCH PROCESSING)

Elle est utilisée pour centraliser l'information en vue de la traiter en différé.

TRAITEMENT DE TRAVAUX A DISTANCE (REMOTE JOB ENTRY)

Elle est utilisée pour centraliser l'information et la traiter dès que l'ordinateur est disponible.

UTILISATION COLLECTIVE (THIME SHARING)

Elle est utilisée pour partager les ressources d'un même ordinateur entre plusieurs utilisateurs.

B - LES RESEAUX DE TELETRANSMISSION.

B - 1. LES CONSTITUANTS D'UN RESEAU.

La construction d'un réseau de transmission de données implique la mise en jeu :

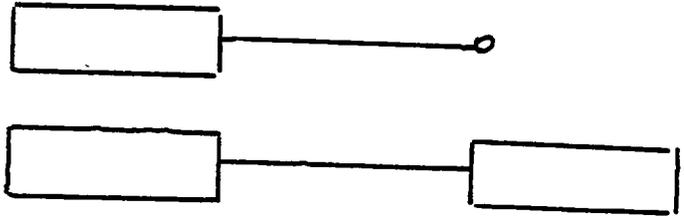
- des lignes de transmission
- d'une méthode adoptée de transmission interne
- d'équipements spécialisés : points d'accès, noeuds du réseau, centres de contrôle
- de méthode de connexion répondant à la demande et aux possibilités des installations des utilisateurs
- d'une structure adoptée pour le réseau.

B - 2. L'ARCHITECTURE DES RESEAUX.

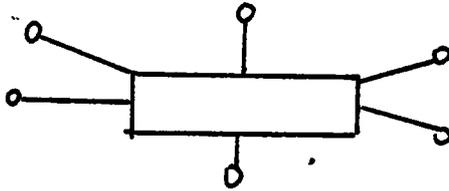
La structure adoptée pour le réseau conduit à des conventions plus ou moins complexes.

En liaison point à point ou en simple étoile entre un ordinateur et des terminaux, l'ordinateur est maître des dialogues; il prend l'initiative de les initialiser et de les conduire de bout en bout. Il en va de même en réseau étoilé multiple mais, les lignes étant partagées par plusieurs terminaux, une procédure d'affectation de la ligne à un moment donné doit être prévue; l'ordinateur est maître de cette procédure. S'il souhaite envoyer de l'information en provenance des différents terminaux de la ligne, il initialisera une séquence de polling (invitation à émettre, avec priorités éventuelles). S'il souhaite recevoir de l'information, une manoeuvre de sélection (invitation à recevoir) permettra d'affecter la ligne au terminal disponible.

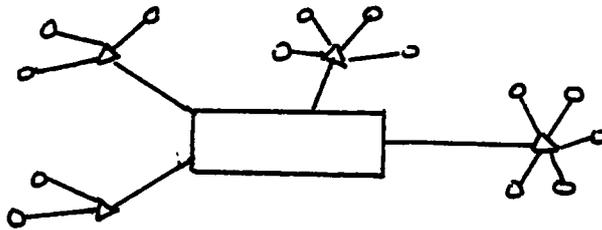
Liaison point à point:



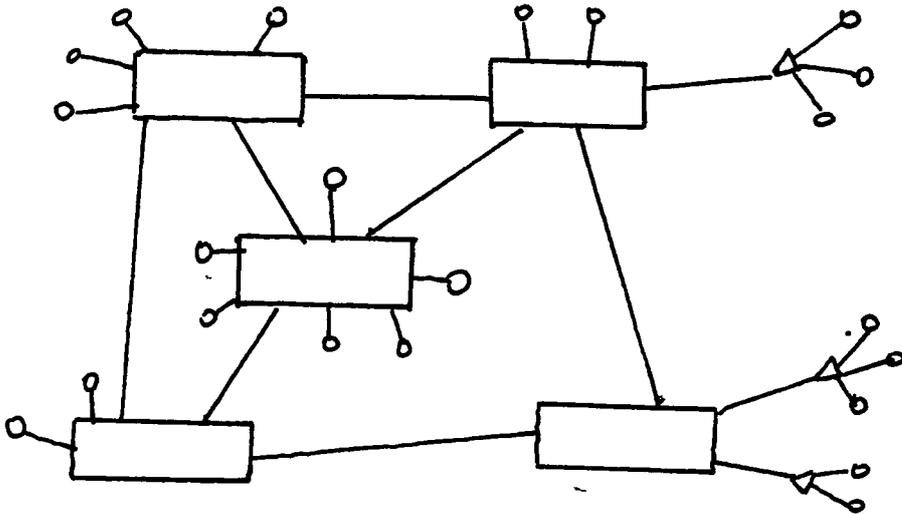
Etoile simple:



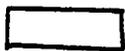
étoile multiple



reseau maillé



LEGENDE

-  unité comportant un potentiel de stockage et traitement de donnée
-  terminal de saisie et restitution
-  unité de multiplexage.

ARCHITECTURES ELEMENTAIRES DE RESEAUX

Dans la liaison multipoint, il y a plusieurs extrémités. La même ligne physique est partagée entre un certain nombre de correspondants, afin de diminuer le coût de transport. Une seule paire de correspondants peut communiquer à un instant déterminé. Une liaison multipoint est fragile car en cas de coupure un certain nombre de terminaux se trouvent isolés. Il est possible de boucler une liaison multipoint en la ramenant à son origine. On dispose ainsi de deux chemins possibles pour atteindre chaque terminal. Ceux-ci doivent être équipés de manière à pouvoir émettre et recevoir dans les deux sens de transmission sur la liaison.

On peut aussi parler de l'organisation centralisée (structure en arbre), de l'organisation distribuée où la notion de hiérarchie disparaît et l'organisation décentralisée ou hiérarchisée.

B - 3. LES MATERIELS

Le chemin qui relie l'ordinateur à l'équipement terminal est jalonné de divers éléments destinés à assurer les adaptations nécessaires.

a) LES MODEMS :

Les modems (modulateur-démodulateur) ont pour mission de transformer les signaux binaires en modulations d'un signal sinusoïdal qu'ils génèrent et entretiennent. Un modem sera utilisé à chaque extrémité de la ligne. La gamme des vitesses de transmission disponible est très large : 300, 1200, 2400, 4800 et 9600 bits par seconde sont les valeurs les plus utilisées. Mais il existe des modems pouvant offrir des vitesses de 1,5 millions de bits par seconde. Ces matériels sont actuellement réservés à des applications militaires.

En matière de technologie, un modem peut fonctionner en modulation d'amplitude, de fréquence ou de phase, les plus utilisés étant en modulation de fréquence. A partir de 2400 bits par seconde apparaît la modulation de phase.

Lorsque les distances entre émetteur et récepteur sont suffisamment réduites, il est possible d'utiliser des simulateurs de modems : ces matériels se contentent de réamplifier les signaux reçus.

b) LES MULTIPLEXEURS :

Les multiplexeurs permettent de regrouper des transferts à basse vitesse sur une même liaison.

Deux techniques sont employées : le multiplexage temporel qui

est affecter des quantums de temps aux différents transferts et le multiplexage en fréquences qui est affecté des bandes de fréquences à des séries de terminaux pour regrouper leurs émissions sur une même voix.

c) LES CONCENTRATEURS :

A la différence des multiplexeurs, les concentrateurs peuvent mémoriser l'information qui les traverse (concentrateur à mémoire). Ils peuvent aussi la manipuler, dans sa forme et son contenu et permettre ainsi des prétraitements de stockage (concentrateur intelligent).

d) LES ORDINATEURS FRONTAUX :

Ils sont chargés de gérer les communications au niveau du site central.

B - 4. PROTOCOLE

Avec le développement des réseaux le terme protocole est passé dans l'usage courant. Comme il est d'apparition récente, il est utile de lui donner une définition.

Traditionnellement, les systèmes informatiques présentent une structure hiérarchique de niveaux (modules composants délimités par des interfaces).

Le terme d'interface est couramment utilisé pour désigner une jonction physique entre deux composants. Lorsque ces composants sont matériels, l'interface est un ensemble de spécifications électriques et mécaniques. Lorsque les composants sont logiciels, l'interface est un ensemble de spécifications définissant les données échangées entre les deux composants, ainsi que leurs conventions de dialogue.

Lorsque les deux composants sont éloignés, il n'est plus possible d'établir une jonction sans introduire un composant supplémentaire chargé de faire communiquer les deux composants.

Ce composant de communication présente un caractère accidentel et il ne devrait perturber en aucune manière les conventions d'échange que l'on désire établir entre les correspondants. Dans l'idéal, il devrait être invisible, c'est à dire transparent, au dialogue. C'est pourquoi on isole très soigneusement les deux domaines:

- les conventions de mise en oeuvre de l'outil de communication, qui peuvent changer avec l'outil
- les conventions de dialogue entre les correspondants qui sont indépendants de leur outil de communication. C'est ce dernier jeu de convention que l'on qualifie de protocole

Lorsque les deux correspondants sont reliés par une liaison téléphonique, les conventions de dialogue sont souvent qualifiées de procédure de transmission. Certaines personnes utilisent aussi le terme colloque. Ce sont des cas particuliers de protocole;

B - 5. LA FONCTION COMMUTATION

Il existe trois manières de commuter les ressources d'un réseau ou les informations à transmettre : circuits, messages ou paquets. Ces méthodes n'ont pas les mêmes ambitions et ne concernent généralement pas les mêmes groupes d'utilisateurs. Ainsi la commutation de circuits trouve-t-elle son meilleur emploi dans le réseau téléphonique traditionnel exploité en transmission de données pour des basses vitesses (en France, 300 bauds en duplex intégral et 1200/2400 bauds en théorie à l'alternat), la commutation de messages dans le telex, et la commutation de paquets dans les grands réseaux de données, du type Transpac, bien décidés à optimiser l'emploi de toutes les ressources, qu'il s'agisse des supports physiques ou de bandes de fréquences. Ce n'est d'ailleurs qu'avec la commutation de paquets qu'il est raisonnable d'envisager un service public, multi-vitesse et multi-équipement de transmission de données. Les autres méthodes sont trop gourmandes en outils et supports et de toutes façons trop lentes

B - 5-1) LA COMMUTATION DE CIRCUIT

Un réseau qui met en oeuvre la commutation de circuits relie deux utilisateurs (terminal et ordinateur-hôte ou 2 ordinateurs-hôtes) d'une manière physique et réelle pendant toute la durée d'une vacation. Il peut s'agir d'une affectation d'une ligne entière ou ce qui est plus courant d'une bande de fréquence ou de temps. Le temps d'établissement d'une communication peut s'exprimer en secondes ~~de~~ (5 à 30 secondes environ), ce qui la rend redhibitoire pour une affectation dynamique des moyens de transmission entre ses divers "clients".

L'inconvénient majeur de la commutation de circuits réside dans le sous emploi de l'infrastructure du réseau qu'elle implique. Un canal non employé à sa vitesse maximale par un utilisateur ne peut pas être attribué concurremment à un autre utilisateur qui présenterait les mêmes caractéristiques géographiques. Le trafic n'étant pas un paramètre d'optimisation, il est très difficile de bien rentabiliser une installation qui y ferait appel, au moins sur ce plan économique.

A l'inverse, il est pourtant relativement facile de modéliser un tel réseau, à condition de se plier à certaines règles et de poser certaines hypothèses, comme l'emploi d'un circuit, le délai de transmission, et le temps d'occupation de la ligne.

B - 5-2) LA COMMUTATION DE MESSAGES

La commutation de messages est apparue au début des années 60. Avec ce mode de transmission l'unité véhiculée est le message,

c'est à dire, c'est à dire l'unité logique d'information (du point de vue de l'utilisateur), comme les fichiers, les programmes, ect... CE message traverse le réseau en passant par différents points, les noeuds, où il est stocké temporairement en attendant qu'un circuit devienne libre. L'important est donc que le trajet émetteur-récepteur soit découpé en étapes élémentaires, au terme desquelles le message est stocké sur mémoire de masse.

C'est le principe de ce "STORE AND FORWARD" que l'on trouve d'ailleurs en commutation de paquets. Actuellement ces mémoires sont des disques alors qu'il n'y a pas si longtemps il s'agissait encore de rubans perforés (ce qui explique la lenteur longtemps redhibitoire).

Sur le plan modelisation, il est évident que les choses se compliquent. Nous sommes amenés à faire appel à la théorie des files d'attente, chaque noeud étant considéré comme un élément de service, les taux d'arrivée des messages se cumulant (la loi de distribution de ces arrivées reste du domaine mesurable). Evidemment, l'expression mathématique d'un tel modèle devient très vite inextricable... comme tout ce qui touche aux files d'attente d'ailleurs.

B - 5-3) LA COMMUTATION PAR PAQUETS

- Les besoins des utilisateurs

La commutation de paquets répond à un ensemble de besoins que les autres modes de commutation ne peuvent pas satisfaire. C'est une forme particulière de commutation de message dans laquelle les messages livrés au réseau sont courts (maximum 255 caractères) et les files d'attente sont très courtes. La commutation de paquets a été introduite en 1969 dans le réseau américain ARPA et dans le réseau des compagnies aériennes géré par SITA.

Ce procédé s'est imposé rapidement, grace à la diversité, la souplesse et la sécurité d'exploitation, mais aussi grace aux besoins exprimés par les prestataires (réseaux publics) ou concepteurs (réseaux privés) pour qui cette technique est encore le moyen le plus sûr pour tirer le meilleur parti d'une infrastructure de transmission déterminée et pour assurer le respect du principe d'hétérogénéité qui est la marque des véritables réseaux. En termes d'utilisateurs, les besoins les plus significatifs peuvent être relevés :

- les volumes à transmettre sont très variables suivant les émetteurs, de quelques milliers de caractères à quelques millions, voire des milliards, lorsqu'il s'agit de gros fichiers. Les messages eux-mêmes sont de longueur variable
- le délai de transmission, appelé encore transit, c'est à dire l'intervalle de temps qui sépare l'émission du caractère de sa réception doit être minimale. Il va de quelques dixièmes de secondes pour les applications en temps partagé à quelques secondes pour les transferts de fichiers. Transit à réduire lorsqu'il s'agit de connexion

entre ordinateurs. Par rapport à la commutation des messages on changera les commutateurs qui deviennent des ordinateurs très spécialisés et excessivement rapides, mais aussi les moyens de stockage ('mémoire vive à laplace des disques) :

- la tolérance aux erreurs est également variable.

Dans certains cas, réseaux documentaires par exemple, ces erreurs sont acceptables à condition qu'elles ne viennent pas trop altérer la lisibilité des textes, alors que dans d'autres, du type bancaire, le taux d'erreur doit être quasiment nul pour assurer la fiabilité la plus parfaite aux informations transmises.

En tout état de cause, une grande rigueur est à prévoir;

- les transmissions doivent être simultanées dans les deux sens d'une ligne physique ou virtuelle et établies dans un temps le plus court possible (supprimer l'inconvénient de la commutation de circuits)

- le réseau doit tenir compte du fait que les transmissions sont intermittentes et prévoir de partager les ressources en lignes pour en assurer le plein rendement

- le réseau doit être transparent sur le plan des codes, à la limite du binaire pour les images graphiques ou des dumps de mémoire centrale

- de même; n'importe quel type d'équipement terminal ou ordinateur hôte doit pouvoir être connecté

- la notion de vitesse ne doit pas plus être un obstacle, à la fois par la diversité des vitesses permises (de 110 à 50000 bauds environ) que par le fait qu'un émetteur et un récepteur doivent pouvoir travailler à des vitesses différentes, le réseau, en assurant néanmoins la liaison

le cout, enfin, doit être le plus bas possible.

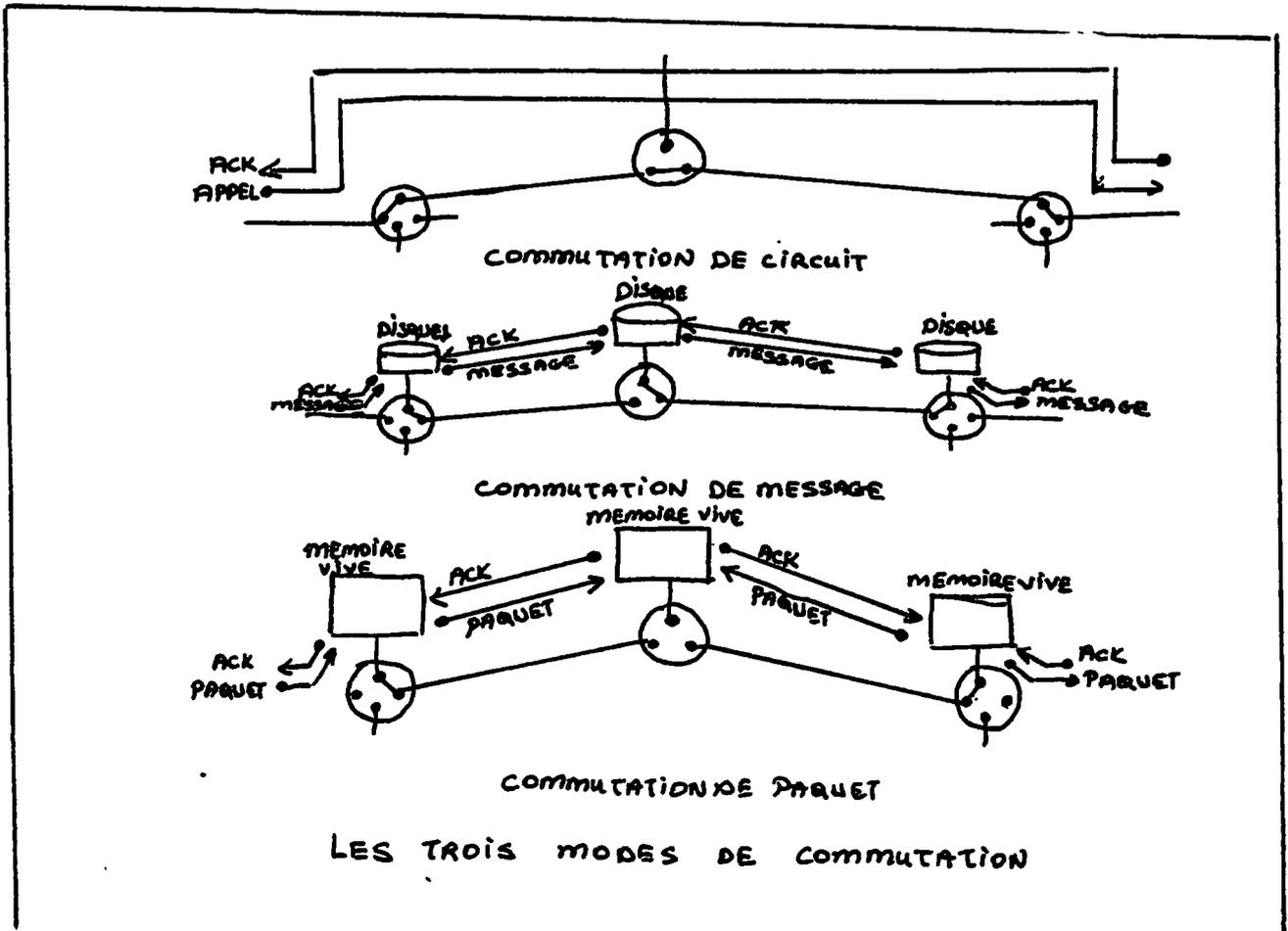
LES PRINCIPES DE LA COMMUTATION DE PAQUETS

Les données transmises sont découpées en paquets de longueur fixe ou variable, mais dont le maximum est fixé une fois pour toutes pour chacun des réseaux, au plus 255 caractères. Si le message à transmettre est plus grand que cette dimension maximale, il est découpé en plusieurs paquets, le nombre maximum de paquets étant lui même fixé (8 chez ARPA). Il y a d'ailleurs dans ce domaine une balance à établir entre les impératifs fixés par la taille des paquets (en somme fonction de l'application) et les délais de transfert qu'il faut minimiser. Ainsi en interactif, les paquets seront-ils de petite taille, le délai de réponse étant le critère fondamentale, alors qu'en transmission de fichiers, les paquets seront volumineux, le débit global de la transmission prenant le pas sur la notion de transit.

Le paquet comporte une en-tête (le "header") qui porte les information de contrôle.

A ce sujet on notera que deux types de services sont aujourd'hui proposés en commutation de paquets : le service virtuel qui implique une procédure d'appel pour l'établissement d'un circuit se caractérise par le partage des lignes entre utilisateurs et le multiplexage de plusieurs communications sur une voie de raccordement. L'ordre des paquets est respecté et un contrôle de flux est assuré de bout en bout sur chaque circuit. De plus les débits émission-réception sont adaptés. Ce service qui est évidemment le plus sophistiqué est autorisé par la grande diversité d'informations portées par le paquet.

Le datagramme qui est le deuxième type de service, par contre est un simple service de transmission de paquets, les messages tenant dans une telle information. Si une succession de messages est émise, chacun d'eux est acheminé sans tenir de l'existence des autres (il n'y a pas de notion d'appartenance à une entité logique). Ils peuvent donc être reçus dans n'importe quel ordre. Le datagramme enfin, ne nécessite aucune procédure d'appel et de libération, mais ne permet pas le contrôle de flux sélectif de bout en bout. En définitive, un service très simple dont les utilisateurs ne se contenteront pas toujours (au moins dans le cadre de prestations publics).



Chaque noeud du réseau effectue un contrôle sur la qualité des paquets reçus.

En cas d'erreur, il n'envoie pas l'accord de transmission au noeud précédent, qui réemet le paquet en question. Ce contrôle implique au niveau du noeud le double emploi des techniques dites de bufferisation et de pipe ling. Du fait du délai de transmission, plusieurs paquets sont émis avant que le premier ait reçu son accord, ce qui explique leur bufferisation (sinon le débit global serait insuffisant) de même un noeud peut très bien envoyer le premier paquet d'un message avant d'envoyer le dernier du précédent. Cela explique que pour un message de P paquets, le délai ne soit plus proportionnel à $P \times N$ (N est le nombre de chemins élémentaires parcourus dans le réseau) mais à $P + N + 1$.

La méthode d'acheminement de l'information à travers le réseau est une autre notion fondamentale de la commutation de paquets. Il en existe deux familles:

- le routage non adaptable et le routage adaptable.

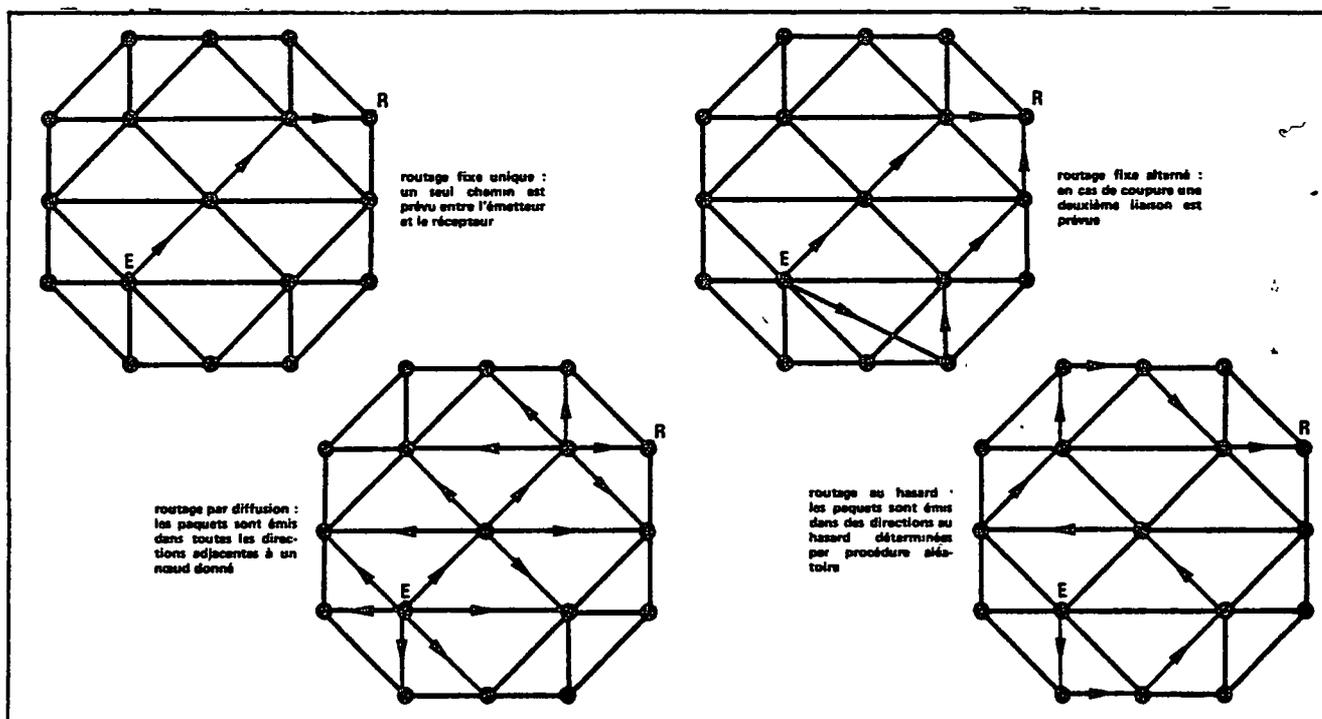
La première famille n'a que peu d'ambition, elle n'implique pas d'essais de réajustement des cas de modification des conditions du réseau, ni d'échange d'informations de routage entre les noeuds, ni même de mesure au niveau de chaque noeud pris individuellement. On en relève diverses variantes :

- routage fixe, alterné, routage par diffusion (ou "flooding") et routage au hasard.

Avec un routage fixe tous les paquets suivent le même chemin prévu à l'avance, suivent donc dans l'ordre et stocké dans une table de routage. Si le routage est unique aucune solution de repli n'est prévue en cas de coupure ou d'encombrement de circuits, s'il est alterné, un ou plusieurs autres chemins fixes lui seront attribués, toujours stockés dans une table qui devient d'autant plus lourde à gérer.

Le routage par diffusion, qui est relativement rare (applications militaires uniquement qui prévoient la destruction d'une partie plus ou moins grande du réseau) consiste à émettre la copie du paquet reçu à un noeud dans toutes les directions adjacentes à celui-ci. A condition de ne pas saturer le réseau on est au moins certain à terme de l'envoyer au bon endroit. Quand au routage au hasard, il revient à émettre le paquet dans une direction choisie au hasard et de compter sur la providence pour qu'il arrive à bon port.

Ces différentes méthodes sont, bien entendu, trop élémentaires pour être appliquées sur des réseaux de grande dimension ou d'une certaine ambition. Elles nécessitent la reconfiguration manuelle des tables de routage, ne sont jamais optimales et rarement efficaces. Leur simplicité explique néanmoins que de nombreux réseaux aient commencé par elles et parfois même continuent à les employer.



LES METHODES DE ROUTAGE NON ADAPTABLES

Le routage adaptable est par contre beaucoup plus sophistiqué et constitue le coeur même de la commutation de paquets. Aucun chemin n'est préféré entre deux noeuds. Celui-ci est déterminé dynamiquement selon le volume du trafic et les conditions du réseau à un moment donné. Ce routage peut être centralisé si un site donné dicte les décisions de routage à l'ensemble des noeuds en cas de changement de conditions, isolé s'il est indépendant par chaque noeud, ou distribué s'il implique une coopération interneoeud et un échange d'informations pour arriver aux décisions de routage. Dans un routage centralisé, les noeuds transmettent à un centre de contrôle de routage (routing control center) les informations nécessaires à une prise de décision. Ces avantages sont indéniables ;

- l'algorithme est facile à comprendre, les noeuds sont soulagés de la charge et du calcul de routage et l'optimum est plus simple à approcher. Il est malheureusement trop lourd à supporter proportionnellement à N^3 (N étant le nombre de noeuds) contre N^2 pour un routage distribué. Si le centre de routage tombe en panne c'est tout le réseau qui s'écroule, hormis les solutions de «back-up» ou de

répartition en plusieurs centres de routage. En routage adaptable isolé, le noeud agit séparément. Il apprend et oublie son environnement (processus heuristique introduit par Baran) et doit compter sur une information indirecte.

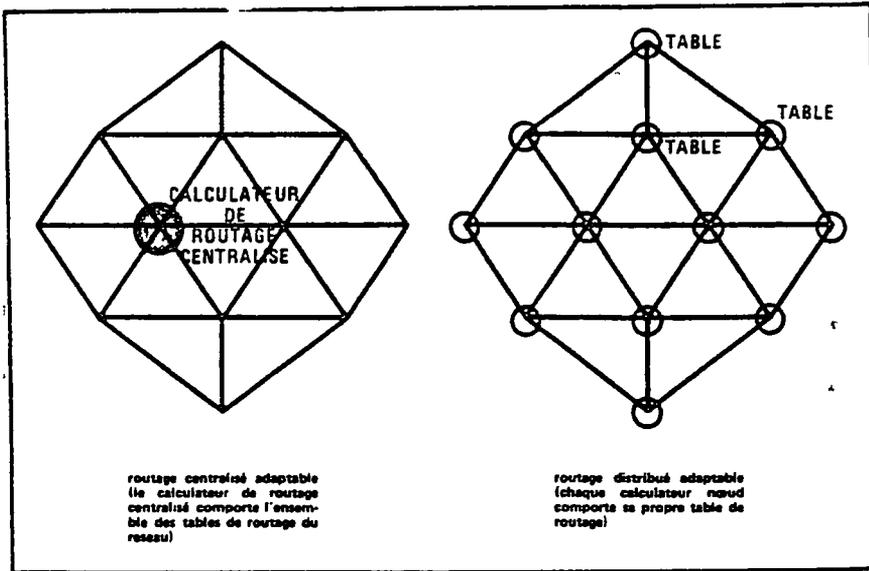
Le routage distribué, enfin, paraît le plus séduisant. Chaque noeud effectue sa propre estimation en tenant compte de l'ensemble des lignes de sorties. Il sélectionne périodiquement la distance minimale pour chaque destination et transmet ces estimations à chacun de ses voisins immédiats. Les noeuds construisent alors leur propre table de routage individuelle, qui par combinaisons donne la table globale du réseau. Ce type d'algorithme est le plus répandu et a maintenant fait ses preuves. Il semble constituer un bon compromis entre la mobilisation d'une partie de l'infrastructure du réseau à des fins de routage et l'approche rigoureuse de l'optimum en matière de délai. Il a toutefois le défaut de réagir lentement aux changements du réseau.

A côté des principales caractéristiques de la commutation de paquets, il faut aussi parler des matériels qui équipent les noeuds. Il s'agit de processeurs spécialisés en commutation qui ont à résoudre un groupe de problèmes bien précis. Ils agissent comme changement de vitesse entre les émetteurs lents et les récepteurs rapides ou réciproquement, ils assurent la conversion des codes et des formats de l'émetteur, en codes et formats compatibles au réseau, ils contrôlent les erreurs pour chaque paquet, ils envoient l'ACK d'acceptation ou réémettent s'ils reçoivent un NACQ indiquant un mauvais passage. Pour répondre à ces besoins et assurer un débit suffisant, il est donc indispensable que les processeurs de commutation soient extrêmement rapides. Ils constituent les véritables goulets d'étranglement du réseau et doivent être, de ce fait, dotés des dispositifs les plus efficaces:

- mémoire rapide et de taille suffisante, hauts débits d'E/S, système d'interruption grande vitesse, faible recouvrement du système de gestion des tâches. Les vitesses de commutation que l'on peut ainsi espérer atteindre sont de l'ordre de 5 à 600 k-bits/seconde, voire plusieurs mégabits/seconde.

Malgré cela il peut encore se poser des problèmes de congestion. Il peut arriver qu'un réseau ou au moins l'une de ses régions soit saturée «maladie» contre laquelle nous n'avons alors que peu de moyens de lutte.

Moyens préventifs qui consistent à réguler localement le flux des paquets chez l'utilisateur et à refuser le dépassement d'un certain flux sur chaque noeud ou globalement quand le nombre total de paquets du réseau est limité et que l'on attribue une sorte de droit d'entrée dans le réseau, les droits étant répartis entre les autocommutateurs en fonction du trafic présumé.



**LA REPARTITION DES TABLES DE ROUTAGE DANS LE
CAS DE ROUTAGES ADAPTABLES**

B - 6 LES SATELLITES

Les satellites sont les nouveaux supports de transmission et connaissent un développement spectaculaire. Comme support de transmission, ils doivent être considérés comme un complément des autres supports (liaisons par câble)

Le besoin se sentait à cause de la manque de fiabilité et de la largeur de bande des liaisons téléphoniques par câble et ce besoin a conduit à la recherche des nouveaux supports et des nouveaux modes de transmission entièrement numériques et non plus analogiques. C'est dans ce contexte qu'il faut voir l'avènement des liaisons par satellites.

Les satellites sont d'abord utilisés pour les réseaux de télévision et de téléphonie. Le développement de ces réseaux qui ont nécessité de multiples lancements et l'amélioration des techniques, ont abouti; en sous produits, à la transmission de données.

Une liaison par satellites peut parfaitement convenir pour la téléphonie, les transmissions de données, le telex, la télévision ou la radio et divers services annexes dérivés, qui bénéficient de sa puissance intrinsèque :

- largeur de bande et vitesse

B - 6. 1) LES TECHNIQUES DE L'EVOLUTION

Après une courte hésitation entre l'orbite de défilement et l'orbite géostationnaire, à cause de l'éloignement de ce dernier qui pouvait causer des inconvénients graves en raison des puissances à mettre en jeu et du délai (0,25 seconde) que demanderait l'aller et retour d'un signal, l'orbite géostationnaire est retenue par le système Intelsat qui est américain. Les américains étant les premiers clients du trafic intercontinental et possédant à la fois la technologie nécessaire pour construire d'excellents satellites et des fusées pour les lancer tiennent le monopole des communications via l'espace.

Le premier type de satellites était Intelsat I. Il y a eut un seul lancement de ce type :

- Le satellite Early Bird qui relia l'Amérique et l'Europe, entre Mai 1965 et Juillet 1970, grâce à ses 36 circuits bidirectionnels. Les Intelsat II ont une capacité de 240 circuits, la formule d'accès multiples. Depuis, il y a eut le lancement de Intelsat III et IV, et avec ce dernier, en 1975, la capacité totale en service atteint 17800 circuits :

- 11200 au dessus de l'Atlantique, 3700 au dessus de l'Océan Indien, 2900 au dessus du Pacifique.

Mais le nombre de circuits est vite jugé insuffisant. En plus comme ils étaient légers donc de puissance limitée, on était obligé à construire des antennes géantes pour leur réception. Depuis

1975, des améliorations ont été augmenté. Le nombre de circuits augmente, la gamme de fréquences s'élargit :

- il s'agit de travailler non plus dans la bande 4 - 6 gigahertz mais dans les bandes 11 - 14 ou 20 - 30 GHZ, voire dans l'ensemble de ces fréquences. De plus les satellites sont très bien stabilisés, ce qui entraîne la possibilité de les doter d'antennes très directionnelles, de manière à concentrer les émissions en faisceaux étroits dirigés uniquement sur les régions à desservir. D'où la diminution des tailles des stations de réception. Et enfin, pour augmenter le nombre de circuits dans une bande, on sait maintenant utiliser séparément les deux polarités (droite et gauche) d'une onde et d'autre part on dispose des nouvelles techniques de modulation.

Les satellites de la nouvelle génération vont entrer en service vers 1985. Dès 1990, le nombre de circuits Intelsat va être voisin de 200.000. Le projet Intelsat IV prévoit des satellites de 1100kg avec une capacité de 100.000 circuits.

On ne va pas parler de la technique du satellite lui-même qui est aussi en pleine évolution

B - 6. 2) LES UTILISATIONS

Le principal intérêt des satellites est de fournir des canaux de transmission sur de longues distances, téléphoniques ou telex, sans que ce facteur de distance soit déterminant pour l'évaluation de leur coût, au moins au plan de la conception.

On peut estimer qu'ils servent à 90% au téléphone et telex, les 10% restant se partagent entre la transmission de données et la télévision

Au départ, c'est au téléphone intercontinental que les satellites ont servi, à la fois parce que l'espace était avantageux et parce qu'il n'y avait pas d'autres moyens de faire face à la demande des usagers. La caractéristique de ce système est de n'exiger que quatre satellites pour tout le trafic téléphonique mondial :

- deux satellites au-dessus de l'Atlantique, un au-dessus du Pacifique, un au-dessus de l'Océan Indien. Pour la sécurité d'un trafic qui ne saurait souffrir d'interruption, ils sont disponibles en beaucoup plus grand nombre.

En matière de téléphonie, de radio ou de télévision les problèmes ne sont pas très différents qu'il s'agisse de satellites ou d'émissions hertziennes classiques. Par contre si l'on aborde les transmissions de données, les applications imposent de tels critères de fiabilité et de rapidité, que les techniques employées doivent être choisies avec le plus grand soin.

Pour un canal de satellite, le taux d'erreur est une fonction de la technique de la modulation employée, des interférences possibles entre différents symboles, dus aux bruits et aux distorsions diverses, de la puissance d'émission etc...

Il est difficile d'atteindre les taux d'erreurs de 10^{-7} à 10^{-10} qui ont cours habituellement, sans utiliser des techniques de détection et de correction, du type ARQ (Automatic Repeat Request) ou FEC (Forward Error Correction).

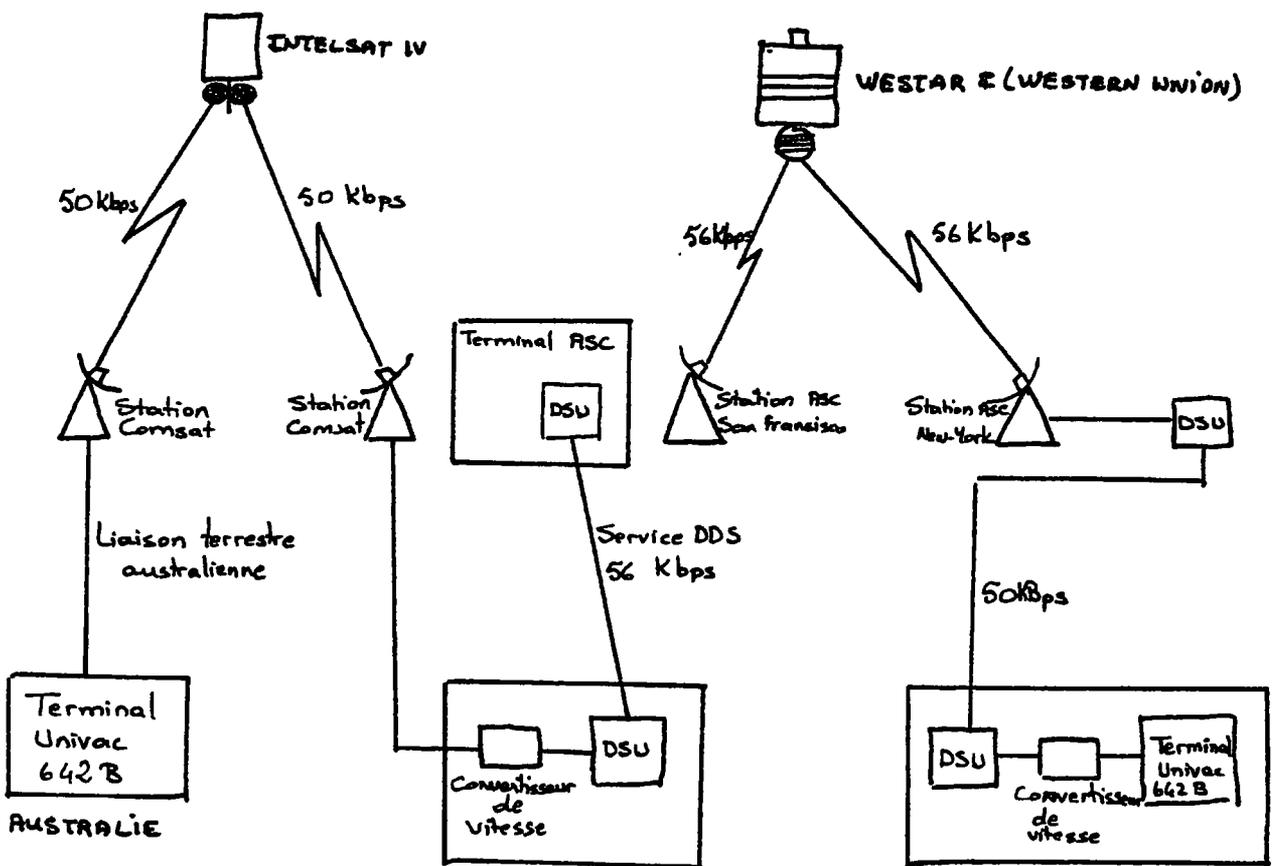
Le choix d'une technique de modulation est influencé par considérations de puissance du système, de largeur de bande et de qualité de liaison.

L'accès multiple demandé pour la transmission de données est lié au concept de multiplexage temporel ou de fréquence.

Parmi les avantages d'une liaison par satellite pour transmission de données, grâce à la possibilité de prévoir des canaux de fort débit, jusqu'à plusieurs dizaines de Megabauds, on peut citer la possibilité de transfert des grands fichiers.

B - 6. 3) UN EXEMPLE D'UTILISATION POUR LA TRANSMISSION DES DONNEES

La NASA, pour qui s'est posé un problème particulier de transmission de données intercontinentales, nous fournit un excellent exemple de réseau, configuré en partie à l'aide de liaison par satellites. Il s'est agi pour elle de mettre en place une infrastructure logique de liaisons permettant à deux terminaux Univac 642 B d'émettre et de recevoir entre le Goddard Space Flight Center de Greenbelt et un site localisé en Australie.



Le schéma précise cette organisation :

- émission à 50 Kbps depuis le terminal Univac (Australie)
- acheminement par le réseau terrestre de «l'Australian Télécommunications Commission» vers une station terrestre de la Comsat;
- transmission analogique depuis la station Comsat vers un satellite Intelsat IV du réseau international de télécommunications;
- émissions toujours analogiques depuis ce satellite, vers une autre station Comsat, située en Californie;
- transmission vers un DSU de ATT (Data Service Unit), avec au préalable conversion de vitesse de 50 à 56 Kbps;
- acheminement par le réseau digital DDS (Dataphone Digital Service) à 56 Kbps vers un autre DSU (terminal ASC);
- transmission et conversion digitale/analogique, vers une station terrestre ASC de la côte Ouest;
- émission vers le satellite Westar I de ASC (56 Kbps) et ré-émission vers une station terrestre ASC de la côte Est, à New-York;
- acheminement par l'intermédiaire de deux unités DSU et conversion de vitesse en 50 Kbps pour aboutir au terminal Univac.

Hormis l'intervention de deux liaisons satellites, une par Intelsat IV et l'autre par Westar I, on remarquera l'emploi des circuits terrestres digitaux synchrones et la combinaison des transmissions digitales et analogiques.

La complexité de l'exemple ne parait pas entraîner de délais dans la transmission. Ce qui s'explique peut-être par l'application :

- exclusivement des données (les retards ne sont pas significatifs) et le protocole de transport par paquets spécifiques à la NASA.

B - 6. 4) LES UTILISATEURS DU SYSTEME SYMPHONIE

Le système de télécommunication par satellite Symphonie est le fruit d'un programme de développement Franco-Allemand, mené dans le cadre d'une convention signée en Juin 1967 par les deux gouvernements.

Les deux satellites construits dans le cadre du projet ont été lancés par les Américains, en Décembre 1974 et en Août 1975. Ces deux satellites de communication sont des engins de capacité réduite, assimilables aux satellites Intelsat de la phase 1968 à 1975. Comme les Symphonies ne pouvaient être utilisés pour des applications commerciales, cette faible capacité n'a pas beaucoup d'inconvénients. En effet, les Américains ont accepté de les lancer qu'à condition de ne pas les commercialiser. Le projet de la Fusée Ariane est en route

et ceci va permettre aux Européens de lancer tout satellite à leur guise.

Chaque satellite est équipé de deux récepteurs à large bande (90 MHz) de façon à couvrir la totalité de la bande de 500MHz allouée dans la gamme de 4 - 6 GHz.

C - 2. 2) EURONET

Le réseau EURONET est un réseau spécialisé de transmission de données dont la réalisation a été confiée par la Commission des Communautés européennes aux administrations des P.T.T. des neufs pays membres qui en assureront l'exploitation. Basé sur la technique de commutation de paquets et plus particulièrement sur la technologie du réseau TRANSPAC, il a pour vocation première de permettre l'accès en temps réel des utilisateurs européens aux bases de données scientifiques, techniques et socio-économiques situées dans ces neufs pays.

Ce réseau sera probablement étendu, dans une deuxième phase, à d'autres pays européens.

Sa mise en service est prévue pour la mi-1979.

Structure du réseau

EURONET comporte dans une première phase et dès sa mise en service :

- quatre centres de commutation à FRANCFORT, LONDRES, PARIS et ROME,
- cinq points d'accès distants équipés de multiplexeurs temporels à AMSTERDAM, BRUXELLES, COPENHAGUE, DUBLIN et LUXEMBOURG,
- un centre de gestion situé à LONDRES,
- des liaisons entre les quatres centres de commutation et entre ces centres et les points d'accès distants,
- des liaisons d'accès au réseau, pour la connexion des terminaux, comprenant une ou plusieurs lignes et les modems associés.

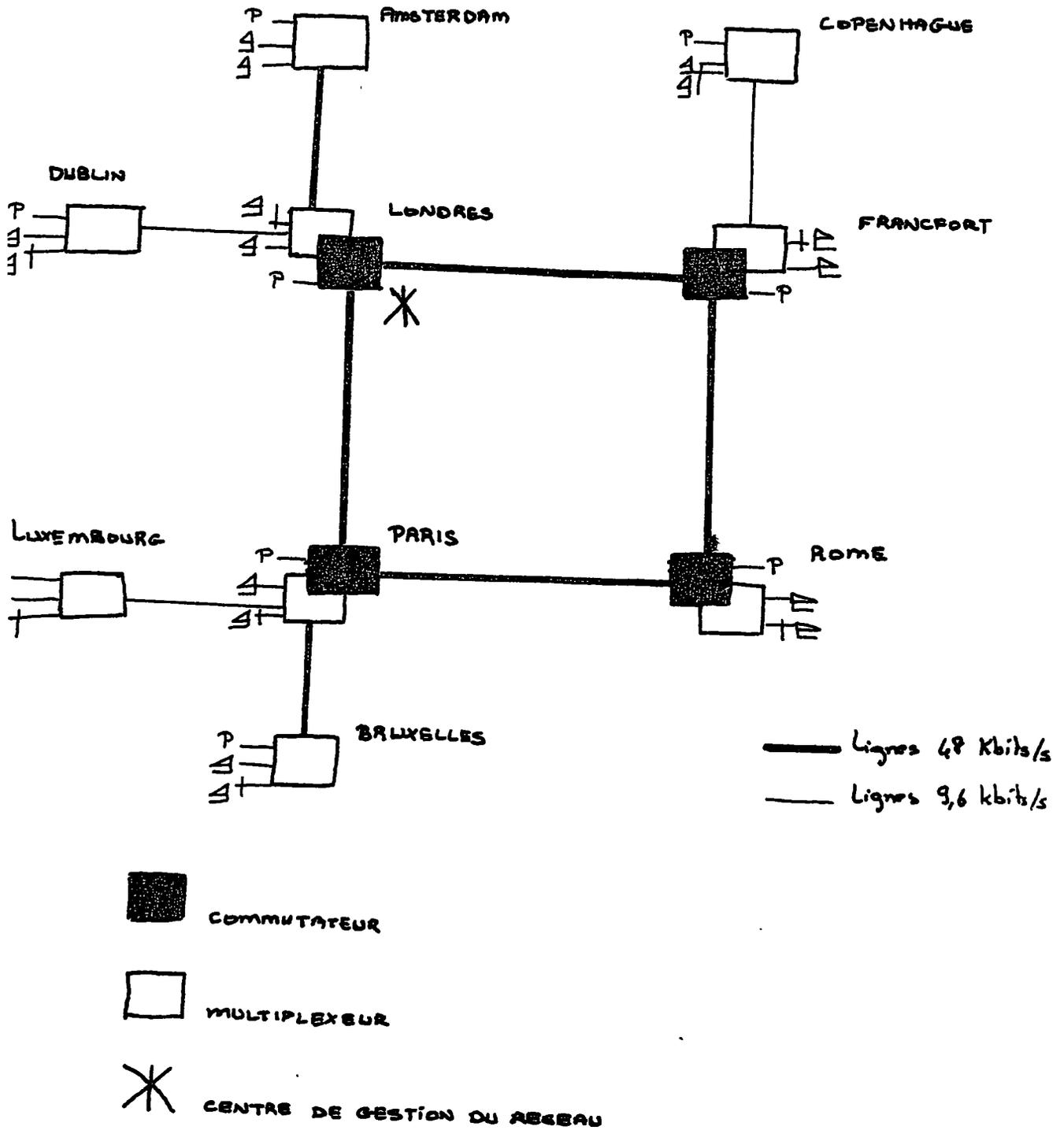
Accès au réseau

En France :

- dans une première phase, de caractère transitoire, l'accès au réseau pourra se faire :

- . par le réseau téléphonique commuté
- . par raccordement direct au moyen des lignes spécialisées

- dans une deuxième phase, prévue pour fin 1979, l'accès au réseau se fera de manière générale par TRANSPAC.



CONFIGURATION DU RESEAU EURONET
EN 1979

C - LES RESEAUX DE TRANSMISSION PAR COMMUTATION DE PAQUETS

C - 1) HISTORIQUE

Je vais énumérer quelques dates importantes dans l'évolution des réseaux de transmission par commutation de paquets.

Les premiers concepts sont établis par BARAN en 1960. Mais le premier réseau a vu le jour en 1968 par le lancement de ARPA aux Etats-Unis par L. Roberts. ARPA était un réseau privé très limité pour applications scientifiques. En 1971, on y a introduit des TIP qui joue un rôle de concentrateur de terminaux et le raccordement des utilisateurs est devenu possible. Maintenant il couvre le territoire des Etats-Unis et se prolonge à HAWAI et à Londres en utilisant des liaisons par Satellite.

Les premières études en France se sont faites, en 1972 sur RCP et sur Cyclades qui sont devenues opérationnelles en 1975. La même année, aux Etats-Unis on lançait le premier réseau de commutation par paquets : Télénét. A la fin de l'année 1975, on annonçait, en France, des spécifications de TRANSPAC.

Et depuis 1976, on voit le réseau public DATAPAC au CANADA.

C - 2 . QUELQUES RESEAUX

C - 2. 1) CYCLADES ET CIGALE

IRIA

Le réseau CYCLADES résulte d'une suite d'études entreprises depuis 1970 dans le cadre du Comité de Recherche en Informatique. C'est un projet pilote destiné à expérimenter en vraie grandeur le fonctionnement, l'utilisation et l'exploitation d'un réseau général d'ordinateurs principalement axé sur le partage des bases de données.

Le projet est lancé en début de l'année 1972. En Juin 1973 les premières communications inter-ordinateurs sont établies. L'introduction de la commutation de paquet avec 1 noeud fut en Octobre 1973. En Avril 1974 on voit, 9 ordinateurs raccordés et la commutation de paquets avec 6 noeuds. En Juin 1974 on introduit les concentrateurs de terminaux qui sont des MITRA 15 et l'utilisation réelle du réseau débute en Janvier 1975.

Autant que possible CYCLADES utilise des normes reconnues lorsqu'elles existent (CCITT, ISO, ECMA). De même que l'on désire interconnecter des ordinateurs, les réseaux n'auront de sens que s'ils sont interconnectables. Cette préoccupation a été introduite dans CYCLADES dès l'origine de façon à pouvoir se raccorder aux réseaux.

Le réseau CIGALE est un réseau de commutation de paquets. Vu des ordinateurs de CYCLADES, le réseau CIGALE est un boîte noire réduite à une fonction élémentaire, le transport de paquets. CIGALE est formé de noeuds MITRA 15 et de lignes téléphoniques. Il est en liaison avec ROME (Agence Spatiale Européenne), LONDRES (National Physical Laboratory) et ZURICH (réseau Européen EIN). La liaison avec le CANADA est envisagée à travers le satellite Franco-Allemand SYMPHONIE. Il est conçu pour être un outil général de transport d'information et facilement connectable avec d'autres réseaux.

FONCTIONS DE CIGALE

Des fonctions d'aide à la mise au point et d'assistance à l'exploitation sont incluses dans le réseau, par exemple écho de paquets, trace d'acheminement, télé-surveillance. Chaque noeud être être rechargé individuellement à travers le réseau depuis un centre de surveillance où s'accumulent les statistiques de trafic et les signalisations d'anomalies.

Le routage des paquets est adaptatif. Il y a des clés de contrôle par paquet pour détecter les erreurs de transmission et de rémettre les paquets abimés ou perdus en ligne.

INTERFACE DE CIGALE

Le raccordement à un noeud utilise un ligne de transmission PTT ou privée exploitée en mode synchrone à une vitesse normalisée : 2400, 4800, 9600, 19200 bits/s avec l'interface V 24 ou bien à

48 K bits/s avec l'interface V 35. Tout ordinateur muni d'un logiciel standard de constructeur peut être connecté directement à CIGALE sans aucune modification. Les échanges d'informations avec CIGALE s'effectuent simplement sous forme de paquets : en-tête (96 bits), texte (0 à 2040 bits). Aucun code n'est imposé car le réseau est transparent à une suite quelconque de bits. Tout paquet remis à CIGALE est simplement acheminé au destinataire.

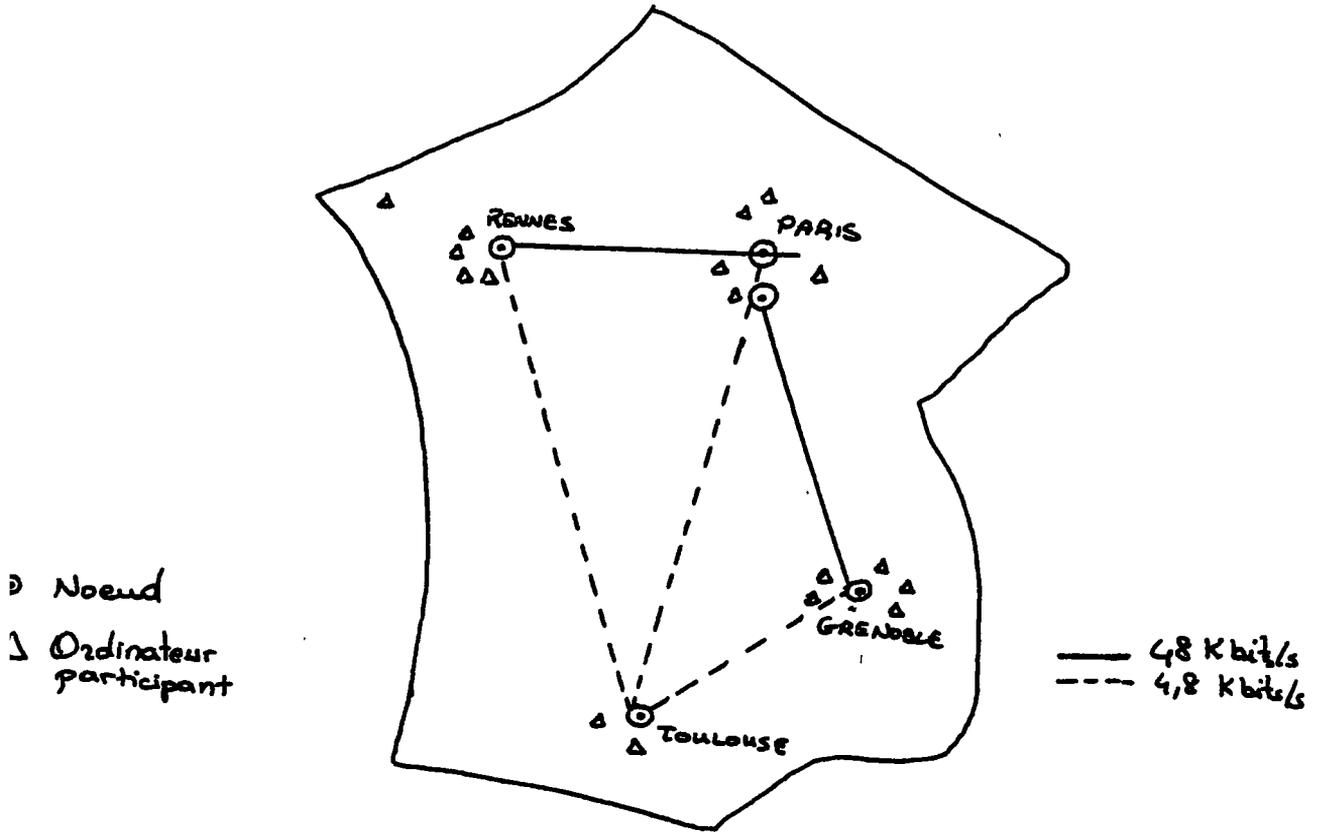
Un ordinateur peut être raccordé à un ou plusieurs noeuds de CIGALE, ce qui autorise une grande souplesse pour la répartition de la charge du trafic et une très grande fiabilité.

ADRESSAGE

Une destination dans CIGALE est indépendante de la topologie du réseau. S'il peut y avoir plusieurs lignes pour atteindre un destinataire sur une même ligne. L'en-tête de paquet comprenant aussi un numéro de réseau, on peut acheminer à travers CIGALE des trafics inter-réseaux, sans avoir à connaître des destinataires finales.

CONNEXION DES TERMINAUX

Il peut paraître que CIGALE est limité aux échanges inter-ordinateurs. En fait, la seule réelle contrainte est que l'équipement connecté présente une interface paquet. Ceci est précisément le cas des terminaux intelligents à logique de connexion programmable. Par contre, les terminaux en mode caractère seront en général connectés par l'intermédiaire d'un concentrateur qui peut être un mini ou un micro-processeur.



RESEAU CYCLADES: 16 ordinateurs participants,
6 type d'ordinateur
8 systèmes d'exploitation

Services offerts

Les services d'Euronet reposent sur l'utilisation du circuit virtuel. Il s'agit d'une relation établie à travers le réseau entre deux abonnés et permettant la transmission de séquences de données sans restriction de longueur ni de nature.

Un circuit virtuel peut être commuté ou permanent.

Avec les circuits virtuels, il y a la possibilité d'échanges simultanés, dans les deux sens, de suites de paquets constituant des messages de longueur quelconque. L'ordre dans lequel les paquets sont émis est préservé dans le réseau. Le rythme de prise en charge des paquets par le réseau est réglé en fonction de la progression des paquets qui précèdent. Ce mécanisme permet d'adapter la vitesse d'émission d'un ordinateur à la vitesse maximale de réception du terminal destinataire. Il protège les utilisateurs contre les risques éventuels d'une saturation qui serait provoquée par le comportement anormal d'un utilisateur.

L'utilisation de l'accès multivoie permet à l'utilisateur raccordé au réseau EURONET par une seule ligne d'accès d'établir simultanément plusieurs communications virtuelles et/ou plusieurs circuits virtuels permanents.

Afin d'assurer la protection des systèmes et des fichiers internes des sociétés, l'établissement des communications virtuelles peut être restreint à un groupe d'utilisateurs pouvant de plus avoir l'option d'accès à des abonnés tiers ainsi que la qualité de membres d'autres groupes d'utilisateurs.

Types de communications possibles

APPELE		ETTD.P (X 25)		ETTD.C	
		Raccordement direct (LS)	Raccordement direct (LS)	réseau téléphonique	
APPELANT	ETTD.P (X 25)	Raccordement direct (LS)	oui	oui	non
	ETTD.C	Raccordement direct (LS)	oui	non	non
		Réseau téléphonique	oui	non	non

ETTD.P : équipement terminal de traitement de données (ordinateur ou terminal) fonctionnant en mode paquet.

ETTD.C : équipement terminal de traitement de données fonctionnant en mode caractère.

LS : ligne spécialisée.

Actuellement, il n'est pas prévu de permettre les communications entre terminaux en mode caractère.

Systeme de tarification

Trois éléments vont définir la tarification :

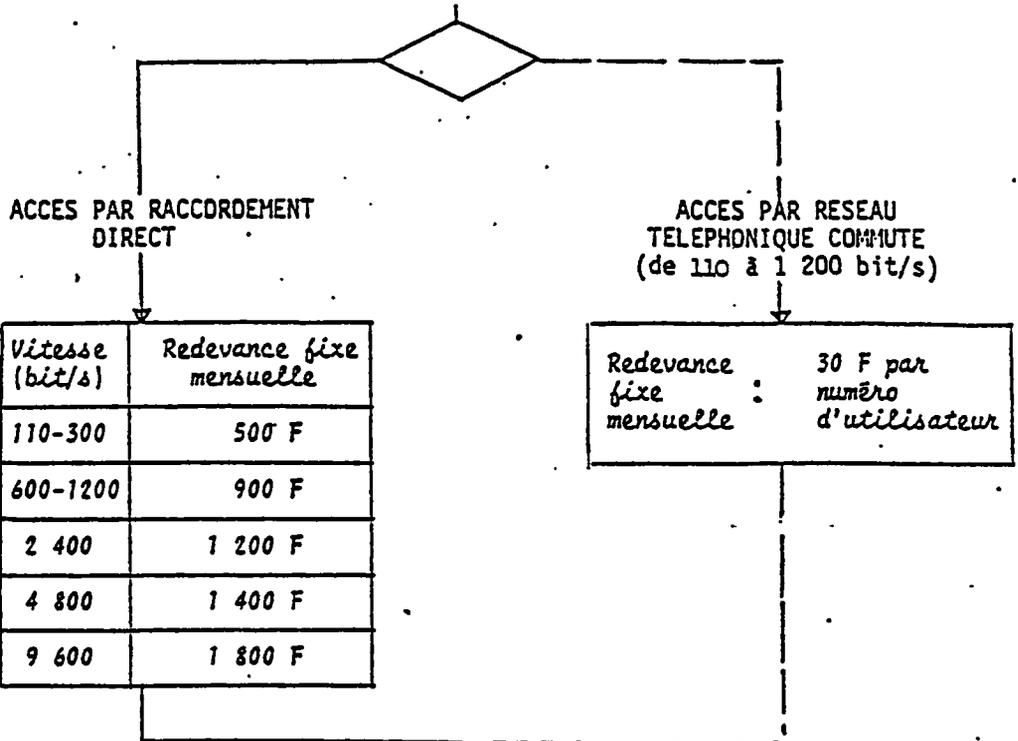
a) une "taxe de connexion" au réseau (ou taxe d'installation) payable en une seule fois. Cette taxe est perçue en cas de raccordement direct au réseau par ligne spécialisée. Elle couvre l'installation du modem chez l'abonné pour les vitesses supérieures à 300 bits/s. Elle ne sera pas perçue dans la phase II dans le cas d'abonnés raccordés directement à TRANSPAC.

b) une redevance fixe mensuelle qui est fonction du mode d'accès au réseau et, en cas de raccordement direct, fonction de la classe de vitesse de la ligne terminale de l'utilisateur. Elle couvre l'ensemble des moyens mis à la disposition de l'abonné pour accéder directement au réseau. Cette redevance est confondue avec la taxe d'abonnement TRANSPAC en cas de raccordement direct à TRANSPAC.

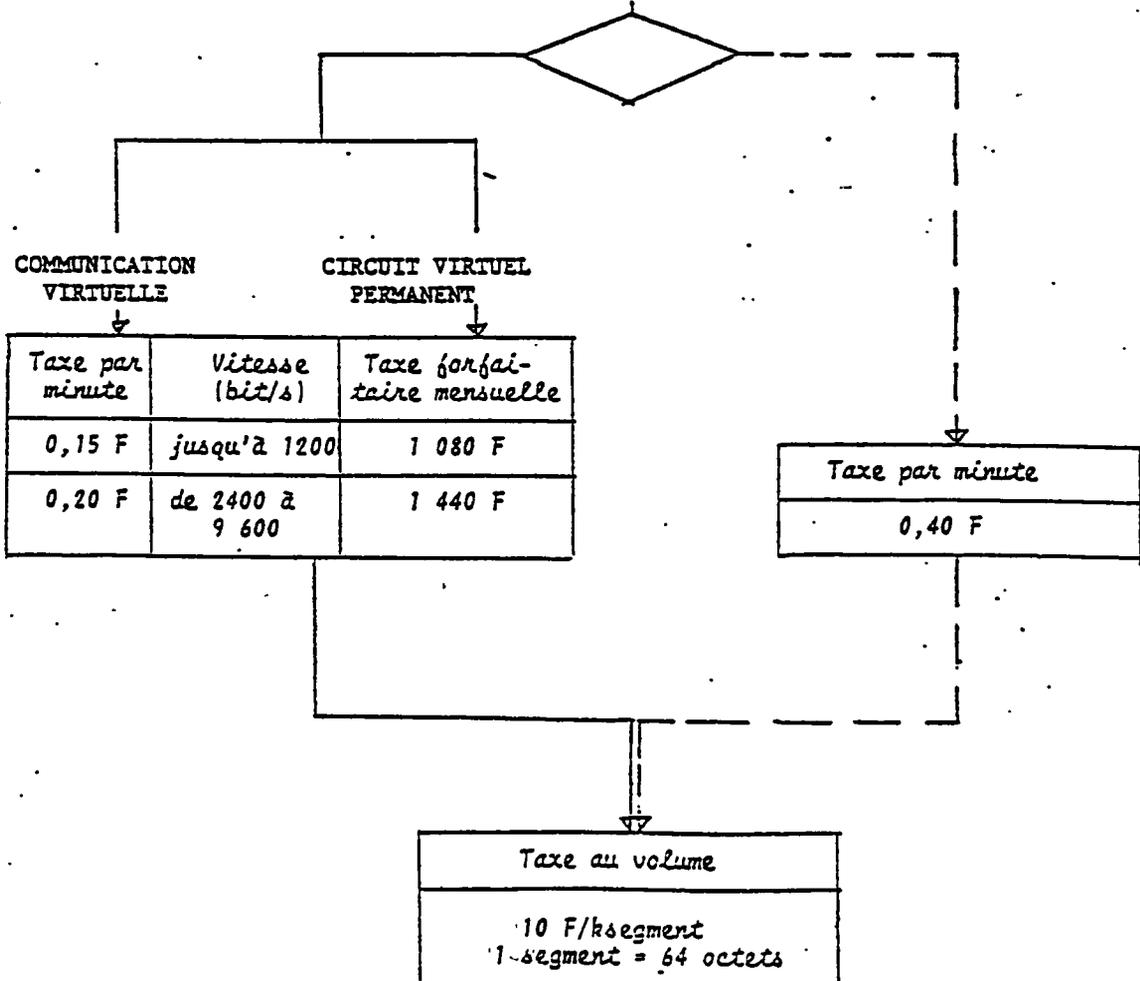
c) des taxes d'utilisation liées d'une part au volume d'informations transmises dans les deux sens, et, d'autre part, à la durée de la communication dans le cas d'un service de communications virtuelles. Les taxes d'utilisation sont indépendantes de la distance entre les portes d'entrée au réseau et du mode d'accès en France au réseau EURONET.

PHASE 1 : PHASE TRANSITOIRE

REDEVANCES FIXES MENSUELLES



TAXES D'UTILISATION



PHASE II : ACCES PAR TRANSPAC

REDEVANCES FIXES MENSUELLES

ACCES PAR RACCORDEMENT DIRECT

Vitesse (bit/s)	Redevance fixe mensuelle
110 - 150 200 - 300	330 F
600	690 F
1 200	730 F
2 400	810 F
4 800	850 F
9 600	950 F
48 000	15 000 F

ACCES PAR RESEAU TELEPHONIQUE COMMUTE (de 110 à 1 200 bit/s)

Redevance fixe mensuelle : 30 F par numéro d'utilisateur

TAXES D'UTILISATION

COMMUNICATION VIRTUELLE

Taxe par minute	Vitesse (bit/s)	Taxe forfaitaire mensuelle
0,15 F	jusqu'à 1200	1 080 F
0,20 F	de 2400 à 9 600	1 440 F
0,50 F	48000	3 600 F

CIRCUIT VIRTUEL PERMANENT

Taxe par appel 0,47 F

+

Taxe par minute 0,40 F

Taxe au volume

10 F/ksegment
1 segment = 64 octets

Tarifs en période de faible trafic

<i>Reductions aux heures creues</i>	<i>Taxe à la durée</i>	<i>Taxe au volume</i>
<i>Jours ouvrables 19h - 7h GMT</i>	<i>20%</i>	<i>33,33%</i>
<i>Samedi et Dimanche</i>	<i>20%</i>	<i>33,33%</i>

Taxation pour un accès multivoie

il est appliqué une taxe forfaitaire fonction du nombre de voies logiques demandées :

- première voie logique : gratuite
- par voie logique supplémentaire : 10 F par mois.

C - 2. 3) TRANSPAC

La mise en place du nouveau réseau de transmission de données TRANSPAC, dont l'ouverture est prévue en juin 1978, répond au double souci de l'administration des P.T.T. de faire face au développement très rapide du marché de la téléinformatique et d'offrir un service adapté aux nouveaux besoins, liés en particulier à la diversification des échanges et à l'apparition de l'informatique répartie.

Accès au réseau

Deux modes d'accès sont prévues : paquet et caractère. L'accès à Transpac en mode paquet comporte trois niveaux parfaitement hiérarchisés : niveau physique, niveau trame et niveau paquet.

. le niveau physique est celui de la liaison permanente de raccordement et de la fonction entre le modem fourni par Transpac et l'équipement utilisateur

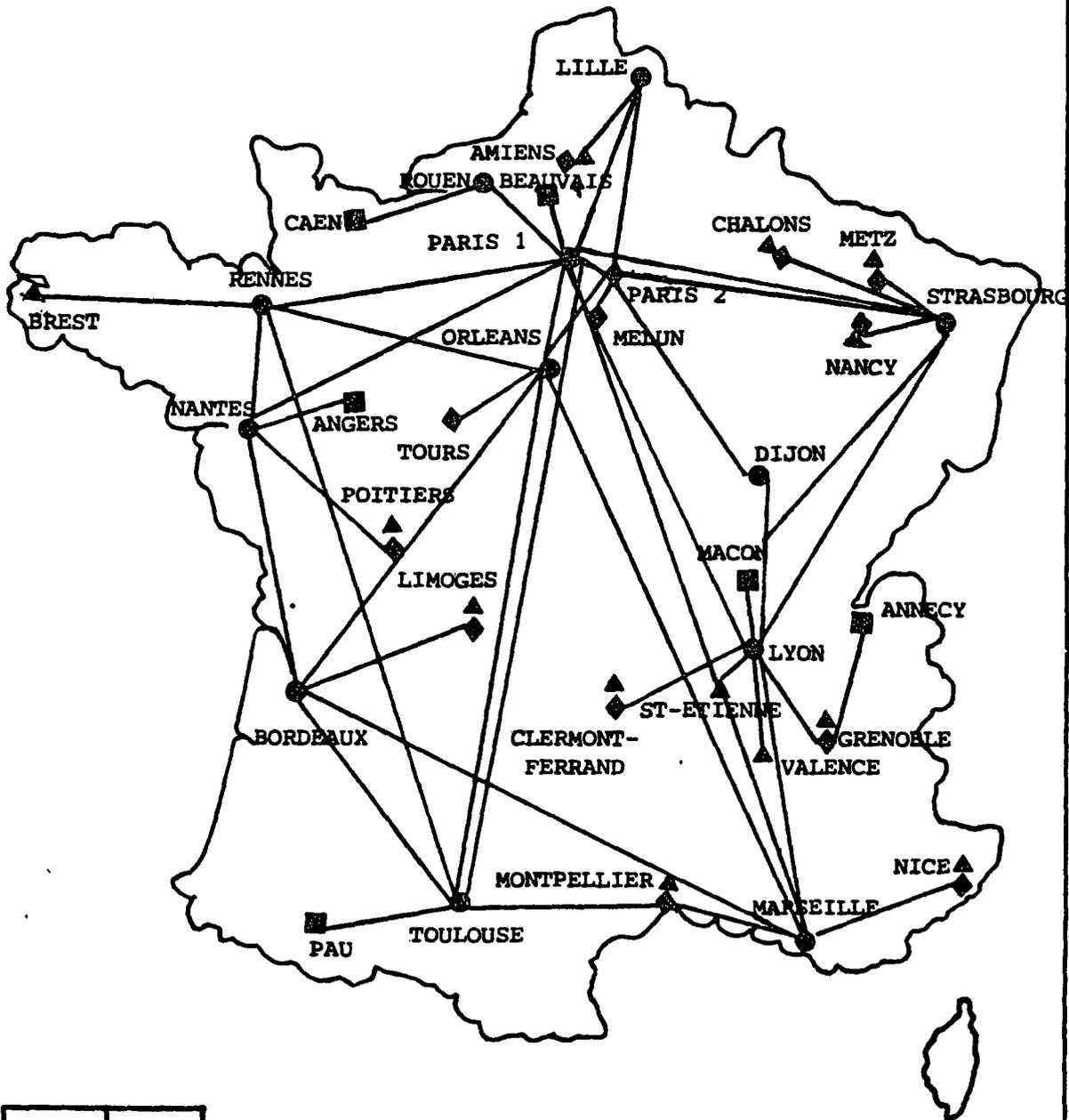
. le niveau trame comporte deux variantes, LAP (link Acces Protocol) qui est une procédure point à point et multiligne. La procédure LAP est fondée sur les principes des nouvelles normes HDLC. La structure HDLC est orientée bit, et par nature, très différente des trames orientées "caractères", ce qui a entraîné l'apparition de coupleurs spécifiques HDLC.

. le niveau paquet est celui de la gestion des circuits virtuels, l'essence même du réseau, là où le service de transmission séquentielle du niveau trame est transformé en un service gestion d'un ou plusieurs circuits virtuels.

Les terminaux légers, dits "arythmiques" ou asynchrones peuvent être connectés à TRANSPAC en mode caractère. Le réseau fournit alors un service de conversion caractère-paquet, le PAD (Packet Assembly Desassembly) qui est défini par les avis X3, X28 et X29 du CCITT qu'on va pas développés.

Il y a deux façons de se raccorder à Transpac : par adaptation interne ou externe. Dans le premier cas, l'équipement est modifié de telle façon qu'il devient compatible avec la procédure Transpac. Dans le second une "boîte noire" est ajoutée, qui se charge de la mise à niveau, sans modifier quoi que ce soit à la structure matérielle et logicielle de l'équipement à raccorder.

TRANSPAC EN 1978 ET 1980



1978	1980	
●	◆	COMMUTATEURS
▲	■	AUTRES POINTS D'ACCES
		CANAUX RAPIDES (au moins 2 canaux à 72 000 bits)

L'accès au réseau peut se faire avec :

- des liaisons spécialisées permanentes
- des canaux Transplex
- des liaisons traditionnelles commutées.

Services offerts.

Le Service TRANSPAC est destiné à satisfaire la plus grande partie des besoins de transmission de données :

- la gamme des débits proposés s'étendra de 50 à 48.000 bits/s
- les performances et le mode d'utilisation de service s'adapteront à toutes les catégories d'applications téléinformatiques : applications conversationnelles, télétraitement par lots, transmission de message, inter-connection d'ordinateurs pour le transfert de fichiers ou le partage de ressources
- le service sera accessible en tout point du territoire métropolitain.

Les Services de TRANSPAC seront fournis sur la base du circuit virtuel qu'on a développé dans la partie réservée à EURONET.

Il sera également offert sur TRANSPAC un service de datagrammes, ou courts messages de données acheminés par le réseau indépendamment les uns des autres. Ce service, considéré comme complémentaire du service de circuits virtuels, est caractérisé par la possibilité que les datagrammes ne soient pas remis au destinataire dans l'ordre dans lequel l'émetteur les a confiés au réseau.

Structure du Réseau.

Les commutateurs sont reliés par un réseau fortement maillé de liaisons à haut débit.

Les terminaux synchrones sont raccordés :

- directement sur les commutateurs s'ils sont à proximité et s'ils utilisent le protocole standard TRANSPAC
- par l'intermédiaire d'unités de raccordement locales qui assurent la conversion de protocole s'ils utilisent un protocole non standard
- sur des unités de raccordement distantes qui jouent le rôle de concentrateur, s'ils sont éloignés des commutateurs.

Les terminaux asynchrones sont raccordés sur des multiplexeurs qui peuvent être locaux ou distants.

Système de tarification.

L'utilisation du service TRANSPAC donnera lieu à :

- une taxe de raccordement
- un abonnement mensuel couvrant l'ensemble des moyens d'accès au réseau : liaison de raccordement, modems, porte d'entrée sur le commutateur ou unité de raccordement.
- une taxe dépendant du volume de données transmises
- dans le cas des circuits virtuels commutés, une taxe dépendant de la durée de communication.

Types de communications possible .

Tous les produits connectables à TRANSPAC ont en commun :

- le fonctionnement en duplex intégral
- la jonction V24
- le code ASCII sur 8 bits
- le mode caractère
- l'écho local ou distant pour les visus et les téléimprimeurs

En d'autres termes, tout terminal qui présentent ces caractéristiques peut se connecter sans adaptation, ni réglage à TRANSPAC.

Pour l'instant, il y a deux modes de fonctionnement :

- PAD à PAD (PAD du réseau ou PAD déporté sur une adaptation externe)
- un ordinateur paquet, actuellement limité à la procédure compatible télétype.

TARIFICATION DU SERVICE TRANSPAC
(à compter du 15 septembre 1978)

ACCES AU RESEAU (pour chaque équipement)

ACCES DIRECT

Vitesse (bit/s)	Abonnement mensuel
110-150 200-300	330 F
600	690 F
1 200	730 F
2 400	800 F
4 800	850 F
9 600	950 F
19 200	1 050 F
48 000	5 000 F

ACCES PAR RESEAU TELEPHONIQUE OU TELEX

Taxes propres au réseau téléphonique ou télex : consulter les notices de ces services.

RELATIONS ENTRE ABONNES (pour chaque relation)

ENTRE DEUX ABONNES TRANSPAC

CIRCUIT VIRTUEL COMMUTE

Taxe par minute	Vitesse (bit/s)	Forfait mensuel
0,01 F	110 à 1 200	108 F
0,02 F	2 400	216 F
0,03 F	4 800	324 F
0,04 F	9 600	432 F
0,08 F	19 200	864 F
0,20 F	48 000	2 160 F

CIRCUIT VIRTUEL PERMANENT

ENTRE UN ABONNE TRANSPAC ET UN ABONNE TELEPHONIQUE OU TELEX

ENTREE BANALISEE

ENTREE RESERVEE

Taxe par minute	Réseau d'accès	Forfait mensuel
0,06 F	téléphonique	220 F
0,10 F	télex	350 F

TRANSMISSION D'INFORMATIONS

Réductions aux heures creuses	8 h - 19 h	19 h - 24 h 6 h - 8 h	0 h - 6 h
jours ouvrables		40 %	80 %
Samedi	40 %	40 %	80 %
dimanches et jours fériés	80 %	80 %	80 %

TAXE AU VOLUME

0,06 F/K octet
1 K octet = 1 024 octets

FRAIS DE MISE EN SERVICE

1 000 F pour un accès direct jusqu'à 300 bit/s
2 000 F pour un accès direct à plus de 300 bit/s

VOLUME MINIMUM FACTURÉ PAR COMMUNICATION

dans le cas d'un circuit virtuel commuté, ou d'une entrée téléphonique ou télex banalisée, 3 200 octets

DEGRESSIVITE SUR LA TAXE AU VOLUME

(dans le cadre d'un groupe fermé d'abonnés)

- jusqu'à 1 million de kilo-octets par mois 0,06 F par kilo-octet
- de 1 à 2 millions de kilo-octets par mois 0,045 F par kilo-octet supplémentaire
- au-dessus de 2 millions de kilo-octets par mois 0,033 F par kilo-octet supplémentaire

D - LES SERVEURS

Les développements des réseaux a permis d'offrir en partage des ressources trop coûteuses comme c'est le cas dans la documentation. Pour l'utilisateur qui est devant son terminal, l'importance des réseaux est liée à l'information qu'il peut en obtenir plus ou moins facilement, et son coût. Donc, la rentabilité d'un réseau est liée aux bases de données qui y sont installées. Il faut voir que le prix de constitution d'une base de donnée traditionnelle, bulletin bibliographique sur papiers par exemple représente environ 80 % et les coûts de distribution environ 20 % du coût d'exploitation total. Tandis que, dans l'exploitation des bases de données sur ordinateur en conversationnel les coûts de distribution (système de traitement + système de télécommunication) représente environ 70 à 95 % du prix payé par l'utilisateur, le reste allant aux serveurs.

Les serveurs vont donc choisir leur politique de façon qu'ils aient le plus d'utilisateurs possible et qu'ils rentabilisent leurs services.

L'utilisateur va choisir le serveur en fonction de la facilité qu'il a pour interroger ses bases de données, la satisfaction qu'il obtient pour ses questions et le prix qu'il paye.

Il existe plus de 80 bases de données disponibles couvrant tous les domaines scientifiques, techniques, économiques, juridiques ... Les gros serveurs comme SDC, LOCKEED offrent les disponibilités de plusieurs de ces bases de données. L'utilisateur va donc choisir le serveur ayant le maximum de base de données intéressant son domaine.

Du point de vue économique, le prix d'une référence retrouvée en interrogeant ces bases de données en conversationnel est infiniment plus faible que celui de la référence retrouvée par des moyens manuels. Mais l'utilisateur qui ne calcule pas le coût du temps gagné par la recherche en conversationnel, ne voit pas toujours cette réalité.

Avec la possibilité d'obtenir la photocopie du texte complet d'une référence trouvée ces serveurs offrent aux utilisateurs la possibilité d'avoir un service de documentation sans documents. C'est l'évolution que l'on peut prévoir pour l'avenir de la documentation.

DIANE est un projet conçu et étudié avec la coopération des PTT, sous l'égide de la Commission des Communautés Européennes, pour répondre aux besoins des entreprises et des organismes d'Etat dans les neuf pays membres et pour satisfaire aux exigences des utilisateurs d'information en Europe. Il sera le serveur installé sur Euronet. Il va offrir un très grand choix de bases de données qui contiennent soit des références avec parfois les résumés de livres, d'articles, de comptes rendus de conférences, soit des documents contenant des données précises, des faits, des éléments chiffrés et des formules. Et tout cela aux moyens de commandes simples et facile à apprendre.

DIANE va couvrir tous les domaines scientifiques, techniques, économiques, juridiques et sociales.

CONCLUSION

Le développement des réseaux et des techniques utilisées va surement continuer.

Les satellites avec le nombre de possibilité de raccordement et la distance qu'elles peuvent lier seront utilisés dans ces réseaux.

Les nouvelles techniques numériques de transmission sont déjà prévues dans la conception du réseau physique Transmic.

Du point de vue de l'utilisateur, la normalisation donc la simplification des commandes d'interrogation tendrait à faire de ces réseaux un élément de la vie courante. Naturellement, l'évolution des terminaux va contribuer à la marche rapide dans cette voie.

L'évolution de la capacité de stockage de la rapidité des traitements du matériel informatique va suivre en parallèle l'évolution de télétransmission.

Cette évolution va profiter le plus aux utilisateurs finaux avertis.

BIBLIOGRAPHIE

- POUZIN(Louis).-Les Réseaux-Concepts et Structures
Decembre 1975
- MOUREAU(Mme).-Les Obstacles à la Mise-en-place et Fonctionnement
des Réseaux d'Information
In:Information et Documentation(1978),N^o2:3-74
- TOMBERG(Alex).-On-Line Services in EUROPE
In:On-Line Review,(1977),Vol.1,N^o 3:177-193
- POUZIN(Louis).-Le Réseau CYCLADES
In:L'Informatique,(1975),N^o 60:12-15
- MARSON(Claude).-La Vérité Economique de TRANSPAC
In:o1-Informatique(1976),N^o 105:40-51
- MARSON(Claude).-D'ARPA à TRANSPAC,15 Ans de Commutation de Paquets
In:o1-Informatique(1976),N^o 106:30-37
- MARSHALL(Eric).-Se Raccorder à TRANSPAC;Oui,mais Comment?
In:o1-Informatique(1979),N^o 127:41-52
- JULLIEN(A.).- Le Réseau TRANSPAC
In:Information et Documentation(1978),N^o 2:15-23
- GUILBERT(J.F.).-Un Nouveau Moyen au Service de la Télégestion:
TRANSPAC
In:Travail et Méthode(1975),N^o 320:3-13
- MARSHALL(Eric).-Du Cable Téléphonique à la Liaison par Satellite
In:o1-Informatique(1977),N^o 114:41-46
- DUCROCQ(Albert).-Les Télécommunications spatiales
In:Sciences et Avenir(1979),N^o 383:44-63
- PENE (F.).-Les Utilisations du Système Symphonie
In:L'Aéronotique et L'Astronotique(1975),N^o 52:27-36
-