

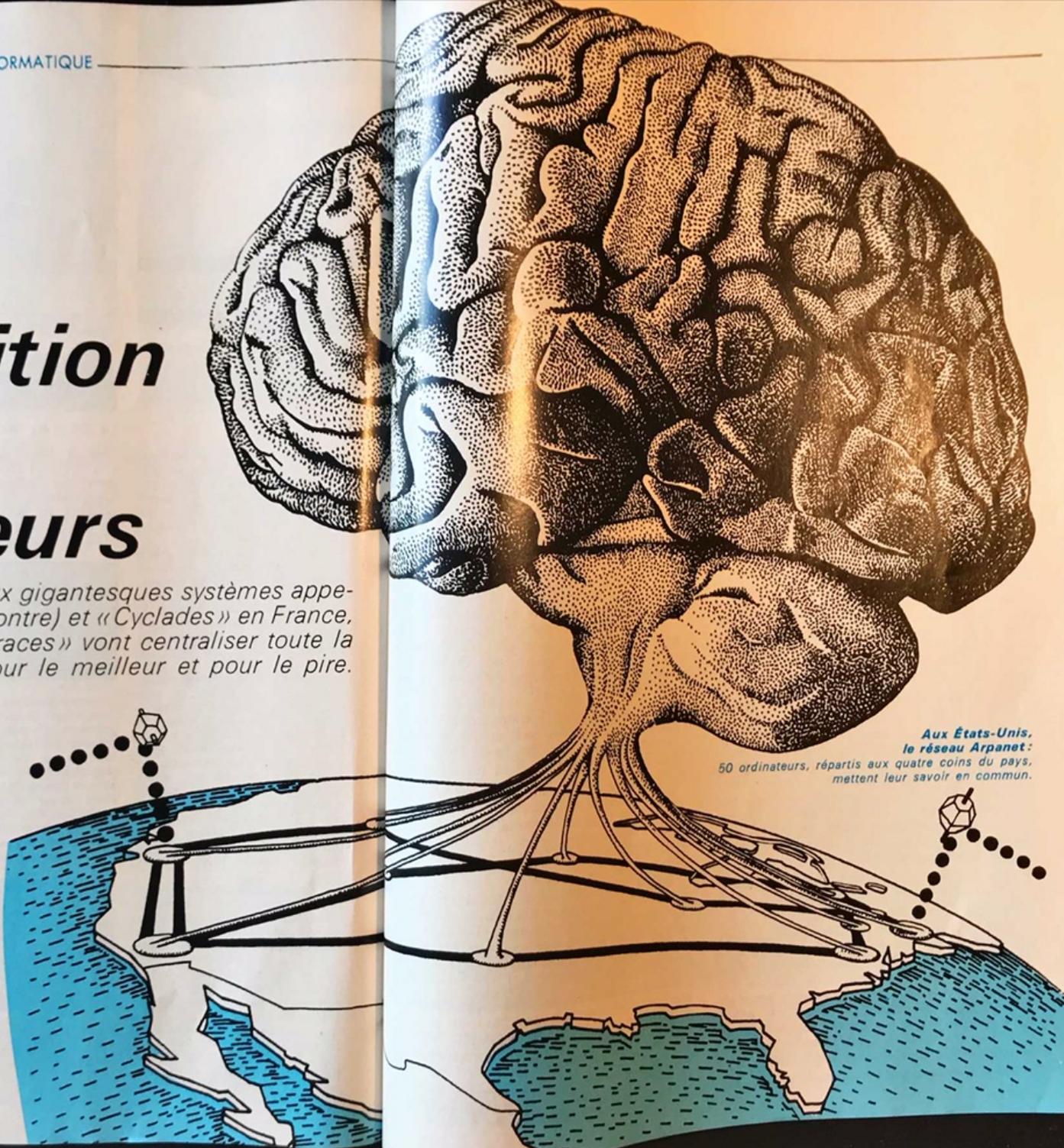
La coalition des ordinateurs

Connectés entre eux, en deux gigantesques systèmes appelés « Arpanet » aux USA (ci-contre) et « Cyclades » en France, des ordinateurs de toutes « races » vont centraliser toute la connaissance du monde pour le meilleur et pour le pire.

■ Aux États-Unis, ils sont cinquante, cinquante ordinateurs en tous genres, énormes ou minuscules, venant de chez IBM ou de chez Honeywell, à dialoguer entre eux. En France, ils seront trente situés aux quatre coins de l'Hexagone à échanger, à modifier leurs données et leurs informations.

En quoi ces deux gigantesques systèmes informatiques appelés Arpanet pour le premier et Cyclades pour le second, sont-ils révolutionnaires ? Après tout, les réseaux d'informations existent depuis l'aube des temps. Le tam-tam, le nuage de fumée des Indiens, la poste, le téléphone, etc., sont eux aussi des réseaux d'informations. Quant aux réseaux d'informatique, il y a bien dix ans qu'ils ont vu le jour. Mais jusqu'à présent les ordinateurs étaient plutôt sectaires et ils n'aimaient guère communiquer avec les autres « races » de machines. Qu'un IBM commande un autre IBM, soit, cela se faisait, mais techniquement il ne lui était guère possible de converser avec un Honeywell ou un Control Data.

Aujourd'hui, l'Arpa (Advanced Research Project Agency) qui est l'un des organismes de recherche du département de la Défense aux



Aux États-Unis, le réseau Arpanet : 50 ordinateurs, répartis aux quatre coins du pays, mettent leur savoir en commun.

Etats-Unis, et l'Iria (l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique) sont parvenus à faire tomber les barrières techniques pour permettre à des ordinateurs aussi différents que l'énorme IBM 360-91 et que le petit PDP-10 de s'échanger des informations. Mais au-delà de la performance technique Arpanet et Cyclades permettent la mise en commun de toutes les informations situées dans les différents centres des deux réseaux. Et instantanément, un utilisateur situé à Los Angeles pourra avoir accès à toutes les données d'un ordinateur situé dans le Massachusetts à plus de 5 000 km. Arpanet et Cyclades constituent donc les premières véritables banques d'informations, les premiers réseaux généraux d'ordinateurs hétérogènes.

Mettre en commun la puissance des machines

Mais à l'heure actuelle, lorsqu'un utilisateur de l'informatique parle avec une certaine fierté dans la voix de son « réseau », il veut simplement dire qu'il possède au siège de sa société un ordinateur relié par lignes téléphoniques à des terminaux (petits ordinateurs, écrans de visualisation, télétypes, imprimantes, etc.), situés dans ses succursales. Dans ce type de réseaux dit de « téléinformatique » les échanges d'informations ont lieu sur simple appel téléphonique entre l'ordinateur central et un terminal particulier. Il n'existe en général aucun lien direct entre les terminaux. D'ailleurs, il n'y a pas de différence de principe entre un terminal lointain et un terminal situé en salle d'ordinateur. Dans le premier cas on ajoute juste une « rallonge » faite d'un « modem », d'une ligne téléphonique et d'autre « modem » (modulateur-démodulateur), un appareil qui adapte les signaux informatiques aux lignes de transmission et réciproquement.

Les réseaux de transmission liés à un seul ordinateur sont des systèmes relativement simples. Bien souvent le centre informatique est constitué de plusieurs ordinateurs reliés entre eux (les informaticiens disent « interconnectés localement »), soit directement, soit par l'intermédiaire d'une mémoire commune (mémoire à disques par exemple). Plusieurs types de configuration sont alors possibles.

- L'un des ordinateurs, dit frontal, ne s'occupe que de la gestion des terminaux, l'autre machine effectue le traitement des données.

- Deux machines pratiquement similaires peuvent indifféremment prendre en charge la gestion des terminaux. Mais l'une travaille à plein alors que l'autre est occupée à des travaux peu urgents. En cas de panne la seconde prend le relais. Ce type de configuration est très utilisé dans les systèmes en temps réel, de contrôle de processus par exemple où la moindre panne interrompt toute la fabrication d'une usine.

Dans certains centres très importants, les ter-

minaux peuvent avoir accès à l'un quelconque des ordinateurs du centre. Et ceux-ci peuvent effectuer des travaux semblables ou bien être spécialisés pour certaines applications. Un ordinateur assure la liaison de chaque terminal avec la machine appropriée. Déjà très élaboré, les réseaux de ce type sont assez rares. Le plus bel exemple du genre est le système du Lawrence Radiation Laboratory à Livermore (Californie) baptisé Octopus — la pieuvre — à cause de son aspect tentaculaire.

En grimant sur l'échelle de la complexité nous atteignons les réseaux spécialisés qui sont formés de plusieurs ordinateurs distants les uns des autres, mais reliés par des lignes de transmission et employés pour des types d'applications bien spécifiques dont la plus courante d'ailleurs est l'acheminement ou communication de messages.

Ainsi, les informations émises en un point sont retransmises d'ordinateur en ordinateur jusqu'au lieu de leur destination. L'avantage du système est double : d'une part la fiabilité de transmission est excellente, d'autre part, il est possible de répartir les informations en fonction du trafic sur les différentes lignes.

Deux réseaux de ce type couvrent le monde : c'est celui de la Sita (Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques) dont le but est de fournir aux compagnies d'aviation un outil international de communication et celui de l'Organisation Météorologique Mondiale qui collecte et redistribue des millions de données chaque jour. Il est courant que les ordinateurs de communications effectuent d'autres tâches comme le contrôle et la validité des informations, la traduction et l'impression de message, la comptabilité et l'historique de trafic, la gestion des terminaux, etc.

Parfois, ces machines de transmission de messages sont reliées à des ordinateurs de traitements, les premiers jouant le rôle de fournisseurs d'informations, les seconds étant les organes de calcul.

A un niveau de perfectionnement plus grand encore, nous trouvons le réseau général d'ordinateurs hétérogènes. Quelles sont ses caractéristiques ?

D'abord, chaque ordinateur doit être utilisable à la demande, ce qui évidemment ne veut pas dire que n'importe quelle machine peut effectuer n'importe quel travail. Il serait bien difficile à un programme occupant 200 K* (1) de mémoire d'être traité sur un ordinateur ne faisant que 128 K octets*.

Mais un utilisateur de Californie, par exemple, doit pouvoir interroger une base de données située en mémoire d'un ordinateur se trouvant près de Miami. En termes d'informaticien, on

(1) K* désigne le kilo-octets soit 8 000 éléments binaires ou bits. Chaque octet comprenant 8 bits.

dit qu'un tel réseau est transparent aux formats des informations ».

De plus, un réseau général doit permettre à toutes les machines d'échanger en permanence et à grandes vitesses (de l'ordre de la seconde) des informations. Les ordinateurs seront donc inter-

« SAFARI », FLIC ÉLECTRONIQUE, CONNAÎTRA TOUS LES DÉTAILS DE VOTRE VIE PRIVÉE

La liberté c'est comme la santé. Quand on l'a, on n'en a pas conscience. Ce n'est que lorsqu'elle se trouve menacée, que l'on s'en inquiète. Aujourd'hui, devons-nous nous inquiéter ? Les fichiers sur les personnes individuelles qui se multiplient dans les administrations et leur manipulation ultra-rapide à l'aide des ordinateurs peuvent-ils porter atteinte à notre liberté, celle qui s'écrit avec un grand L, celle de nos idées et de nos actes ? Oui, sans aucun doute, l'informatique peut représenter un danger, parce qu'en une fraction de seconde, elle permet de rassembler, de comparer, de recouper des informations personnelles qui jusqu'à présent étaient éparpillées dans différentes administrations.

Votre état civil, vos mariages, vos divorces, vos résidences, vos diplômes, vos maladies, vos délits, vos impôts, vos procès, vos périodes de chômage, votre voiture, vos brevets, etc., tout cela est déjà consigné, couché noir sur blanc ou écrit sur bande magnétique au sein de plusieurs administrations séparées qui, en général, ne tentaient guère de regrouper, de recouper les données, (l'exception faite bien sûr de la police lors d'une recherche particulière sur un individu). Manuellement, il était impossible de comparer toutes les informations administratives concernant un même individu. Maintenant l'ordinateur abolit le temps. Il effectue en quelques minutes un travail que l'homme aurait mis des semaines à accomplir. Mais pour pouvoir écrire sur machi-

ne les informations concernant les personnes, il ne les informations concernant les personnes, il faut les recenser et créer un énorme fichier général des individus. Aujourd'hui, c'est chose faite. Le fichier national des individus a été mis au point par l'Insee (Institut National des Statistiques et d'Etudes Economiques) et il porte le nom charmant de Fichiers Safari (Systèmes Automatisés pour les Fichiers Administratifs et le Répertoire des Individus). Qu'y a-t-il dans Safari ? Pour l'instant unique-méro de sécurité sociale devenu pour l'occasion numéro national d'identité plus qu'un code informaticien qui permet de s'assurer qu'il n'y a pas d'erreur.

Mais, et c'est là le problème, que va-t-on faire de Safari ? Va-t-il être distribué à chaque administration pour qu'elle y ajoute ses propres informations afin de constituer une énorme banque de données sur chaque citoyen où chaque service pourra venir puiser ou ajouter ce que bon lui semble sans même prévenir l'intéressé ? La

mise en commun des puissances de toutes les machines, ce qui veut dire qu'il est possible de faire effectuer certains gros travaux à l'aide de plusieurs ordinateurs. Imaginons un important programme composé de trois parties :

- Une partie constituée principalement de cal-

culs mathématiques, doit être effectuée sur l'un des ordinateurs scientifiques du réseau, plus apte que les autres à avaler d'énormes masses de chiffres et de fonctions.

- La seconde partie écrite dans un langage spécialisé ne peut être traitée que sur un ordi-

réalisation de réseaux d'ordinateurs ne va-t-elle pas faciliter l'utilisation et la généralisation des fichiers sur les individus ? A l'heure actuelle, l'administration elle-même ne peut répondre à toutes ces questions. Mais le gouvernement de Pierre Messmer s'était déjà préoccupé des développements incontrôlés des fichiers. Et il avait décidé au mois de mars dernier de créer une Commission « Informatique et Libertés » dont le projet existait déjà depuis un an. Son rôle serait de « faire au gouvernement toutes propositions sur les mesures à prendre pour préserver pleinement les droits de la personne, dans sa vie privée comme dans l'exercice de ses libertés publiques, des atteintes qui pourraient entraîner le développement de l'informatique ».

Cette décision venait à temps. Le fait que le Ministère de l'Intérieur vienne d'acquiescer — avec discrétion — un Iris 80, machine très puissante, conçue par la CII (Compagnie Internationale de l'Informatique) et capable de traiter une très grande quantité d'informations telles que celles constituées par le fichier des citoyens, commençait à inquiéter. Si le fichier sur les personnes présente des dangers, si contrôlée par un état autoritaire l'informatique peut nous conduire vers la société cauchemardesque de « 1984 » décrite dans le roman de George Orwell, elle peut aussi, guidée par des citoyens « raisonnables » et surtout tenir au courant des manipulations faites sur leurs informations, faciliter les relations avec les administrations, faire réaliser de substantielles économies à l'Etat. La Sécurité Sociale par exemple dépense 2% de son budget pour corriger des erreurs de transcription ou retrouver des assurés qui ont changé d'adresse.

Qu'on le veuille ou non, les fichiers sur les personnes vont certainement se multiplier. Ils s'achètent déjà à prix d'or, par les entreprises privées qui les utilisent pour inonder les particuliers de prospectus, dépliants et autres catalogues publicitaires.

En fait, le nœud du problème c'est l'information de chacun. Et comme le précise Edouard Labin dans son ouvrage « Comprendre l'Informatique » (1), le choix n'est pas entre l'individu débridé et l'individu fiché, mais entre un individu fiché clandestinement et l'individu fiché ouvertement.

(1) Comprendre l'Informatique. Edouard Labin. Collection Bordas Initiation. Ed. Bordas, Paris 1973.

connectés en temps réel, et pas question de passer par les lignes téléphoniques du réseau public qui sont beaucoup trop lentes et trop peu fiables. Il faut employer des lignes spéciales à grande vitesse de transmission. Troisième caractéristique du réseau général :

nateur possédant le compilateur approprié, c'est-à-dire possédant enregistré en mémoire un énorme software capable de traduire le langage spécialisé en un langage assimilable par la machine.

- La troisième partie a besoin, afin d'être exécutée, des informations contenues dans une

LE FABULEUX «ILLIAC», L'ORDINATEUR AUX 64 «TÊTES»

■ Le clou du réseau Arpanet est sans aucun doute Illiac IV, l'ordinateur aux 64 têtes. Fils de l'Institut for Advanced Computation (IAC) appartenant à la Nasa et situé au Ames Research Center, Moffett Field, Californie, Illiac IV est capable de travailler à des vitesses 15 à 20 fois supérieures à celles des plus puissantes machines d'aujourd'hui. Ce géant de l'informatique est le premier ordinateur parallèle. Il est basé sur un principe très simple : plusieurs cerveaux travaillent mieux et plus vite qu'un seul. Les ingénieurs de l'IAC ont donc conçu en suivant ce postulat une gigantesque machine où 64 unités arithmétiques et logiques (parties de l'ordinateur effectuant les calculs et les comparaisons) exécutent 150 millions d'opérations par seconde sous l'œil vigilant d'une unique et puissante unité de contrôle, sorte de surveillant en chef chargé d'une part de veiller à ce que les 64 machines effectuent correctement leur travail, et d'autre part chargé de nourrir les 64 têtes dévoreuses d'informations. Pour cela l'unité de contrôle recueille, décode et distribue toutes les données qui doivent être traitées. Ce cerveau est relié en permanence à une impressionnante mémoire sur disque contenant environ un milliard de bits d'informations ; il a également accès à la mémoire à laser baptisée Unicon dont dispose l'Institut et qui permet de conserver près de 700 milliards de bits d'informations.

Pourquoi avoir conçu une telle machine qui, bien que performante pose encore aux informaticiens de nombreux problèmes de software ? La raison est simple et réside à bien des investissements dans la recherche : elle se nomme : l'argent. Car la NASA espère que l'Illiac IV lui permettra de simuler avec précision les réactions d'un engin en vol et lui fera donc économiser les très importantes sommes (1 000 dollars par heure) dépensées lors des tests en soufflerie réalisés sur des capsules ou fusées miniatures mais néanmoins très coûteuses.

De son côté, la Rand Corporation a déjà entrepris sur Illiac IV la réalisation d'un modèle du temps et elle espère être en mesure de produire des prévisions climatiques à long terme satisfaisantes, et en mesure de prévoir les retombées atmosphériques de la pollution.

base de données emmagasinées à plus de 5 000 km de l'utilisateur.

Dans un centre de calcul traditionnel l'exécution en temps réel de tels programmes est unimaginable. Sur le réseau généralisé, il n'y a plus d'obstacles. L'utilisateur choisit la machine

la plus apte à résoudre son problème et le fait exécuter en n'importe quel point du réseau avant d'obtenir les résultats sur ses propres terminaux.

Enfin, à tous moments, de nouveaux ordinateurs peuvent venir se greffer sur le réseau, ou en être exclus sans pour cela perturber le fonctionnement des autres machines. Les nouveaux venus apportent leurs programmes, leurs fichiers, leurs puissances de calcul.

Les centres de calcul ne seront donc plus conçus en fonction des besoins propres de l'utilisateur direct, mais en fonction de ce qui manque au sein du réseau. Cette conception de l'informatique est révolutionnaire, le vrai sens de l'ordinateur apparaît, mais cela pose d'énormes problèmes de sécurité et de protection de fichiers.

Pour des raisons de secret professionnel ou de sauvegarde de la vie privée, il n'est pas question aujourd'hui que toutes les informations détenues par l'ensemble des centres informatiques soient accessibles à tous. Il appartiendra donc à chaque centre de définir les données, les fichiers qu'il veut bien mettre en commun, et de protéger ceux qu'il tient à se réserver. Un réseau général est invulnérable : peu importe les pannes partielles ou totales de l'une des machines puisque les autres sont là pour prendre immédiatement le relais.

Arpanet : un réseau extensible à l'infini

Or, actuellement, deux ordinateurs de types différents gérés par des systèmes d'exploitation⁽¹⁾ différents sont incapables de communiquer entre eux. Il a donc fallu trouver une astuce, une sorte d'interprète capable de comprendre tous les messages et de les adapter aux ordinateurs auxquels ils sont destinés. Et rien mieux qu'un autre ordinateur ne pourrait jouer ce rôle d'intermédiaire. Les réseaux universels actuels sont donc conçus en deux niveaux, l'un constitué des machines de chaque centre, l'autre réalisé à l'aide de petits ordinateurs spécialisés dans l'acheminement des informations.

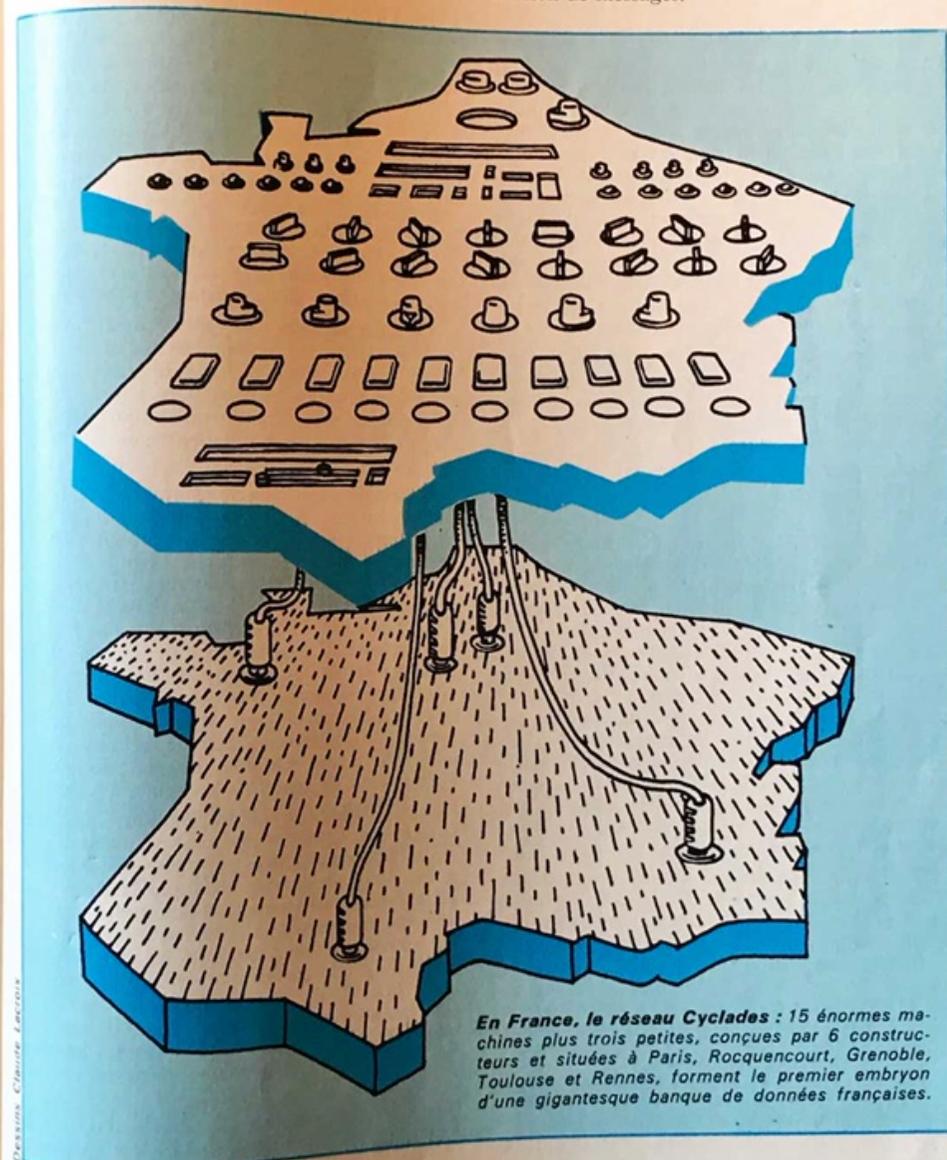
C'est sur ce schéma que sont conçus les deux seuls vrais réseaux généraux existant aujourd'hui. Le premier, Arpanet, a vu le jour au sein de l'Advanced Research Projects Agency du Département de la Défense des USA. Le projet fut lancé en 1967. L'idée qui a inspiré la conception d'Arpa était la suivante : les Etats-Unis possèdent des centaines d'universités et centre de recherches qui ont besoin des mêmes informations, de la même documentation, et qui poursuivent des études parallèles sans confronter fréquemment leurs résultats.

Mais la plupart des centres ont déjà leur propre système informatique et la seule manière

(1) Système d'exploitation : ensemble de programmes propres à chaque machine dont le rôle est de gérer le fonctionnement de l'ordinateur et des terminaux.

de réunir toutes les ressources en un vaste ensemble où chacun pourrait puiser ce qui l'intéressait était de réaliser un réseau quadrillant l'Amérique. Depuis la mise en place du prototype en 1969, la croissance d'Arpanet fut telle que le réseau compte aujourd'hui près de cin-

- Les IMP (Interface Message Processor) petits ordinateurs, tous identiques tant par le hardware que par le software (ce sont des machines Honeywell DDP-516 à mots de 16 bits et de 20 kmots de mémoire) spécialisés dans la transmission de messages.



En France, le réseau Cyclades : 15 énormes machines plus trois petites, conçues par 6 constructeurs et situées à Paris, Rocquencourt, Grenoble, Toulouse et Rennes, forment le premier embryon d'une gigantesque banque de données françaises.

quante installations dont certaines ont dépassé les frontières des Etats-Unis et sont situées en Angleterre et en Norvège, à Hawaï.

Selon la conception actuelle des réseaux généralisés, Arpanet est constitué de deux types de calculateurs :

- Les Host (Les Hôtes), ordinateurs de n'importe quel type situés dans les centres de recherche. Les Host communiquent donc par l'intermédiaire du sous-réseau des IMP. Selon le projet initial chaque IMP pouvait être relié à 4 Host au maximum, mais depuis il est apparu

utile de connecter certains terminaux directement sur le sous-réseau. Pour cela on a réalisé un nouveau type d'IMP, le TIP (Terminal IMP) qui permet à la fois de commuter des messages et de relier au réseau 64 terminaux (écrans, télétypes, lecteurs de cassettes, imprimantes, etc.) plus un Host.

Ainsi donc le système de communication d'Arpanet (comme celui de Cyclades d'ailleurs) est constitué par des nœuds (les IMP) reliés entre eux par des lignes de transmission rapides sur lesquelles les messages (d'une longueur maximum de 8 095 bits), vont transiter par petits « paquets » de 1 008 bits en suivant le plus court chemin (en temps et distance), entre les deux Host. Les trajets empruntés par deux paquets successifs émis par un même ordinateur et destinés à un même interlocuteur peuvent être totalement différents. L'IMP d'arrivée se chargera de tout remettre en ordre. Ce système permet l'utilisation optimale des lignes.

En théorie Arpanet est extensible à l'infini, il suffit d'ajouter des lignes et des ordinateurs de commutation pour que le réseau puisse admettre de très nombreux utilisateurs.

Cyclades : un quadrillage de l'hexagone

Voilà donc les chercheurs américains, anglais et même norvégiens dotés d'un formidable outil de travail, d'une immense banque d'informations réunissant les connaissances de cinquante centres de recherche et où chacun pourra venir puiser ce qui l'intéresse. La réalisation d'Arpanet donnait du même coup une extraordinaire avance aux informaticiens américains qui aujourd'hui maîtrisent parfaitement le phénomène des réseaux. Or, l'informatique européenne et particulièrement française est dominée par les constructeurs américains. Il fallait donc réagir et ne pas laisser l'Amérique prendre de nouveau une avance dans un domaine qui, de toute évidence, constitue l'avenir de l'informatique.

En France donc, tout a commencé au début de l'année 1972 lorsque la Délégation à l'Informatique⁽¹⁾ a lancé l'idée d'un projet pilote de réseau général d'ordinateurs. Bien vite, les PTT, l'Education nationale et le DRME⁽²⁾ sont venus soutenir l'action de la Délégation et l'on chargea l'IRIA (Institut de Recherche en Informatique et Automatique) d'animer le projet. But du réseau : relier entre eux une trentaine d'ordinateurs de types différents et situés aux quatre coins de la France soit dans des universités, des centres de recherches ou des administrations.

Pourquoi chercher à quadriller l'Hexagone à l'aide d'un tel réseau ? « Parce que, répond le

délégué à l'Informatique, Maurice Allègre, l'informatique de demain aura besoin de moyens de télécommunications sans cesse plus évolués. Il est donc nécessaire d'être en mesure de dominer le phénomène réseau d'ordinateurs ».

Mais Cyclades puisque tel est le nom du réseau, ne va-t-il servir qu'au how know des informaticiens français ? En partie sans doute, mais tout comme Arpanet il va permettre la mise en commun de toutes les ressources documentaires, de tous les programmes, de tous les fichiers situés dans chaque centre utilisateur. Ainsi un ingénieur du CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications) de Lannion pourra-t-il, en quelques secondes, faire appel aux résultats d'un calcul effectué par un chercheur de l'IMAG (Institut de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Le réseau permettra en outre de réaliser des applications nouvelles inconcevables sur des ordinateurs isolés.

Cyclades est conçu suivant le même schéma que Arpanet : les ordinateurs communiquent entre eux par l'intermédiaire d'un sous-réseau de communication par paquets appelé Cigale et réalisé à l'aide de petits ordinateurs Mitra 15 de la CII (Compagnie Internationale de l'Informatique).

Aujourd'hui Cyclades ne comporte que 4 ordinateurs venant tous de la CII et situés à Rocquencourt siège de l'Iria, à Grenoble et à Louveciennes. Mais dans un proche avenir le réseau reliera entre elles une vingtaine de machines provenant de 6 constructeurs différents (Control Data, CII, IBM, Philips, Télémécanique et Hewlett Packard). Il a été convenu de mener à partir de cette année des expériences de communications avec le réseau interne du National Physical Laboratory et avec Arpanet dont un des nœuds est actuellement installé à Londres. De même le centre Euratom d'Ispra, (en Italie) a l'intention de tenter de se relier à Cyclades.

Les réseaux généralisés coûtent cher, très cher même. Cyclades par exemple coûtera plus de 20 millions de francs en 4 ans — dont 20 % sont fournis par l'Armée et 80 par la Délégation à l'Informatique. Arpanet coûtait environ 10 millions par an lorsqu'il ne possédait que 34 nœuds. On comprend donc pourquoi de tels réseaux ne peuvent être conçus que par des administrations. Mais le budget de la Défense aux USA ne permettra pas d'entretenir indéfiniment le réseau Arpanet et sans doute faudra-t-il lui trouver des clients privés que l'on fera payer.

Néanmoins les administrations américaines et françaises vont se trouver à la tête d'un formidable outil de confrontation de renseignements, de mise en commun d'informations. De là à penser que la vie privée de chacun pourra être reconstituée à l'aide de renseignements en provenance d'administrations aujourd'hui dispersées, il n'y a qu'un pas. Mais tout ceci est une autre histoire.

Françoise HARROIS-MONIN ■

(1) Organisme chargé de promouvoir l'informatique et plus particulièrement l'informatique française.

(2) Direction des Recherches et Moyens d'Etudes qui dépend du Ministère de la Défense.