CHAPITRE PREMIER

Les techniques de l'informatique de gestion

L'automatisation de la gestion revient, d'un point de vue physique, à utiliser certains matériels qui assurent le traitement de nombreuses informations pour restituer, à partir de celles-ci - et de celles existant en mémoire, - des informations élaborées, comme on transforme des matières en produits finis.

L'ensemble physique des matériels nécessaires pour effectuer un traitement donné constitue ce que l'on appelle un système informatique.

Le cas simple permettant de bien isoler le système informatique est celui dans lequel les informations d'entrée sont transmises directement à partir d'un clavier, et les informations élaborées de sortie restituées sous forme d'état imprimé. Le système informatique comprend, dans ce cas, l'ensemble des matériels utilisés pour obtenir ce résultat: clavier d'enregistrement, calculateur électronique, bandes magnétiques ou tambours, programmes d'instructions, imprimantes.

Mais, dans la réalité, les systèmes sont souvent moins nettement définis, les informations d'entrée pouvant elles-mêmes être saisies par des capteurs électroniques - véritables petits calculateurs - ou par des lecteurs optiques, et les informations de sortie stockées sur des bandes magnétiques ou transmises par télétransmission vers d'autres utilisateurs ou ... d'autres systèmes informatiques ...

Nous admettrons donc que l'entité d'un système informatique est définie par le point d'enregistrement des informations d'entrée brutes et par l'élaboration des informations attendues du système.

Cette élaboration de l'information ne peut se concevoir que par l'utilisation d'un calculateur, et, par définition, un système informatique comprend au moins un calculateur électronique.

En pratique, les systèmes informatiques se distinguent essentiellement par le matériel périphérique qui complète le ou les calculateurs : bandes magnétiques, disques magnétiques, lecteur et perforateur de cartes, imprimantes, lignes de télétransmission, etc.

On distingue, en général, parmi les composants physiques des systèmes informatiques:

- les moyens de traitement : ce sont les calculateurs électroniques;
- les moyens de mémorisation : ce sont, principalement, les cartes perforées, les bandes et disques magnétiques; - les organes d'entrée-sortie : lecteur-perforateur de cartes, dérouleurs de bandes, imprimantes, tables de dessin automatique, écrans cathodiques, etc.,
- les moyens de transmission des données et des résultats.

L'ensemble de ces matériels constitue la partie physique des systèmes informatiques; il est désigné aux U.S.A. par le terme de «hardware» - qui signifie littéralement quincaillerie.

La cohérence du fonctionnement de ces matériels est assurée par un ensemble d'instructions ordonnées qui constituent les programmes d'exploitation du système, véritable influx nerveux des organes physiques de celui-ci. L'ensemble des programmes de tous ordres - et ceux-ci sont extrêmement nombreux et variés quant à leur origine et leur mode d'élaboration - constitue le « software» terme américain résultant d'un jeu de mots par opposition à « hardware» (« hard » signifie dur et « soft » mou).

La langue technique française ne s'est pas encore enrichie d'une traduction valable des termes de « hardware» et « software ». Nous emploierons ici les expressions de « matériel ou d'ensemble électronique» et de « programmation ». Mais il sera parfois plus clair de recourir aux néologismes anglo-saxons.

La programmation d'un système varie considérablement avec la composition de celui-ci, on distingue ci-après:

- les langages et les programmes communs à tous les systèmes modernes,
- les logiques propres aux systèmes en « temps réel» ou « d'utilisation simultanée en temps commun » qui intègrent véritablement les moyens informatiques à l'entreprise et réalisent une étroite association « homme machine ».

I - Les composantes physiques des systèmes informatiques

Le centre d'un système informatique est formé par le calculateur, véritable *moyen* de *traitement.*

Mais l'action du calculateur ne s'exerce que sur des informations disponibles à chaque instant, d'où la nécessité de les stocker sous une forme aisément accessible pour le calculateur. Il est, d'autre part, indispensable de conserver, pour des traitements ultérieurs, une partie de ces informations : d'où l'importance des *moyens* de *mémorisation* des systèmes informatiques.

L'information - brute et élaborée - doit elle-même être consignée sur les moyens de mémorisation ou traduite à partir de ceux-ci; c'est le rôle des *organes d'entrée-sortie.*

1 - LES MOYENS DE TRAITEMENT

Ils sont, essentiellement, constitués par des calculateurs ou unités centrales. Une unité centrale associe une mémoire à une fonction logique.

a) *Fonction logique.*

Elle constitue l'âme du système et permet de comparer des quantités, d'effectuer sur celles-ci des opérations arithmétiques. Ainsi, on pourra trier un fichier de factures et extraire celles qui demeurent impayées ou bien établir les feuilles de paie à partir des heures travaillées et de barèmes propres à chaque ouvrier.

L'unité centrale réalise ces opérations logiques à une vitesse variable qui est de l'ordre de la milliseconde par opération pour les petits calculateurs et atteint la microseconde ou même le dixième de la microseconde pour les unités dont les performances sont les plus élevées.

b) *Mémoire.*

Les opérations logiques sont effectuées sur les informations qui sont enregistrées dans la mémoire centrale.

Celle-ci devra donc permettre un accès rapide à chacune des informations qui y sont stockées. Le temps d'accès s'exprime également en microseconde, sinon même en nanoseconde (un milliardième de seconde)[2].

[2] La vitesse d'accès à une information binaire (oui ou non) est pour les unités les plus performantes de l'ordre du millième de microseconde (ou nanoseconde), et l'on prévoit d'atteindre prochainement dans les calculateurs commerciaux le dixième de nanoseconde (ou 100 microsecondes).

Cette mémoire peut avoir une capacité variable de quelques milliers de caractères à plusieurs centaines de milliers de caractères. Si, pour des systèmes simples et pour des applications traditionnelles de gestion, cette mémoire n'a nul besoin d'être très importante, par contre ce sont celles de grande capacité qui permettent de mettre sur pied des systèmes élaborés ou d'utiliser les calculateurs à des fins de gestion scientifique (calcul d'ordonnancement optimum de fabrication par exemple).

2 - LES MOYENS DE MÉMORISATION

Longtemps, le seul moyen de mémorisation fut la *carte perforée;* elle reste encore un moyen d'entrée extrêmement pratique et on doit souligner le rôle important que cette technique a joué dans l'automatisation mécanographique ; mais elle présente toutefois certains inconvénients ou insuffisances :

a) encombrement notable, maniement difficile, risque d'erreur;

b) lenteur de traitement: vitesse d'entrée de 400 à 1000 cartes par minute;

c) accès séquentiel, c'est-à-dire qu'une donnée particulière d'un fichier sur carte perforée ne peut être repérée et enregistrée que par lecture du fichier depuis le début. Par exemple, pour mettre à jour un fichier comptes clients de plusieurs milliers de cartes, il faudra lire l'ensemble du fichier, même si la mise à jour ne concerne que quelques comptes.

Un moyen de mémorisation plus moderne est la *bande magnétique,* qui ne présente ni le premier ni le second inconvénient, mais le troisième demeure.

En effet, une bande magnétique permet de stocker aisément plusieurs dizaines de milliers de cartes, et la vitesse de lecture atteint

---

La lumière parcourt 30 cm en une nanoseconde.

plusieurs centaines de milliers de caractères par seconde, soit une vitesse de lecture de 100 à 300 fois plus élevée que celle de la carte perforée. Mais là encore l'accès est séquentiel.

Or l'accès direct aux informations stockées est un élément essentiel des systèmes modernes[3]. En effet, la consultation du fichier des stocks, par exemple, pour répondre rapidement à une demande, ne peut être traitée de façon économique par un système informatique que si ce fichier est à accès direct.

Les mémoires de grande capacité, à accès direct ou sélectif, représentent un progrès technique déterminant pour l'informatique. Elles sont constituées par des *tambours,* des *disques* (ou encore des *feuillets magnétiques);* un bras de lecture est susceptible d'être positionné pour lire un sillon donné du disque ou du tambour et vient, en quelque sorte, «piquer» les informations élémentaires. Leur capacité peut atteindre aisément plusieurs centaines de millions de caractères et les temps d'accès varient de quelques dizaines de millisecondes à quelques centaines de millisecondes. En outre, le disque peut être conservé et transporté aussi aisément qu'une bande magnétique.

Le coût de ces mémoires était très élevé dans les années 56 et leur utilisation était réservée, de ce fait, à des usages spécifiques; mais ce coût a été divisé par 100 à 1000 selon les cas en une dizaine d'années et les mémoires de masse deviennent progressivement d'un usage systématique dans les systèmes informatiques.

[3] L'accès direct correspond à l'utilisation d'un dictionnaire, le principe de celui-ci étant précisément d'accéder directement au mot recherché, sans être contraint de lire tout le dictionnaire.

3 - LES ORGANES D'ENTRÉE-SORTIE

Jusqu'à une époque récente, l'information était essentiellement entrée dans les systèmes informatiques de gestion sous forme de *cartes perforées* (ou de bandes perforées); cette technique encore largement utilisée est relativement coûteuse et lente, car chaque document doit être codé, perforé, puis vérifié.

Les risques d'erreur, bien que faibles, ne sont pas toujours négligeables. Enfin, la séparation entre la perforation des cartes et leur lecture par le système informatique constitue un obstacle à l'intégration de ces techniques par l'entreprise.

Des progrès considérables ont été réalisés par l'entrée directe à partir de terminaux à clavier adaptés à chaque cas particulier ou à partir de «capteurs» spécialisés d'information.

La *lecture directe* de caractères imprimés constitue une des formes de saisie directe d'informations et représente, de ce fait, un progrès considérable. Ce système est déjà largement adopté dans les banques par l'utilisation de caractères magnétiques; mais la lecture optique semble devoir constituer un progrès important: les constructeurs de matériel mettent actuellement en service les premières machines capables de lire l'écriture manuelle limitée aux chiffres et à un nombre réduit de caractères ou lettres.

Un autre progrès récent dans la saisie et la restitution des informations concerne l'analyse optique de microfilms ou de dessins; d'une façon plus générale, .on prévoit d'ici 1975 à 1980 un développement important du traitement des images. Il s'agit, en effet, d'un mode de restitution remarquablement élaboré et qui permet de saisir plus rapidement un nombre plus important d'informations; mais, d'autre part, les possibilités offertes aux utilisateurs de modifier directement les images en feront - même dans le domaine de la gestion - un remarquable moyen de communication.

Ces différents procédés font disparaître les trois inconvénients de la carte perforée mentionnés ci-dessus. Ils assurent une souplesse d'emploi des systèmes informatiques beaucoup plus grande.

De même, les organes de sortie réduits d'abord au perforateur de cartes, au dérouleur de bandes magnétiques, à l'imprimante, se sont considérablement diversifiés.

Outre les moyens de mémorisation indiqués au § 2 et qui constituent autant de sorties possibles pour l'unité centrale, les sorties classiques ont actuellement des performances nettement accrues (1500 lignes minute pour une imprimante rapide), et de nouveaux moyens ont été mis au point, tels que les tables de dessin automatique, les écrans cathodiques ou la sortie directe sur microfilm et même depuis peu, au moins au niveau du laboratoire, la sortie vocale. Ainsi, les résultats peuvent être présentés sous leur forme définitive et de la façon la plus adaptée aux utilisations.

II - La « programmation » des systèmes informatiques ou « software »

L'intelligence (apparente) des systèmes informatiques est la conséquence de l'ensemble des programmes disponibles pour un système donné. Cet ensemble de programmes utilitaires - ou programmation - comprend:

- des programmes d'exploitation du système fournis par le constructeur, les programmes spécifiques des traitements d'informations rédigés le plus souvent par l'utilisateur,

- des programmes de « traduction en langage machine » permettant aux analystes et programmeurs d'utiliser des langages de programmation évolués,

- des bibliothèques de sous-programmes destinées à alléger l'écriture des programmes par l'utilisateur.

En pratique, le *système d'exploitation* ou ensemble de logiques et de programmes, dont on dispose pour utiliser de façon opérationnelle un calculateur, comprendra :

a) une partie nécessairement fournie par le constructeur : ce sont les compilateurs et assembleurs pour les langages, les programmes de gestion des entrées-sorties, le superviseur qui a pour fonction d'assurer l'enchaînement et qui demeure en mémoire centrale, plus certains programmes à fonctions spécifiques,

b) une partie très utile, fournie également par le constructeur : c'est la bibliothèque de programmes généraux, portant essentiellement sur les fonctions principales les plus courantes (tri, interclassement, édition, sous-programme de calcul scientifique).

Les qualités et l'ampleur des programmes d'exploitation fournis par le constructeur conditionnent le bon fonctionnement du système informatique et, par ailleurs, permettent de réduire l'importance du travail que représente, pour l'utilisateur, l'écriture des programmes spécifiques.

1 - LES PROGRAMMES D'EXPLOITATION

Tout système informatique doit comprendre un ensemble de programmes destinés à en permettre l'exploitation.

Cette partie du «software» est absolument complémentaire des composants physiques du système informatique et en est indissociable. Notons seulement que, si les performances des composants physiques d'un système donné ne peuvent s'améliorer que par remplacement d'un des composants, les programmes d'exploitation font l'objet de perfectionnements progressifs et continus au cours de la vie d'un système.

Il n'en reste pas moins que, pour l'utilisateur, les possibilités d'un système résultent à la fois des performances physiques de celui-ci et des qualités de ses programmes d'exploitation.

Signalons ici l'importance que représente, pour les systèmes informatiques de la troisième génération, la multiprogrammation. Ce mode d'exploitation concerne le traitement simultané en mémoire centrale de plusieurs problèmes ; les temps morts nécessaires pour procéder aux entrées et sorties d'informations n'entraînent plus un sous-emploi de l'unité centrale, ce qui améliore considérablement la rentabilité des systèmes. Ce sont les programmes d'exploitation qui assurent l'exécution de ces traitements simultanés.

2 - LES PROGRAMMES DE CONVERSION

Initialement, pour les ensembles de gestion dits de la seconde génération[4], l'écriture des programmes spécifiques demeurait très proche des opérations physiques que subissait l'information dans le système, la logique du calculateur était imposée telle quelle aux utilisateurs.

Dans ces conditions, l'écriture. et la mise au point étaient une opération longue et fastidieuse; aussi, avant la troisième génération, il devint nécessaire de concevoir des langages se rapprochant des langages usuels et qui, utilisés par les programmeurs, étaient traduits puis assemblés par le calculateur en une séquence d'instructions élémentaires à effectuer.

Cette partie de la programmation constitue un élément essentiel de la qualité des calculateurs et elle fut plus difficile à mettre au point que les composants physiques eux-mêmes. Ainsi, un calculateur moderne, dès que sa taille et ses performances sont notables, est

[4] On peut fixer aux environs de 1965 la date de transition entre les calculateurs de la seconde génération (à transistors) et ceux de la troisième génération (circuits miniaturisés).

loué ou vendu avec plusieurs «compilateurs li> qui correspondent à autant de langages symboliques à la disposition de l'utilisateur. FORTRAN, COBOL, PL I, sont les langages les plus couramment utilisés; les uns sont plus spécialement conçus pour les applications administratives (COBOL), les autres pour les applications scientifiques (FORTRAN).

Les qualités d'un compilateur sont:

- la rapidité de traduction et d'assemblage du programme symbolique en un programme en langage machine,

- l'optimisation plus ou moins grande du programme assemblé (temps de traitement, utilisation de la mémoire centrale),

- l'efficacité dans le repérage des erreurs de programmation[5].

3 - LES BIBLIOTHÈQUES DE PROGRAMMES

A un compilateur est en général associée une bibliothèque de programmes destinée à assurer des fonctions générales et classiques; cette bibliothèque évite à l'utilisateur de réécrire chacun de ces programmes.

Pour la gestion, ce sont, par exemple, les programmes de tri, d'interc1assement et les programmes généraux de planning, etc. Pour le calcul scientifique, des programmes de calcul de sinus, de cosinus, d'intégrales, de résolution d'équations linéaires, constituent des éléments essentiels pour l'emploi de l'ordinateur.

[5] Avec un matériel de caractéristiques techniques comparables, les performances d'un compilateur peuvent modifier dans le rapport de 1 à 10 le temps nécessaire à « l'assemblage » des programmes.

Actuellement, les programmes d'exploitation et les programmes généraux sont aussi importants que les matériels. Les qualités de souplesse, d'exactitude et de diversité des uns sont bien souvent aussi essentielles, sinon plus, que les performances des seconds. En effet, un programme général, par exemple, de dépouillement d'enquête élargit le champ d'application du calculateur, assure sa rentabilité et évite à l'utilisateur de le programmer (économie de plusieurs dizaines de milliers de francs dans ce cas particulier).

Le constructeur qui présente un matériel associé à une bibliothèque de programmes et à une « programmation » performante acquiert, de ce fait, une position dominante; ceci sera de plus en plus certain dans les années qui viennent, à mesure que l'importance de ce service sera mieux ressentie par les utilisateurs.

III - La télétransmission de données

Les systèmes informatiques ne se sont révélés comme pleinement adaptés à la gestion qu'avec « l'utilisation à distance », c'est-à-dire associés à des moyens de télécommunication; on peut estimer que les développements rapides de ces systèmes sont, et seront, en grande partie dus aux possibilités nouvelles offertes par cette technique.

Certains modes d'exploitation des systèmes informatiques concevables, sans faire intervenir la télétransmission de données proprement dite, ne prennent toute leur signification que dans son contexte; c'est le cas en particulier :

- de l'utilisation simultanée en commun,

- des communications directes homme-machine.

Par contre, la transmission en temps réel des informations d'entrée et/ou de sortie n'est concevable que par l'utilisation de ces techniques.

1 - LES ÉQUIPEMENTS DE TÉLÉTRANSMISSION DE DONNÉES

La télétransmission de données nécessite, ou justifie, certains équipements particuliers qui viennent compléter la gamme des composants physiques des systèmes informatiques.

La transmission à distance d'informations fait appel d'abord à *des équipements spéciaux* de *transmission:*

- la ligne de transmission elle-même sur laquelle nous reviendrons plus loin;

- les équipements de modulation et démodulation (modem) qui transforment les informations numériques en signaux transmissibles sur lignes de transmission. Il en existe maintenant toute une gamme permettant de transmettre à des vitesses s'échelonnant de 50 à 4800 bauds6 ; quelques modèles particulièrement performants autorisent des vitesses de transmission de l'ordre de 40 000 bauds à un million de bauds;

- Les équipements de concentration-diffusion qui permettent de transmettre des données entre plusieurs points d'émission-réception et le calculateur;

- Les systèmes de protection contre les erreurs; la transmission de données à distance n'est concevable qu'avec un taux très réduit d'erreurs. Les équipements actuels permettent de limiter le taux d'erreurs non détectées à 10^{-6} ou 10^{-7}.

En plus de ces équipements indispensables de la télétransmission la plus simple, nous devons signaler que cette technique met également en œuvre:

- les réalisations techniques traditionnelles de téléphonie (filtres, récepteurs, etc.) auxquelles le Centre National d'Etudes des

[6] Le baud est l'unité de vitesse de transmission; il correspond à la transmission d'une information binaire par seconde. Un caractère (lettre ou chiffre) exige en moyenne 6 à 9 informations binaires suivant le code utilisé.

Télécommunications (C.N.E.T.) et les constructeurs consacrent de gros efforts pour améliorer et transformer le matériel de téléphonie en vue de son adaptation à la transmission de données;

- des commutateurs qui peuvent être, soit des commutateurs de ligne identiques aux commutateurs téléphoniques, soit, suivant une technique qui se développe très rapidement dans le cadre de la transmission de données, des commutateurs de message. Disons simplement ici que, du point de vue équipement, le commutateur de message est un calculateur-relativement puissant qui peut recevoir différents messages à la fois, dont certains en plusieurs parties, les réassembler, les stocker et les transmettre vers des points de réception (simple ou multiple) indiqués en tête du message.

Les équipements terminaux d'émission ou de réception de données sont directement dérivés des organes d'entrée-sortie qui équipent les calculateurs. C'est ainsi que l'on retrouve, parmi ces terminaux:

- le téléimprimeur classique,

- les lecteurs et perforateurs de cartes ou bandes,

- les lecteurs de bandes magnétiques,

- les lecteurs et traceurs de courbes,

- les écrans cathodiques.

L'utilisation à distance des calculateurs, leur puissance, qui doit être adaptée aux besoins de chaque utilisateur, et les contraintes de la télétransmission ont conduit à une conception souvent originale de ces terminaux.

Mais les équipements spécifiques de la télétransmission sont constitués par les équipements d'interrogation-réponse qui permettent, non seulement de transmettre des données sous des formes simples, mais de poser certains problèmes ou questions au calculateur de traitement. Ces équipements comprennent en général un clavier (fonction émission ou interrogation) et soit une machine à

écrire soit, le plus souvent, un écran cathodique (fonction réception ou réponse).

2 - LA PROGRAMMATION DE LA TRANSMISSION DE DONNÉES

L'utilisation de la transmission de données, sous la forme de quelques équipements périphériques situés à distance et physiquement commutés indépendamment les uns des autres au calculateur, ne pose pas de problème de programmation très particulier.

Il n'en est pas de même pour la mise en œuvre d'un système important de transmission de données comportant de nombreux postes d'interrogation-réponse, reliés avec le calculateur et les mémoires associées par des lignes de transmission partagées, c'est-à-dire desservant plusieurs postes d'interrogation-réponse. Les conditions d'exploitation se compliquent encore suivant que l'on utilise des réseaux de télétransmission en étoile, maillé ou des lignes en boucles. Certains projets américains prévoient de mettre ainsi en liaison plusieurs milliers de postes d'interrogation-réponse avec un système complet de calculateurs[7].

Nous avons indiqué, ci-dessus, le rôle joué par le commutateur de message dans le fonctionnement d'un tel système. Mais il est bien évident que, là encore, les programmes de gestion des messages et d'exploitation du commutateur de message constituent pour les systèmes complexes et importants une partie essentielle de la mise en œuvre de ces techniques.

Certains constructeurs ont mis au point des langages spécialisés pour l'écriture de ces programmes[8]. Mais on doit souligner, du point

[7] Dès maintenant, fonctionnent des systèmes en liaison avec 200 utilisateurs, et le chiffre de 1 000 a été avancé comme un maximum théorique des consoles susceptibles d'être reliées à un seul calculateur GE 645.

[8] Langages B.T.A.M. et Q.T.A.M. de la Société LB.M. par exemple.

de vue des utilisateurs, l'état très évolutif de cette technique. Il est important, pour en permettre un développement rapide, que celle-ci se stabilise. Or il semble qu'actuellement seuls un ou deux constructeurs maîtrisent réellement les difficultés de ce problème.

La télétransmission joue un rôle très important dans l'automatisation de la gestion, et il serait souhaitable qu'un effort particulier soit consacré dans le cadre du Plan calcul à ces problèmes.

3 - LE RÉSEAU DE TÉLÉTRANSMISSION DE DONNÉES

Un des aspects importants de la télétransmission de données réside dans le réseau de transmission.

Si aucun réseau support n'avait existé auparavant, il est indéniable que, devant les possibilités offertes par la télétransmission de données, un réseau spécialisé se serait rapidement développé[9]. Toutefois, le coût d'un tel réseau spécialisé en aurait certainement freiné le développement.

Mais l'existence du réseau téléphonique, de même qu'il a permis le développement des systèmes de téléimprimeurs, constitue un élément favorable au développement de la télétransmission de données. En particulier la structure très ramifiée du réseau téléphonique permet précisément d'assurer, au moindre coût, la diffusion géographique de la télétransmission de données.

Il n'en reste pas moins que, pour faire face au flux important que représentera dans les prochaines années le développement de cette

[9] Certes, certains utilisateurs importants (S.N.C.F., ED.F.) disposant déjà soit de réseaux téléphoniques privés suffisants, soit d'une infrastructure physique utilisable pour ces techniques (réseaux d'interconnexion électrique) pourraient utiliser ces réseaux pour leurs besoins propres de transmission de données. Mais une telle orientation n'est pas souhaitable car la transmission de données intéressera progressivement tous les agents économiques et permettra d'accéder à des centres de calcul et à des sources d'information diverses, d'où l'intérêt d'un réseau public national.

technique, un renforcement des grandes artères de communication téléphonique et des équipements terminaux sera nécessaire. Réalisé en développement marginal du réseau existant, il le sera dans des conditions économiques.

Un réseau spécialisé de télétransmission de données reliant les principaux centres urbains français apparaîtra progressivement au fur et à mesure du développement des besoins. Il serait souhaitable que certains équipements puissent alors, suivant l'importance des besoins, être affectés indifféremment aux communications téléphoniques et aux transmissions de données.

L'intérêt de l'utilisation du réseau téléphonique ne doit pas toutefois entraîner d'exclusive à l'égard d'autres modes de transmission. Il pourra, dans certains cas, être justifié de recourir, pour des applications particulières - et, en général, pour des distances faibles - à des liaisons spécialisées de transmission de données à grande puissance (liaison hertzienne). C'est le cas, actuellement, pour quelques applications particulières.

IV - Rôle et importance « de la programmation et des bibliothèques de programmes »

Nous avons déjà souligné à plusieurs reprises le rôle important de la programmation - du «software» - dans l'utilisation des systèmes informatiques.

Tous les constructeurs de matériel sont maintenant bien convaincus que l'essor de leur production est très directement lié aux facilités d'utilisation dont disposeront leurs clients et, par conséquent, à la qualité et à l'étendue des programmes disponibles.

Pour l'utilisateur, et plus particulièrement pour l'utilisateur de gestion, il est indispensable que la programmation spécifique, dont il

reste responsable, soit aussi simple à écrire et aussi réduite que possible, L'idéal serait que, pour un certain nombre d'applications-types, il dispose de programmes-standards directement utilisables. Un effort important doit être fait dans ce sens pour que l'informatique se développe aisément dans les entreprises industrielles.

Il ne saurait être question de demander à chaque constructeur d'écrire ces programmes-standards pour des applications aussi diverses que la comptabilité ou la gestion du personnel. Mais, progressivement, une industrie spécialisée de programmation se crée aux Etats-Unis comme en France. C'est à ces entreprises qu'il appartiendra de s'adresser pour réaliser les programmes-standards concernant les applications déterminées.

Toutefois, ceux-ci ne seront utilisables que sous réserve d'une certaine harmonisation des méthodes de gestion. Mais les entreprises se sont déjà engagées partiellement dans cette voie, .dans la mesure par exemple où leur comptabilité est établie suivant le Plan comptable national.

On mesure ainsi le rôle moteur que les Pouvoirs publics sont appelés à assumer dans la mise en œuvre des techniques informatiques.

●●●

Mais les constructeurs de matériel - ou les sociétés de programmation - offrent aux usagers, en même temps que les systèmes, un ensemble de programmes (programmation) parfaitement efficaces et adaptés aux problèmes de gestion.

Sans revenir sur les difficultés rencontrées par les premiers utilisateurs des ensembles de la troisième génération - et qu'il serait inadmissible de voir se reproduire, - il est nécessaire d'insister pour que les systèmes informatiques actuels soient dotés de programmes

permettant une exploitation complexe (ce que les Américains caractérisent de « sophistiqués »).

On constate en effet le développement rapide de modes - d'exploitation spécifique, donc adaptés à une activité particulière et, de ce fait, donnant lieu à la conception et à l'écriture de programmes d'exploitation particuliers. En général, de telles exploitations exigent des programmes très élaborés; ce sont ceux-ci qui en conditionnent la mise en œuvre.

a) *Utilisation simultanée en commun d'un système* (time-sharing).

Dans l'utilisation simultanée en commun d'un système (time-sharing), l'unité centrale est utilisée à tour de rôle et quasi simultanément par plusieurs utilisateurs. Chacun d'eux dispose d'un terminal (lecteur perforateur -de cartes ou télétype) relié par liaison téléphonique à l'unité centrale. Il dispose également d'une partie protégée de la mémoire à accès direct.

L'intérêt d'une telle exploitation réside tout d'abord dans un temps de réponse apparent nul, malgré l'utilisation simultanée, ensuite dans la possibilité d'accès à une unité centrale performante associée à un terminal capable d'expédier les traitements courants, enfin dans la disponibilité d'une bibliothèque très diverse.

Un tel système peut être utilisé pour mettre au point un programme à partir de son bureau, pour procéder à des recherches, pour étudier des problèmes de gestion, pour traiter enfin des problèmes complexes.

On imagine sans peine que la gestion de nombreux terminaux, qui peuvent «appeler» le système informatique n'importe quand pour faire n'importe quoi, pose des problèmes de programmation particulièrement difficiles. De tels systèmes sont opérationnels aux U.S.A. sur une base commerciale.

Les applications de l'utilisation simultanée en commun intéressent des secteurs extrêmement divers de l'activité économique; on peut citer, à titre d'exemple, quelques réalisations américaines:

- la firme « Allied Supermarket » de Detroit gère l'approvisionnement de ses 350 succursales, la comptabilité, le plan de rotation de ses camions, etc., à partir d'un calculateur central unique, relié à plus de 200 terminaux.

- General Electric utilise un système basé sur le même principe, pour mettre à la disposition des firmes intéressées une documentation économique tenue régulièrement à jour.

- Westinghouse met à la disposition de laboratoires éloignés la puissance de calcul d'un système central complexe composé de quatre puissants calculateurs de marque différente.

- Chrysler gère aussi le dossier de garantie de ses voitures sur une période de cinq ans.

- Enfin, diverses entreprises de travail à façon (Key Data Co à Boston, University Compution Co à Los Angeles, etc.) mettent à la disposition de leurs clients, et chez eux, les possibilités d'un système informatique puissant.

Une application particulière et remarquable a été réalisée par un groupe d'agents de change de Londres, dans le but de tenir à la disposition de leurs clients l'historique, mis à jour instantanément, des cours des valeurs cotées à Londres et à Wall Street ; cet historique est mémorisé dans un fichier à accès direct et les analystes financiers disposent d'un terminal permettant l'accès à l'unité centrale, au fichier des cours ainsi qu'à un fichier propre. Ceci existe et remplace avantageusement la « Cote Desfossé ».

Les ensembles électroniques ont permis d'assurer l'automatisation des grosses tâches administratives routinières et périodiques; mais ce sont les techniques de communication à distance qui apporteront dans le domaine de la gestion, c'est-à-dire de la préparation des

décisions, les mutations les plus remarquables. Ceci sera d'ailleurs facilité par la conception de langages proches de la langue usuelle, qui permettront aux responsables eux-mêmes d'utiliser de tels systèmes sans technicité particulière.

b) *Exploitation avec « réponse immédiate »* (real time). Afin d'intégrer véritablement les systèmes informatiques aux opérations administratives, il est nécessaire :

- d'enregistrer l'information au lieu même où elle prend naissance;

- d'apporter l'information ou le résultat instantanément à la personne qui en a besoin.

C'est seulement lorsque ces deux conditions sont réalisées, que toute la « paperasserie » disparaît et que le système informatique constitue une innovation majeure

Grâce aux mémoires de masse à accès direct, aux moyens de communication et aux unités centrales actuelles, de tels systèmes sont maintenant réalisables dans des conditions économiques.

L'exemple caractéristique est celui du système de réservation de places dans certaines compagnies aériennes (American Airlines, Pan American Airways, Scandinavia Air System...) : un réseau de télécommunications national, voire mondial, permet à chaque agence de Los Angeles ou de Bangkok d'avoir accès à partir d'un terminal aux fichiers magnétiques où sont enregistrés, pour chaque vol, les noms des personnes ayant réservé une place. Le système apporte une simplification administrative évidente, améliore la qualité du service, enfin permet de rentabiliser la flotte d'appareils (affectation des moyens à la demande...).

De même, l'utilisation d'un tel système, reliant chaque point de vente ou de distribution aux usines et centres de stocks, permet aux vendeurs de passer rapidement des commandes, aux stocks et aux moyens de distribution d'être mieux gérés, aux catalogues d'être à jour et complets.

Implanté dans une unité de production, il améliore également la gestion des chaînes de fabrication en transmettant les ordres de lancement, en affectant au mieux les moyens aux commandes.

Plusieurs des applications citées aux alinéas. précédents constituent non seulement une utilisation en commun, mais également un système avec cc réponse immédiate» (real-time).

Toutefois, de telles exploitations ne doivent être mises en œuvre qu'après une adaptation et une modification parfois très profonde des méthodes de travail et une mise en place de procédures très strictes. Sur le plan de la programmation, le coût des études et de la réalisation en est élevé par suite de la complexité des programmes; par exemple, la sécurité des fichiers et leur accessibilité permanente supposent des logiques prévoyant chaque cas particulier.

Là encore, un effort important devra être réalisé pour mettre à la disposition des utilisateurs des bibliothèques de programmes adaptées à ce mode d'exploitation.

c) *Communications directes homme-machine.*

Dans les modes d'exploitation que nous venons d'examiner, l'innovation la plus profonde réside dans le fait que le système est doté de moyens de communication souples et diversifiés. Ainsi s'établit un véritable dialogue homme-machine qui prolonge sur le plan de la mémoire et de l'intelligence les capacités propres à l'homme.

Mais la communication directe homme-machine se développe considérablement depuis la mise au point des techniques de dessin digigraphiques utilisant un écran cathodique et un crayon lumineux – « light-pen ». Ceux-ci constituent, en effet, un organe de vision à double entrée :

d'une part le calculateur communique un dessin à l'homme (plan, perspectives, cotes...), d'autre part, celui-ci en dessinant avec le « light-pen » des courbés et des symboles sur l'écran correspond avec le calculateur. Si, de plus, on associe des informations instantanément transmises et des programmes de calculs divers, un dialogue équilibré peut ainsi s'instaurer entre le système et l'utilisateur.

L'exploitation de ces systèmes fait appel à des équipements informatiques classiques : calculateurs, mémoires, moyens de transmission, écrans cathodiques, cellules photoélectriques. Mais le caractère spectaculaire des applications est fourni par l'imagination des techniciens et par l'ampleur de la programmation. C'est celle-ci qui apportera, dans les années à venir, les innovations pratiques les plus remarquables à partir de composants considérés comme banaux.

•••

Ainsi, le développement de l'informatique dans l'entreprise dépend maintenant plus de la programmation que des matériels eux-mêmes.

Or les constructeurs américains estiment devoir investir plus pour assurer la programmation de leurs systèmes que pour la réalisation ·des composants physiques de ces systèmes[10]. Les difficultés de programmes, engendrées par les systèmes de la troisième génération, sont responsables des plus grandes désillusions.

[10] On estimait que le coût de la programmation était équivalent au coût des matériels physiques pour les systèmes informatiques de la deuxième génération. A l'heure actuelle, pour les systèmes de la troisième génération, on évalue les dépenses de programmation au double des dépenses de matériel, les coûts de programmation se répartissant de façon sensiblement équivalente entre les programmes d'exploitation et ceux des systèmes évolués de communication.

C'est également sur la valeur de leurs programmes que certains ont pris une avance décisive à cette occasion dans certains domaines.

Une évolution est par ailleurs en cours, qui laisserait à des sociétés de programmation la charge d'élaborer et de concevoir une partie des programmes d'exploitation.

Dans le cadre du Plan Calcul, il est indispensable que les Pouvoirs Publics attachent à ces problèmes une importance toute particulière et définissent, en accord avec les représentants des utilisateurs, une politique nationale de développement et de mise à disposition générale des programmes nécessaires à ces applications.