

# LES ECHOS DE SAINT-MAURICE

Edition numérique

Henri MICHELET

L'ordinateur, cet outil de merveilleux service

Dans *Echos de Saint-Maurice*, 1972, tome 68, p. 39-49

© Abbaye de Saint-Maurice 2013

# *L'ordinateur*

## *cet outil de merveilleux service*

De nombreux observateurs se plaisent à proclamer l'accroissement vertigineux des connaissances et des inventions de notre temps. Depuis plus d'un demi-siècle, le volume de notre savoir se multiplie par deux à chaque décennie. Cette loi du doublement décennal nous place devant une constatation inéluctable : les sciences et les techniques ont subi plus de transformations au cours des vingt dernières années que pendant les vingt siècles antérieurs.

Dans le domaine du calcul, l'évolution se résume de la façon suivante : depuis qu'ils ont appris à numéroter les objets, pendant plus de sept millénaires, les hommes ont compté à une vitesse qui n'a guère dépassé celle de l'abaque et du boulier ; par rentrée en scène du calculateur électronique, en 1945, cette vitesse a été multipliée par cinq ; puis, par mille et davantage à l'introduction de l'ordinateur. \*

Bien qu'encore très peu connu du profane, l'ordinateur apparaît comme la machine la plus extraordinaire, celle qui révolutionnera le vingtième siècle.

C'est pourquoi notre article voudrait décrire sommairement le fonctionnement de cet outil de « merveilleux service », qui est en train d'envahir le monde.

### **Les opérations de l'ordinateur**

Considéré d'une façon simplifiée, on peut dire que l'ordinateur accomplit le travail d'un comptable professionnel. Sous une forme qui nous est familière, nous trouvons dans le bureau du comptable tous les éléments constituant le calculateur électronique.

\* Voir dans *Les Echos de Saint-Maurice*, t. 1, n° 2, 1971, pp. 124-131 : *Et l'Informatique fut créée.*

Le comptable — ordinateur humain — reçoit du patron les données du calcul. Pour accomplir son travail, il dispose de feuilles de calcul qui décrivent la suite des opérations à effectuer. Puis il opère habituellement les calculs à l'aide de machines. Il arrive souvent que le comptable conserve sur une feuille de travail des résultats intermédiaires qu'il réutilisera plus tard ; il a aussi recours à des barèmes ou à des fichiers permanents. Enfin, le comptable communique les résultats à son patron ; puis, il classe les documents en vue de réclamations possibles ou d'un emploi ultérieur.

La structure générale d'un ordinateur est très voisine de ce schéma. L'unité de commande de la machine accomplit la fonction du cerveau du comptable ; la mémoire principale de l'ordinateur est l'analogue de la feuille de papier ou du fichier ; les mémoires auxiliaires correspondent aux tarifs, barème-standard, etc. ; l'unité de calcul remplace la machine à calculer. A cet ensemble, il faut ajouter des organes d'entrée et de sortie, qui ont pour rôle de transférer les informations depuis le milieu extérieur vers le mémoire de l'ordinateur et vice versa.

Pour récapituler, disons que l'ordinateur comprend des unités d'entrée qui permettent de lire les données, des mémoires qui conservent les informations, un calculateur et des unités de sortie qui expriment les résultats.

**La chaîne de travail de l'ordinateur** se schématise de la façon suivante :

UNITES D'ENTREE	Cartes perforées Bandes perforées Bandes magnétiques
UNITE CENTRALE	Mémoire d'entrée Exécution des opérations Mémoire de sortie
UNITES DE SORTIE	Tabulatrice Bandes magnétiques Imprimante.

Mais pour pouvoir être conservées et traitées par l'ordinateur, les informations doivent être préalablement traduites dans la seule langue parlée par la machine.

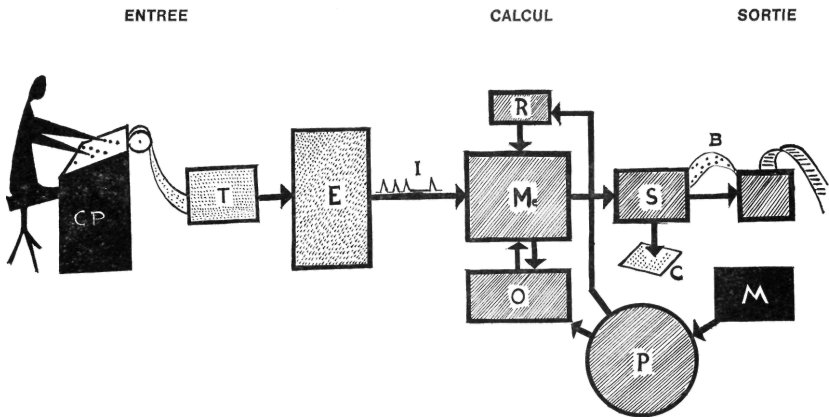


Fig. 1. — Les unités d'une machine à calculer :  
 CP Clavier de perforatrice ; T Traducteur en code binaire ; E Entrée de la machine à transformer en impulsion ;  
 I Trains d'impulsions ; Me Mémoire principale ; R Registres auxiliaires ; O Opérateurs arithmétiques et logiques ; S Registre  
 de sortie ; C Cartes de résultats ; P Programme ; B Bande de télécriteur ; M Mathématicien. Données algébriques.

## Le système binaire, langage de l'ordinateur

L'ordinateur ne comprend et ne parle qu'en « système binaire ». Ce langage, introduit par le célèbre promoteur de *La logique mathématique* contemporaine, Georges Boole (1815-1864), ne connaît que deux chiffres : le un et le zéro. Qui veut pénétrer les arcanes de l'ordinateur doit acquérir les notions élémentaires de son mode de communication. Celui-ci n'a d'ailleurs rien de très compliqué. Voici, à titre d'exemple, le principe du comptage des objets dans le système binaire :

<i>Système décimal</i>	<i>Système binaire</i>	<i>Système décimal</i>	<i>Système binaire</i>
0	0	10	1010
1	1	11	1011
2	10	12	1100
3	11	13	1101
4	100	14	1110
5	101	15	1111
6	110	16	10000
7	111	17	10001
8	1000	18	10010
9	1001	19	10100

Non seulement les chiffres, mais les lettres de l'alphabet, majuscules et minuscules, les signes de ponctuation, les symboles mathématiques, etc., tout le langage humain est exprimé dans le système binaire. Une telle codification binaire des lettres et des chiffres, se fait dans l'ordinateur de la troisième génération, au moyen d'une unité standard, « l'octet ». Celui-ci comprend un groupe de huit positions binaires, dénommées « bits ». Voici comment sont exprimés dans ce « système décimal codé binaire (DCB) » quelques lettres de l'alphabet et quelques nombres :

A = 1100 0001	10 = 0001 0000
B = 1100 0010	11 = 0001 0001
C = 1100 0011	12 = 0001 0010

Avec huit positions binaires, on peut avoir 256 combinaisons. Or, il suffit de  $26 + 10 = 36$  positions pour avoir toutes les lettres et tous les chiffres. Avec le surplus, on enregistre les autres signes : le point, la virgule, le trait d'union, le plus et le moins, et même d'autres alphabets.

## Les unités d'entrée

Pour avoir accès à l'ordinateur, les informations sont inscrites sur cartes perforées, rubans perforés ou bandes magnétiques.

Le système des **cartes perforées** est l'un des plus employés. Ce procédé se comprend aisément. Au moyen de perforations effectuées selon un code fixe, on inscrit sur la carte des renseignements de toutes sortes.

Ces cartes sont mises par paquets de 1000 ou 2000 dans des casiers ou « magasins » de lecture. Par un dispositif approprié, elles sont ensuite « happées » et entraînées à des vitesses variables selon les machines ; lues par une cellule photo-électrique, ces informations sont transformées dans le système binaire et envoyées dans les adresses de la Mémoire, prévues à cet effet par le programme.

Les mêmes opérations s'effectuent dans le système des **rubans perforés**, à la différence près qu'on utilise ici des bandes de papier au lieu de cartes.

Les **bandes magnétiques**, semblables aux bandes de magnétophones, sont constituées de rubans de matière plastique recouvertes d'une mince pellicule d'oxyde ferromagnétique.

L'enregistrement des informations se fait par aimantation de certains points précis de la bande. Selon que ces points seront ou ne seront pas aimantés, on aura, par convention, 0 ou 1 (système binaire). Pour obtenir cet effet, la bande défile devant neuf têtes magnétiques qui couvrent toute sa largeur ; huit têtes servent à l'inscription selon le système codé en octets et la neuvième est utilisée pour le contrôle. Lorsque l'une de ces têtes reçoit une impulsion électrique transmise par l'unité centrale, elle aimante le petit point de la bande qui se trouve juste en face. Ce point restera ensuite aimanté jusqu'à nouvel ordre.

La lecture des données ainsi enregistrées se fait par le procédé inverse. Au cours d'un autre passage de la bande devant les mêmes têtes, faisant cette fois fonction de lecteurs, les doublets qui sont restés aimantés émettent un courant qui est perçu par les électro-aimants et transmis.

Des disques peuvent être employés à la place des bandes magnétiques. L'information ainsi enregistrée, par l'un des procédés décrits ci-dessus, est ensuite fixée dans les « mémoires » de l'ordinateur.

### **La fonction « mémoire »**

Dans l'ordinateur, les données inscrites par le personnel sur cartes sont reprises en charge par des mémoires électroniques. Celles-ci permettent un stockage rapide et considérable de renseignements ainsi qu'une consultation quasi instantanée.

Pour cet archivage des informations, l'ordinateur dispose de deux sortes de mémoires. S'agit-il de données qui seront utilisées un grand nombre de fois au cours de l'opération ? Elles sont alors inscrites sur un fil ou un tambour magnétique et placées dans une mémoire auxiliaire.

Dans la mémoire centrale, le support de l'information est constitué par des ferrites ou tores magnétiques. Ce sont de petits anneaux métalliques dont le diamètre s'est réduit de génération en génération. Actuellement, il est de l'ordre de 1/10 de millimètre, ce qui nécessite des fils de 2/100 de millimètre pour le traverser. Car à l'intérieur de chaque anneau passent deux conducteurs disposés perpendiculairement et un conducteur commun à l'ensemble et dénommé fil de lecture. Au moyen d'impulsions électriques, on peut aimanter le tore selon les deux polarités définies : nord-sud, si le courant va dans un sens, ou sud-nord, s'il va dans l'autre sens. Conventionnellement ces orientations correspondent aux chiffres zéro et un du système binaire.

Les ferrites sont disposées sur des plaques par rangées de dix, de vingt ou même davantage. Si l'on veut exciter une ferrite précise, par exemple, la troisième de la quatrième rangée, on envoie un courant dans la troisième colonne, et un autre dans la quatrième rangée, doués chacun de la moitié de l'intensité nécessaire et suffisante pour faire basculer le magnétisme de cette ferrite. Dans les autres ferrites, traversées seulement par la moitié de l'intensité nécessaire, le magnétisme n'est pas inversé. Une fois enregistrée, l'information demeure dans la ferrite.

Pour lire l'information, on envoie, dans toutes les rangées et toutes les colonnes, des impulsions de sens inverse à celle qui a été utilisée pour la magnétisation. Le troisième fil, celui de lecture, qui traverse les ferrites, sert à déceler les tores dont le magnétisme a changé de sens au cours de l'opération. Car il se produit alors dans ce fil un courant de retour. Par contre, si l'impulsion envoyée est de même sens que celle de la magnétisation, il n'y a pas de courant de retour. Et pour que l'information ne soit pas perdue, après chaque lecture, on inverse encore le

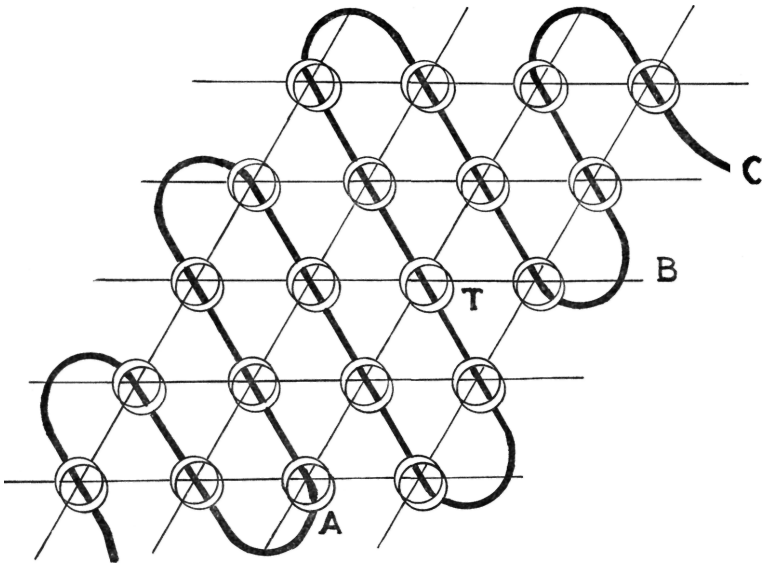


Fig. 2. — Une mémoire magnétique à tores T est constituée d'un réseau de fils rectangulaire A et B. On explore l'état des tores à l'aide d'un troisième fil C qui passe à travers la totalité d'entre eux et en le comparant au courant qui passe dans A et dans B.

courant, ce qui a pour effet de remettre les ferrites dans les positions précédentes.

La mémoire centrale des ordinateurs actuels possède, selon les types, de 4000 à plusieurs centaines de milliers de ferrites réparties par plaques de cent ou de mille.

Les positions binaires de la mémoire centrale, groupées par huit, en octet, sont munies d'un numéro qui fait fonction d'adresse de l'information enregistrée. La mémoire peut ainsi se comparer à un gratte-ciel de plusieurs milliers de chambres, toutes numérotées. Dans les programmes, on appelle chaque habitant de l'immeuble, par le numéro de la chambre qu'il habite. Le temps nécessaire pour localiser l'information et la transférer dans l'unité de calcul s'appelle « temps de base » ou



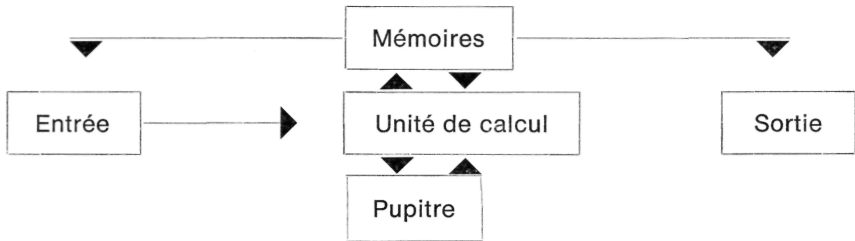
encore « temps d'accès ». Il est de l'ordre du millionième de seconde pour les informations conservées dans la mémoire principale et de quelques millisecondes à une demi-seconde pour celles qui sont placées dans les mémoires auxiliaires.

Ces informations stockées dans les mémoires sont à la disposition de l'unité centrale ou unité de calcul.

### L'unité de calcul

L'unité de calcul joue un double rôle : elle effectue les opérations algébriques et logiques d'une part et elle contrôle toutes les opérations de la calculatrice d'autre part.

Elle comporte les organes suivants



Cette unité effectue les opérations algébriques et logiques au moyen de montages électroniques. La particularité de ces circuits est de pouvoir réaliser les fonctions logiques ET, OU et NON.

Toutes les opérations inscrites dans le programme doivent finalement se ramener à une série d'opérations logiques de ce type.

Il appartient au « programmeur » de fixer exactement toutes les opérations à effectuer. L'élaboration d'un programme suppose la connaissance complète du problème, celui-ci ayant été envisagé sous tous les aspects possibles. Toutes les opérations confiées à l'ordinateur doivent être décrites jusque dans le moindre détail. L'instruction est ensuite donnée à la machine sous forme codifiée.

Ayant reçu feu vert, l'ordinateur réalise le programme en plusieurs étapes. La première est celle du cycle d'instruction : le circuit opératoire de l'ordinateur prend note de l'opération à effectuer, tandis qu'un autre circuit enregistre ce qu'on appelle « l'adresse du facteur ». Durant le cycle suivant, celui d'exécution, les informations sont placées dans

les registres « mémoires » et aiguillées vers les circuits de calcul. Enfin, le résultat est renvoyé sur un « accumulateur », d'où il pourra être transféré sur la mémoire centrale ou, en fonction des instructions du programme, être délivré à une unité de sortie.

L'ordinateur fonctionne automatiquement ; il exécute ponctuellement les ordres prescrits par le programme. Néanmoins, l'ingénieur peut à chaque instant intervenir au moyen d'un pupitre de contrôle. Ce dernier comprend principalement :

1. des voyants qui permettent de relever le contenu des mémoires et des principaux organes de la calculatrice ;
2. un ensemble de boutons et de clés au moyen desquels il peut arrêter le calcul et le faire repartir ;
3. des clés servant à l'introduction d'ordres ou de coefficients nouveaux.

Par cette fenêtre ouverte sur la machine, l'ingénieur est continuellement renseigné sur l'état des calculs et il peut s'entremettre s'il le juge à propos.

### **Sortie des résultats**

Comme il a été dit ci-dessus, une fois effectués, les résultats sont renvoyés sur un accumulateur. De là, afin de libérer l'unité centrale, ils sont acheminés sur des unités périphériques de l'ordinateur. A celles-ci appartient le rôle d'opérer la transcription inverse de celle qui a été effectuée à l'entrée.

Ces unités peuvent fournir les résultats sous des formes multiples. Cartes perforées, rubans perforés et bandes magnétiques véhiculent couramment les solutions de l'ordinateur. S'il s'agit de factures, de bulletins de paie, etc., la sortie des résultats se fait sur une machine imprimante qui frappe simultanément les 130 à 160 caractères d'une ligne à raison de 1000 à 2000 lignes à la minute. Parfois même, l'ordinateur établit des graphiques. Ainsi en est-il ordinairement pour les calculs scientifiques et techniques. Dans d'autres cas, la réponse est livrée sur un écran de télévision.

### **Eblouissante prospective**

Certes, notre article ne donne qu'un aperçu très schématique des ordinateurs. Néanmoins une telle vue d'ensemble suffit, pensons-nous, à montrer la complexité de cet outil nouveau ainsi que son extraordinaire

souplesse. Tout processus du traitement de l'information, quelque complexe qu'il soit, peut être exécuté par la machine dès lors qu'il est possible d'établir un programme approprié.

Conférant à l'homme une vitesse de travail multipliée par mille, lui permettant d'effectuer des opérations irréalisables autrement, on comprend que l'effectif des ordinateurs ne cesse de s'accroître. Il existe actuellement environ 70 000 ordinateurs installés dans le monde entier, dont 40 000 aux Etats-Unis et quelque 15 000 en Europe. Sur le plan européen, la Suisse possède la plus grande densité d'ordinateurs. L'évolution est marquée par les chiffres suivants : 5 en 1957, 30 en 1960, 195 en 1963, 500 en 1970, et d'après les prévisions, 1350 en 1975.

Les prix des ordinateurs s'étalent, selon les types, entre 100 000 francs et 20 millions de francs. Etant donné cette valeur élevée, souvent des utilisateurs se groupent pour l'achat d'une machine commune. On peut également s'abonner à une puissance de calcul comme on s'abonne à un téléphone ou à une puissance électrique. Ce système du « temps partagé » étend considérablement la possibilité d'emploi des ordinateurs.

On ne risque pas de se tromper en affirmant que l'avenir des ordinateurs est des plus prometteurs. La probabilité de leur développement est confirmée par la simple énumération des nombreux services qu'il rend déjà.

L'utilisation la plus courante consiste à lui faire jouer le rôle d'un employé. Dans cet office, les machines tiennent à jour les inventaires des stocks ; elles contrôlent les réservations de places ; elles calculent les salaires en tenant compte des taux horaires, des heures de travail, des retenues, etc. Les usines automatiques deviennent de plus en plus nombreuses dans lesquelles la machine remplace l'homme aux postes de contrôle et de réglage.

L'ordinateur apparaît comme l'outil indispensable de la technique et de la recherche scientifique. Nous ne pouvons à ce sujet qu'énumérer les principaux usages : calcul des ponts et ouvrages d'art, des barrages, des centrales électriques et nucléaires, des réacteurs d'avions, détermination des tracés de routes, étude des problèmes de circulation et de transport, définition des nouvelles générations de calculatrices, etc.

Dans le domaine de la documentation, l'ordinateur semble appelé à jouer un rôle primordial. Les publications concernant les différentes branches du savoir deviennent tellement nombreuses qu'un homme ne parvient même plus à suivre celles de sa propre spécialité. Ainsi il faudrait à un biologiste quinze années de lecture pour prendre connaissance de tout ce qui se publie en une seule année dans sa branche. Les systèmes de classification sont débordés par l'abondance de matière. Un ordinateur est capable de conserver des milliards de documents.

Classés selon des mots-clés, les textes utiles sont extraits des mémoires en un temps très court.

L'ordinateur commence aussi d'entrer dans l'enseignement. Accomplissant le rôle du professeur, il pose les questions à ses élèves ; il contrôle leurs réponses et ne permet de passer au sujet suivant que si le raisonnement est acceptable ; il traduit aussi les livres et revues dans une autre langue ; il peut même composer des mélodies.

Une branche nouvelle et étonnante, la recherche opérationnelle, a pris naissance grâce à l'ordinateur. On comprend sous le terme de recherche opérationnelle « l'ensemble des méthodes et techniques rationnelles d'analyse et de synthèse des activités humaines en vue de la préparation de meilleures décisions ». Dans la gestion des affaires, dans le gouvernement des peuples, dans toutes les activités, le chef est appelé à opérer un choix parmi les solutions possibles. Des facteurs nombreux peuvent influencer la décision : ce sont ce qu'on appelle des « variables aléatoires ». L'ordinateur simule toutes les éventualités et toutes les combinaisons possibles, permettant ainsi de choisir la voie la « plus probablement meilleure ». En ce sens on dit parfois que l'ordinateur gouverne les peuples et décide de la guerre ou de la paix.

Etant donné de telles performances, faudra-t-il un jour reconnaître à la machine un pouvoir supérieur à celui de l'homme ? Au point de vue quantitatif, elle l'a déjà dépassé depuis longtemps. Mais ne nous leurrons pas. Au point de vue qualitatif, le plus haut degré lui fera toujours défaut, celui de l'intelligence. « Si complexes que soient les tâches exécutées par la machine, si étonnantes que soient ses réussites, elles ne sont jamais que le reflet de l'activité humaine et le résultat d'un effort prodigieux d'analyse et d'imagination dont tout le mérite et l'initiative reviennent à l'homme. »

Fruit d'un long effort de l'intelligence humaine, l'ordinateur amplifie encore son pouvoir. Il se situe dans la voie du perfectionnement et du progrès. Le Créateur a voulu laisser à l'homme la joie de découvrir et de soumettre la matière. L'ordinateur est l'une des plus merveilleuses conquêtes de notre temps. Progressivement, il pénètre dans toutes les activités humaines, créant une révolution informatique plus importante que la révolution industrielle du XIX<sup>e</sup> siècle.

Henri Michelet