



L'ordinateur

LA RÉVOLUTION INFORMATIQUE



Peu d'inventions ont bouleversé notre monde à la manière de l'ordinateur. Énorme machine dédiée au calcul à ses débuts, il est maintenant l'outil universel du **bureau**, du laboratoire, du commerce et des affaires, ou encore de la création artistique. Il a également sa place à la maison, où il introduit de nouvelles formes de loisirs et de communication. Cette omniprésence et cette banalisation ne l'empêchent pas d'être encore le support de projets ambitieux, comme l'« intelligence artificielle », ou de peurs parfois irraisonnées (« bug » de l'an 2000, par exemple).

Un ordinateur est une machine renfermant un ensemble de circuits électroniques permettant de traiter des informations. Ces informations sont codées : le codage permet de faire réaliser à la machine des opérations logiques. Démultipliée à la mesure de plusieurs centaines de milliers d'opérations à la seconde, la capacité de calcul des ordinateurs permet des applications extrêmement variées.

Par rapport à un simple calculateur, la première spécificité des ordinateurs est d'être programmables, c'est-à-dire qu'ils peuvent effectuer des tâches et des calculs différents sans modification de leur structure physique. La seconde est d'être universels, c'est-à-dire capables d'exécuter, sous réserve de capacité suffisante en mémoire, toutes les opérations de base constituant un algorithme (ou programme).

Le mot « ordinateur » a été proposé en 1956 par le latiniste français Jacques Perret à la firme IBM, pour marquer la différence entre cette nouvelle machine et les calculateurs.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

NOTATION BINAIRE

Le codage de l'information dans les ordinateurs repose sur la propriété de ses composants électroniques de se résumer à deux états : « le courant passe, le courant ne passe pas ».

Ces deux états sont représentés par les chiffres 0 et 1, qui sont suffisants pour effectuer tous les calculs arithmétiques. L'ordinateur travaille

en base binaire, mais pour plus de commodité les valeurs sont données en base 16 (hexadécimale), dont la conversion en binaire est aisée. L'unité minimale d'information pouvant présenter ces deux états est appelée « bit » (pour *binary digit*, « chiffre binaire »). Un bit a 2 valeurs possibles, deux bits associés 2 fois 2, soit 4 valeurs, trois bits 2 fois 2 fois 2, soit 8 valeurs, et ainsi de suite. Un octet est une unité d'information composée de 8 bits. Il peut prendre 256 valeurs différentes, de 00000000 à 11111111, ce qui permet de coder tous les signes (lettres, chiffres et autres signes) nécessaires à l'écriture d'un programme.

MÉMOIRE

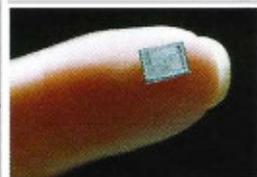
Les données et instructions, codées sous forme binaire, sont stockées dans des circuits où la conformation du courant reste stable : c'est la mémoire de l'ordinateur. On distingue la mémoire morte, ou ROM (pour *Read Only Memory*, mémoire à lecture seule), et la mémoire vive ou RAM (pour *Random Access Memory*, mémoire à accès aléatoire – c'est-à-dire que les informations peuvent en être extraites dans n'importe quel ordre).

- Le contenu de la ROM est fixé une fois pour toutes : ce sont les procédures de base nécessaires au fonctionnement de l'ordinateur.
- Les données de la RAM s'effacent lorsque le courant est coupé. Elle sert à stocker les informations en cours de traitement.



Il existe également des mémoires externes : **disquettes**, CD-rom, disque dur, qui stockent les informations auxquelles l'accès est lié aux besoins de l'utilisateur.

PROCESSEUR



Le **processeur** ou puce est véritablement le cœur (ou le cerveau) de l'ordinateur : c'est lui qui effectue les opérations sur les données en mémoire. Leur rapidité se mesure en « flops » (*Floating point Operations per Second*), c'est-à-dire nombre d'opérations élémentaires (dites « opérations en virgule flottante ») par seconde. Les processeurs sont maintenant

capables de plusieurs gigaflops (milliards d'opérations à la seconde). Bien que leur efficacité ne cesse de croître, les processeurs sont de plus en plus souvent doublés ou triplés afin d'effectuer parallèlement des calculs indépendants. Cette évolution a commencé par l'ajout de processeurs auxiliaires gérant un aspect particulier du travail (affichage à l'écran, par exemple) pour arriver aujourd'hui à de véritables architectures multiples.

PUISSANCE

La capacité d'un ordinateur à effectuer des tâches longues et complexes est directement proportionnelle à la mémoire dont il dispose. Cette mémoire est mesurée selon des unités spécifiques, imitées du système métrique mais basées sur les puissances de 2.

- Un kilo-octet (Ko) = 2¹⁰ octets = 1 024 octets (cela correspond à peu près à la quantité d'information contenue dans une demi-page de texte dactylographié).



- Un méga-octet (Mo) = 1 024 Ko = 2²⁰ octets (la capacité de stockage d'une boîte de messagerie Internet est généralement de 2 à 30 Mo ; une disquette contient 1,456 Mo, un CD-rom 650 Mo).

- Un giga-octet (Go) = 1 024 Mo = 2³⁰ octets (c'est l'unité des disques durs des ordinateurs de bureau. Les modèles anciens stockent 4 à 8 Go, les modèles récents avec graveurs de DVD vont jusqu'à 80 Go, voire 120).

- Un téra-octet (To) = 1 024 Go = 2⁴⁰ octets (il s'agit de la capacité des super-calculateurs).

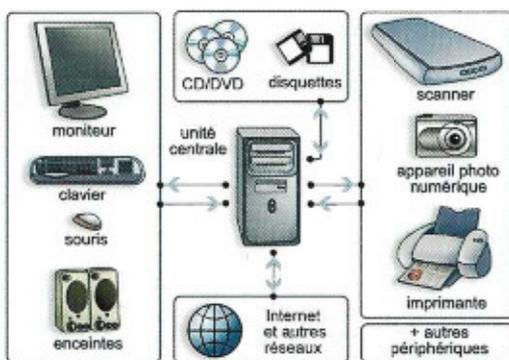
STRUCTURE DE L'ORDINATEUR

En informatique, on distingue la machine et les programmes, ou logiciels, qu'elle utilise. La capacité des machines conditionne les performances des logiciels et les évolutions de ces derniers favorisent le renouvellement des machines.

MATÉRIEL (HARDWARE EN ANGLAIS)

La carte-mère

Un ordinateur est un assemblage de composants électroniques. Ces composants sont soudés sur une carte principale et reliés par les connexions du circuit imprimé. Cette carte est appelée carte mère. Elle est le siège du processeur et de la mémoire centrale.



L'unité centrale

On appelle « unité centrale » le boîtier qui renferme les composants de l'ordinateur : la carte-mère et les périphériques internes (à l'unité centrale) : cartes périphériques, disque dur, lecteur de disquettes, lecteur de CD/DVD... Il ne s'agit pas d'une unité logique, mais d'une unité physique à laquelle se relient les unités périphériques externes : l'écran, le clavier, la souris, l'imprimante, le scanner...

Les unités périphériques

Le plus souvent appelées simplement périphériques, le terme regroupe l'ensemble des matériels qui vont fonctionner à partir de l'unité centrale. Il peut s'agir des éléments de ce qu'on appelle la configuration de base (l'écran,



le clavier et la **souris**), comme de matériels qui viennent compléter spécifiquement la configuration en fonction des besoins de l'utilisateur : modem internet, scanner, imprimante, appareil photo numérique, palette graphique... Chaque périphérique est livré avec un logiciel d'installation et de pilotage (le pilote ou *driver*) qui permet à l'unité centrale de le reconnaître et de le faire fonctionner.

Logiciels (softwares en anglais)

Parmi les logiciels (les programmes), on distingue celui qui lui permet de fonctionner (de gérer les accès mémoire, les périphériques internes et externes, l'affichage...) et ceux sur lesquels va travailler l'utilisateur. Le premier est appelé système d'exploitation, les autres sont des applications.

Les systèmes d'exploitation

Il existe à l'heure actuelle plusieurs systèmes d'exploitation, développés pour des besoins différents.

- MS-Dos : développé par Microsoft en 1980 sur la base du Qdos, jamais commercialisé, le système MS-Dos se présente en mode texte et nécessite l'apprentissage d'un langage. Ce système, archaïque mais fiable, est encore utilisé par les informaticiens.

- Windows : basé sur le MS-Dos auquel il ajoute une interface graphique, c'est-à-dire des icônes et des fenêtres pour une plus grande facilité d'utilisation, le système de Microsoft est le plus utilisé au monde. Windows a été décliné en Windows 95, 98 puis 2000 qui sont des mises à jour successives de la version de base, Windows NT, qui est une version à destination des professionnels spécialement conçue pour l'usage en réseau, et Windows XP qui est une refonte des deux versions.

- Unix : il s'agit d'une approche de l'informatique où les relations entre les logiciels sont plus importantes que les logiciels eux-mêmes. Très évolutif, Unix est modulable par ses utilisateurs, et est donc très utilisé dans les universités et le monde de la recherche scientifique.

- Linux est une version dérivée d'Unix. Ce système d'exploitation, contrairement à tous les autres, est gratuit et disponible sur Internet. Les utilisateurs de Linux forment une communauté où chacun contribue à faire évoluer le système. Il est utilisé par les programmeurs et les webmasters pour sa haute compatibilité avec Internet.

- Mac OS : système d'exploitation développé par Apple pour les Macintosh. Dès 1980, donc avant Windows qui l'a généralisé, Mac OS intégrait une interface graphique où la navigation se faisait par la souris à travers des icônes et des fenêtres. Mac OS X représente une nouvelle génération de ce système, plus proche des standards Unix. Par son confort d'utilisation et ses innovations constantes, le Macintosh s'est imposé dans des secteurs d'activité comme la presse, l'industrie du graphisme et de l'animation.

L'informatique en chiffres

Nombre de foyers français équipés
d'un micro-ordinateur :
en 1999 : 22 %
en 2000 : près de 30 %



d'Internet :
en 1999 : 6 %
en 2000 : près de 15 %

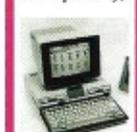
Marché mondial de l'informatique



chiffre d'affaires en 2001 :

Entreprise	Chiffre d'affaires (milliards de \$)
IBM	85,9
Toshiba	49,6
Hewlett-Packard	45,2
NEC	42,5
Fujitsu	37,6
Dell	31,2
Microsoft	25,3
EDS	21,5
Sun	18,3

Les PC (Personal Computers),



compatibles IBM

Les Macintosh d'Apple



Modèles les plus répandus

Applications

Les logiciels ou applications, fonctionnant dans le cadre du système d'exploitation, sont les outils proprement dit de l'utilisateur d'un ordinateur. Ils traitent les données dans le cadre d'une activité précise : traitement de texte, de l'image, du son... Les principales catégories de logiciels sont les suivantes :

• **Traitement de texte** : logiciel servant à éditer un texte, c'est-à-dire à le taper et le mettre en forme. Word est de loin le plus utilisé, mais tous fonctionnent sur le même principe.

• **Tableur** : un tableur est un logiciel de calcul et de mise en forme de tableaux. Excel est à l'heure actuelle le plus répandu.

• **PAO** : Publication Assistée par Ordinateur. Cette appellation regroupe les logiciels servant à la mise en pages professionnelle de documents, pour la presse et l'édition. Ils permettent de traiter textes et images avec une précision inconnue des traitements de texte (parce que trop contraignante pour la plupart des utilisateurs). Xpress et Pagemaker sont les plus répandus, LaTeX et 3B2 les plus puissants.

• **DAO** : Dessin Assisté par Ordinateur. La DAO permet de créer des formes artistiques adaptées aux contraintes (et aux possibilités...) de l'informatique. Sa principale caractéristique est de convertir des tracés artistiques en courbes vectorielles, c'est-à-dire en équations mathématiques. Ainsi, un logo créé par un infographiste aura la même qualité agrandi au format d'une affiche ou réduit à celui d'un timbre-poste. Il existe également des logiciels dit 3D, permettant de concevoir et de représenter un objet en volume, sous différents vues.

• **Retouche numérique** : logiciel permettant de modifier une image point par point, surtout des photographies. Les possibilités des logiciels de retouche numérique sont aujourd'hui immenses, et leur étendue va du simple recalibrage des couleurs à la création d'effets spéciaux. Le plus connu est Photoshop.

• **Comptabilité** : les logiciels de comptabilité permettent aujourd'hui de gérer les comptes d'une société, de saisir les écritures, éditer les documents comptables, effectuer un pointage bancaire, utiliser un échéancier... Le plus répandu est Ciel-Compta. D'autres logiciels ont été développés spécifiquement pour la médecine, l'enseignement, la création musicale, les loisirs...

ORDINATEURS ET RÉSEAUX

RÉSEAU ET SERVEUR

La technologie de l'information numérique permet des transferts d'informations rapides et fiables. L'informatique utilise à plein cette possibilité, pour utiliser des périphériques en commun à plusieurs ordinateurs (imprimantes...), pour rendre des données accessibles à plusieurs utilisateurs, ou pour permettre à ceux-ci de se transmettre facilement des fichiers, de communiquer directement... Un réseau est un ensemble d'ordinateurs et de périphériques constamment ou occasionnellement connectés, dont les systèmes d'exploitation sont conçus pour le partage des tâches.



Pour fonctionner, le réseau est administré par un **serveur**. Il s'agit d'un ordinateur « dédié », c'est-à-dire conçu et programmé spécifiquement pour cette fonction. Son rôle est de donner accès à chaque utilisateur aux ressources et aux périphériques partagés, et de gérer leurs connexions. Un serveur organise la consultation et l'exploitation directe de banques de données, gère les accès aux périphériques et le « routage » (le transport et la délivrance au destinataire) des données transitant sur le réseau.

DIFFÉRENTS TYPES DE RÉSEAUX

On distingue différents types de réseaux. Leurs principes de base sont les mêmes, mais, selon leur taille, leurs protocoles sont différents.

Le **LAN (pour Local Area Network, « réseau local »)**.



Il s'agit d'un réseau de taille réduite, correspondant à une entreprise, et regroupant les ordinateurs d'un immeuble ou un bloc d'immeubles.

VLAN (Virtual LAN, « réseau local virtuel »).

Regroupement logique de certains des postes situés sur un même réseau local.

WAN (Wide Area Network, « réseau étendu »).

C'est l'inverse du LAN, cantonné à une entreprise en général. Ce type de réseau peut s'étendre dans le monde entier.

Intranet
On appelle intranet un réseau local et privé (d'une entreprise ou d'une administration) qui utilise les technologies d'Internet : pages web, adresses e-mail, moteur de recherche... mais qui ne s'ouvre pas aux connexions publiques.

Extranet
L'extranet est une forme d'intranet étendu pour permettre la communication avec certains organismes extérieurs, par exemple des clients ou des fournisseurs. La communication se fait par les mêmes moyens qu'Internet, mais utilise des mots de passe et des identifications sécurisés.

Internet
Internet est l'exemple ultime de réseau étendu. Il met en relation tous les réseaux et particuliers interconnectés par un protocole (c'est-à-dire un mode de communication) identique. D'abord un simple réseau de quatre ordinateurs reliés par des scientifiques du ministère de la défense américaine en 1969, il est devenu le « réseau des réseaux », celui auquel sont connectés les autres réseaux. Plus aucun ordinateur personnel n'est aujourd'hui privé de la possibilité de se connecter à Internet.

AVANTAGE DU TRAVAIL EN RÉSEAU

La disponibilité de l'information en permet le partage rapide et accroît donc la productivité. Le réseau permet en outre le partage du temps de calcul des ordinateurs, en utilisant la puissance des machines inutilisées à un moment donné. Même la puissance des supercalculateurs est aujourd'hui dépassée par le travail en réseau de milliers d'ordinateurs à travers le monde.

Le partage des périphériques permet d'en diminuer le nombre et d'en optimiser l'utilisation.

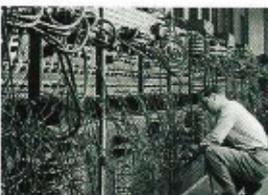
Les serveurs permettent la sauvegarde et l'archivage des données et évitent les pertes préjudiciables. Enfin, ils gèrent pour l'ensemble des utilisateurs les autorisations et les abonnements, qu'il s'agisse d'accès Internet ou de limitation de partage de fichiers.

HISTOIRE

LES CALCULATEURS

Les premières machines à calculer, ancêtres des ordinateurs modernes, datent du XVIII^e siècle. Blaise Pascal met au point une machine à additionner à roues dentées, perfectionnée par la suite par Leibniz, qui crée la première machine capable d'effectuer les quatre opérations.

Les machines à cartes perforées datent de la fin du XIX^e siècle. La première fut construite lors du recensement de la population américaine par Hermann Hollerith. La firme de machines mécanographiques qu'il fonda par la suite prendra plus tard le nom d'IBM. Les premiers gros calculateurs datent de la Seconde Guerre mondiale, et servent à calculer la trajectoire des missiles balistiques. Ils ne sont pas programmables et nécessitent de reconfigurer tout le câblage entre deux opérations, ce qui prend en moyenne 2 heures.



Le premier calculateur programmable est baptisé **ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)**. Il s'agit d'une machine de 30 tonnes, composée de 40 panneaux couvrant une surface de 160 m². Il consomme l'énergie équivalente à l'éclairage de tout un quartier. Lors de sa première démonstration, il calcule la trajectoire d'un projectile en 20 secondes. Il faudra attendre les années 1960 pour que l'ordinateur sorte du domaine militaire. Le système de réservation des places pour la compagnie aérienne American Airlines est la première application civile, rendue possible par la mise en place du premier réseau d'ordinateurs par la firme IBM.

LE MICRO-ORDINATEUR

Au début des années 1950, IBM lance une série d'ordinateurs compatibles entre eux, c'est-à-dire capables d'échanger leurs programmes. Le premier micro-ordinateur date de 1973, et se mise au point s'accompagne de celle de la disquette. Sa création correspond moins à une innovation

technique qu'à la volonté de démocratiser l'accès à l'information ; de fait, la première revue informatique



Le premier **Apple** date de 1977.



Le premier **PC (Personal Computer)** d'IBM de 1981.

LE BUG DE L'AN 2000

Le bug de l'an 2000 a été anticipé, et on évalue donc mal le danger qu'il a pu représenter.

Le risque tenait au fait que la plupart des ordinateurs codaient les dates avec 2 chiffres au lieu de 4, c'est-à-dire que 1974 devenait 74. Cette simplification permettait d'alléger les données et donc de dégager de la mémoire pour d'autres applications. Le problème, au moment de passer en l'an 2000, était que les fichiers datés de 00 risquaient d'être considérés comme datant non de 2000, mais de 1900.

Dès lors, pour les logiciels comptables par exemple, une facture impayée au premier janvier 2000 serait passée automatiquement dans les pertes comme trop ancienne ; ceux chargés de calculer les agios auraient facturé un siècle de retard de paiement. Pour les horloges automatiques, qui gèrent presque tous les systèmes informatiques, le premier janvier 00 est un lundi, comme en 1900, alors que le 1^{er} janvier 2000 était un samedi ; de plus 2000 est bissextile, là où 1900 ne l'était pas.

En prévision du passage à l'an 2000, des millions de lignes de code ont dû être modifiées dans les programmes, et des « rustines » (« patches » en anglais), corrections logicielles préprogrammées, mises au point pour permettre à la plupart des machines de continuer à fonctionner normalement.

LES ORDINATEURS DE DEMAIN

Postulée en 1965, la loi de Moore, qui dit que la puissance des processeurs double tous les 18 à 24 mois, n'est toujours pas démentie et laisse imaginer les capacités des ordinateurs des prochaines générations. Les ordinateurs de demain seront de plus en plus petits et de plus en plus puissants.

NOUVEAUX PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

La miniaturisation toujours plus poussée n'est pas sans limites, et on sait qu'en deçà d'une certaine taille la structure des atomes et des électrons des composants cesse d'être négligeable et entraîne des perturbations dues aux lois de la physique quantique. Mais ce qui est

apparu comme une limite est aujourd'hui une perspective d'avenir : la prochaine révolution informatique pourrait bien être celle de l'ordinateur quantique.

Par ailleurs, certaines recherches dans la mise au point d'ordinateurs biologiques sont encourageantes (on a réussi à faire effectuer une série d'opérations simples à un ordinateur couplé à des neurones de sangsue), mais leur application à l'industrie est encore lointaine.

ART ET ORDINATEURS

Instrument de calcul conçu par et pour des scientifiques, l'ordinateur a vu ses possibilités d'utilisation s'étendre jusqu'à révolutionner des domaines aussi éloignés de la science que la musique et les arts plastiques.

Musique et informatique

La musique, par la régularité du rythme et les rapports mathématiques qui sous-tendent la notion d'harmonie, a une affinité naturelle avec le calcul. La notion de programme se plie elle aussi à cet art, dans la mesure où l'on oublie la possibilité d'improvisation.

Avec l'électronique qui permet d'amplifier les sons, l'informatique commence par imiter les timbres des instruments traditionnels, permettant par exemple à un musicien seul de donner l'impression d'être accompagné par un orchestre. Mais très vite, les musiciens jouent sur des déformations impossibles à produire avec des moyens acoustiques, puis créent des sonorités entièrement synthétiques. La musique dite électronique, entièrement créée par ordinateur, reçoit une audience grandissante, surtout de la part de la jeunesse.

Infographie

Les possibilités graphiques de l'ordinateur sont d'abord apparues dans les années 1960 dans le cadre de la CAO (conception assistée par ordinateur) et de la simulation dans l'aéronautique, l'automobile et l'architecture. Dans les années 1980, l'imagerie médicale et scientifique allait exploiter les possibilités de la couleur, permettant de visualiser des phénomènes invisibles à l'aide d'images spectaculaires. Le développement de la puissance des machines autorisait ensuite l'intégration en vidéo et télévision d'animations synthétisées informatiquement.



entièrement synthétiques mais criantes de vérité, à l'imitation des techniques picturales traditionnelles, en passant par la retouche photographique.

Le matériel nécessaire étant dorénavant disponible à un prix relativement accessible, la distinction entre l'amateur et le professionnel ne se fait plus sur des critères d'investissement mais bien sur la maîtrise du métier : la démocratisation aboutit ici à renforcer la reconnaissance des savoir-faire...