## 1.1 Qu'est-ce qu'un ordinateur?

Un ordinateur est une machine électronique conçue pour traiter les données à une vitesse vertigineuse. Bien que le travail qu'il réalise puisse paraître extraordinaire, il ne fait qu'exécuter des millions et des millions de calculs ou actions élémentaires. Ce qui nous surprend vraiment, c'est la vitesse à laquelle il peut le faire. Contrairement à d'autres équipements inventés par l'homme, l'ordinateur est une machine programmable à usage général; le programme présent dans sa mémoire détermine son utilité, c'est-à-dire ce à quoi il servira. Contre toute attente, il faut l'apprivoiser graduellement, et ce n'est pas toujours de tout repos. Il faut faire beaucoup d'efforts pour obtenir des résultats, car il n'est pas comme un téléviseur ou un magnétoscope devant lequel l'usager est plutôt passif.

## 1.2 Les générations d'ordinateurs

L'histoire des ordinateurs est très liée à celle des technologies de l'électronique. On distingue généralement cinq générations d'ordinateurs, chacune étant caractérisée par une technologie différente, l'intégration de nouveaux composants, une amélioration de la puissance de traitement et une augmentation de la capacité de la mémoire.

## Première génération : les tubes à vides - 1940 à 1955

La première génération des ordinateurs reposait sur la technologie des tubes à vide. Les ordinateurs avaient une mémoire et des capacités de traitement très modestes et ils accomplissaient des tâches scientifiques et d'ingénierie très restreintes. Leur mémoire centrale était limitée à un maximum de 2000 octets et atteignait une vitesse de 10 000 instructions à la seconde. Les travaux d'exécution de programmes ou d'impression de documents devaient être coordonnés manuellement.

## Deuxième génération : les transistors - 1955 à 1965

Les ordinateurs de la deuxième génération utilisaient des transistors au lieu des tubes à vide. Ces ordinateurs avaient jusqu'à 32 kilo-octets de mémoire et ils pouvaient traiter jusqu'à 300 000 instructions à la seconde. Ils avaient assez de mémoire et de puissance de traitement pour servir à des tâches scientifiques, ainsi qu'à des tâches administratives, comme la paye ou la facturation.

## Troisième génération : les circuits intégrés – 1965 à 1975

Les ordinateurs de la troisième génération possédaient des circuits intégrés, c'est-à-dire des circuits obtenus en gravant des centaines, puis plus tard, des milliers de transistors microscopiques dans des puces de silicium; ces dispositifs étaient appelés *semi-conducteurs*. La capacité de mémoire de ces ordinateurs allait jusqu'à 2 mégaoctets et la vitesse de traitement atteignait jusqu'à 5 millions d'instructions à la seconde. Cette troisième génération a permis l'introduction de logiciels qui pouvaient être exploités par des utilisateurs sans formation technique.

## Quatrième génération : les circuits intégrés à très grande échelle - 1975 à nos jours

Les ordinateurs de la quatrième génération sont construits à partir de la technologie VLSI (*very large scale integrated circuit*). Cette technologie, qui consiste à comprimer des centaines de milliers de circuits intégrés, voire des millions, dans la même puce, a permis d'intégrer la mémoire, la logique et les commandes de l'ordinateur à l'intérieur d'une seule puce appelée *microprocesseur*.

### Cinquième génération : les superpuces

Les progrès techniques dans le domaine des microprocesseurs et du matériel informatique rendent les ordinateurs de plus en plus puissants et évolués. Aussi les chercheurs envisagent-ils une cinquième génération d'ordinateurs. Encore au stade de la recherche, elle s'appuiera sur l'intelligence artificielle; nous verrons probablement, dans un futur rapproché, l'ordinateur apprendre de ses propres expériences.

De nos jours, il existe un nombre impressionnant de variantes d'ordinateurs sur le marché : des superordinateurs (*supercomputers*), des mini-ordinateurs (*minicomputers*), des postes de travail (*workstations*), des ordinateurs portables (*laptops*) ou encore des ordinateurs de poche qu'on appelle aussi assistants numériques personnels (*personnal digital assistants*). Leur classification se fonde sur la grandeur (taille et poids), le coût, la vitesse, la capacité de la mémoire, les diverses possibilités d'interaction de l'ordinateur avec le monde extérieur, ainsi que sur la disponibilité des logiciels qui permettent de l'exploiter.

Par analogie, nous pouvons comparer la diversité des ordinateurs à la technologie de construction des automobiles utilisant un carburant qui alimente un moteur à combustion interne qui, à son tour, fait tourner les roues par un système d'engrenage. Toutes ces automobiles se distinguent néanmoins par la forme et le volume de leur carrosserie, l'attention accordée au confort interne du véhicule, la puissance de leur moteur et la vitesse à laquelle elles peuvent circuler.

Malgré toutes les différences entre les ordinateurs, leur structure et leur organisation sont fondées sur le modèle théorique de l'architecture de Von Neumann présenté à la figure 1. Cette architecture, proposée en 1946 par le mathématicien John Von Neumann, est le modèle encore utilisé pour concevoir et construire les ordinateurs. Voyons-en les caractéristiques :

- Trois sous-systèmes essentiels qui sont la mémoire, les dispositifs d'entrée/sortie, le processeur formé par l'unité arithmétique et logique (UAL) et l'unité de commande. Ces sous-systèmes sont tous réunis physiquement par des systèmes de câblage, qu'on appelle des bus, qui, dans ce cas-là, jouent un rôle similaire à celui d'une autoroute. Le bus est composé de fils par lesquels l'information voyage.
- Les instructions sont représentées sous forme binaire, séquence de 0 et de 1, et stockées dans la mémoire avant d'être exécutées. Cela introduit la notion de stockage des programmes proposés.
- Les instructions sont exécutées de manière séquentielle. Une instruction est recherchée dans la mémoire de l'ordinateur et est transmise à l'unité arithmétique et logique d'où elle est décodée et exécutée.

Physiquement, les portes logiques constituent la base fondamentale du mécanisme de fonctionnement de l'ordinateur. Ces portes logiques sont des dispositifs électroniques qui fonctionnent en ouvrant ou en fermant des circuits électriques pour laisser passer ou non le courant électrique. Ces portes logiques sont assemblées en circuits logiques, puis en microprocesseurs, l'objet de la prochaine section, ce qui nous conduit finalement à l'ordinateur.

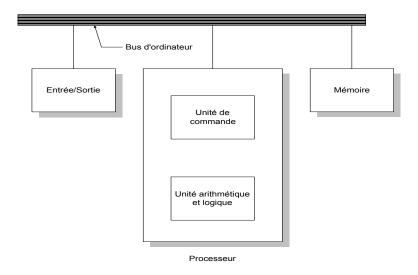


FIGURE 1 L'architecture de Von Neumann.

## 1.3 Introduction aux microprocesseurs

Au début des années 60, sont apparus dans les ordinateurs les premiers circuits intégrés, qu'on appelle communément *puces électroniques*. Un circuit intégré est un composant<sup>1</sup> électronique miniaturisé (une mémoire, un processeur ou un dispositif de communication) qui contient plusieurs milliers de transistors reliés les uns aux autres par des conducteurs électriques. Les circuits intégrés se présentent dans un boîtier comportant des entrées et des sorties, concrétisées dans des broches (*pins*) qui servent à interconnecter les circuits pour constituer ainsi, un ordinateur. Le processeur est l'élément de l'ordinateur qui exécute, une à une, les instructions du programme présent dans sa mémoire. Concrètement, cela se produit dans l'unité arithmétique et logique (UAL); le processeur obéit donc au programme présent en mémoire.

Un microprocesseur est un circuit intégré à usage général. Il est programmable comme l'est un processeur d'ordinateur. En pratique, un micro-ordinateur est un ordinateur dont le processeur est un microprocesseur.

La mémoire permet de conserver à la fois la séquence d'instructions qui constitue le programme et les données sur lesquelles il doit agir. Les instructions et les données sont codées sous une forme binaire, une suite de 0 et de 1 qu'on appelle des bits. Ce terme est une contraction de « binary digits ». Voici comment, pour être stockés dans la mémoire de l'ordinateur sur la base d'un codage binaire à 4 bits, se traduisent en binaire les chiffres de 0 à 9 :

Repré- sentation	Décimale (base 10)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Binaire (base 2)	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Notons ici que, pour construire des composants électroniques, tel le transistor qui fut à l'origine du développement de la radiophonie, on utilise des semi-conducteurs.

Nous verrons en détail, dans la suite du cours, comment encoder et représenter des informations dans un ordinateur, les différents modes de traitement et de représentation de l'information. Pour l'instant, disons que quatre bits forment un quartet ou demi-octet (*nibble*) et 8 bits un octet. Les ordinateurs sont conçus sur la base du nombre maximum de bits qu'ils utilisent pour stocker des entiers. C'est pourquoi on parle d'ordinateur à 4 bits, 8 bits, 16 bits et 32 bits.

La mémoire est constituée de plusieurs octets. La capacité de stockage dans la mémoire s'exprime en octets, en kilo-octets, en gigaoctets :

```
un octet = 1 caractère
un kilo-octet (Ko) = 1024 octets
un mégaoctet (Mo) = 1024 kilo-octets
un gigaoctet (Go) = 1024 mégaoctets
```

Notez que dans le système binaire (base 2), utilisé pour la représentation des caractères dans un micro-ordinateur, le facteur de multiplication k (kilo) est 1024 ( $2^{10}$ ), au lieu de 1000 comme dans le système décimal (base 10).

Chaque octet permet de mémoriser un caractère qui peut être une lettre de l'alphabet, un chiffre ou un signe typographique quelconque. Par exemple, pour représenter en mémoire la chaîne de caractère « BON! », en utilisant le système de codage des caractères ASCII (american standard code for information interchange) sur la base d'un codage binaire à 8 bits, l'ordinateur stocke, d'une manière séquentielle, chacun des caractères de la manière suivante :

В	0	N	!
01000010	010001111	01001110	10000001

Chaque octet de mémoire doit être accessible distinctement par le processeur. Pour cela, il doit avoir sa propre adresse binaire, comme nous le verrons.

Un mot mémoire est une entité logique qui regroupe plusieurs octets. Contrairement au langage humain, la taille d'un mot binaire est toujours la même et correspond à celle de l'UAL. Pour bien comprendre cette notion, on doit savoir qu'un processeur additionne, soustrait, multiplie ou divise toujours le même nombre de bits. Par exemple, pour un ordinateur personnel (*personnal computer* ou PC) de 16 bits, cela signifie que lorsqu'un nombre décimal est tapé au clavier, il est immédiatement codé en un mot mémoire de 16 bits, quelle que soit l'importance du nombre, les bits non utilisés du mot étant tous systématiquement mis à 0. Le processeur, pour accéder à l'octet de mémoire où commence le mot à traiter, doit utiliser une adresse binaire.

En pratique, tous les dispositifs d'un ordinateur sont reliés par des bus qui véhiculent les différents signaux électriques. Il y a un bus pour les données, un bus pour les adresses et un autre pour contrôler les échanges entre le processeur et les dispositifs externes.

### 1.4 Les microprocesseurs

Matériellement, un microprocesseur se présente sous la forme d'un boîtier de plastique ou de céramique sur lequel se trouvent une multitude de contacts métalliques placés sur les côtés ou en dessous (figure 2). Ces contacts sont appelés *broches*, et chaque contact sert à véhiculer un bit de données, d'adresses ou de contrôle.



## FIGURE 2 Différents types de microprocesseurs.

En plus de la taille de l'unité arithmétique et logique (UAL), la taille des bus de données et celle des bus d'adresses sont des caractéristiques tout aussi importantes qui permettent d'évaluer les capacités d'un microprocesseur.

Dans les premiers ordinateurs personnels (PC) conçus autour du microprocesseur Intel-8088, lequel avait une UAL à 16 bits, la taille du bus de données n'était que de 8 bits. De ce fait, il y avait un mauvais équilibre, puisque chaque donnée de 16 bits devait être véhiculée en deux coups successifs de 8 bits, entre le processeur et la mémoire, ce qui ralentissait le fonctionnement. L'augmentation de la taille du bus de données permet d'alimenter l'UAL à une cadence supérieure et l'augmentation de la taille du bus d'adresses permet au processeur d'atteindre plus d'octets de mémoire.

Un microprocesseur fonctionne à une vitesse d'horloge exprimée en millions de cycles à la seconde. Cette vitesse s'exprime en mégahertz (MHz), mesure déterminée par un cristal (un quartz) qui est externe, mais en liaison directe avec le microprocesseur. Sans faire abstraction des caractéristiques dont nous avons traité, nous pouvons dire que plus la vitesse exprimée en MHz est grande, meilleures sont les performances globales du microprocesseur.

Au début de la micro-informatique, en 1975, les microprocesseurs avaient une UAL et un bus de données à 8 bits, et un bus d'adresses à 16 bits lequel permettait une mémoire globale de 64 Ko. L'année 1995 a vu l'avènement du Pentium, un processeur multiscalaire, comptant deux unités arithmétiques et logiques (UAL) à 32 bits; il possède aussi un bus de données à 64 bits et un bus d'adresses à 32 bits, permettant théoriquement 4 096 mégaoctets (Mo) de mémoire ou, dit autrement, 4 gigaoctets (Go). Comme on peut facilement le constater, il y a eu, en 20 ans, une impressionnante amélioration des performances.

En plus de pouvoir traiter davantage de bits à la fois et de pouvoir adresser plus d'octets de mémoire, les nouveaux microprocesseurs sont de plus en plus intégrés, c'est-à-dire qu'ils contiennent, directement dans la puce, plusieurs dispositifs qui étaient auparavant livrés en partie séparée, comme un coprocesseur mathématique ou une antémémoire (mémoire cache).

En micro-informatique coexistent deux grandes familles d'appareils : le PC, conçu autour d'un microprocesseur 80x86 d'Intel ou compatible avec celui-ci, et le Macintosh d'Apple, conçu autour d'un microprocesseur 68000 de Motorola.

### 1.5 La carte mère (mainboard)

La carte mère (*mainboard*), présentée à la figure 3, est la carte électronique de base du boîtier principal de l'ordinateur; elle contient une multitude de puces et de connecteurs. On y trouve le microprocesseur, la mémoire ROM (*read only memory*), les connecteurs à barrettes de la mémoire RAM (*random access memory*) qu'on appelle aussi mémoire vive, la mémoire cache de deuxième niveau, le contrôleur de bus, les fentes d'extension et différentes autres puces spécialisées.

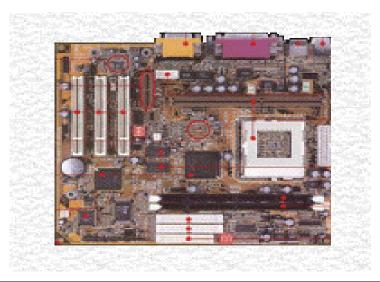


FIGURE 3
Carte mère d'un micro-ordinateur.

La carte mère fournit les lignes de communication et d'alimentation entre les différentes cartes de l'ordinateur. En micro-informatique, les concepteurs ont développé les ordinateurs à partir d'un bus unique où sont branchés tous les dispositifs.

Le bus ne peut pas être utilisé par plus de deux dispositifs à la fois; c'est le contrôleur de bus qui règle les problèmes d'attente et d'arbitrage entre les requêtes d'utilisation provenant des différents périphériques.

Le bus est au cœur du fonctionnement de tout micro-ordinateur. Il définit l'architecture ouverte de ce dernier, laquelle permet de le faire évoluer en insérant des cartes dans les fentes d'extension qui se trouvent sur le bus, les cartes pouvant provenir de différentes compagnies. Cela fait le bonheur des utilisateurs parce que les constructeurs d'équipements informatiques doivent se conformer aux standards.

En micro-informatique, la compagnie Apple a été l'une des premières à concevoir un ordinateur à architecture ouverte : le modèle Apple IIe, machine à 8 bits qui a fait un malheur avant l'arrivée du PC. Au début des années 80, plusieurs compagnies avaient « cloné » le modèle d'Apple. En 1981, IBM a procédé de la même manière pour concevoir le PC.

En 1984, avec l'apparition du modèle Macintosh, la compagnie Apple a décidé de mieux encadrer le développement de sa nouvelle machine. En pratique, puisque la compagnie Apple contrôlait également le système d'exploitation du Macintosh, elle a pu facilement breveter les puces ROM qui en régissaient le fonctionnement.

## 1.5.1 La compatibilité et l'architecture ouverte

Il existe deux sortes de compatibilité : la compatibilité matérielle, celle qui touche le l'interconnexion par les broches, et la compatibilité logicielle, celle qui touche le jeu d'instructions.

Dans un PC, la compatibilité logicielle est déterminée par le BIOS (basic input/output system), un programme particulier en mémoire ROM. Le BIOS, breveté par IBM, règle la circulation des informations entre les différents dispositifs de l'ordinateur en exécutant les fonctions suivantes : l'autotest et le chargement du système d'exploitation, puis la logistique logicielle pour les lecteurs de disquettes, de disques, pour le clavier, l'affichage vidéo et les ports de communication. La compatibilité matérielle, quant à elle, est déterminée par le bus.

### 1.5.2 Les fentes d'extension du bus

Historiquement en informatique, la technique des fentes d'extension dans lesquelles on peut placer de nouvelles cartes ne vient pas des fabricants de micro-ordinateurs, mais plutôt des fabricants de microprocesseurs. En effet, ces derniers se devaient de proposer des procédés d'interconnexion pour favoriser l'adoption de leurs microprocesseurs par les concepteurs d'ordinateurs. En micro-informatique, plusieurs fabricants ont proposé des fentes d'extension de bus qui sont devenues de facto des standards.

En pratique, on retrouve sur un bus des fils pour véhiculer des bits de données, des fils pour véhiculer des bits d'adresses, ainsi que des fils pour véhiculer des bits de contrôle et d'alimentation électrique. Un bus se distingue par son nombre de fils et par la vitesse du trafic sur le bus. Rappelons qu'un bus est simplement un ensemble de fils conducteurs d'électricité permettant la transmission de signaux entre les différentes composantes de l'ordinateur. On reconnaît facilement un bus à ses connecteurs prévus pour recevoir des cartes d'extension.

## 1.6 Les ports

Avant d'aborder l'étude des périphériques, il est important de se pencher sur la notion de port. Les ports d'entrée/sortie sont des éléments matériels de l'ordinateur, qui permettent au système de communiquer avec des éléments extérieurs, c'est-à-dire d'échanger des données, d'où l'appellation d'*interface d'entrée/sortie*, notée parfois *interface d'E/S*. On distingue généralement les ports suivants :

- le port série,
- le port parallèle,
- le port USB (universal serial bus),
- le port SCSI (small computer system interface).

### Le port série

Le port série (fig. 4) est une des premières interfaces qui ont permis aux ordinateurs d'échanger des informations avec le « monde extérieur ». Le plus connu de ce type de port a été normalisé sous le nom de « port RS232 C » par l'Institute of Electric and Electronics Engineers (IEEE). Le terme *série* désigne un envoi de données par un fil unique : les bits sont envoyés les uns à la suite des autres.

Ce port est généralement utilisé en conjonction avec une souris, un modem ou d'autres types d'équipements industriels ou de mesure. Il existe aussi des ports série à 25 broches.





### FIGURE 4

Port série.

## Le port parallèle

La transmission de données *en parallèle* consiste à envoyer des données simultanément sur plusieurs canaux (fils). Le port parallèle (fig. 5), toujours présent, sur les micro-ordinateurs permet d'envoyer simultanément 8 bits (un octet) par l'intermédiaire de 8 fils. Le port parallèle sert, la plupart du temps, à connecter une imprimante à l'ordinateur.





#### \_\_\_\_\_

FIGURE 5
Port parallèle.

## Le port USB

Le port USB (*universal serial bus*) représente une innovation en matière de connexion pour les périphériques PC. Codéveloppé par sept compagnies (Compaq, Digital, IBM, Intel, Microsoft, NEC et Northern Telecom), il permet de brancher aussi bien des claviers, des imprimantes, des caméras que des haut-parleurs; il pourrait ainsi remplacer tous les ports de connexion, que ce soit le port série ou le port parallèle. Une connexion USB se distingue par la rapidité du lien. La vitesse varie de 125 Mb/s pour les liens lents à 480 Mb/s pour les rapides, comparativement à 115 Kbits/s qui plafonnent les ports série.

### Le port SCSI

SCSI est l'acronyme de *small computer system interface*; la prononciation est « skuzzy ». La norme ANSI définit le SCSI comme un standard pour la connexion de périphériques à un ordinateur. Ce port permet d'acheminer les données plus rapidement au CPU. On distingue aujourd'hui trois catégories de SCSI :

- SCSI-1 est le standard de base. Il a une capacité de transfert de l'ordre de 5 Mo/seconde;
- SCSI-2 est une version plus rapide du standard SCSI et a un taux de transfert allant de 20 à 40 Mo/seconde;
- SCSI-3 est une famille de norme SCSI et comporte différentes couches et jeux de commandes qui ont permis à des sous-standards SCSI d'évoluer. Le taux de transfert avoisine facilement 80 Mo/seconde.

Le port SCSI est principalement utilisé pour les mémoires de masse, les numériseurs et les transferts d'échantillons entre les échantillonneurs (*samplers*) et les ordinateurs.

## Le port PS2

Le port PS2, développé à l'origine pour la compagnie IBM en 1987, était utilisé dans les ordinateurs personnels pour raccorder les claviers et (ou) les souris. Cette interface qui utilise une fiche DIN de cinq ou six broches tend à disparaître au profit du port USB. Le standard DIN (*Deutsches Institut fuer Norm*) a été proposé pour la première fois par l'Institut allemand de normalisation.

## 1.7 Les périphériques

Comme nous le savons maintenant, les ordinateurs modernes sont encore conçus sur le modèle de Von Neumann, dont le système d'entrée/sortie constitue une des composantes. Le système d'entrée/sortie permet à l'ordinateur de communiquer avec le monde extérieur, qui est soit un utilisateur, soit un autre appareil, par l'intermédiaire de dispositifs tels que le clavier, la souris, le numériseur (*scanner*), l'imprimante, etc. Nous appelons ces dispositifs, des périphériques. Les dispositifs d'entrée convertissent l'information que nous fournissons et que nous comprenons en une autre codée en binaire, compréhensible par l'ordinateur; quant aux dispositifs de sortie, ils opèrent dans le sens inverse.

### 1.7.1 Le clavier

Le clavier (fig. 6) est le principal périphérique d'entrée; il établit la communication entre l'ordinateur et l'utilisateur et l'information est fournie sous la forme de textes, chiffres et autres symboles. Il s'apparente à celui d'une machine à écrire, tout en disposant de touches supplémentaires vouées à des fonctions particulières telles que le déplacement du curseur, le retour en arrière, l'insertion (*Inser*) de caractères ou autres, le style des caractères, etc.



FIGURE 6
Clavier d'ordinateur.

Même si d'un micro-ordinateur à l'autre la structure du clavier est plus ou moins semblable, il existe quelques différences. Le clavier d'un ordinateur portatif, par exemple, est conçu pour économiser de l'espace. Les claviers récemment commercialisés ont une forme ergonomique pour soulager l'inconfort causé par une utilisation prolongée; quoique plus dispendieux, ces claviers aident l'utilisateur à adapter une position plus naturelle des mains et des avant-bras. D'autres sont pliables, donc faciles à transporter. Finalement, certains sont recouverts d'une mince pellicule qui protège la partie interne contre les accidents de parcours, voire les dégâts.

### 1.7.2 La souris

Autre périphérique d'entrée très populaire, la souris (fig. 7) tient son nom de sa ressemblance à cet animal. Elle est un outil de pointage qui permet de commander le micro-ordinateur beaucoup plus rapidement. Il suffit de « cliquer » sur l'élément d'une liste appelée menu, pour le faire exécuter. Elle est aussi très utile pour dessiner, pour corriger ou imprimer un texte, pour sélectionner un objet, etc. Lorsque l'utilisateur bouge la souris sur sa table de travail, il voit un pointeur graphique se déplacer à l'écran.



## FIGURE 7 Souris d'ordinateur.

Pour les ordinateurs portatifs, l'équivalent de la souris comme outil de pointage a été conçu différemment, de façon à mieux s'adapter à ce type d'appareil. C'est une boule de commande ou de pointage (*trackball*) qui agit comme une souris inversée. L'utilisateur fait tourner la boule avec ses doigts au lieu de la déplacer sur sa table de travail. La boule peut s'accrocher sur le côté du clavier ou être intégrée à celui-ci. Notons qu'il faut souvent nettoyer ce type de souris pour avoir une bonne efficacité. Par ailleurs, certains appareils portatifs sont munis d'un bouton placé au milieu du clavier. Il s'agit d'exercer une pression sur ce bouton pour diriger le pointeur à l'écran; cela répond aux besoins des utilisateurs en matière d'ergonomie.

Les constructeurs de matériel informatique rivalisent sans cesse en innovant; c'est ainsi qu'il existe des souris dépourvues de boule et la position du pointeur graphique est un transfert sur l'écran d'un point laser à partir d'une surface réfléchissante sur la table de travail. D'autres dispositifs permettent à l'utilisateur de modifier la position du pointeur à l'écran en déplaçant son doigt sur une surface munie d'un capteur de position.

### 1.7.3 La manette de jeu

La manette de jeu (fig. 8) est un périphérique d'entrée qui fonctionne comme la souris. Elle est destinée aux amateurs de jeux informatiques sur les micro-ordinateurs; il en existe deux types.

- La manette analogique, utilisée surtout dans les simulateurs de vol ou de conduite automobile. Cette manette est reliée au micro-ordinateur par un connecteur situé sur une carte d'entrée/sortie ou sur une carte de son; deux manettes de jeu peuvent être branchées sur l'ordinateur. Le marché en offre plusieurs modèles : certaines ressemblent à des crosses de fusil, d'autres à des volants d'automobile, plusieurs imitent le gouvernail d'un avion.
- La manette numérique, utilisée pour les jeux d'arcade. Elle devient de plus en plus courante dans de nombreux systèmes de commande par ordinateur avec retour de force.



FIGURE 8 Manette de jeu.

### 1.7.4 La tablette graphique

Destinée aux architectes et aux graphistes, la tablette graphique est un outil de pointage beaucoup plus précis que la souris; elle représente l'écran de l'ordinateur. Il suffit de dessiner sur la tablette, à l'aide d'un stylet, et le dessin est reproduit à l'écran. Le stylet, un dispositif de pointage ayant la forme d'un stylo ou d'un crayon, est relié à la tablette graphique qui, à son tour, est branchée à une carte d'interface située dans un connecteur du micro-ordinateur.

### 1.7.5 Le numériseur

Le numériseur (fig. 9), parfois appelé lecteur optique et mieux connu sous le terme anglais *scanner*, représente les yeux de l'ordinateur. Il permet de numériser, c'est-à-dire de transformer en une suite de 1 et de 0, des images, photos ou documents qui sont chargés dans la mémoire de l'ordinateur. L'utilisateur peut, par la suite, faire apparaître ces images à l'écran, les imprimer, les modifier, les incorporer dans un texte, etc. Certains lecteurs optiques ne traitent que le noir et le blanc, tandis que d'autres peuvent reproduire des photos en couleurs. Il existe deux types de lecteur optique :

- le lecteur optique à main; l'utilisateur déplace l'appareil sur l'objet à numériser;
- le lecteur optique à plat; pour acquérir l'information, l'appareil fonctionne sur les mêmes principes technologiques qu'un photocopieur.



# FIGURE 9 Lecteur optique.

Par ailleurs, ils peuvent être utilisés pour numériser des pages de texte à traiter. Il faut d'abord numériser les pages, puis utiliser un logiciel de « reconnaissance de caractères » (optical character recognition ou OCR), pour transformer l'image du texte en un fichier de texte. Ce procédé permet de reconstituer, caractère par caractère, des textes entiers, plutôt que de les saisir à nouveau en les tapant à la main.

### 1.7.6 Le lecteur de codes à barres

Le lecteur de codes à barres (fig. 10) est un périphérique d'entrée. Il permet de lire rapidement la suite de bandes noires et blanches de diverses épaisseurs que l'on appelle « codes à barres ». Ces codes à barres sont traduits en codes numériques par l'interface qui relie le lecteur à l'ordinateur. Ils servent, entre autres, à suivre les stocks ou à dresser des inventaires permanents dans les commerces.



FIGURE 10 Lecteur de codes à barres.

### 1.7.7 Le modem

Le modem est un dispositif électronique qui sert à effectuer la conversion d'un signal numérique en un signal analogique, et vice versa. La présence d'un modem pour la communication entre deux ordinateurs s'explique par le fait que le réseau téléphonique traditionnel ne peut assurer que la transmission de signaux analogiques. Ainsi, les signaux numériques délivrés par un ordinateur doivent être convertis en signaux analogiques avant d'être pris en charge par un système analogique pour en assurer la transmission. Le modem (MOdulateur-DÉModulateur) standard (fig. 11) permet une communication par voie téléphonique ou par câble entre des ordinateurs éloignés. Certains modems ont une fonction de télécopieur; ils sont munis de composants qui permettent de télécopier des informations et d'en recevoir.



# FIGURE 11 Modem interne.

Il existe des modems dits internes; ce sont des cartes électroniques à enficher dans une fente de l'ordinateur. Quant aux modems externes, ils sont reliés à l'ordinateur par un câblage externe. D'autres types de modems permettent d'interconnecter des ordinateurs aux réseaux téléphoniques, aux réseaux locaux et à divers fournisseurs de services. Mais, cela déborde le cadre du cours.

Une des caractéristiques importantes à prendre en compte lors de l'achat d'un modem est la vitesse à laquelle peuvent s'effectuer les transferts de données entre les ordinateurs. Cette vitesse se mesure en bauds par seconde (bps). On peut parler, par exemple, d'un modem de 56 Kbps (56 000 bps).

## 1.7.8 Le disque dur

Le disque dur (fig. 12) peut se comparer au coffre-fort du micro-ordinateur. Il sert à emmagasiner une grande quantité d'informations qui demeurent accessibles pour l'utilisateur. Il est constitué d'une série de plateaux (disques) qui sont empilés les uns sur les autres. Chaque plateau a 2 côtés ou faces. Chaque face possède une tête de lecture/écriture qui lit et enregistre les données.



## FIGURE 12 Disque dur d'un ordinateur.

Pour pouvoir exécuter un programme, les instructions et les données enregistrées sur le disque dur doivent d'abord être transférées vers la mémoire vive parce que celle-ci est environ 1000 fois plus rapide que le disque dur. Les données de la mémoire vive sont enregistrées sous forme électrique, tandis qu'elles sont enregistrées sous forme magnétique sur un disque dur. Pour y accéder, on doit utiliser un système électromécanique, composé d'un moteur et de têtes de lecture/écriture, qui repère l'information au bon endroit.

Un contrôleur, dispositif électronique, permet de raccorder un lecteur de disque à l'ordinateur par l'intermédiaire d'un câble. Deux normes de connexion sont couramment utilisées : IDE (intelligent drive electronic), qui permet de piloter au plus deux périphériques et SCSI (small computer system interface), qui permet d'en piloter davantage et à des vitesses élevées.

Les plateaux sont divisés en pistes et secteurs qui servent de rangement pour les informations. On appelle « cylindre » la superposition des pistes les unes sur les autres. Le micro-ordinateur possède et gère sa propre table des matières, appelée table d'allocation des fichiers ou FAT (*file allocation table*), qui lui permet de trouver rapidement l'emplacement des données sur le disque. On mesure la capacité d'un disque dur en octets.

## 1.7.9 La disquette

Petit disque fait de plastique, la disquette a pour tâche principale la sauvegarde des données : elle assure une copie de secours. Les logiciels sont souvent vendus sur cédérom (disque optique) ou sur des disquettes.

Tout comme le disque dur, la disquette est divisée en pistes et secteurs. Pour illustrer notre propos, effectuons un calcul pour connaître la capacité d'une disquette sur laquelle on peut enregistrer 0,5 Ko par secteur, qui possède 18 secteurs par cylindre et 80 cylindres, et qui a 2 têtes.

Nombre d'octets par secteur *multiplié* par le nombre de secteurs par cylindre *multiplié* par le nombre de cylindres *multiplié* par le nombre de têtes

0,5 Ko X 18 X 80 X 2 Total : 1474560 octets ou 1,44 Mo

## 1.7.10 Le disque dur amovible

Pour éviter des problèmes d'utilisation des ordinateurs, les usagers ont de plus en plus recours au disque dur amovible. En effet, chaque utilisateur possède son propre disque dur pour travailler sur un ordinateur. Ce type de matériel se présente dans un caisson que l'on insère dans l'ordinateur que l'on désire utiliser; de cette façon, on personnalise un ordinateur qui peut servir à plusieurs usagers, chacun ayant son propre environnement.

## 1.7.11 La bande magnétique

Ce type de périphérique est un moyen efficace d'effectuer des sauvegardes informatiques (back-up), pour avoir des copies de sécurité. Cependant, la baisse constante des prix des disques durs amène maintenant les usagers à utiliser un autre disque dur pour leurs copies de sécurité. La bande magnétique peut être interne ou externe à l'appareil. Le fait d'être externe permet de l'utiliser sur plusieurs appareils différents; son coût est cependant plus élevé qu'une bande interne. L'utilisation de ce type de périphérique est de moins en moins courant parce qu'il ne permet pas un accès rapide aux informations stockées.

## 1.7.12 Le disque optique compact (DOC) ou cédérom

D'apparence semblable au disque compact musical, le disque optique compact (DOC) ou cédérom, mieux connu sous l'appellation anglaise de CD-ROM, est devenu un périphérique très courant que l'on retrouve de nos jours sur tous les micro-ordinateurs. Son nom anglais se décompose ainsi : CD pour *compact disc*, et ROM pour *read only memory* puisque les données, une fois enregistrées, sont accessibles en lecture seulement. À l'origine, l'utilisateur ne pouvait pas enregistrer ses données personnelles.



## FIGURE 13 Lecteur de disque optique.

La technologie, fondée sur le principe du cédérom à lecture seulement, a évolué; elle permet maintenant la lecture et l'écriture d'informations. Un périphérique, appelé communément « graveur ou brûleur » permet d'emmagasiner l'information en « marquant » au rayon laser la surface métallique du disque. Il est ainsi possible de créer un système de stockage avec accès en lecture ou en écriture. On distingue deux types de disques optiques compacts : le disque non réinscriptible (WORM pour *write once/read many*) et le disque réinscriptible (CD-RW pour *compact disc rewritable*).

Le WORM est un disque non réinscriptible, car il permet une seule écriture sur le disque, alors que le CD-RW est un disque réinscriptible qui permet de lire, d'effacer et de réécrire sur le même disque. Pour ce faire, la technologie exploitée s'appuie sur les principes de la physique, c'est-à-dire les propriétés optiques des CD et les propriétés magnéto-optiques de la matière. Outre les programmes, le disque optique compact peut contenir dessins, photos, encyclopédies, musique, jeux, etc. Il peut emmagasiner une très grande quantité d'informations.

### 1.7.13 Le DVD-ROM

Les DVD sont apparus sur le marché tout récemment. De taille supérieure au cédérom dont ils héritent de la technologie, ils peuvent contenir jusqu'à plusieurs gigaoctets d'informations transférées à un taux de plus de 3 Mbits/sec. Il existe une certaine confusion quant à la signification de l'acronyme. Il semble qu'à l'origine, DVD signifiait *digital video disc* et que ce périphérique devait servir à distribuer des œuvres cinématographiques numériques. Aujourd'hui, on utilise de plus en plus le terme DVD pour *digital versatile disk*. Il existe des DVD-RW qui permettent, à l'instar du CD-RW, de lire ou d'écrire sur des disques laser.

### 1.7.14 L'imprimante

Sans imprimante (fig. 14), un micro-ordinateur ne peut être pleinement exploité. Qu'il s'agisse d'un texte, d'une image ou d'un graphique, tous les travaux réalisés sur un ordinateur ont une même destinée : aboutir sur un bout de papier! Il existe trois principaux types d'imprimante : l'imprimante matricielle, l'imprimante laser et l'imprimante à jet d'encre.



FIGURE 14 Imprimante couleur.

### L'imprimante matricielle

Un peu désuète, l'imprimante matricielle est apparue avec les premiers ordinateurs. Son principe de fonctionnement s'apparente beaucoup à celui d'une machine à écrire. Elle convient très bien pour produire des documents en plusieurs copies, comme les factures, reçus et bons de travail. Bien que son prix d'achat demeure le moins élevé sur le marché, l'imprimante matricielle a perdu de sa popularité à cause du bruit qu'elle engendre et de sa qualité d'impression, nettement inférieure aux autres technologies disponibles.

## L'imprimante laser

Le principe de fonctionnement de l'imprimante laser ressemble à celui d'un photocopieur. Celleci est la référence en matière de vitesse et de qualité d'impression; elle très utile pour des travaux graphiques complexes réclamant beaucoup de mémoire et un langage de description de page sophistiqué. Son coût d'acquisition élevé freine cependant les utilisateurs individuels; c'est pourquoi on la retrouve presque uniquement dans les entreprises ou organismes.

## L'imprimante à jet d'encre

La technologie du jet d'encre existe depuis une dizaine d'années, mais elle a vraiment pris son essor au début des années 90. Elle est venue combler le vide entre l'imprimante matricielle et l'imprimante laser. Elle offre une qualité d'impression nettement supérieure à celle de l'imprimante matricielle, s'apparentant de près à celle du laser, et ce à un coût légèrement plus élevé que la première et largement inférieur à la seconde.

Outre les textes, elle assure l'impression de graphiques, de dessins et d'images numérisées, même en couleurs. Bien que moins rapide que l'imprimante laser, elle est tout aussi silencieuse. L'imprimante à jet d'encre convient parfaitement pour tous les travaux bureautiques de base.

### TABLEAU COMPARATIF DES TROIS TYPES D'IMPRIMANTES

Matricielle	Laser	Jet d'encre						
AVANTAGES								
Multicopie Prix d'achat peu élevé	Excellente qualité d'impression Silencieuse Impression en couleurs	Très bonne qualité d'impression Silencieuse Impression en couleurs Prix abordable Facile à utiliser Facile à entretenir						
DÉSAVANTAGES								
Bruyante Qualité d'impression médiocre	Prix d'achat élevé Plus encombrante que l'imprimante à jet d'encre Coût d'entretien et d'usage élevé (surtout pour entreprises et organismes)	Vitesse d'impression inférieure au laser  Qualité du résultat dépend de la qualité du papier  Risque de pannes plus élevé que l'imprimante laser						

### 1.7.15 L'écran

L'écran (fig. 15) est le périphérique d'entrée et de sortie indispensable à tout ordinateur, permettant la communication avec ce dernier. Depuis la venue de l'interface graphique, les exigences en matière de performance d'écran ont considérablement évolué. Les premiers PC sur le marché étaient équipés d'écran monochrome et affichaient seulement 25 lignes de 80 caractères en vert sur fond noir, sans possibilité de représentation graphique. Les premiers écrans graphiques pouvaient utiliser une résolution de 640 X 200 points et étaient seulement capables d'afficher 4 couleurs à la fois. Les limites de la performance d'un écran sont souvent liées à la carte qui contrôle l'écran. Les écrans utilisés aujourd'hui ont fait des progrès remarquables; on peut avoir une résolution plus grande et des couleurs beaucoup plus variées, même si le prix est parfois inférieur à son ancêtre l'écran monochrome.



## FIGURE 15 Écran d'un ordinateur.

Afin d'améliorer les performances de l'écran, certaines cartes d'affichage sont équipées de processeurs particuliers permettant d'exécuter les instructions d'une interface graphique; ils libèrent le processeur de PC des nombreux calculs liés à l'affichage. Une connexion sur un bus local peut ainsi améliorer la vitesse de transfert de l'information.

De plus, la possibilité d'ajouter de la mémoire sur la carte graphique peut influer beaucoup sur les performances de l'écran dans un environnement graphique. En outre, la fréquence de balayage de l'image est un critère décisif qui joue en faveur de la bonne entente entre la carte et le moniteur. Cette fréquence définit la vitesse à laquelle l'image est rafraîchie (redessinée). Les spécialistes en ergonomie conseillent une fréquence minimale de 72 Hz.

## L'écran plat

L'écran plat se présente sous la forme d'un mince panneau et utilise des technologies d'affichage (les cristaux liquides et le plasma) différentes de celle qui est utilisée pour le tube cathodique. Cet écran est de plus en plus courant, prisé pour son poids relativement faible, peu encombrant; de plus, il consomme beaucoup moins d'énergie électrique que l'écran cathodique. Destiné d'abord aux ordinateurs portables, on le retrouve de plus en plus comme moniteur de bureau.

### L'écran tactile

L'écran tactile est un outil d'usage facile qui permet de saisir une quantité limitée de données en touchant du doigt ou d'un stylet la surface sensible d'affichage d'un écran vidéo. Ces écrans, qui affichent des graphiques en couleurs et présente des menus simples, sont souvent mis à la portée du public dans les bornes interactives, les restaurants et les centres commerciaux.

### 1.8 La mémoire

La mémoire d'un micro-ordinateur (fig. 16) peut se définir comme l'espace alloué dans l'ordinateur pour emmagasiner de l'information, c'est-à-dire des données codées en langage machine (binaire). La capacité et le type de mémoire dont dispose l'appareil influent grandement sur sa performance. Il est donc important d'en comprendre l'utilité.

Il faut dès à présent distinguer la mémoire vive qui est la mémoire de travail de l'ordinateur (32 Mo, 64 Mo, 128 Mo, 256 Mo, etc.) et la mémoire masse ou stockée dans les périphériques tels que les disques durs de l'ordinateur. Quant à la cache ou mémoire cache, comme nous le

verrons plus loin, c'est une mémoire temporaire ultrarapide qui permet aux processeurs d'augmenter leur efficacité de traitement de données.



## FIGURE 16 Barrettes de mémoire.

Généralement, la mémoire vive est située sur la carte mère de l'ordinateur ou sur une carte d'extension connectée à celle-ci. La mémoire vive peut s'exploiter d'un point de vue physique et d'un point de vue logique. Dans un ordinateur, on distingue plusieurs types de mémoires, comme nous le verrons plus tard.

### Résumé

Après un survol des différentes générations d'ordinateurs, nous avons vu dans ce chapitre que, malgré les différences qui peuvent exister d'un modèle à un autre, la structure des ordinateurs se fonde toujours sur le modèle théorique de l'architecture de Von Neumann. Nous savons maintenant que le processeur et la mémoire d'un micro-ordinateur sont les composantes indispensables à son fonctionnement, de même que le système d'entrée/sortie pour communiquer avec le monde extérieur. L'information en langage naturel n'est pas directement accessible à l'ordinateur. Il faut coder en langage binaire l'information que nous confions au processeur afin qu'il puisse la traiter correctement. Le système d'entrée/sortie, à l'aide de routines propres à l'ordinateur, gère les périphériques internes et externes qui y sont rattachés.