

Le PC

Architecture, maintenance
et mise à niveau

18^e édition

Scott Mueller

LE CAMPUS

PEARSON

1

Le PC : composants, caractéristiques et architecture

Au sommaire de ce chapitre

- Qu'est-ce qu'un PC?
- Types d'ordinateurs
- Composants d'un ordinateur

Qu'est-ce qu'un PC?

Quand on demande à un utilisateur ce qu'est un PC, il répond immédiatement que PC est le sigle de "*Personal Computer*" et signifie "*ordinateur personnel*", ce qui est parfaitement exact. Pour la plupart des utilisateurs, un PC est un petit ordinateur acheté et utilisé par un particulier pour son utilisation personnelle. Bien que cette définition soit vraie, elle n'est pas suffisamment précise. Certes, un PC est un ordinateur personnel, mais tous les ordinateurs personnels ne sont pas des PC. Par exemple, les Macintosh d'Apple, basés sur un processeur IBM ou Motorola, sont incontestablement des ordinateurs personnels, tout comme les machines CP/M à base de processeurs 8080 ou Z-80 et même les anciens systèmes Apple II+, mais personne ne les appellera PC – surtout pas les utilisateurs de Macintosh ! Pour définir précisément un PC, il faut donc regarder ailleurs.

Un PC est plus qu'un ordinateur personnel. Il a tout d'abord pour particularité d'appartenir à la famille du PC IBM original, lancé en 1981. De fait, c'est IBM qui a *inventé* le type d'ordinateur appelé aujourd'hui PC, dans la mesure où ce sont ses ingénieurs qui ont conçu et fabriqué le tout premier PC. C'est également IBM qui a défini tous les standards qui font du PC un système différent des autres ordinateurs personnels. Il convient cependant de noter que, de toute évidence – et les faits historiques sont là pour nous le rappeler –, ce n'est *pas* IBM qui a inventé ce que nous appelons l'ordinateur personnel. Il est généralement reconnu que la machine MITS Altair, présentée en 1975, fut le premier ordinateur personnel, même si d'autres ordinateurs plus petits existaient déjà. IBM n'a donc pas inventé l'ordinateur personnel, mais a bel et bien créé ce que nous appelons aujourd'hui PC. Certaines personnes poussent cette définition un peu plus loin et appellent PC tout ordinateur personnel "compatible IBM". En réalité, il y a plusieurs années, les PC étaient désignés comme des *compatibles IBM* ou des *clones IBM*, rendant ainsi hommage aux origines du PC chez IBM.



Infos

Bien que la machine MITS Altair de 1975 soit généralement considérée comme le premier ordinateur personnel (voir le Blinkenlights Archaeological Institute sur www.blinkenlights.com), le véritable premier ordinateur personnel est en réalité le Simon créé par Edmund C. Berkeley et décrit dans son ouvrage *Cerveaux géants, machines qui pensent*, publié en 1949. Les plans de cette machine pouvaient être achetés auprès de la société Berkeley Enterprises et ont été divulgués dans une série de 13 articles du magazine *Radio Electronics*, au cours des années 1950-1951.

Le terme ordinateur personnel est apparu dans un article rédigé par John W. Mauchly (cocréateur de l'ENIAC) et publié le 3 novembre 1962 dans le *New York Times*. Il y décrit sa vision du futur de l'informatique et annonce qu'il n'y a aucune raison de supposer que l'individu lambda ne pourrait pas être maître d'un ordinateur personnel.

La première machine présentée comme un "ordinateur personnel" a été le Hewlett-Packard 9100A, une calculatrice électronique de bureau programmable, sortie en 1968 et pesant 20 kilos. Les publicités de ce système à 4 900 \$ annonçaient "Le nouvel ordinateur personnel Hewlett-Packard 9100A". Elles précisait également que les sceptiques et les timides pouvaient demander une démonstration afin d'entrer dans le monde des ordinateurs personnels (voir www.vintagecalculators.com).

Aujourd'hui, force est de constater que bien qu'elle ait conçu et créé le premier PC en 1981, puis contrôlé pendant de nombreuses années le développement et l'évolution des standards gouvernant le PC, la société IBM ne contrôle plus désormais ces standards. Autrement dit, elle ne décide plus des caractéristiques d'un PC. Elle a perdu ce contrôle en 1987, quand elle a lancé sa gamme d'ordinateurs PS/2. Jusqu'alors, les autres fabricants de PC copiaient littéralement les ordinateurs d'IBM, que ce soit au niveau des puces, des connecteurs ou encore de la forme (ou facteur d'encombrement) des cartes, des types de caractères et de l'alimentation. Toutefois, à partir de 1987, les ingénieurs d'IBM ont abandonné un grand nombre des standards qu'ils avaient élaborés eux-mêmes. C'est pour cette raison que, depuis de nombreuses années, l'on n'a plus guère parlé d'"ordinateurs compatibles IBM" pour désigner des PC.

Si un PC n'est plus un ordinateur compatible IBM, qu'est-ce donc ? En fait, toute la question est de savoir qui contrôle aujourd'hui les standards de PC. Pour y répondre, il faut distinguer deux niveaux : celui des logiciels et celui du matériel.

Qui contrôle les standards de logiciels pour PC ?

Pour la plupart des utilisateurs, il est clair que c'est Microsoft qui contrôle les standards de logiciels pour PC. Ce point de vue est difficilement contestable. Microsoft contrôle les systèmes d'exploitation utilisés sur les PC, cela depuis le système d'exploitation MS-DOS jusqu'à DOS/Windows 3.x, puis Windows 9x/Me, ensuite Windows NT/2000/XP et désormais Windows Vista.

Microsoft s'est toujours servi de son influence sur les systèmes d'exploitation pour PC comme d'un moyen pour contrôler d'autres types de logiciels pour PC tels que des utilitaires et des applications. Ainsi, nombre d'utilitaires qui étaient auparavant commercialisés par des sociétés indépendantes (logiciels de cache disque, de compression de disque, de défragmentation, de réparation de structure de fichier, de pare-feu et même des applications simples telles que la calculatrice et le bloc-notes) sont-ils aujourd'hui livrés en standard avec Windows. Microsoft a même incorporé à Windows des applications plus vastes, comme un navigateur web, un traitement de texte et des lecteurs multimédias, qui s'installent et se configurent automatiquement en fonction des autres applications Microsoft – à la grande consternation des fabricants de navigateurs concurrents. La société Microsoft s'est également appuyée sur le contrôle qu'elle exerce sur les systèmes d'exploitation pour y incorporer ses propres logiciels et suites d'applications de réseau mieux intégrés que d'autres au système d'exploitation. C'est pour cette raison qu'elle domine aujourd'hui l'essentiel du marché des logiciels pour PC – des systèmes d'exploitation et des logiciels réseau aux utilitaires, en passant par les traitements de texte, les programmes de gestion de bases de données et les tableurs.

Il est intéressant de noter que, sur le marché du PC, les logiciels sont protégés par copyright, tandis que le matériel ne peut être protégé que par des brevets. Il est long et difficile d'obtenir un brevet, et,

dans le cas des brevets américains, celui-ci expire au terme de 20 ans. D'après le Bureau américain des brevets, tout processus, machine, fabrication ou mélange de matières, nouveau et utile, ainsi que toute amélioration nouvelle et utile, peut être breveté. Il était donc difficile de breveter l'IBM PC, car il avait été conçu avec des composants qui existaient déjà et que tout un chacun pouvait acheter. En fait, la plupart des organes importants du PC original étaient fabriqués par Intel. C'était notamment le cas du processeur 8088, du générateur d'horloge 8284, du cadenceur 8253/54, du contrôleur d'interruptions 8259, du contrôleur de canaux DMA 8237, de l'interface de périphériques 8255 et du contrôleur de bus 8288. Ce sont ces puces qui constituaient le cœur et l'âme de la carte mère PC originale.

Puisque la conception du PC d'origine ne pouvait pas être entièrement brevetée et que tous les éléments existaient déjà, n'importe qui pouvait copier le matériel utilisé par IBM. Il suffisait d'acheter les mêmes puces auprès des mêmes fournisseurs que ceux d'IBM, puis de concevoir une nouvelle carte mère utilisant un circuit similaire. IBM a même facilité les choses en publiant des schémas complets et très détaillés de ses cartes mères et de toutes ses cartes d'extension dans des manuels techniques de référence.

Pour copier le PC d'IBM, il s'avère que toute la difficulté résidait dans les logiciels, protégés par les lois du copyright. Compaq et Phoenix Software (aujourd'hui Phoenix Technologies) ont été parmi les premières sociétés à trouver une méthode légale pour contourner ce problème et réaliser un duplicata (mais pas une copie exacte) d'un logiciel tel que le BIOS. Le BIOS est l'ensemble fondamental des logiciels qui contrôlent les périphériques matériels à l'intérieur même du système. Ces types de programmes sont généralement appelés *pilotes de périphériques*. Le BIOS regroupe tous les pilotes de base permettant d'exploiter et de contrôler l'équipement du système. Le *système d'exploitation* (tel que DOS ou Windows) utilise les pilotes du BIOS pour contrôler et communiquer avec les divers dispositifs et équipements du système.

✓ Voir le Chapitre 4, "Le BIOS".

Le procédé utilisé pour dupliquer légalement le BIOS de l'IBM PC fut une forme ingénieuse d'ingénierie inversée, ou rétro-ingénierie. La société engagea deux équipes d'ingénieurs spécialisés dans les logiciels. La seconde équipe était composée exclusivement de personnes qui n'avaient jamais vu ni étudié le code du BIOS d'IBM. La première équipe avait étudié ce BIOS et elle écrivit une description aussi complète que possible de ce qu'il était capable de faire. La seconde équipe lut la description créée par la première et se mit à concevoir d'un bout à l'autre un nouveau BIOS remplissant toutes les fonctions de l'original. Le résultat final fut un nouveau BIOS conçu en intégralité, qui n'était pas identique à celui d'IBM mais qui offrait les mêmes fonctions.

Cette technique d'ingénierie inversée a évité aux sociétés le risque d'un procès avec IBM. Puisque le BIOS du PC original d'IBM ne comprenait que 8 Ko de code et n'offrait que des fonctions limitées, les ingénieurs n'ont guère eu de mal à le dupliquer. Lors des évolutions du BIOS d'IBM, les autres fabricants de BIOS n'ont pas eu de difficultés à suivre les innovations d'IBM. Sans compter

la partie POST (*Power-On Self Test*, autotest de mise sous tension) ou le programme Setup (programme de configuration du système) du BIOS, la plupart des BIOS actuels pour cartes mères ne disposent que de 32 à 128 Ko de code actif et la plupart des systèmes d'exploitation modernes l'ignorent en chargeant le code et les pilotes depuis le disque. Le BIOS d'une carte mère moderne sert principalement à initialiser et à charger le système d'exploitation. Aujourd'hui, même si certains fabricants de PC écrivent encore leur propre BIOS, la plupart le prennent chez des développeurs de BIOS indépendants. Phoenix et American Megatrends, Inc. (AMI) dominent le marché du BIOS pour les PC et les fabricants de cartes mères. Un troisième fournisseur majeur de BIOS, Award Software, est entré dans le giron de Phoenix Technologies, qui continue de vendre des produits à base de BIOS Award.

Une fois le matériel et le BIOS de l'IBM PC dupliqués, il ne restait plus qu'à créer un système d'exploitation du même type que DOS pour obtenir un ordinateur compatible IBM complet. Pour le système d'exploitation, la méthode de l'ingénierie inversée n'aurait pas été viable, car le code de DOS est beaucoup plus volumineux que celui du BIOS et il comprend beaucoup plus de programmes et de fonctions. Par ailleurs, le système d'exploitation évolue et change beaucoup plus souvent que le BIOS, lequel demeure, en comparaison, relativement stable. Cela signifie que, au début des années 1980, le seul moyen d'obtenir le système d'exploitation DOS pour un ordinateur compatible était de conclure un contrat de licence avec IBM. C'est à ce moment-là que la société Microsoft est de nouveau entrée en scène. Comme IBM (qui avait fait appel à Microsoft pour concevoir son DOS) ne s'était pas assuré de faire signer à Microsoft un contrat de licence exclusif, Microsoft était libre de revendre son système d'exploitation conçu pour IBM à n'importe qui. Il suffisait donc aux autres fabricants de souscrire un contrat de licence auprès de Microsoft pour acquérir MS-DOS et se procurer de la sorte la pièce manquante qui leur permettrait de proposer de véritables ordinateurs compatibles IBM. C'est ainsi que le marché de l'informatique s'est retrouvé envahi d'ordinateurs compatibles IBM, que cela ait plu à IBM ou non.

H Infos MS-DOS a fini par être reproduit. Le premier clone a été DR-DOS, écrit par Digital Research (les développeurs de CP/M) en 1988. En tout état de cause, DR-DOS n'était pas une simple copie ; il offrait de nombreuses fonctionnalités alors inexistantes dans MS-DOS, que Microsoft a ajoutées dans les versions ultérieures de son système. En 1991, Novell a racheté DR-DOS, puis ce fut le tour de Caldera en 1996 (qui a publié une version du code sous une licence open source), suivi de Lineo en 1998 et enfin de DRDOS (www.drds.com) en 2002.

Des versions gratuites et open source de DOS sont développées, actualisées et maintenues indépendamment par le DR-DOS/OpenDOS Enhancement Project (www.drdsprojects.de) et par le FreeDOS Project (www.freedos.org).

Avec le recul, on peut constater que c'est précisément parce qu'Apple n'a pas commis cette erreur qu'il n'existe pas de clones du Macintosh ou d'ordinateurs compatibles. Ce n'est pas parce qu'un Macintosh ne peut pas être dupliqué. En fait, le matériel qui compose un ancien Macintosh est relativement simple à produire à l'aide de composants disponibles auprès des fournisseurs d'Apple et les Mac actuels s'appuient sur le même matériel que les PC. Le vrai problème est que c'est Apple qui possède le système d'exploitation Mac OS et qu'ils ont toujours refusé l'autorisation d'exécuter leur système sur du matériel non Apple. Par ailleurs, il convient de noter que le BIOS plutôt long et

complexe des anciens Mac non compatibles PC était étroitement lié au système d'exploitation. La combinaison de cette complexité et de cette intégration, ainsi que la faible part de marché d'Apple, a évité aux premiers BIOS et systèmes d'exploitation des anciens Macintosh d'être dupliqués.

À présent que les Mac d'Apple se fondent sur une architecture de type PC, la seule différence entre un Mac et un PC réside dans le système d'exploitation. Par conséquent, un PC qui exécute OS X peut être assimilé à un Mac, tandis qu'un Mac qui exécute Windows devient un PC. Autrement dit, les Mac restent uniques car ils sont les seuls à pouvoir exécuter OS X. Pour ce faire, Apple ajoute dans son système d'exploitation un morceau de code qui vérifie la présence d'une puce de sécurité sur la carte mère. Bien que cela incite à acheter des PC de la marque Apple, l'entreprise passe à côté de l'énorme marché constitué par la vente d'OS X à des utilisateurs de PC non Apple. Par exemple, si Apple avait accepté de vendre OS X aux utilisateurs de PC alors que Microsoft repoussait la sortie de Vista, leur système d'exploitation aurait pris une part de marché importante à Windows. Malgré la volonté d'Apple d'empêcher l'exécution d'OS X, le OSx86 Project (www.osx86project.org) explique comment installer ce système sur des PC standard.

Qui contrôle les standards du matériel de PC?

S'il est clair que Microsoft a toujours contrôlé les standards des logiciels pour PC par l'intermédiaire de ses systèmes d'exploitation dominants, qu'en est-il du matériel? Il est facile de voir qu'IBM a contrôlé les standards du matériel de PC jusqu'en 1987. De fait, c'est IBM qui a inventé l'architecture de la carte mère du PC, aujourd'hui au cœur de tous les PC, ainsi que l'architecture originale à connecteurs de bus d'extension (bus ISA 8/16 bits), l'interface BIOS en ROM, les ports série et parallèle, la carte vidéo VGA et XGA, l'architecture de l'interface de lecteur de disquettes et de disque dur, la structure de l'alimentation, l'interface de souris et même les formats physiques (ou facteurs d'encombrement) de tous les composants d'un PC, depuis la carte mère jusqu'au boîtier en passant par les cartes d'extension et l'alimentation. Toutes ces architectures de systèmes PC, XT et AT, inventées par IBM avant 1987, influencent aujourd'hui encore considérablement le monde de l'informatique.

Toutefois, la vraie question est de savoir quelle est la société responsable de l'invention des nouvelles architectures, des nouvelles interfaces et des nouveaux standards pour le PC. En réponse à cette question, certains citent parfois le nom de Microsoft (bien que cette société ne contrôle que les logiciels), ou ceux de HP/Compaq, Dell ou d'autres géants de l'informatique, mais peu avancent le nom d'Intel, qui est pourtant la bonne réponse.

Il est logique que le public ne pense pas immédiatement à Intel, qui n'est pas connu en tant que fabricant d'ordinateurs. Et pourtant, combien de personnes possèdent un PC de marque Intel? Attention, pas uniquement un PC portant la mention "Intel inside" sur son boîtier, qui signale que l'ordinateur est équipé d'un processeur Intel, mais un PC conçu et construit, ou du moins acheté, par le biais d'Intel. De fait, aujourd'hui, un grand nombre de PC sont d'origine Intel.

Bien entendu, il n'est pas pour autant possible d'acheter un ordinateur auprès d'Intel, car chacun sait que cette société ne vend pas d'ordinateurs complets directement à l'utilisateur. Mais quand on parle d'ordinateur Intel, c'est à la carte mère que l'on fait allusion. La carte mère est sans doute le composant le plus important d'un PC, et c'est d'elle que devrait dépendre la marque d'un PC. Même à l'époque où IBM était le principal fournisseur de PC, la société ne fabriquait au départ que les cartes mères et confiait les autres composants du système (alimentation, unités de disques, etc.) à d'autres fabricants

✓ Voir le Chapitre 3, "Les cartes mères et les bus", p. 111.

Les plus gros fabricants d'ordinateurs conçoivent eux-mêmes leurs cartes mères, en particulier pour leurs systèmes haut de gamme. D'après le magazine américain *Computer Reseller News*, au cours de ces dernières années, les trois premiers fabricants d'ordinateurs de bureau ont toujours été HP, Dell et Lenovo (précédemment IBM). Ces sociétés conçoivent et fabriquent elles-mêmes leurs cartes mères et en achètent certaines auprès d'autres fabricants. Dans de rares cas, elles conçoivent même leurs propres puces et chipsets pour leurs cartes mères. Bien que les ventes d'ordinateurs réalisées par ces fabricants soient importantes, le marché de l'informatique comprend un second segment beaucoup plus important qui concerne les *systèmes génériques* (ou *boîtes blanches*).

Les systèmes génériques sont des PC assemblés à partir de composants répondant à des normes industrielles et commercialisés par leurs fabricants. L'appellation "boîtes blanches" est due au fait que la plupart de ces ordinateurs sont assemblés dans des boîtiers de couleurs blanche, ivoire ou crème.

Le point fort de ces systèmes génériques est qu'ils utilisent des composants normalisés interchangeables. Cette interchangeabilité est la clé de toutes les futures mises à jour, extensions et réparations, car elle assure à tout moment la disponibilité d'une pléthore de pièces détachées. C'est la raison pour laquelle nous conseillons depuis de nombreuses années d'éviter les systèmes propriétaires et de donner la préférence aux "boîtes blanches" conformes aux standards industriels.

Les sociétés qui vendent des "boîtes blanches" ne fabriquent pas elles-mêmes leurs ordinateurs, elles les assemblent. Elles achètent les cartes mères, les boîtiers, les disques durs, les périphériques, etc., à différents fournisseurs, puis les assemblent et les vendent sous forme d'ordinateurs complets. Certaines entreprises, comme HP et Dell, fabriquent leurs propres systèmes et en assemblent certains à partir de composants standard. Plus précisément, les machines des familles HP Pavilion et Dell Dimension sont constituées d'éléments génériques. Les sociétés VoodooPC (détenue par HP) et Alienware (détenue par Dell) créent également des systèmes haut de gamme pour joueurs à partir de composants standard. C'est également le cas de Gateway et d'eMachines (détenue par Gateway). Sachez cependant qu'il existe quelques exceptions pour tous ces systèmes; par exemple, les machines Dell Dimension XPS utilisent des éléments propriétaires, comme les alimentations. Je vous conseille d'éviter de tels systèmes car ils sont difficiles à faire évoluer et à réparer.

Il existe tellement d'autres assembleurs de PC à partir de composants industriels standard, comme Acer, CyberPower, Micro Express et Systemax, qu'il est impossible de les citer tous. Par le volume total de leurs ventes, les assembleurs constituent le segment le plus important du marché des PC. Ce

qui est amusant est que tout un chacun peut acheter la même carte mère et les mêmes composants que ceux utilisés par les fabricants (même si le prix est alors plus élevé). Le particulier peut donc assembler entièrement son propre ordinateur, mais cette opération fait l'objet d'un autre chapitre de cet ouvrage, le Chapitre 17.

Quelle société fabrique la majorité des cartes mères qui équipent les systèmes génériques? Vous l'avez sans doute deviné, il s'agit d'Intel. Le seul marché qu'Intel ne domine pas est celui des systèmes à base de processeurs AMD.

Si Intel domine encore le marché des cartes mères, il doit le partager depuis quelques années. À la sortie du Pentium 4, Intel s'est focalisé sur la mémoire de type Rambus, pendant que d'autres constructeurs de systèmes moins onéreux choisissaient d'autres produits. D'autre part, les cartes mères d'Intel offrent peu d'options pour l'*overclocking* (que l'on peut traduire par "surfréquence") et les constructeurs de systèmes "gonflés" choisissent donc souvent les cartes des autres fabricants.

AMD fabrique des processeurs et des chipsets, mais pas des cartes mères complètes. À cet égard, AMD collabore avec un certain nombre de fabricants de cartes mères pour construire des cartes compatibles avec ses processeurs. Ces cartes utilisent soit les chipsets AMD/ATI, soit des chipsets issus de fabricants tiers, et spécialement conçus pour les processeurs AMD. Les sociétés qui fabriquent les cartes mères pour processeurs AMD construisent également les cartes pour les systèmes à base de processeurs Intel, concurrençant ainsi directement les cartes mères d'Intel.

✓ Voir la section "Chipsets", p. 135.

Comment expliquer cet état de fait? Intel a été le premier fabricant de processeurs pour PC depuis qu'IBM a choisi l'Intel 8088 pour son PC original. En contrôlant le marché des processeurs, Intel a tout naturellement pris le contrôle du marché des puces nécessaires à l'intégration de ces processeurs dans les ordinateurs. C'est donc tout naturellement que la société Intel est entrée sur le marché des chipsets. Elle a commercialisé son premier chipset en 1989, avec le modèle 82350 EISA (*Extended Industry Standard Architecture*, architecture standard étendue). Dès 1993, elle est devenue – au moment où le processeur Pentium faisait ses débuts – le premier fabricant de chipsets de cartes mères du monde. Il est facile de comprendre que les dirigeants d'Intel, voyant qu'ils fabriquaient le processeur et l'ensemble des puces qui composent une carte mère, n'aient pas voulu rester à mi-chemin et aient eu l'idée de fabriquer eux-mêmes des cartes mères. L'année 1994 a marqué un vrai tournant pour Intel et pour le marché des cartes mères, puisque c'est cette année-là que le premier fabricant de processeurs est aussi devenu le premier fabricant de cartes mères du monde, position qu'il occupe depuis cette époque. La société Intel ne se contente pas de dominer le marché de quelques points de parts de marché. En 1997, elle a fabriqué plus de cartes mères que les huit premiers fabricants de cartes mères cumulés, soit plus de 30 millions de cartes pour un montant de plus de 3,6 milliards de dollars. Il convient de noter que ces chiffres n'incluent pas les processeurs ou les chipsets, mais uniquement les cartes. Ces dernières sont destinées aux différents assembleurs de PC,

ce qui signifie que la plupart des ordinateurs du marché sont équipés de cartes mères Intel, quelle que soit la personne qui a fait tourner le tournevis pour assembler l'ordinateur !

C'est donc indéniablement la société Intel qui contrôle les standards de PC, puisqu'elle contrôle le marché des cartes mères. Elle fabrique non seulement l'immense majorité des cartes mères utilisées actuellement, mais aussi la plupart des processeurs et des chipsets de cartes mères qu'elle revend à d'autres fabricants.

C'est également Intel qui a défini un certain nombre de standards récents, par exemple :

- L'interface de bus local PCI (*Peripheral Component Interconnect*).
- L'interface AGP (*Accelerated Graphics Port*, port graphique accéléré), destinée aux cartes vidéo haut de gamme.
- PCI Express (appelé initialement 3GIO), l'interface récemment choisie par le PCI-SIG (*PCI Special Interest Group*) pour remplacer à la fois le PCI et l'AGP comme bus à haute performance pour les PC récents.
- Les facteurs d'encombrement de carte mère standard, comme ATX (et ses variantes Micro-ATX et Flex-ATX) et BTX (y compris les variantes Micro-BTX, Nano-BTX et Pico-BTX). Le format ATX reste encore le plus répandu et, depuis les années 1996-1997, remplace le facteur Baby-AT conçu par IBM et utilisé depuis le début des années 1980.
- L'interface DMI (*Desktop Management Interface*, interface de gestion de bureau), qui sert à la supervision du fonctionnement du matériel.
- Les standards de gestion d'énergie DPMA (*Dynamic Power Management Architecture*, architecture de gestion d'énergie dynamique) et APM (*Advanced Power Management*, gestion d'énergie avancée).

Intel domine non seulement le monde du PC, mais aussi l'ensemble de l'industrie des semi-conducteurs. Selon les chiffres de vente rassemblés par iSuppli, le chiffre d'affaires d'Intel équivaut à environ une fois et demie celui de son concurrent le plus proche (Samsung) et à plus de quatre fois celui de son concurrent AMD.

Dès lors qu'une société contrôle le marché des systèmes d'exploitation, elle contrôle également celui des logiciels pour PC. De la même manière, dès lors qu'une société contrôle le marché des cartes mères, elle contrôle aussi celui du matériel. Puisque le matériel et les logiciels semblent être contrôlés par Microsoft et Intel, on utilise parfois le terme Wintel pour désigner un PC.

Types d'ordinateurs

Les PC peuvent être classés de deux manières : par types de logiciels qu'ils sont en mesure d'exécuter et par types de bus hôtes de la carte mère, ou encore par architectures et par largeurs du bus processeur. Ce livre étant avant tout consacré au matériel, examinons d'abord cet aspect.

Lorsqu'un processeur lit des données, celles-ci lui sont envoyées par le biais du bus de données externe du processeur. Le bus de données du processeur est connecté directement au bus hôte du

processeur de la carte mère. Il est parfois appelé *bus local* parce qu'il est local par rapport au processeur auquel il est connecté. Tous les autres composants connectés au bus hôte semblent eux aussi connectés directement au processeur. Si le processeur possède un bus de données d'une largeur de 32 bits, la carte mère doit être câblée à l'aide d'un bus de processeur d'une largeur de 32 bits. Cela signifie alors que l'ordinateur peut déplacer 32 bits de données jusqu'au processeur en un seul cycle.

✓ Voir la section "Bus d'entrées/sorties de données", p. 22..

La largeur du bus de données est fonction du processeur, et la carte mère nécessite un bus hôte de processeur approprié. Le Tableau 1.1 recense tous les processeurs compatibles Intel ainsi que leur largeur de bus et de registre.

Tableau 1.1 : Largeur des bus de données/registre des processeurs compatibles Intel

Processeur	Largeur du bus de données	Taille des registres	Processeur	Largeur du bus de données	Taille des registres
8088	8 bits	16 bits	486/AMD 5x86	32 bits	32 bits
8086	16 bits	16 bits	Pentium/AMD K6	64 bits	32 bits
286	16 bits	16 bits	Pentium Pro/Celeron/II/III/4	64 bits	32 bits
386SX	16 bits	32 bits	AMD Duron/Athlon/Athlon XP	64 bits	32 bits
386DX	32 bits	32 bits	AMD64/EM64T	64 bits	64 bits

En matière de largeur de bus, les utilisateurs font souvent une confusion. Alors que tous les processeurs Pentium ont un bus de données d'une largeur de 64 bits, leurs registres internes n'ont qu'une largeur de 32 bits, et ils ne traitent que des commandes et des instructions 32 bits. Les processeurs AMD qui intègrent la technologie AMD64 et les processeurs Intel qui disposent de la technologie EM64T ont des registres internes sur 64 bits. Ils peuvent fonctionner en mode 32 et 64 bits. Par conséquent, du point de vue des logiciels, tous les processeurs (des 386 aux Athlon/Duron et Celeron/Pentium 4) ont des registres de 32 bits et exécutent des instructions 32 bits. Du point de vue de l'architecture électronique ou physique, ces processeurs compatibles avec les logiciels 32 bits peuvent avoir un bus de données d'une largeur de 16 bits (386SX), 32 bits (386DX et 486) ou 64 bits (Pentium et au-delà). La largeur du bus de données est un facteur déterminant de l'architecture de la carte mère et du système de mémoire, car elle indique le nombre de bits qui peuvent entrer dans la puce et en sortir au cours d'un cycle.

✓ Voir la section "Registres internes (bus de données internes)", p. 25.

Les processeurs basés sur les technologies AMD64 ou EM64T ont une architecture 64 bits compatible x86, mais ils sont également conçus pour utiliser des instructions 32 bits, écrites pour des processeurs x86 ordinaires.

✓ Voir la section "Caractéristiques du processeur", p. 19.

Le Tableau 1.1 montre que tous les Pentium et les systèmes plus récents possèdent un bus de données 64 bits. Les processeurs Pentium, qu'il s'agisse d'un Pentium original, d'un Pentium MMX, d'un Pentium Pro ou d'un Pentium II/III ou 4, ont tous des bus de données de 64 bits, tout comme les processeurs comparables d'AMD (série K6, Athlon, Duron, Athlon XP et Athlon 64).

Les informations du Tableau 1.1 montrent que l'on peut subdiviser les ordinateurs d'après les catégories suivantes :

- 8 bits
- 16 bits
- 32 bits
- 64 bits

Il est en outre intéressant de noter que les ordinateurs 16, 32 et 64 bits reposent sur une architecture très comparable. Les vieux ordinateurs 8 bits, en revanche, sont très différents. Cette distinction permet de considérer deux types, ou classes, d'ordinateurs :

- 8 bits (classe PC/XT)
- 16/32/64 bits (classe AT)

Dans le langage courant, PC est le sigle de *Personal Computer* (ou ordinateur personnel). XT est l'abréviation de *eXTended PC* (ou PC étendu). AT est le sigle de *Advanced Technology* (ou technologie avancée). Les termes PC, XT et AT employés ici proviennent des ordinateurs IBM du même nom. L'ordinateur XT était essentiellement un PC qui comprenait un disque dur pour le stockage des données, en plus du lecteur de disquettes du PC de base. Il possédait un processeur 8 bits de type 8088, ainsi qu'un bus ISA (*Industry Standard Architecture*, architecture standard) 8 bits pour les cartes d'extension. Le *bus* désigne les connecteurs d'extension qui permettent d'ajouter des cartes d'extension. La mention "8 bits" signifie simplement que le bus ISA qui équipe les ordinateurs de la classe PC/XT ne peut recevoir ou envoyer que 8 bits de données au cours d'un même cycle. Les données qui transitent par un bus de 8 bits sont envoyées simultanément dans huit fils, en parallèle.

Les ordinateurs 16 bits et plus font partie de la classe AT, ce qui indique qu'ils se conforment à un certain nombre de standards et à la structure de base définie par l'ordinateur AT original d'IBM. Les modèles AT d'IBM incluaient un processeur et des cartes plus évolués (de type 16 bits à l'origine, puis 32 et 64 bits par la suite). Un ordinateur de la classe AT doit impérativement être équipé d'un processeur compatible avec le modèle 286 d'Intel, ou avec tout autre processeur supérieur. Il doit également être équipé d'un bus système 16 bits (ou davantage). L'architecture de bus système occupe une place centrale au sein du système AT, tout comme l'architecture de mémoire de base, les interruptions, les canaux DMA et les adresses de ports d'entrées/sorties. Tous les ordinateurs AT affectent et gèrent ces ressources de la même manière.

Les premiers ordinateurs de la classe AT étaient équipés d'un bus ISA 16 bits, qui est une extension du bus ISA 8 bits original des ordinateurs de type PC/XT. Finalement, plusieurs modèles de bus ont été développés pour les ordinateurs de la classe AT. En voici la liste :

- ISA/AT 16 bits
- PC-Card (PCMCIA) 16 bits
- EISA (*Extended ISA*) 16/32 bits
- MCA (*Micro Channel Architecture*) PS/2 16/32 bits
- VESA Local (VL) 32 bits
- PCI (*Peripheral Component Interconnect*) 32/64 bits
- Cardbus (PCMCIA) 32 bits
- AGP (*Accelerated Graphics Port*) 32 bits
- PCI Express (série)
- ExpressCard (série)

Un ordinateur équipé d'un ou de plusieurs de ces types de connecteurs d'extension appartient par définition à la classe AT, qu'il possède un processeur de marque Intel ou d'une autre marque compatible. Les ordinateurs de type AT équipés d'un processeur 386 ou supérieur offrent des fonctions qui n'existaient pas sur les AT reposant sur un 286. Ils utilisent de nouvelles techniques pour l'adressage et la gestion de la mémoire et permettent d'accéder en mode 32 ou 64 bits aux données traitées. Les ordinateurs équipés d'un processeur de type 386DX ou supérieur possèdent en outre une architecture de bus 32 bits qui permet de tirer pleinement parti des capacités de transfert du processeur.

Pendant un certain temps, les PC ont possédé des connecteurs ISA 16 bits (pour des raisons de rétro-compatibilité et afin de pouvoir toujours utiliser des cartes plus anciennes). Néanmoins, toutes les cartes mères ont fini par supprimer les connecteurs ISA, au profit des connecteurs PCI en parallèle d'un connecteur AGP pour de hautes performances graphiques. Cependant, tout comme la prise en charge du bus ISA a fini par disparaître, les bus PCI et AGP sont en train d'être remplacés par le bus PCI Express.

Le Tableau 1.2 résume les principales différences entre les vieux ordinateurs 8 bits (PC/XT) et un ordinateur AT moderne. Ces informations distinguent les différents types d'ordinateurs et englobent tous les modèles d'ordinateurs IBM et compatibles.

Tableau 1.2 : Différences entre un PC/XT et un AT

Caractéristiques de l'ordinateur	PC/XT (8 bits)	AT (16/32/64 bits)
Processeurs acceptés	Tous les x86 et x88	286 ou supérieur
Mode de fonctionnement du processeur	Réel	Réel/protégé/réel virtuel
Logiciels acceptés	16 bits uniquement	16 ou 32 bits
Largeur des connecteurs du bus	8 bits	16/32/64 bits
Type de connecteur	ISA seulement	ISA, EISA, MCA, PC Card, CardBus, ExpressCard, VLB, PCI, PCI Express et AGP
Interruptions matérielles	8 (dont 6 utilisables)	16 (dont 11 utilisables)
Canaux DMA	4 (dont 3 utilisables)	8 (dont 7 utilisables)
RAM maximale	1 Mo	16 Mo/4 Go, voire davantage
Débit du contrôleur de lecteur de disquettes	250 Kbit/s	250/300/500/1000 Kbit/s
Disquette d'amorçage standard	360 Ko ou 720 Ko	1,2 Mo/1,44 Mo/2,88 Mo
Interface de clavier	Unidirectionnelle	Bidirectionnelle
Mémoire CMOS/horloge	Aucun standard	Compatible MC146818
UART de port série	8250B	16450/16550 A ou supérieur

Plus personne ne fabrique de PC/XT (8 bits) depuis de nombreuses années. Vous ne rencontrerez donc en principe plus que des ordinateurs de type AT, à moins que vous ne vous rendiez dans un musée d'informatique.

Composants d'un ordinateur

Un PC moderne est à la fois simple et compliqué. Il est simple dans le sens où, au fil des ans, de nombreux composants utilisés auparavant pour construire un PC ont par la suite été intégrés à d'autres composants, l'objectif étant de réduire le nombre total de composants. Il est compliqué dans le sens où chaque composant prend en charge beaucoup plus de fonctions que sur les modèles plus anciens.

Le Tableau 1.3 présente succinctement tous les composants d'un PC moderne. Chacun de ces composants sera présenté en détail dans les chapitres suivants.

Tableau 1.3 : Composants du PC

Composant	Description
Carte mère	La carte mère constitue le cœur de tout PC. C'est en fait le PC lui-même. Tous les autres composants y sont connectés et c'est elle qui contrôle leur fonctionnement. Les cartes mères sont détaillées au Chapitre 3.
Processeur	Le processeur est souvent considéré comme le "moteur" de l'ordinateur. Il est également nommé CPU (<i>Central Processing Unit</i> , unité centrale de traitement). Voir Chapitre 2.
Mémoire (RAM)	La mémoire système est généralement appelée RAM (<i>Random Access Memory</i> , mémoire à accès aléatoire). Il s'agit de la mémoire principale de l'ordinateur. Elle stocke tous les programmes et toutes les données dont le processeur se sert. Elle est décrite au Chapitre 5.
Boîtier (châssis)	Le boîtier est le caisson externe qui abrite la carte mère, l'alimentation, les unités de disques, les adaptateurs ainsi que l'essentiel des composants physiques de l'ordinateur. Ce composant est présenté en détail au Chapitre 16.
Alimentation	L'alimentation est le composant qui fournit aux différents composants du PC le courant électrique dont ils ont besoin pour fonctionner. L'alimentation est traitée au Chapitre 16.
Lecteur de disquettes	Il s'agit d'un média amovible de stockage magnétique de faible capacité. Aujourd'hui, beaucoup de systèmes font plutôt appel à d'autres périphériques magnétiques amovibles ou à de la mémoire flash à interface USB. Les périphériques de stockage amovibles à haute capacité sont étudiés au Chapitre 8.
Disque dur	Le disque dur est le support de stockage de haute capacité le plus utilisé sur les ordinateurs. Nous en parlerons au Chapitre 7.
Lecteur de CD-ROM, CD-R ou DVD-ROM	Les lecteurs de CD (<i>Compact Disc</i>) et de DVD (<i>Digital Versatile Disc</i>) sont des lecteurs optiques à supports amovibles et d'une capacité relativement élevée. La plupart des systèmes récents intègrent des lecteurs ayant des possibilités de lecture/réécriture. Nous les étudierons au Chapitre 9.
Clavier	Sur un PC, le clavier est le périphérique qui permet à l'utilisateur de contrôler l'ordinateur et de communiquer avec lui. Les périphériques d'entrée sont étudiés au Chapitre 14.
Souris	Il existe aujourd'hui sur le marché de nombreux périphériques de pointage, le premier et le plus utilisé étant la souris.
Carte vidéo*	La carte vidéo (ou carte graphique) contrôle les informations affichées à l'écran. Le Chapitre 11 traite des cartes vidéo.
Moniteur (écran)	Les moniteurs sont abordés au Chapitre 11.
Carte son*	Indispensables pour profiter des fonctions audio du PC, ces composants sont abordés au Chapitre 12.
Réseau/modem*	Les PC déjà assemblés sont généralement livrés avec une interface réseau et parfois un modem. Les cartes réseau et les modems sont étudiés au Chapitre 15.

* Les composants signalés par un astérisque peuvent être intégrés à la carte mère sur les systèmes récents, en particulier les modèles d'entrée de gamme.