

UFR D'ODONTOLOGIE DE CLERMONT - FERRAND
UNITE INFORMATIQUE (U.I.P.S.)
11 Bd Charles de Gaulle - 63000 - CLERMONT-FERRAND
Tel : 04 73 43 64 19
<http://webodonto.u-clermont1.fr>

INFORMATIQUE ODONTOLOGIQUE

Dr CHAUMEIL Bernard – 2003-04

**Drs : BONNEVILLE J.P., CHAPUT A., CROZAT J.J., ETCHEVERRY J.,
GRATADOUR A., HOUSSAT F., MORIN F., VERDIER J.L.**

Un ordinateur est tout autant incapable d'écrire quoi que ce soit,
qu'un âne est inapte à peindre un tableau avec sa queue.

Manuel ARIES

UFR d'odontologie de Clermont-Ferrand – 2003 – B.CHAUMEIL
<http://webodonto.u-clermont1.fr>

AVANT PROPOS

Démythifier ou démystifier : La micro-informatique appliquée à l'odontologie.

Ni mythique, ni mystérieuse, la micro-informatique est désormais dans nos cabinets. Elle est à la fois un outil de gestion, d'aide à l'exercice clinique, de communication, de formation, d'éducation du patient,...

La démocratisation de la microinformatique, l'augmentation des performances et de la capacité des machines, la diminution de leur coût, mettent l'acquisition du matériel à la portée du plus grand nombre.

Avec l'apparition d'éléments de stockage de données peu onéreux et de grande capacité tels que : Zip™, Jaz™, CD-ROM, DVD-ROM et la facilité de connexion à des réseaux distants tels que Internet, la commodité et l'efficacité sont au rendez-vous.

Les possibilités d'acquisition numérique (radios, photos,...) ajoutent encore aux possibilités.

Pourtant, il semble bien que l'attitude de nos confrères soit encore relativement frileuse vis-à-vis de la micro-informatique et que le développement de celle-ci se fasse, chez nous, assez lentement au moins dans certains domaines.

« L'obligation d'informatisation » (ordonnances Juppé) faite aux professions médicales, loin d'induire un équipement raisonné et motivé provoque une augmentation brutale et chaotique d'acquisitions matérielle et logicielle faisant le bonheur des marchands du temple.

Nonobstant, l'outil informatique est devenu adulte et représente encore plus qu'avant pour notre exercice un atout incontestable.

Si les représentations professionnelles et les partenaires sociaux parvenaient rapidement à des actions concertées et pertinentes, il est même possible que l'informatique induise une transformation radicale des modes d'exercices.

Pourquoi donc, cette attitude attentiste ?

- Par ignorance ?

- Manque d'informations fiables
- Manque de formation (initiale et permanente)
- Pression des milieux commerciaux
- Pression des caisses

- Par peur ?

- De la machine, des logiciels.
- De leur maintenance
- De "l'informatique" dont l'apprentissage n'a pas été fait dans le cursus universitaire ou scolaire.
- De flux d'informations trop volumineux, trop rapides, non vérifiés.

- De l'éventuelle modification de l'organisation du travail au cabinet
- De la comptabilité (ou de la fiscalité)
- De gérer

- Par incertitude ?

- Face au nombre de logiciels commercialisés (problème du choix, peur de l'erreur)
- Face à la profusion du matériel, son évolution rapide, les circuits de vente (du spécialiste à la grande surface), les prix (plutôt en baisse constante)
- Des procédures annoncées : télétransmission, cartes électroniques de santé (C.P.S., SESAM-Vitale)

Autant de questions pour l'instant, peu de réponses.

En attendant, il nous semble que l'essentiel est de donner aux étudiants et aux praticiens le plus grand nombre d'éléments pour leur permettre de se faire une idée claire de ce qu'est la micro-informatique et de ce qu'elle peut leur apporter dans leur exercice quotidien.

Notre objectif est d'instruire et éventuellement d'armer ceux-ci pour faire face à un milieu commercial quelquefois difficile qui n'a pas forcément les compétences odontologiques pour répondre à leurs demandes.

Nous tenterons donc dans cet ouvrage, de démythifier ou démystifier, c'est selon, la microinformatique appliquée à l'odontologie quotidienne, c'est-à-dire celle du praticien dans son cabinet de consultation.

Pour cela nous nous attacherons à décrire ce qu'est un système informatique, comment l'informatisation doit être appréhendée par le praticien, quelles sont les obligations réglementaires, ce qu'est un logiciel de gestion de cabinet dentaire.

Nous parlerons aussi de radiologie et d'acquisition numériques, des réseaux, des exploitations sociales, de l'aide à la formation et à la communication que permet l'ordinateur, ainsi que des perspectives envisageables, pour l'avenir.

C'est ce que nous tentons de faire à l'unité informatique de l'UFR d'Odontologie de Clermont-Ferrand¹ depuis déjà plusieurs années.

Nous avons même donné un nom à consonance disciplinaire à cet enseignement : « Informatique Odontologique ».

En espérant que ces thèmes sauront vous intéresser,

Dr CHAUMEIL B. - DR BONNEVILLE Jean-Pierre
 MCU Associé - Ex-Assistant
 Responsable de l'U.I.P.S.
 e-mail : bernard.chaumeil@u-clermont1.fr

DR BONNEVILLE Jean-Pierre

¹ U.I.P.S. : Unité Informatique de Pédagogie et des Stages en milieu professionnel.

Assistant Associé – Ex Attaché

L'adresse du site web de l'UFR de Clermont-Ferrand :

<http://webodonto.u-clermont1.fr>

UFR d'odontologie de Clermont-Ferrand – 2003 – B.CHAUMEIL
<http://webodonto.u-clermont1.fr>

LA MICRO-INFORMATIQUE APPLIQUEE A L'ODONTOLOGIE

- NOTIONS GENERALES

“L’ordinateur est le cerveau, le logiciel est sa culture”

"Les sorciers ont leurs grigris, les sorcières leurs bestiaires, les fées leurs baguettes magiques, les mystiques leurs golems, ... nous nous avons nos micro-ordinateurs.

Ce sont, eux aussi, des créations puissantes qui semblent parfois avoir leur vie interne." (Ron WHITE)

Il ne faut pour autant pas perdre de vue que l'ordinateur est une machine et qu'il est bête.

Ceci étant, il fonctionne ou il est en panne, mais lorsqu'il fonctionne, il ne se trompe jamais, c'est celui qui le manipule qui fait erreur.

L'erreur est humaine, c'est ce qui fait la différence entre l'homme et la machine.

Un ordinateur est plus qu'un calculateur, car il est capable d'ordonner des informations. Cela signifie, qu'en plus de l'exécution des calculs, il peut analyser, trier et transférer des données.

D'une façon pratique, il transforme, par le traitement qu'on a défini pour lui et qu'il applique, des données d'entrée en résultats de sortie.

Dans un ordinateur, toute information est codée sous forme binaire constituant des données élémentaires appelées BITS (8,16,32,64,... bits). Un bit est donc l'unité élémentaire d'information (0 ou 1). Regroupés en paquet de huit, les bits constituent un octet. L'unité d'information constituée par cet octet est généralement utilisée pour coder un caractère.

Ce sont ces bits, concrétisés eux-mêmes par des signaux électriques, qui sont transférés, mémorisés, composés logiquement dans les circuits de traitement des ordinateurs.

Les circuits électroniques ont une logique qui relève de l'algèbre de BOOLE, et les fonctions qu'ils réalisent sont le ET, le OU et le NON. Ceci est la conséquence de la notion de « portes logiques » : la porte « ET » correspond à la multiplication logique la porte « OU » à la somme logique et la porte « NON »



transforme une donnée en son contraire.

Figure 1 : Ordinateur Burroughs 5500 (1960)

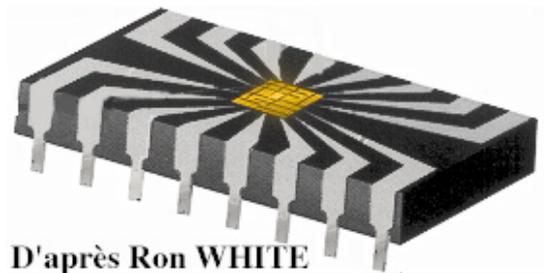
Un pas décisif a été franchi en direction de l'ordinateur, lorsque l'on a identifié la similitude entre les portes logiques et les relais électriques, autrement dit entre les circuits logiques et les circuits électriques.

Le calcul électronique apparaît en 1945 avec l'ENIAC (Electronical Numerical Integrator and computer) avec le premier calculateur électronique binaire universel réalisé par John W. Mauchly et j.Presper Eckert. Cette machine de 30 tonnes, équipée de 18000 lampes, consommait 150 kva et occupait une surface au sol de 160 m².

De 1950 à 1960 régnèrent les ordinateurs à lampes, de 1960 à 1968, les ordinateurs à transistors.

Puis arrivèrent les ordinateurs à circuits intégrés, empilement de couches microscopiques semi-conductrices et d'isolants, capables de reconstituer dans la masse un certain nombre de fonctions transistor et par association des mémoires, des circuits de calcul et de contrôle.

Le premier circuit intégré a été inventé par Jack KILBY (1958) chez Texas Instrument. L'idée était de concentrer dans un volume le plus réduit possible, un maximum de fonctions logiques, auxquelles l'extérieur pourrait accéder grâce à des connexions réparties tout autour du circuit.



D'après Ron WHITE

D'où l'image de la « puce » électronique que l'on trouve désormais partout.

Depuis, le concept n'a cessé de se développer, son évolution majeure étant le microprocesseur, circuit dans lequel sont regroupées un grand nombre des fonctions logiques indispensables à l'ordinateur : unité arithmétique et logique, registres, mémoire, fonctions de calcul flottant,...

L'évolution spectaculaire de la technologie des circuits intégrés (Silicon Valley, microprocesseurs) permet de rassembler sur quelques mm² les millions de fonctions élémentaires correspondant à une unité centrale.

Un pentium pro de la firme Intel avec ses 5,5 millions de transistors est capable d'exécuter jusqu'à 300 MIPS (millions d'opérations par secondes).

Ainsi, de l'ordinateur des années 50, nous sommes passés à la mini-informatique, puis à la micro-informatique qui a envahi à peu près tous les secteurs d'activité, dont : le nôtre.

• LES STANDARDS :

Deux grandes familles de machines coexistent actuellement sur le marché de la micro-informatique qui correspondent à deux standards différents, ce sont :

- **PC™ et COMPATIBLES**

Les PC(Personal Computer) sont des ordinateurs conçus à l'origine pour réaliser le travail d'une seule personne. On désigne ainsi généralement les ordinateurs compatibles IBM™. On les trouve aussi bien dans le monde professionnel que dans le domaine domestique.

Ils ont la réputation d'être « ouverts », permettant l'assemblage, les rendant ainsi en théorie peu coûteux à l'achat. C'est aussi probablement ici que se situe leur limite. En effet, l'hétérogénéité qui peut en suivre nuit alors éventuellement à la compatibilité avec certains périphériques et/ou environnements logiciels.

- **MACINTOSH™**

L'originalité du standard Macintosh était représentée par le multi-fenêtrage et la gestion par la souris, particularités qui désormais sont communes aux autres standards car celles-ci confèrent au système une grande convivialité.

Le multi-fenêtrage se caractérise par un dialogue entre l'opérateur et la machine qui se fait de façon visuelle à travers des graphismes nommés fenêtres contenant eux-mêmes des icônes ou pictogrammes.

Ces pictogrammes représentent sous forme de dessins les fichiers informatiques contenus dans l'ordinateur.

Ainsi, l'organisation des fichiers dans les capacités de stockages de l'ordinateur, apparaîtra à l'écran, sous la forme de dossiers à l'intérieur desquels seront rangés, les documents (fichiers informatiques résultants du travail d'un programme tels que : données, résultats de calculs, dessins, textes, etc. ...) ou les applications (logiciels).

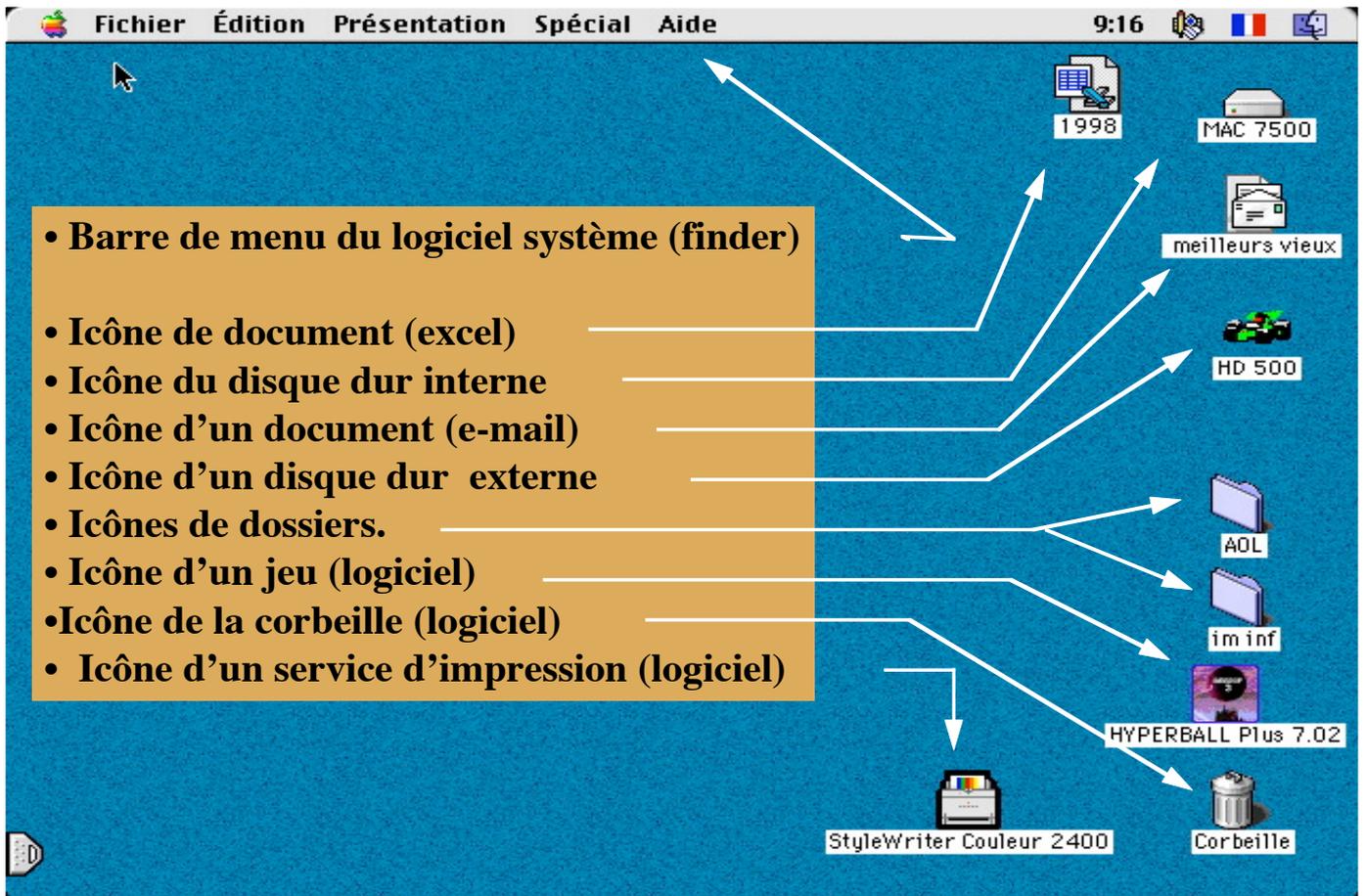


Figure 2 : Le "bureau" d'un Macintosh™ (Mac OS™)

On agira sur ceux-ci (ouvrir ou fermer un fichier, lancer un programme,...) par le biais de la souris par exemple.

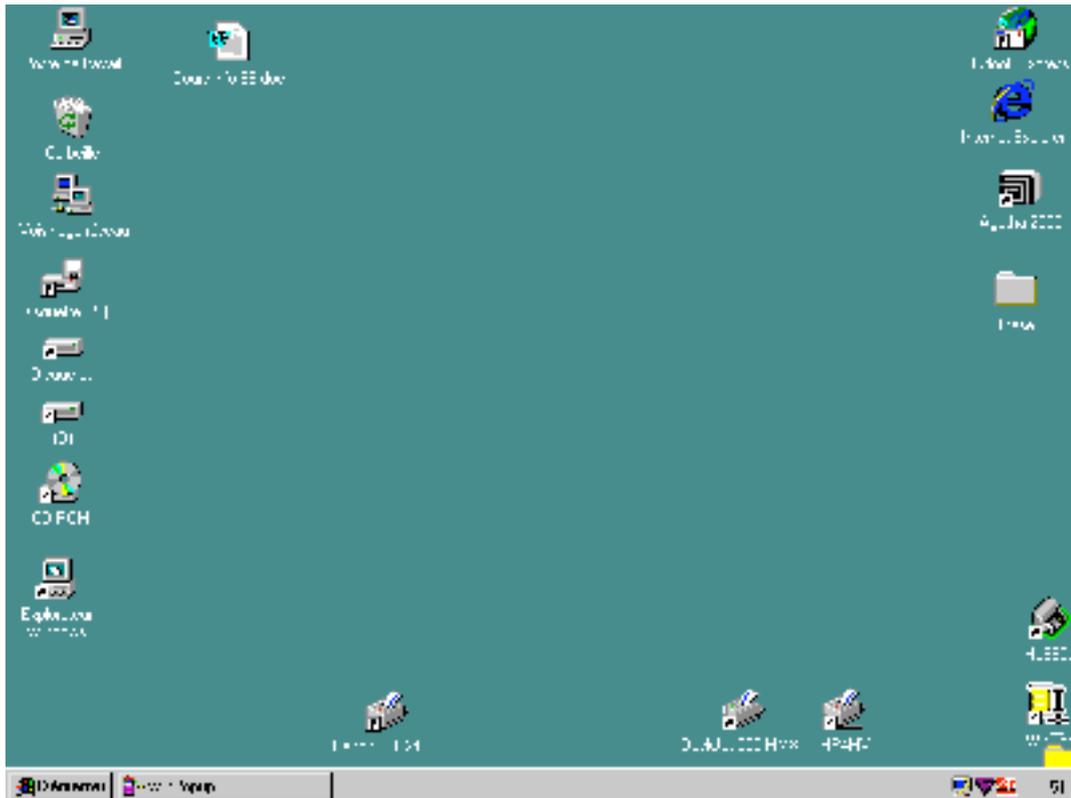


Figure 3 : Le "bureau d'un PC (Windows™)

- AUTRES :

Les Mainframes (Grands systèmes centraux) :

Ce sont des ordinateurs qui peuvent traiter de grandes quantités d'informations, ils sont en général utilisés simultanément par plusieurs personnes qui se servent de terminaux pour communiquer avec eux. Un terminal est un système constitué uniquement d'un clavier et d'un écran. Par extension, des ordinateurs très puissants peuvent être exploités par des utilisateurs à partir de leur ordinateur personnel par le biais de réseaux locaux ou distants.

Les Décodeurs :

Un décodeur est un boîtier connecté à un téléviseur et au réseau téléphonique ou à un réseau câblé. Doté d'une télécommande et éventuellement d'un clavier, ces « boîtes » permettent de naviguer sur le Net et de disposer d'un courrier électronique.

Ces systèmes, pour l'instant n'ont ni la commodité ni l'efficacité d'un véritable ordinateur.

• LE MATERIEL :

- L'ORDINATEUR :

Deux types de micro-ordinateurs sont actuellement répandus sur le marché :

- **Les ordinateurs de bureau :**



Figure 4 : Ordinateurs de bureau

Ils présentent généralement des écrans de grande dimension, mais sont assez encombrants.

- **Les ordinateurs portables :**

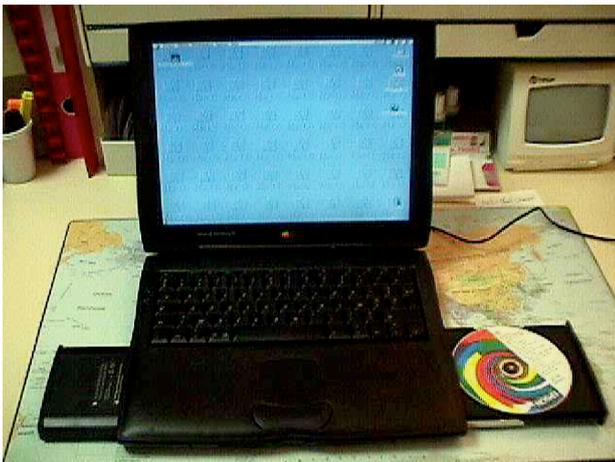


Figure 5 : Ordinateurs portables

Ils sont de dimensions réduites, faciles à déplacer, et généralement autonomes électriquement grâce à leurs batteries rechargeables (2 à 3 heures, et plus pour les derniers modèles).

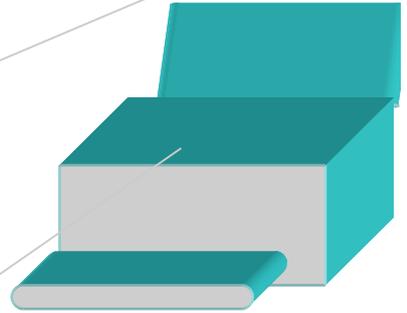
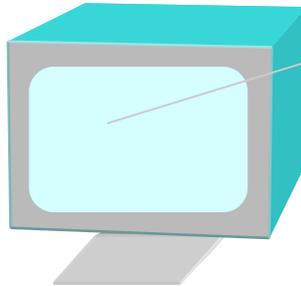
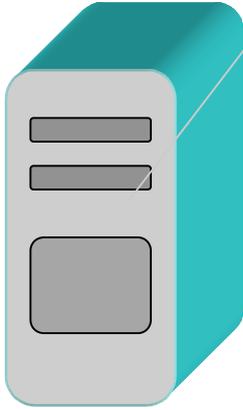
Les “Notebook” dernière génération de portables tiennent facilement dans un porte-document et sont disponibles avec écran monochrome ou couleur.

L'ORDINATEUR TYPE :

Le boîtier : C'est là que se trouvent la plupart des éléments constituant l'ordinateur

Le moniteur:
Périphérique de sortie et de contrôle

Les haut parleurs:

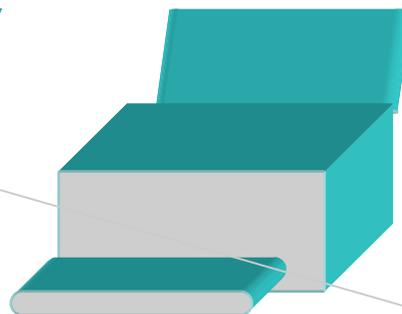
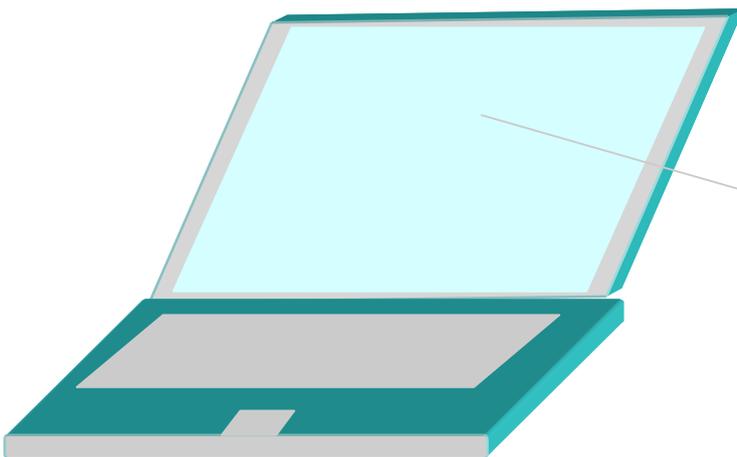


Le Modem : Permet à l'ordinateur de communiquer. Il est souvent désormais sous forme de carte dans le boîtier.

Le Clavier :
Périphérique d'entrée.

L'imprimante:
Périphérique de sortie.

La souris : Périphérique de contrôle.

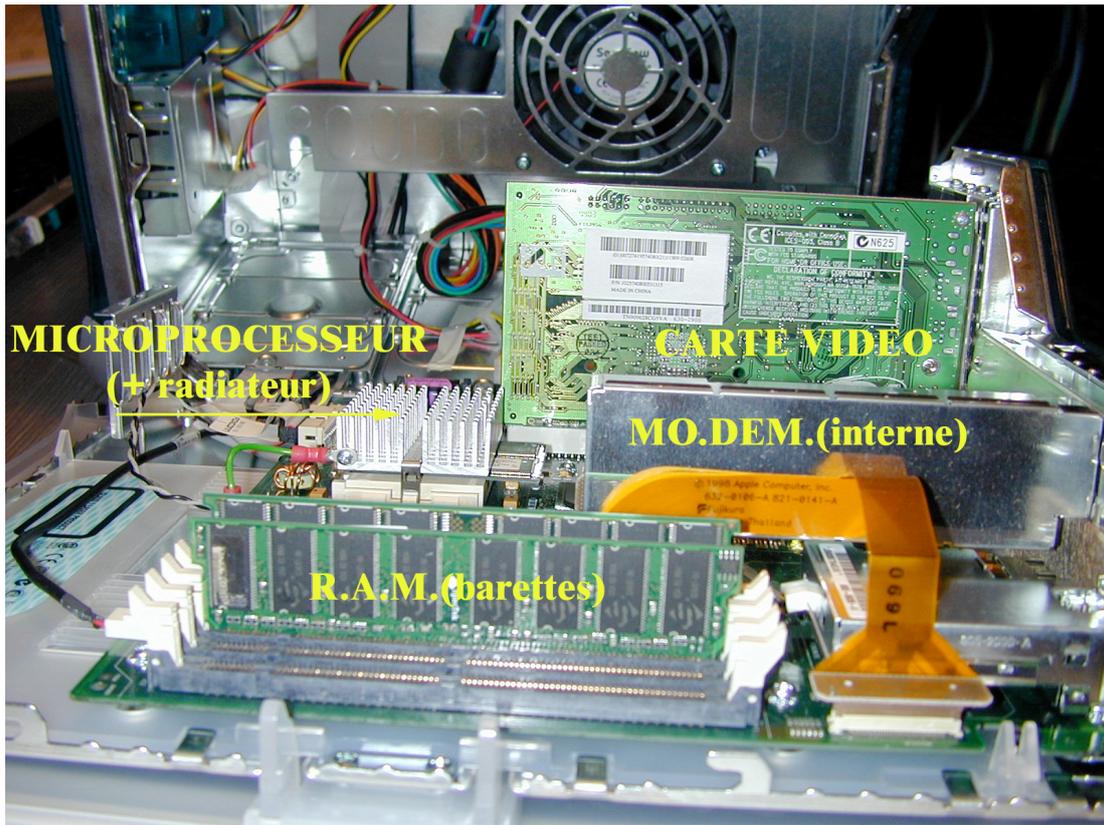


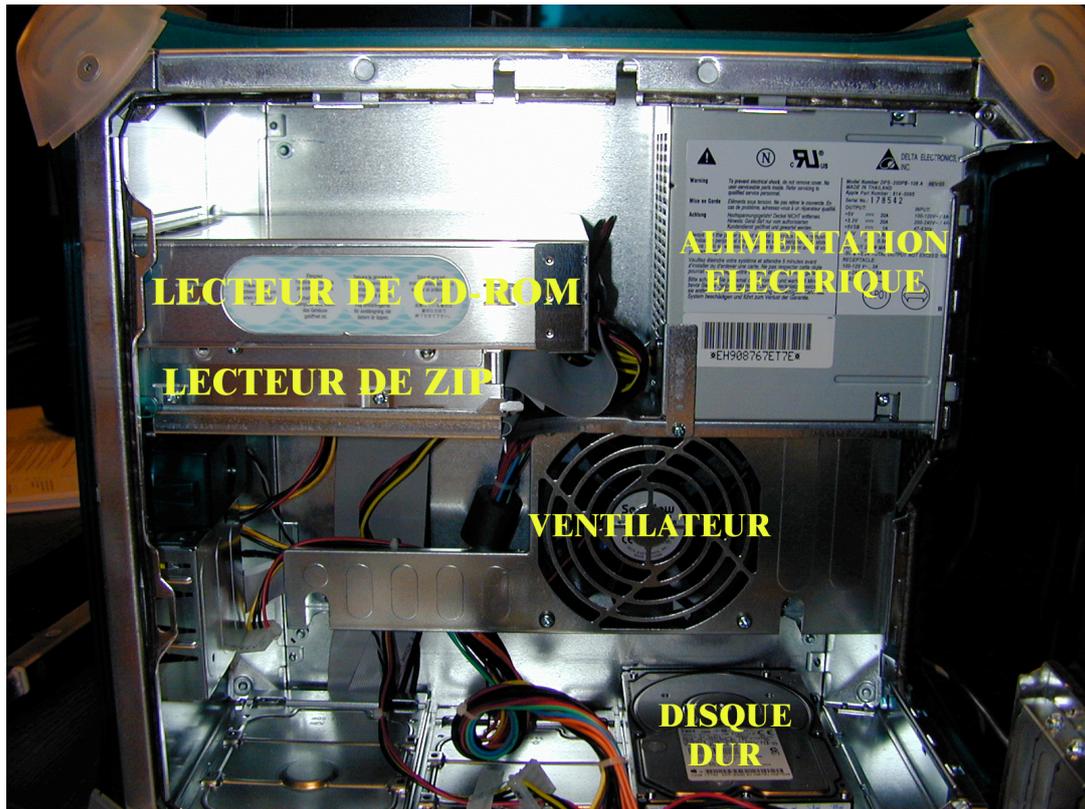
Dans le cas du portable, tout est dans la même boîte, sauf l'imprimante.

UFR d'odontologie

3 - B.CHAUMEIL

<http://webodonto.u-clermont1.fr>





• **L'unité centrale :**

C'est la boîte dans laquelle se trouve la partie électronique et mécanique de la machine. Elle se présente sous plusieurs formes :

- Parallélépipédique, plus large que haute : nommée desktop (sur le bureau) c'est-à-dire modèle de bureau.
- De forme tour (tower), plus haute que large : nommée deskside (sur le côté du bureau) qui sont surtout commodes quand on peut les placer sous le bureau.

Trois formes coexistent :

- Les mini-tours.
- Les moyennes tours.
- Les maxi tours (ce sont celles qui sont prévues pour être posées au sol).



Figure 6 : UC type desktop



Figure 7 : UC type deskside

Le cœur de l'ordinateur est représenté par la carte-mère située dans l'unité centrale, celle-ci est essentiellement constituée des éléments suivants:

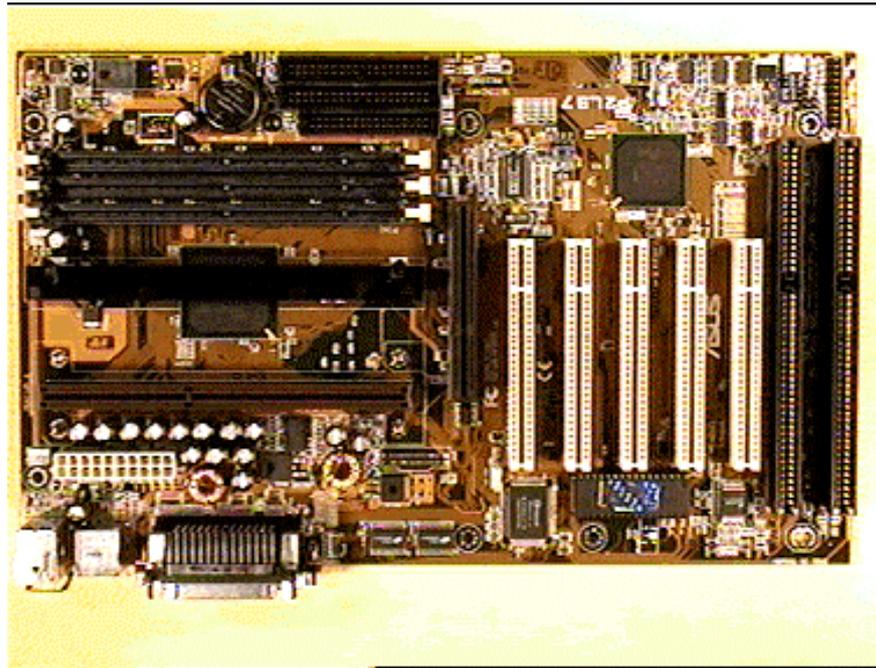


Figure 8 : Carte mère de PC

- Le microprocesseur.
- Les mémoires internes.
- L'horloge système.
- Le bus de données.

- Le Microprocesseur :

Les premiers ordinateurs utilisaient des tubes à vide. Ceux-ci fonctionnaient comme des interrupteurs électroniques. Au passage du courant, celui-ci chauffait un composant à une température suffisante pour qu'il y ait émission d'électrons qui étaient immédiatement attirés vers une partie du tube chargée positivement.

Lorsqu'il y avait circulation d'électrons, l'interrupteur était considéré comme fermé, dans le cas contraire, il était ouvert.

Ce concept d'un système à deux états : ouvert/fermé, cadre parfaitement avec le système binaire, qui n'utilise que des 0 et des 1, pour représenter les nombres.

C'est celui qu'utilisent les ordinateurs.

Le problème des premiers ordinateurs était leur peu de fiabilité, due à la chaleur dégagée par les tubes à vide. En fait, le flux d'électrons émis lorsque l'interrupteur était fermé était très surdimensionné, quelques électrons seulement auraient pu faire l'affaire. De plus ils étaient peu conviviaux et consommaient beaucoup d'énergie.

C'est l'avènement des transistors, qui fit radicalement évoluer la conception des ordinateurs.

- Le transistor :

C'est, si l'on peut dire, un tube à vide à l'échelle microscopique, qui nécessite moins de puissance pour créer le flux d'électrons et dégage moins de chaleur.

Tous les microcircuits, en fait, ne sont qu'assemblages de transistors selon des schémas différents en fonction du résultat à obtenir.

Actuellement la technologie permet de placer des millions de transistors sur une pastille de silicium, et elle n'est pas au bout de ses possibilités.

Le transistor ne sait créer que de l'information binaire : 1 si le courant passe, 0 s'il ne passe pas.

C'est à partir de ces 1 et de ces 0, appelés "bits", que l'ordinateur peut créer un nombre quelconque pourvu qu'il ait suffisamment de transistors pour contenir ensemble les 1 et les 0 nécessaires.

Exemple de numération binaire :

| décimal | binaire | décimal | binaire |
|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0 | 6 | 110 |
| 1 | 1 | 7 | 111 |
| 2 | 10 | 8 | 1000 |
| 3 | 11 | 9 | 1001 |
| 4 | 100 | 10 | 1010 |
| 5 | 101 | | |

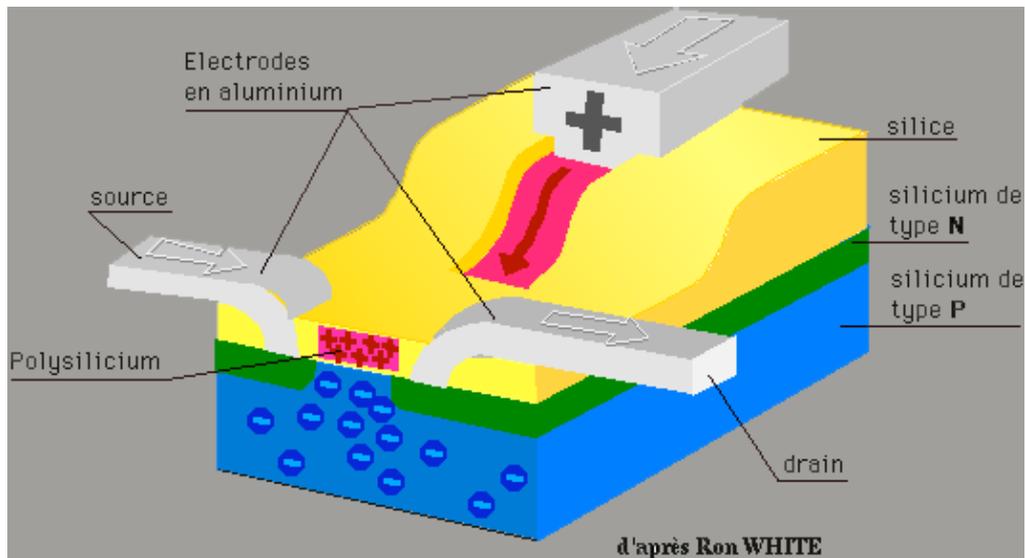


Figure 9 : Transistor(schéma)

Une petite charge électrique positive est envoyée sur une électrode qui pénètre dans le transistor, elle est transférée à une couche de polysilicium conducteur, noyée dans une gangue de silice isolante. Cette charge positive draine les électrons négatifs hors de la base constituée de silicium P (positif) séparant les deux parties de la couche de silicium N (négatif).

Le flux d'électrons chassés du silicium P, crée un manque d'électrons qui est compensé par d'autres en provenance d'une autre électrode nommée "source". De plus, les électrons de la source circulent vers une troisième électrode appelée "drain", le circuit est ainsi complété et le transistor est en état conducteur représentant ainsi un bit de valeur : 1.

Si c'est une charge négative qui est appliquée au polysilicium, les électrons sont repoussés de la source et le transistor n'est plus conducteur, représentant alors un bit de valeur : 0.

Des millions de tels transistors sont rassemblés sur une pastille de silicium ou "puce". Celle-ci, enchâssée dans un bloc de plastique, est raccordée à des électrodes de taille suffisante pour autoriser la connexion avec les autres composants de la machine.

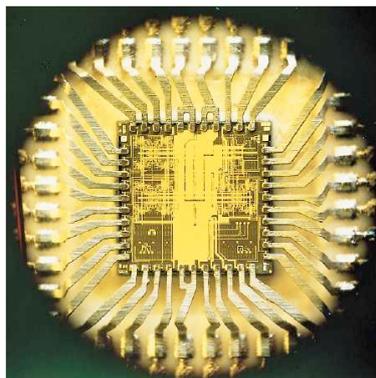


Figure 10 : Microprocesseur

Le microprocesseur est constitué de circuits intégrés capables d'exécuter à très grande vitesse des opérations élémentaires.

L'élément d'information ainsi créé, appelé "bit", sera aussi utilisé pour classer les microprocesseurs en fonction de leur puissance, c'est-à-dire le nombre d'informations qu'ils pourront traiter simultanément.

On parlera de microprocesseurs 8,16,32,64,... bits.

Le rythme des opérations traitées sera donné par une horloge interne dont la vitesse s'exprime en Mégahertz.

On parlera de systèmes tournant à 8, 16, 32, 50, 66, 75, jusqu'à 750 Mégahertz. Les machines actuelles ont des cadences de l'ordre de 200, 250, 400, 500 Mégahertz et plus. Le Gigahertz est pour bientôt.

Les microprocesseurs sont représentés par quatre grandes marques dans le monde des micro-ordinateurs :

- Les microprocesseurs INTEL™ équipant les Compatibles
- Les microprocesseurs Cyrix™ équipant les Compatibles
- Les microprocesseurs AMD™, Mips™, Sun™
- Les microprocesseurs MOTOROLA™ équipant les Macintosh

On trouve ainsi des processeurs INTEL Pentium, Pentium II, III, des processeurs K6 d'AMD et MOTOROLA 601,603,604,705, G3 et G4, les performances augmentant généralement avec la taille du nombre qui les désignent.

Ex: Un P.C. Pentium II/333 est équipé d'un microprocesseur 64 bits INTEL Pentium II cadencé à 333 Mhz, et peut traiter 64 bits de données simultanément.

Un Macintosh G3/500 est équipé d'un microprocesseur 64 bits G3 cadencé à 500 Mhz

- **LES MEMOIRES INTERNES :**

« Les ordinateurs ont de la mémoire mais pas de souvenirs. »

Deux familles de mémoires sont nécessaires au micro-ordinateur pour :

- Charger le système d'exploitation, exécuter les programmes et traiter les données (RAM).
- Initialiser (mise en marche) le micro (ROM).

Ces deux types de mémoires sont :

- **La mémoire vive ou RAM² :**

Quels que soient le type ou la complexité apparente des données traitées par l'ordinateur, elles ne sont jamais pour lui que des séries de 0 et de 1. Il ne connaît que le langage binaire. c'est avec ce système de numération rudimentaire que la machine va représenter des nombres, des lettres, des formes, des couleurs.

² RAM : Random Access Memory

Ce sont ces nombres binaires qui remplissent les capacités de stockage (disques durs, disquettes, etc....) et la mémoire de la machine.

Au démarrage de l'ordinateur, la mémoire vive ou R.A.M. est vide, elle sera remplie par les 0 et les 1 en provenance des disques ou créés par les logiciels en fonctionnement.

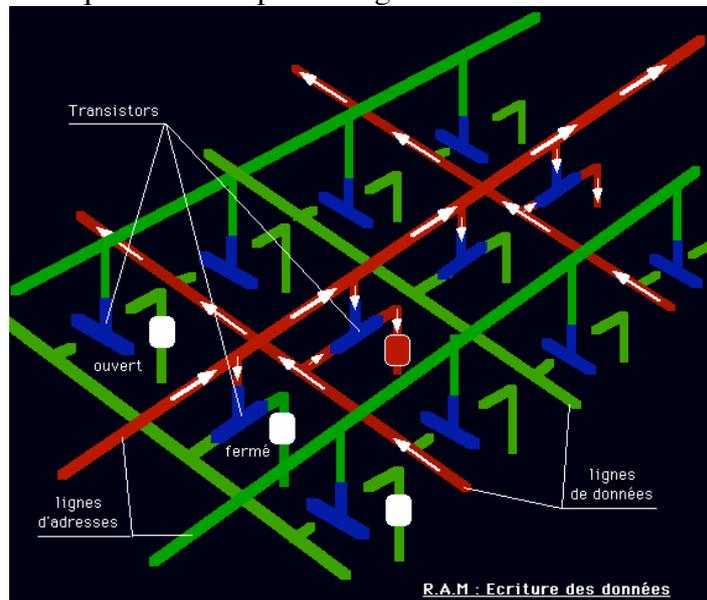


Figure 11 : Ecriture en RAM(principe)

Cette mémoire est dite volatile, c'est-à-dire qu'elle se vide si l'on coupe l'alimentation électrique du microordinateur (d'où, l'obligation des sauvegardes)

C'est elle que l'ordinateur utilise pour faire tourner les programmes d'application et pour contenir momentanément les données avant qu'elles ne soient versées dans les compartiments de stockage.

Elle brille plus particulièrement par sa rapidité d'exécution et les temps d'accès réduits entre elle et le microprocesseur. Elle tire sa vélocité du fait qu'elle est constituée de systèmes à semi-conducteurs, donc intégralement électroniques contrairement aux systèmes de stockage du type disques qui font intervenir des éléments mécaniques.



Figure 12 : Barettes RAM

En théorie, elle doit être suffisante pour permettre au moins l'exécution du plus gros des programmes résidant dans l'ordinateur (en plus du logiciel système, bien sur). Si la mémoire physique est insuffisante, l'ordinateur peut utiliser de la mémoire virtuelle (espace disque utilisé comme mémoire vive).

Il est, pour certaines utilisations, souhaitable qu'elle permette de faire tourner plusieurs logiciels simultanément. (multitâche)

Ex: Au moment où j'écris ce document à l'aide de mon traitement de texte, tous les caractères qui le constitue, sont en mémoire vive.

Si je ne réalise pas une sauvegarde en demandant à l'ordinateur d'enregistrer ceux-ci sur un support physique qu'il pourra ensuite relire (disquette, disque dur, cartouche,...), tout va disparaître quand je vais éteindre la machine et vous ne pourrez jamais me lire.(ce qui serait dommage !).

- La mémoire morte ou R.O.M³ :

Elle contient les routines de reconnaissance des composants de l'ordinateur (carte vidéo, clavier, disques durs et lecteurs de disquettes). Ces données sont stockées dans le BIOS (*Basic Input Output System*).

Quel que soit le type de mémoire, sa taille se mesure en octets.

Un octet est constitué d'un ensemble de huit bits et représente à peu près un caractère.

La taille de la mémoire centrale (RAM) traduit en octets sa capacité à traiter, à emmagasiner un programme et/ou des données dont la taille s'exprime elle aussi en octets.

Une source de confusions dans l'esprit de l'utilisateur est que : la taille de la mémoire vive, la taille des fichiers informatiques (dont les logiciels) donc la place qu'ils occupent, le volume des capacités de stockage (disquettes, disques durs, cartouches, bandes,...) s'expriment aussi en octets.

L'octet a bien évidemment ses multiples :

- Kilo octet : Ko (1024 octets)
- Mega octet : Mo (1 048 576 octets = 1024 Ko)
- Giga octet : Go (1 073 741 824 d'octets 1024 Mo)

Ex: Le Macintosh G3 blanc-bleu à l'aide duquel ce texte à été écrit est doté de :

Un microprocesseur central Power PC G3 cadencé à 350 Mhz

Une mémoire morte (R.O.M.) de 512 Kilo Octets

Une mémoire vive (R.A.M.)de 256 Mega Octets

Une mémoire vidéo de 16 Mo

Une mémoire cache niveau 2 de 1 Mo

Un lecteur de disquettes externe (stockage) de 1,44 Mega Octets

Un Disque dur interne (stockage) de 12 Giga Octets

Un disque dur externe (stockage/insertion) de 500 Mo

Un lecteur Zip interne (stockage/insertion) à cartouche de 100 Mo

Un lecteur interne de CD-ROM pouvant lire des disques contenant 650 Mega Octets de

données

³ ROM : Read Only Memory

- **La mémoire virtuelle :**

L'ordinateur peut se servir d'une partie de son disque dur pour simuler de la mémoire supplémentaire, on parle alors de mémoire virtuelle. Dans le cas où le manque de mémoire vive se fait sentir, il peut alors continuer à fonctionner même si le recours au disque dur ralentit considérablement l'exécution des tâches. Certains logiciels très gourmands en RAM réservent automatiquement une partie du disque à cet usage (Photoshop,™ par exemple).

- **La mémoire cache :**

Elle accélère le fonctionnement de l'ordinateur en stockant les données les plus récemment utilisées.

Il existe deux types de mémoire cache :

- **Le cache interne ou cache primaire ou cache de niveau I :** Elle est située à l'intérieur du processeur, c'est la plus rapide de tout l'ordinateur. Quand l'ordinateur cherche une information il regarde d'abord dans cette mémoire.
- **Le cache externe ou cache de niveau II :** Elle est située sur la carte mère dans des mémoires statiques. Elle est moins rapide que le cache interne mais plus que la mémoire principale. Si l'ordinateur n'a pas trouvé l'information dans le cache interne, il va voir dans le cache externe.
- **La mémoire principale :** Si l'information n'est toujours pas trouvée, l'ordinateur va la lire dans la mémoire principale. Celle-ci est située dans les barrettes RAM. Dès qu'une donnée est lue dans la RAM, elle est aussitôt recopiée dans le cache. C'est ainsi que le contenu du cache est perpétuellement mis à jour avec les informations les plus récemment utilisées raccourcissant les temps d'accès et augmentant donc la vitesse de traitement de la machine.

- **L'ALIMENTATION ELECTRIQUE :**

Le bloc d'alimentation électrique, transforme le courant alternatif du secteur en courant continu basse tension nécessaire au fonctionnement de l'ordinateur. Un ordinateur moyen consomme environ 200 watts/h. Un ventilateur sert au refroidissement de ce bloc.

Des fluctuations dans l'alimentation électrique, peuvent perturber ou endommager les ordinateurs. Ces le cas des microcoupures de courant ou de macro coupures ainsi que des augmentations brutales et importantes de tension électrique (orage).

Pour les variations de tension, on peut utiliser des régulateurs de tension ou des systèmes anti foudre.

Pour les microcoupures, des onduleurs : ce sont des appareils qui possèdent une batterie interne, permettant de continuer à alimenter électriquement l'ordinateur quelques minutes le temps de faire une sauvegarde, par exemple.

- LA CONNECTIQUE :

L'ordinateur est équipé d'un certain nombre de prises externe permettant de le brancher aux périphériques que sont : clavier, écran, imprimante, scanner,....

Ces prises ou connecteurs sont nommées ports.

Parmi ceux-ci, nous distinguons :

- **Les ports parallèles** : ou connecteurs femelles, ils ont 25 broches. Ils servent à brancher des imprimantes ou des lecteurs de bande. Ils se nomment LPT (LPT1, LPT2, ...)
- **Le port moniteur** : sert à connecter le moniteur vidéo.
- **Le port souris** : sert à connecter la souris. Désormais ils sont souvent du type USB.
- **Le port clavier** : sert à connecter le clavier. Désormais ils sont souvent du type USB.
- **Les ports séries** : Connecteur de 9 ou 25 broches, il peut servir à brancher une souris, un Modem, un lecteur de carte à puce,... Ils sont désignés par les lettres COM (COM1, COM2, ...). Désormais ils sont souvent du type USB.
- **Le port jeu** : Servent à brancher des manettes ou joysticks.
- **Les ports réseaux** : Situés sur une carte réseau, ils servent à connecter l'ordinateur à un réseau. Ils sont du type RJ45 (Ex : réseau Ethernet)
- **Les ports SCSI**
- **Les ports USB (Universal Serial Bus)** : Permettent de connecter (en théorie) jusqu'à 127 périphériques en série sur un seul port. Actuellement les connexions USB permettent le transfert des données à la vitesse de 12 Mo/sec.
- **Les ports Fire Wire (ou i.LINK)** : Permettent de connecter en série jusqu'à 63 périphériques à haut débit du type disques durs externes de grosse capacité, came scope ou camera numériques, ... Actuellement les connexions FireWire permettent le transfert des données à la vitesse de 400 Mo/sec.



Figure 13 : Face arrière d'un Macintosh G3 blanc bleu



Figure 14 : Face arrière d'un Power Macintosh Wall street (portable)

- LES PERIPHERIQUES :

Nous venons de décrire l'élément central de l'ordinateur, tous les autres éléments qui constituent la machine ou qui sont reliés à elle sont nommés périphériques.

- L'ECRAN ou MONITEUR :



Figure 15 : Moniteurs vidéo à gauche, à LCD à droite

Il s'agit le plus souvent d'un écran vidéo, mais il peut être aussi, à cristaux liquides, à cristaux liquides rétro éclairés.

Les dernières générations d'écrans à cristaux liquides rétro éclairés sont dits "à matrice active" et sont remarquables par leur qualité de lecture. En effet par rapport aux générations précédentes, ils suppriment le phénomène de rémanence qui rendait, l'index de la souris, en particulier, peu lisible.

Ce sont généralement les ordinateurs portables qui possèdent ce genre d'écran, car ils sont peu encombrants (ils constituent le couvercle de la machine) et consomment peu d'énergie.

On commence à trouver dans le commerce des écrans couleurs à cristaux liquides de grande dimension (15, 17, 21 pouces) destinés aux ordinateurs de bureau mais leur coût est assez prohibitif.

Les écrans peuvent aussi être « tactiles », et deviennent ainsi périphériques de saisie en plus de leur fonction initiale qui est le contrôle.

Tous ces écrans peuvent être monochromes ou couleur et de résolution diverses.

L'écran permet de contrôler le travail de l'ordinateur ainsi que celui de l'opérateur.

Ainsi en tapant ce texte, je le contrôle en suivant des yeux les opérations sur l'écran.

- Moniteur couleur: principes de fonctionnement

• Ecran vidéo couleur:

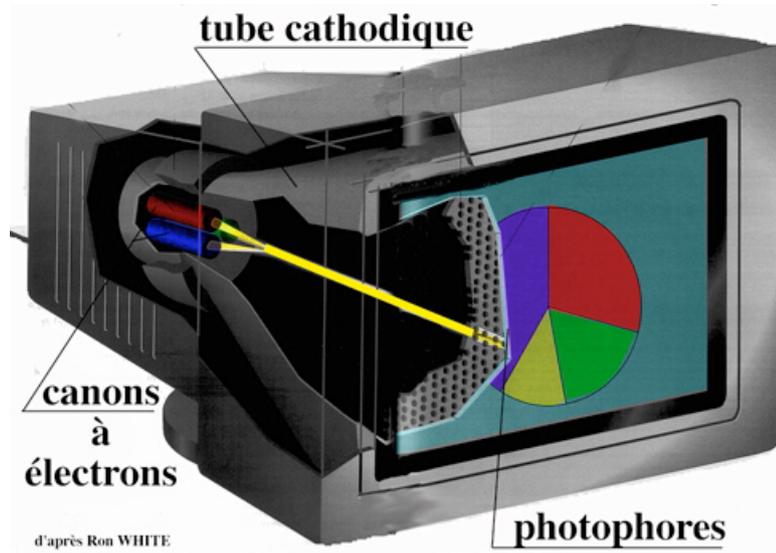


Figure 16 : Moniteur vidéo

Les signaux électriques nécessaires au fonctionnement du moniteur sont gérés par des circuits électroniques situés dans l'unité centrale de l'ordinateur (carte vidéo encore appelée carte graphique). Ceux-ci envoient des informations aux trois canons à électrons situés à l'arrière du tube cathodique, un par couleur primaire (rouge, vert, bleu), l'intensité de chaque faisceau dépendant des signaux reçus.

Ces trois canons convergent vers un point précis de l'écran.

Les électrons frappent les photophores placés sur la face interne du tube cathodique, un point lumineux est ainsi créé.

Les couleurs seront obtenues par la variation d'intensité des trois faisceaux.

Le photophore reste allumé un instant très bref après le passage des faisceaux d'électrons.

Ceux-ci décrivent des lignes sur l'écran depuis l'angle supérieur gauche jusqu'à l'angle inférieur droit et ceci environ 60 fois par seconde.

La vision globale de l'image est obtenue ainsi, en exploitant le phénomène de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine.

La carte vidéo : Elle possède des puces qui ont une fonction de mémoire et qui sont chargées de mémoriser les informations présentes dans une image avant de les envoyer au moniteur. La plupart des cartes vidéo ont au moins 2Mo de mémoire vidéo.

Elle peut aussi utiliser un bus AGP (Accelerated Graphic Port) permettant d'afficher rapidement des images complexes à l'écran. Les cartes accélératrices 3D contiennent une puce spécialisée appelée GPU (Graphics Processing Unit) permettant de produire des graphiques 3D.

• Ecran à cristaux liquides :

Ce sont les écrans que l'on nomme désormais « écrans plats ». Ils étaient jusqu'à, il y a peu, l'apanage des ordinateurs portables désormais on les trouve aussi équipant les ordinateurs de bureau. Ils sont généralement plus coûteux, mais ils prennent moins de place et consomment moins d'électricité.

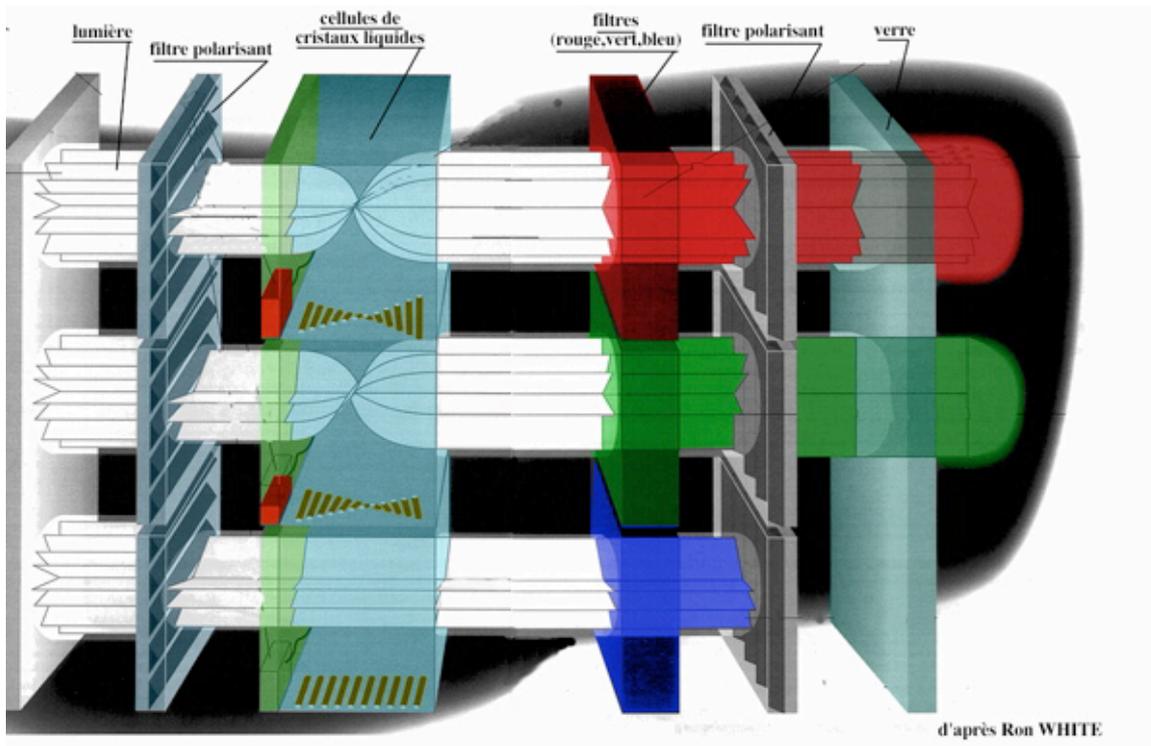


Figure 17 : Ecran à cristaux liquides (LCD)

La lumière émanant d'une source placée à l'arrière de l'écran diffuse en ondes multidirectionnelles, elle passe à travers un filtre polarisant ne laissant filtrer que les ondes plus ou moins horizontales puis à travers une couche de cellules à cristaux liquides.

Certaines de ces cellules reçoivent une charge électrique provoquant la torsion des molécules du cristal liquide. La torsion sera d'autant plus importante que la tension sera forte.

La lumière subira ainsi une torsion en rapport avec les spirales de la molécule.

Après avoir traversé la couche de cristaux, la lumière passe dans trois filtres colorés (rouge, vert, bleu) puis à travers un second filtre polarisant ne laissant passer que les ondes plus ou moins verticales.

Donc, la lumière issue des cellules à pleine charge (torsion de 90°) passe entièrement à travers ce filtre, celle issue des cellules n'ayant pas reçu de charge (torsion nulle) est totalement bloquée, celle issue des cellules ayant reçu une charge partielle passe en partie.

C'est de cette façon que les couleurs sont obtenues.

Dans l'exemple du schéma ci-dessus, 100 % de la lumière rouge et 50 % de la lumière verte peuvent traverser le filtre, tandis que la lumière bleue est totalement bloquée par celui-ci.

Pour l'utilisateur, le résultat apparaîtra comme un point marron à l'écran.

LA TAILLE DES ECRANS :

Elle se mesure en diagonale, d'un angle à l'autre. Les tailles les plus courantes sont : 14, 15, 17, 21 pouces. Dans notre exercice habituel, nous utilisons des écrans de 15 ou 17 pouces.

LA RESOLUTION DES ECRANS :

Le pas du masque de l'écran (ou pitch) désigne la distance qui sépare deux pixels contigus à l'écran. La finesse d'affichage dépend donc directement de cette valeur (en mm) plus elle est faible, meilleure sera la qualité de l'image.

La résolution est mesurée en nombre de points verticaux et horizontaux appelés pixels (Picture Element). Elle définit la quantité d'informations que le moniteur peut afficher.

Basse résolution (en pixels) : 640 X 480
800 X 600
1024 X 768
1280 X 1024

Haute résolution (en pixels) : 1600 X 1280

LE NOMBRE DE COULEURS AFFICHÉES :

C'est la carte vidéo qui détermine le nombre de couleurs affichées par l'écran. Plus il est grand, plus l'image est réaliste.

| | | |
|---------------------|---------|---|
| 16 couleurs | 4 bits | Image de mauvaise qualité |
| 256 couleurs | 8 bits | Applications personnelles et professionnelles |
| 65536 couleurs | 16 bits | Vidéo et PAO |
| 16 777 216 couleurs | 24 bits | Retouche photo (True color) |
| 16 777 216 couleurs | 32 bits | 3D, Jeux 3D |

- LE CLAVIER :



Figure 18 : Claviers ordinateur de bureau (à gauche) et portable (à droite)

C'est un périphérique d'entrée, il permet le dialogue avec la machine, en particulier de saisir (entrer) des données.

Il ressemble à un clavier de machine à écrire, et est généralement à la norme "AZERTY"⁴ 101 ou 102 touches (pour la France), sauf pour les portables qui ont des claviers plus compacts.

Le clavier dit international étendu comprend trois zones :

- Une zone texte : qui ressemble étrangement à celui d'une machine à écrire, elle est utilisée pour saisir le texte.

- Un pavé numérique: situé à droite de la zone texte, il est destiné à saisir les numériques.

- Des touches de fonctions : en nombre et situation variables, elles sont prévues pour transmettre un certain nombre d'ordres à la machine.

⁴ AZERTYUIOP : étant la première ligne de caractères du clavier. Pour les anglo-saxons, par exemple, ce serait QWERTY.

• **LES TOUCHES CLAVIERS : (voir schémas ci-dessous)**

- **Touche Escape ou Echappemen (Echap) :** Permet d'interrompre une tâche en cours d'exécution.
- **Touches de fonction : F1, F2, F3,...** Elles permettent de réaliser rapidement certaines tâches. Par exemple dans de nombreux logiciels presser la touche F1 affiche un menu d'aide.
- **Verrouillage majuscule (Verr Maj) :** En pressant une fois sur celle-ci, le clavier écrit en majuscules, en pressant de nouveau, il écrit en minuscule.
- **Majuscule ou shift ou majuscule temporaire (Maj) :** Saisit des caractères en majuscule si l'on presse cette touche en tapant les caractères désirés. Elle est aussi utilisée pour d'autres fonctions en combinaison avec d'autres touches ou en combinaison avec un clic souris.
- **Control (Ctrl) :** Utilisée en combinaison avec d'autres touches pour accomplir des tâches précises. Ex Ctrl -S -> enregistrer. (PC) Ctrl-clic -> enu contextuel (Mac)
- **Alt :** Utilisée en combinaison avec d'autres touches pour accomplir des tâches précises. (PC)
- **Alt GR :** Utilisée en combinaison avec d'autres touches pour accomplir des tâches précises. Ex : Obtenir le troisième caractère d'une touche Alt Gr -@ -> @. (PC)
- **Command :** Utilisée en combinaison avec d'autres touches pour accomplir des tâches précises. Ex : Command - cliqué glissé -> duplication(Mac).
- **Option :** Utilisée en combinaison avec d'autres touches pour accomplir des tâches précises. Ex Option -S -> enregistrer (Mac).
- **Return ou retour chariot :** Sert a débiter revenir à la ligne dans un traitement de texte ou a commander à l'ordinateur d'effectuer une tâche.
- **Touches fléchées :** Servent à déplacer le curseur sur l'écran.
- **Suppression (Suppr) ou delete :** Permet d'effacer le caractère situé immédiatement à droite du curseur. (PC)
- **Effacement ou retour arrière :** Permet d'effacer le caractère situé immédiatement à gauche du curseur.
- **Entrée (Entr) :** Permet de valider une action.

N.B. :

Les touches Ctrl, Alt, Shift s'utilisent seules ou en combinaison (PC).

Les touches Command, Option, Shift s'utilisent seules ou en combinaison (Mac).

Les raccourcis des traditionnels : Couper, Copier, Coller sont :

Ctrl-X, Ctrl-C, Ctrl-V sous PC.

Option-X, Option-C, Option-V sous Mac.