



*Cours de matériel*

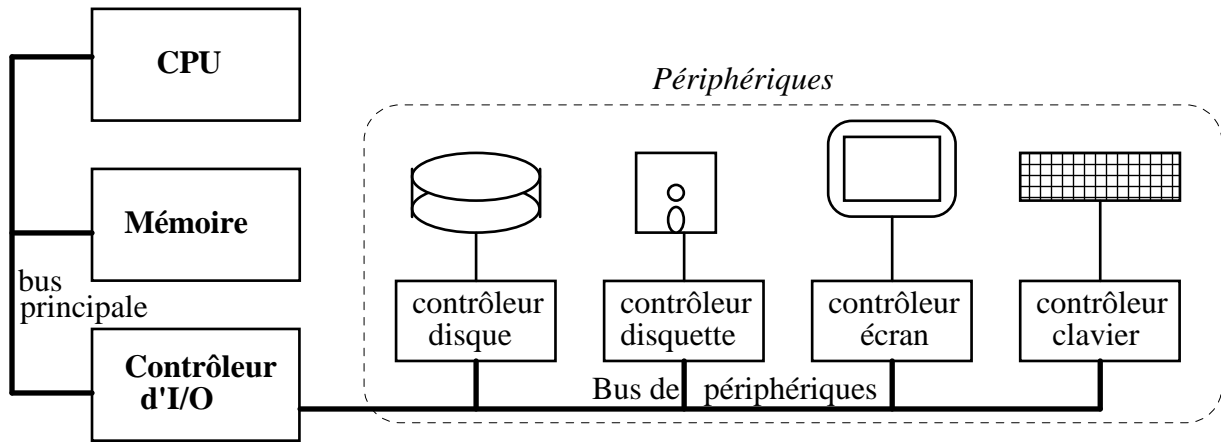
# Table des matières

<b>ARCHITECTURE D'UN ORDINATEUR.....</b>	<b>1</b>
TECHNOLOGIE .....	2
<i>Les tubes</i> .....	2
<i>Semi-conducteur</i> .....	2
<i>Etat de l'art en 1994</i> .....	5
CONCLUSION .....	5
<b>CPU .....</b>	<b>5</b>
INTERRUPTIONS.....	11
PIPELINE.....	14
FPU .....	14
MMU.....	15
CISC.....	15
RISC.....	15
PRINCIPAUX $\mu$ -PROCESSEURS .....	16
<i>Autres types de <math>\mu</math>-processeurs</i> .....	17
DMA .....	18
<b>MEMOIRE INTERNE .....</b>	<b>19</b>
RAM.....	19
<i>Statique</i> .....	19
<i>Sram "cache"</i> .....	19
<i>Dynamique</i> .....	20
ROM.....	21
FONCTIONNEMENT .....	22
<i>Séquence de démarrage d'un PC</i> .....	23
<b>BUS.....</b>	<b>24</b>
ISA .....	24
EISA.....	24
MCA.....	24
VESA .....	25
PCI .....	25
PCMCIA .....	25
BUS INDUSTRIELS .....	25
NOTIONS ANNEXES.....	26
<i>Mode Burst</i> .....	26
<i>Plug and play</i> .....	26
<i>Mélange</i> .....	26
<i>Qualité</i> .....	26
CONCLUSION .....	27
<i>Choix d'un bus</i> .....	27
<b>PERIPHERIQUE DE STOCKAGE .....</b>	<b>28</b>
METHODE D'ACCES .....	28
<i>Accès aléatoire-séquentiel</i> .....	29
<i>Accès séquentiel</i> .....	37
<b>AFFICHAGE.....</b>	<b>38</b>
STANDARD PC .....	38
TECHNIQUE D'AFFICHAGE.....	38
<i>Tube cathodique</i> .....	39
<i>Plasma</i> .....	40
<i>LCD</i> .....	40
<i>Autres techniques</i> .....	40

CARTE CONTROLEUR D'AFFICHAGE .....	41
<b>PERIPHERIQUES .....</b>	<b>42</b>
SERIE / PARALLELE .....	42
LIAISON PARALLELE .....	43
LIAISON SERIE .....	45
PERIPHERIQUES SERIES.....	48
<i>Dispositifs de pointage</i> .....	48
<i>Modem</i> .....	49
PERIPHERIQUES PARALLELES.....	50
IMPRIMANTE .....	50
<i>Matricielle</i> .....	50
<i>Plotter ou traceur</i> .....	54
SCANNER .....	55
RETOUR SUR LA LIAISON SCSI .....	56
<b>ANNEXE.....</b>	<b>58</b>
PERFORMANCE.....	58
<i>Performance de l'UC.</i> .....	58
<i>Conclusion</i> .....	58
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>59</b>

# Architecture d'un ordinateur

L'architecture classique d'un ordinateur n'a que peu changé au cours du temps.



On retrouve toujours une unité centrale CPU (Central Process Unit) , de la mémoire "vive" et un contrôleur d'entrée/sortie connectés par un bus interne.

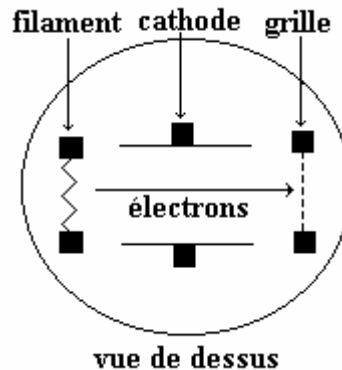
A partir du contrôleur d'I/O on a un bus de périphérique où l'on connecte les différents dispositifs que l'on veut rajouter.

Un ordinateur se compose de :

- un CPU
- de la mémoire
  - § interne
  - § de masse
- des périphériques parmi lesquels :
  - § un dispositif de visualisation (écran)
  - § un dispositif de saisie (clavier)

## Technologie

### Les tubes



Au début on a fait des ordinateurs à lampe , c.a.d. avec des éléments électroniques qui sont des tubes à vide. A l'intérieur il y a un filament qui génère un flux d'électrons. On les contrôle par polarisation d'une cathode. Les électrons sont ensuite reçus sur une grille.

- Avantages :
- Quand une lampe est cassée , on le voit , le filament n'est plus rouge.
  - Techniquement simple à fabriquer.
- Inconvénients :
- Energie dissipée très importante.
  - Vitesse assez faible.
  - Volume important (2 cm de Ø , 5 cm de haut)

Avoir fait un ordinateur à tube<sup>1</sup> démontra qu'il ne fallait pas le faire ainsi , et qu'il était nécessaire d'inventer une autre technique.

### Semi-conducteur

L'effet transistor est basé sur la propriété qu'ont certains matériaux de n'être ni tout à fait conducteur ni tout à fait isolant , on les appelle des semi-conducteurs. Ce sont en général les matériaux situés sur la colonne du milieu de la table de Mendeleïv , ceux dont la bande de valence externe est remplie de 4 électrons<sup>2</sup>.

On ajoute à ce semi-conducteur des impuretés ayant 3 ou 5 électrons sur la dernière couche , afin de former des couches notées N et P. Les couches contenant les impuretés de 3 électrons en ont 1 de moins , elles sont donc susceptibles d'en absorber. Celles contenant 1 électron en trop sont susceptibles d'en fournir.

Pour faire un semi-conducteur il faut que le matériau soit mono-cristalin (tous les atomes orientés dans le même sens).

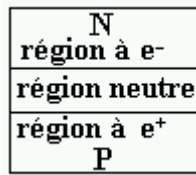
<sup>1</sup> Le premier ordinateur , l'ENIAC , était fait avec des lampes. Sa durée de fonctionnement sans panne était d'environ 1h. Sa puissance était équivalente à celle d'une petite calculatrice programmable (celles qui ne coûtent pas trop chère) , et la place qu'il occupait était celle d'un immeuble de 4 étages.

<sup>2</sup> En substance , la table de Mendeleïv est composée de 8 colonnes représentant le nombre d'électrons situés sur la dernière couche. Les lignes représentent le nombre de couches. Une exception est à faire pour les 2 premiers éléments de la 1<sup>ère</sup> ligne, dont la couche est saturée à 2 électrons. Pour plus de détails , revoir un livre de chimie de 1<sup>er</sup> ou de terminale.

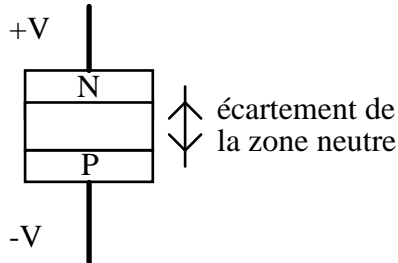
## Diode

L'effet diode est résumé dans ce schéma.

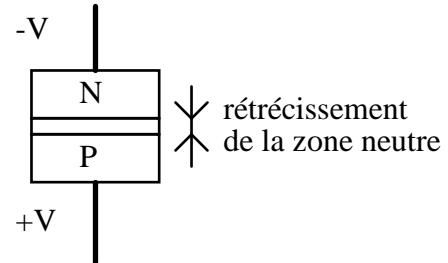
Au repos



En appliquant un champ électrique



dans le sens inverse



dans le sens directe

Une diode est un semi-conducteur composé de 2 couches N et P. Au repos il existe une barrière de potentiel faite de la combinaison des 2 couches. Quand on applique un champ électrique, on augmente ou diminue cette barrière, cela dépend du sens du champ.

Si le champ est suffisamment important et dans le bon sens, la barrière peut disparaître et tout les électrons peuvent passer, donc le courant passe. Alors qu'en sens inverse il faut dépasser une barrière égale à tout le semi-conducteur ce qui, dans les diodes<sup>3</sup> "normales", la détruit.

Dans le sens passant<sup>4</sup> le potentiel est d'environ 0,7 volts (silicium), dans le sens bloquant il est de plusieurs dizaine de volt.

## Transistor

### A base de germanium

Ce furent les premiers transistors fabriqués. Mais les caractéristiques techniques obtenues (faible vitesse, barrière de potentielle faible, etc), et surtout le prix du germanium les firent abandonnés au profits de ceux fait avec du silicium. Il reste des fabricants de transistors aux germanium pour des besoins très spécifiques, ils ne se rencontrent pas dans le domaine de l'informatique classique.

<sup>3</sup> Il existe toutes sortes de diodes. La majorité travaille en conduction/bloquage. Mais on peut utiliser aussi cette barrière de bloquage pour faire des diodes zener qui conserve une tension inverse constante, ou des diodes avalanches, etc.

<sup>4</sup> Cela dépend du matériau : germanium, silicium, arsenure de gallium, etc.

## A base de silicium

### Bipolaire

Un transistor peut être vu comme 2 diodes tête-bêche. La zone centrale , appelée la base , sert à commander la quantité de courant qui passe , exactement comme un robinet.

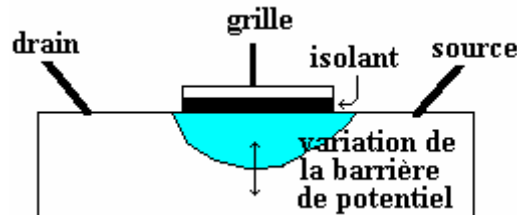
La surface d'un transistor est très petite , environ  $1 \text{ mm}^2$  , et son épaisseur de quelques dixièmes de mm.

Avantages : - taille  
- vitesse ( $>1\text{Ghz}$ )

Inconvénients :- technique de fabrication  
- commande par injection de courant => énergie

### MOS

On a fait un transistor dont la commande de passage de courant se fait par application d'un champ électrique et non par injection de courant.

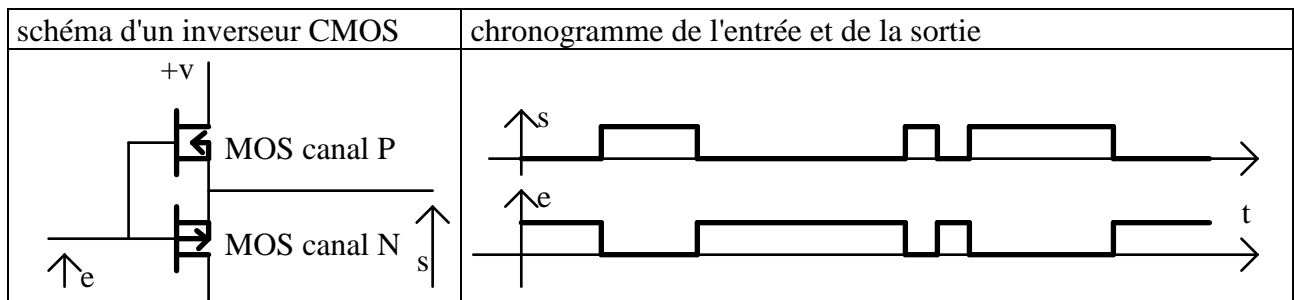


Les MOS (Metal Oxyde Semi-conductor) ont une grille qui est isolée du substrat , et on joue sur l'effet capacitif pour faire varier la barrière de potentiel. Cela permet de ne pas injecter de courant , donc une fois que l'on est dans l'état désiré (passant ou bloqué) , il n'y a plus de dépense d'énergie , seules les transitions d'état consomment.

Si on construit une paire complémentaire de transistors MOS , on obtient une très faible consommation d'énergie pour un signal de sortie important : cela s'appelle du CMOS (Complementary MOS).

Avantages : - taille  
- vitesse un peu plus faible que les bipolaires  
- consommation pratiquement nulle

Inconvénients :- technique de fabrication



## A base d'arséniure de gallium

La mobilité des électrons dans le silicium limite la vitesse à une certaine valeur. On veut pouvoir la dépasser et pour cela il faut chercher de nouveaux matériaux. On range sous le nom d'arséniure de gallium toute une classe de matériaux , qui n'en sont pas forcément , mais qui ont tous une mobilité électronique plus grande que le silicium.

Leur difficulté d'utilisation vient de la technique de fabrication qui n'est pas encore aussi bien maîtrisée que celle du silicium. En outre il n'existe pas encore de structure complémentaire permettant une faible dissipation d'énergie.

Ces circuits sont en général réservés aux ordinateurs ultra-rapides (genre Cray) ou aux transmissions<sup>5</sup> haut débit.

<sup>5</sup> L'arséniure de gallium est utilisé dans les dispositifs opto-électronique. Les diodes laser qui sont à la base des transmissions "haut débit" sont fabriquées dans des matériaux très particuliers.

## Circuit Intégré

On sait intégrer un nombre important de transistors dans un seul circuit. L'intégration est un compromis entre la complexité de fabrication , donc la densité de transistors , et la chaleur dissipée , c.a.d. le nombre de transistors en commutation ou en fonctionnement.

Les densités d'intégration vont de quelques transistors à quelques millions.

Pour intégrer plusieurs millions de transistors sur une puce on doit faire de petits transistors (taille de la grille 0,3  $\mu\text{m}$ ).

Pour ne pas avoir de problème de fuite électrique entre les transistors il faut diminuer la tension électrique.

**Le problème le plus important viens de la dissipation de chaleur du circuit.**

On saurait parfaitement intégrer des milliards de transistors mais on ne sait pas comment les refroidir. Si le circuit chauffe de trop il perd sa composition mono-cristalin (il fond) et donc se détruit.

**Le refroidissement d'un circuit intégré en fonctionnement est fondamental.**

## Etat de l'art en 1994

	fréquence	nbr de transistor	puissance	tension
silicium (CMOS)	300 MHz max.	10 millions	50 W	3 volts
silicium (bipolaire)	2 GHz	100 000	100 W	5 volts
arséniure de gallium	10 GHz	10 000	75 W	4 volts

## Conclusion

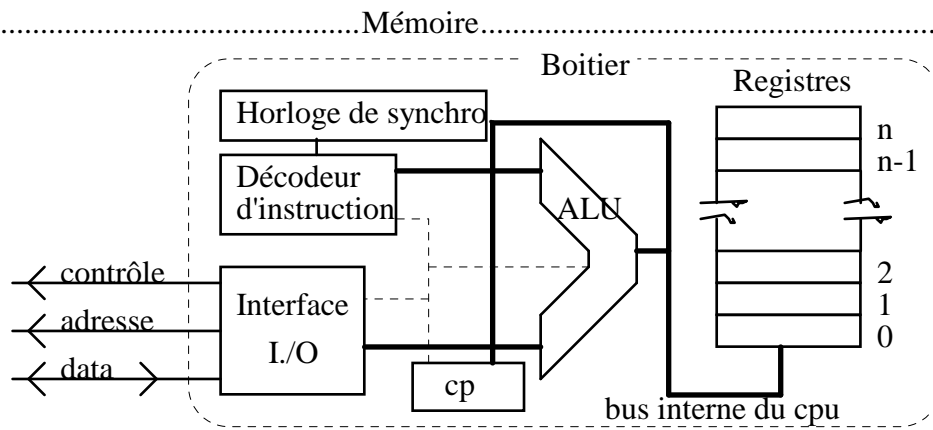
La puissance et l'intégration évoluent très vite et on compte une moyenne d'environ 1 an à 1 an et demi pour multiplier par 2 les performances. ex. si en 1994 le nbr. de transistors intégrables sur une puce est de 10 millions on considère qu'en 1995 il y en aura couramment 20 millions.

## CPU

Le CPU est l'unité d'exécution des instructions d'un ordinateur. Actuellement , il se présente , dans la majorité des cas , comme un circuit intégré .

Malgré une description fortement simplifiée , on a toujours les éléments suivants :





- Une horloge qui séquence le déroulement des instructions.
- Un décodeur d'instruction qui reçoit les instructions par le bus interne et qui effectue les actions nécessaires sur les blocs internes (ALU, cp , registres , etc.).
- Une interface d'entrée/sortie qui permet le dialogue avec l'extérieur (vers la ram, les I/O, etc.).
- Afin de pouvoir générer une adresse en accès extérieur, il faut un compteur qui soit modifiable (cas d'un saut). Pour cela on prend un registre que l'on appelle compteur programme ou *cp*.
- Un ALU (Arithmetic Logic Unit) qui fait les opérations , il a 2 entrées de données et une sortie de résultat. Il est commandé par le décodeur d'instruction.
- Un ensemble de registres où sont stockées les valeurs intermédiaires.

Le décodeur d'instructions reçoit des commandes qui sont les codes du programme à exécuter. Ces codes indiquent ce qui doit être fait, donc quelles parties du cpu doivent travailler et dans quel ordre. Il existe 2 type de décodeur d'instructions :

- Le type décodeur à microcode  
Le décodeur d'instruction se comporte comme un séquenceur de plusieurs codes élémentaires qui construisent une instruction complexe. Ces instructions élémentaires vont faire des actions élémentaires sur les différentes parties du  $\mu p$ . On le trouve dans les  $\mu p$  CISC
- Le type décodeur à instructions câblées  
Ce décodeur est un "vrai" décodeur qui reçoit un code et qui indique immédiatement aux différentes parties du  $\mu p$  l'état dans lequel elles doivent se positionner. Le décodeur est beaucoup plus simple mais les autres parties du  $\mu p$  doivent être plus sophistiquées. On le trouve dans les  $\mu p$  RISC.

Afin de pouvoir ranger des informations en mémoire suivant un ordre appelé LIFO (Last In First Out , c'est la pile classique) il faut un indicateur de position. On prend un registre que l'on appellera SP (Stack Pointer) par la suite.

On a alors un  $\mu$ -processeur dont le bus interne est toujours de même largeur que la taille d'un registre. Si par exemple , on a des registres généraux de 16 bits , le bus interne est alors au moins capable de transmettre des informations sur 16 bits. Ce qui caractérise la taille des informations traitées , c'est celle des registres internes d'un  $\mu$ -processeur donné , indépendamment du mode d'accès des données externes qui peut se faire en 1 ou 2 fois (cas des 8088 , ou 386 SX de chez Intel).

## Cycle d'un $\mu P$

Lorsque le  $\mu P$  exécute un programme il doit répéter un grand nombre de fois le cycle suivant :

- \* Générer une adresse d'instruction à lire
- \* Lire l'instruction
- \* Effectuer ce qui est demandé

ex. Soit le programme suivant : (Lx = ligne x du programme)

- L1 Lire la mémoire à l'adresse @A et ranger la donnée dans le registre R0
- L2 Lire la mémoire à l'adresse @B et ranger la donnée dans le registre R1
- L3 Additionner R0 à R1 et stocker le résultat dans R2
- L4 Ecrire R2 en mémoire à l'adresse @C

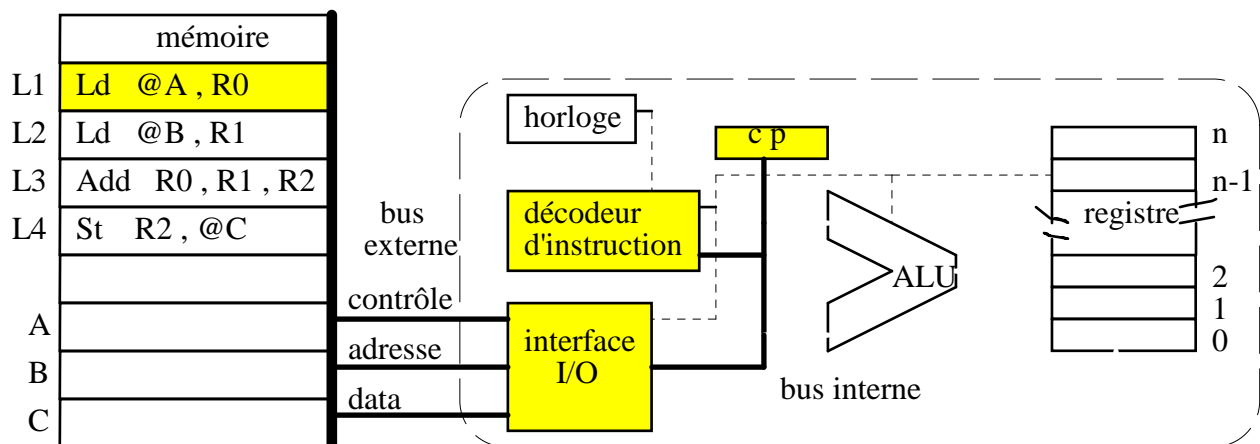
(L(i) est l'adresse mémoire des instructions)

Ce que l'on peut traduire en langage d'assemblage par :

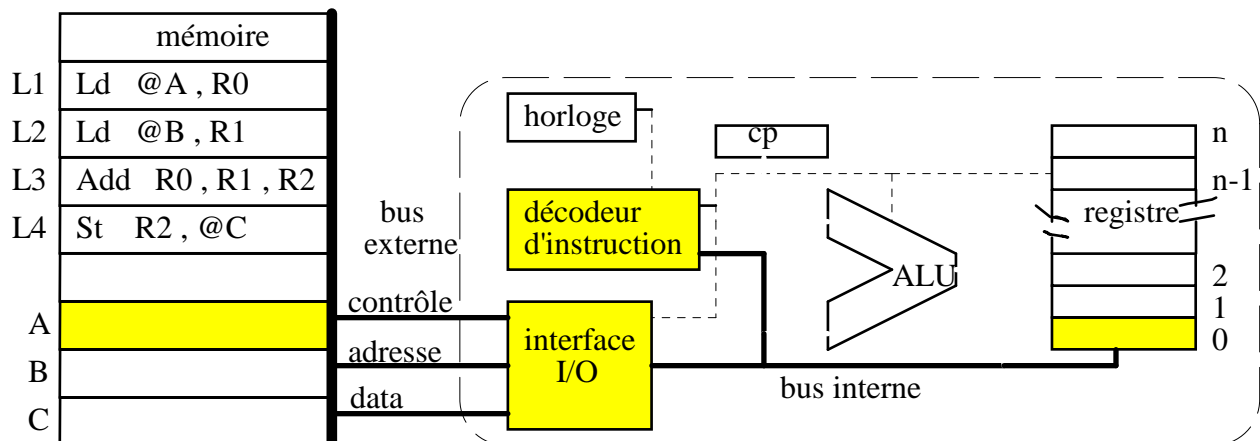
- L1 Ld @A , R0 ; Ld = load
- L2 Ld @B , R1
- L3 Add R0 , R1 , R2
- L4 St R2 , @C ; St = store

On va décomposer schématiquement ce qui se passe dans le  $\mu P$ .

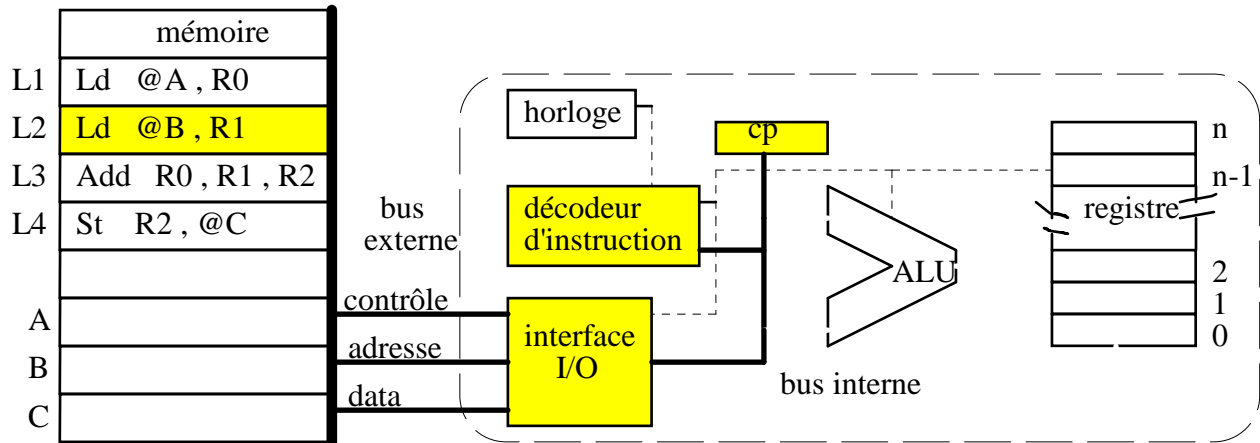
Pour le début du programme le compteur ordinal (IP Instruction Pointer) a la valeur L1 , c'est l'adresse où se trouve le code correspondant à l'instruction.



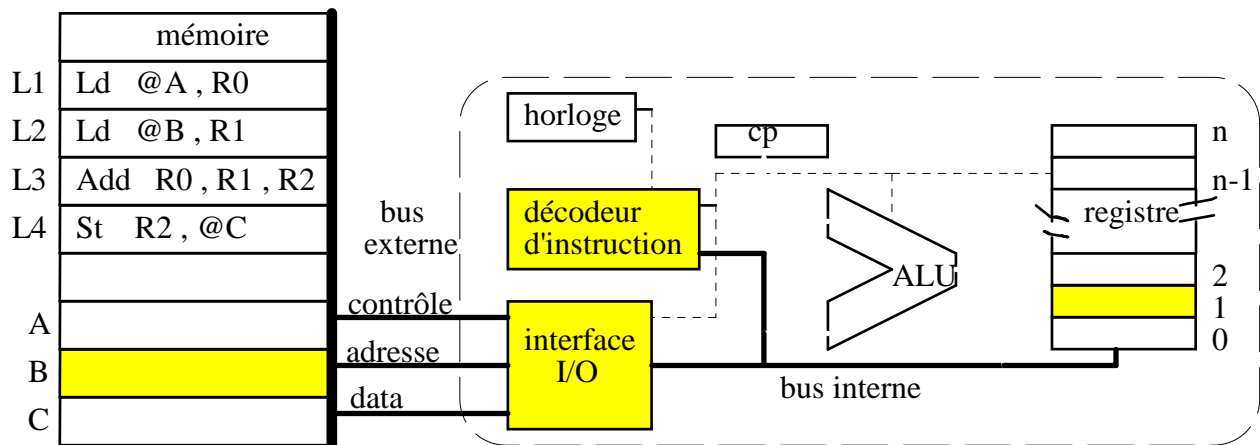
**Lit** l'instruction à l'adresse L1 , et on la place dans le décodeur d'instruction.



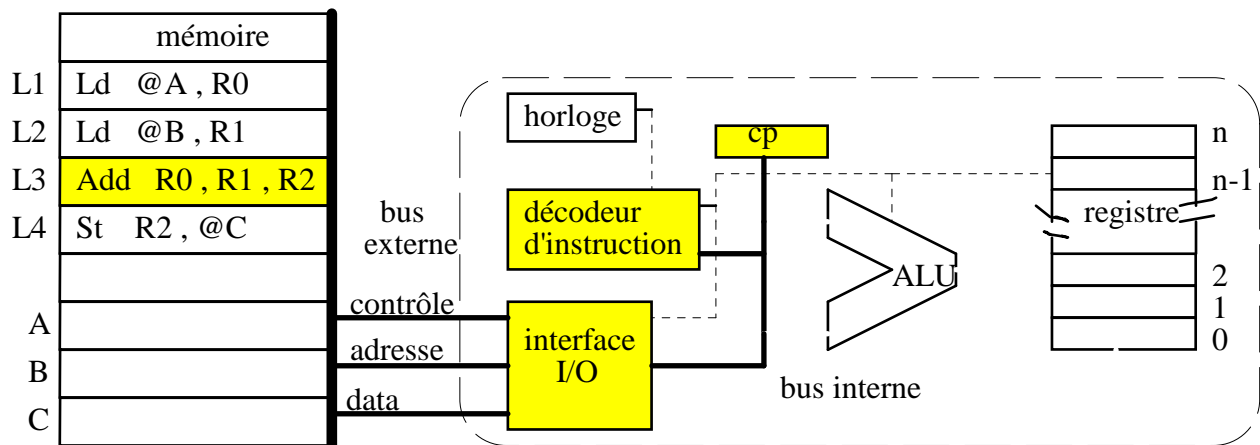
**Exécute** l'instruction lue. Lit la mémoire à l'adresse A et on place la valeur dans R0.



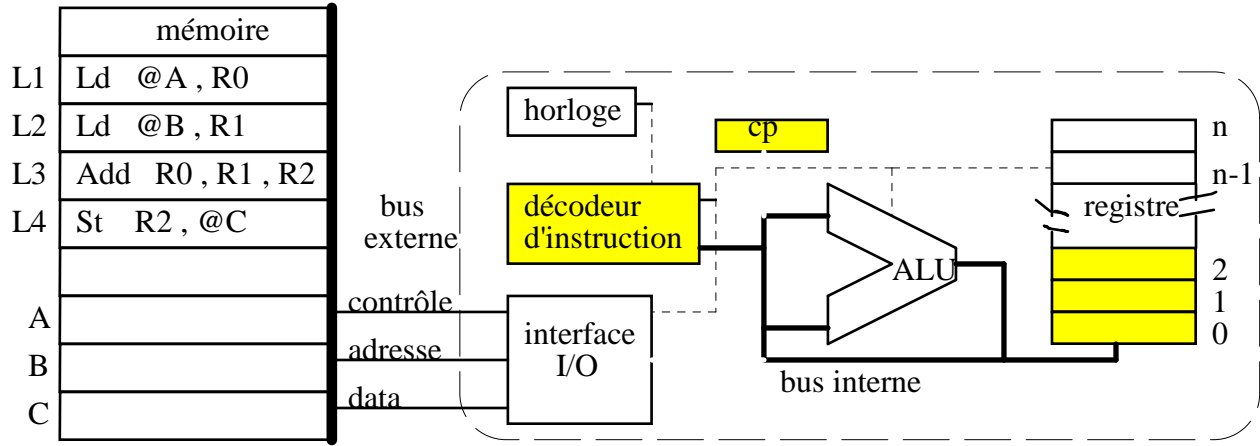
**Lit** l'instruction à l'adresse L2 , et on la place dans le décodeur d'instruction.



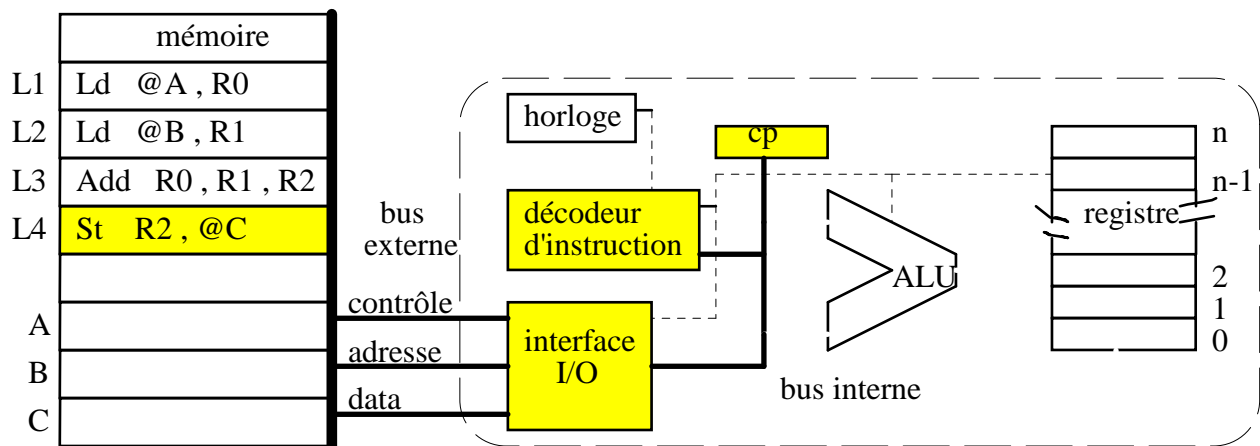
**Exécute** l'instruction lue. Lit la mémoire à l'adresse B et on place la valeur dans R1.



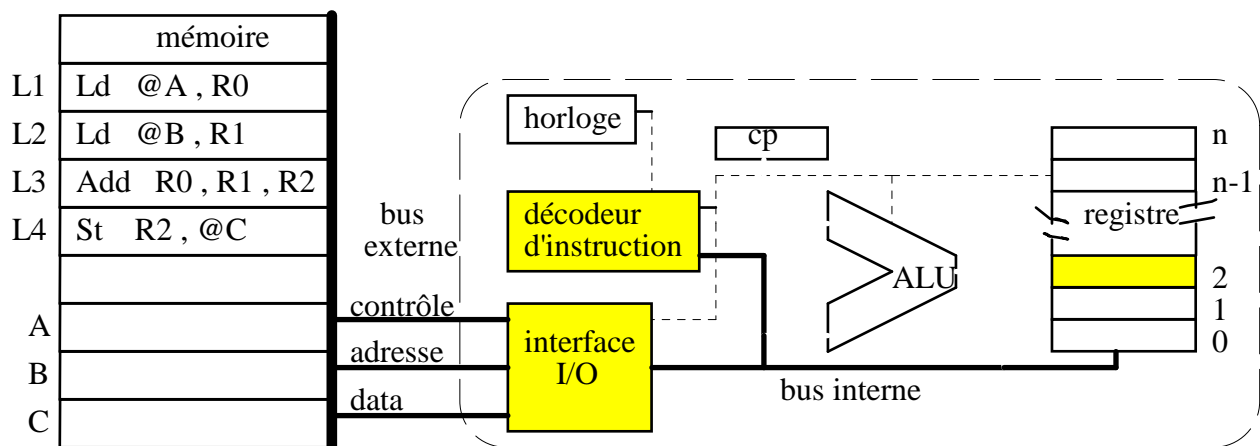
**Lit** l'instruction à l'adresse L3 , et on la place dans le décodeur d'instruction.



**Exécute** l'instruction lue. Additionne le contenu de R0 et de R1 que l'on place dans R2 .



**Lit** l'instruction à l'adresse L4 , et on la place dans le décodeur d'instruction.

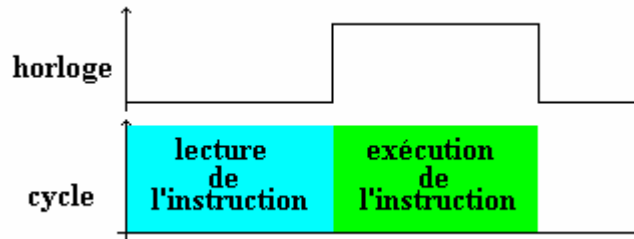


**Exécute** l'instruction lue. Ecris le contenu de R2 dans la mémoire à l'adresse C.

*cp* a été incrémenté à chaque fois que l'on a lu une instruction

On voit ainsi comment les instructions d'un programme sont exécutées les unes après les autres , et ce à la vitesse de l'horloge.

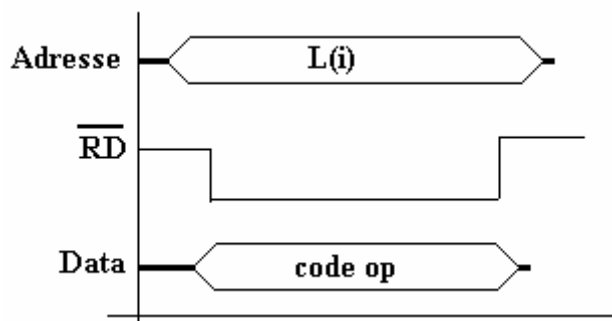
On peut "tracer" un diagramme du déroulement des séquences en fonction du temps.



Mais ce diagramme est trop grossier , il faut affiner notre vision , et "plonger" à l'intérieur du  $\mu$ -processeur afin de regarder plus précisément ce que sont ces cycles.

Nous allons décrire un cycle complet. On représente ce qui se passe par les signaux visibles sur les "pattes" du  $\mu$ -processeur comme un diagramme des états en fonction du temps.

■ Quand on "lit l'instruction".

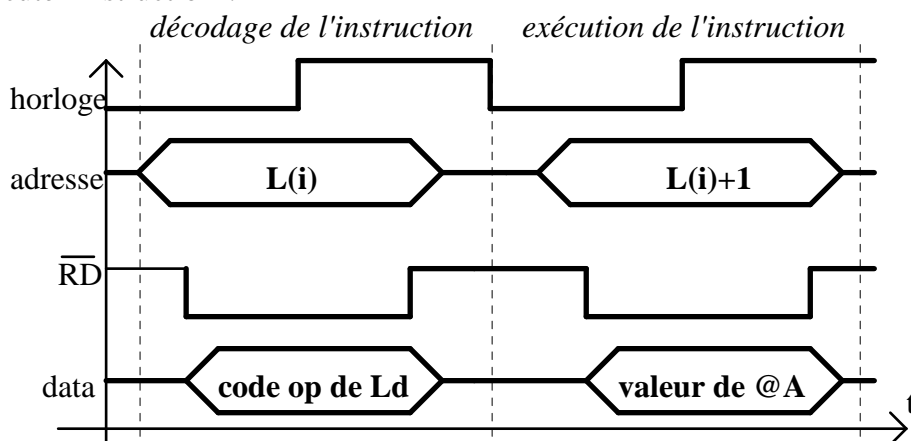


Pour lire une instruction, le séquenceur (partie dynamique du décodeur d'instruction) du  $\mu$ -processeur doit sortir sur le bus d'adresse la valeur contenue dans le registre  $cp$  , et lire la mémoire. La valeur lue est envoyée au décodeur d'instruction. Maintenant que l'instruction est lue on l'exécute.

Cela peut se faire en une alternance d'horloge.

Supposons que ce soit un :  $Ld \ @A , R0$

■ Quand on "exécute l'instruction".



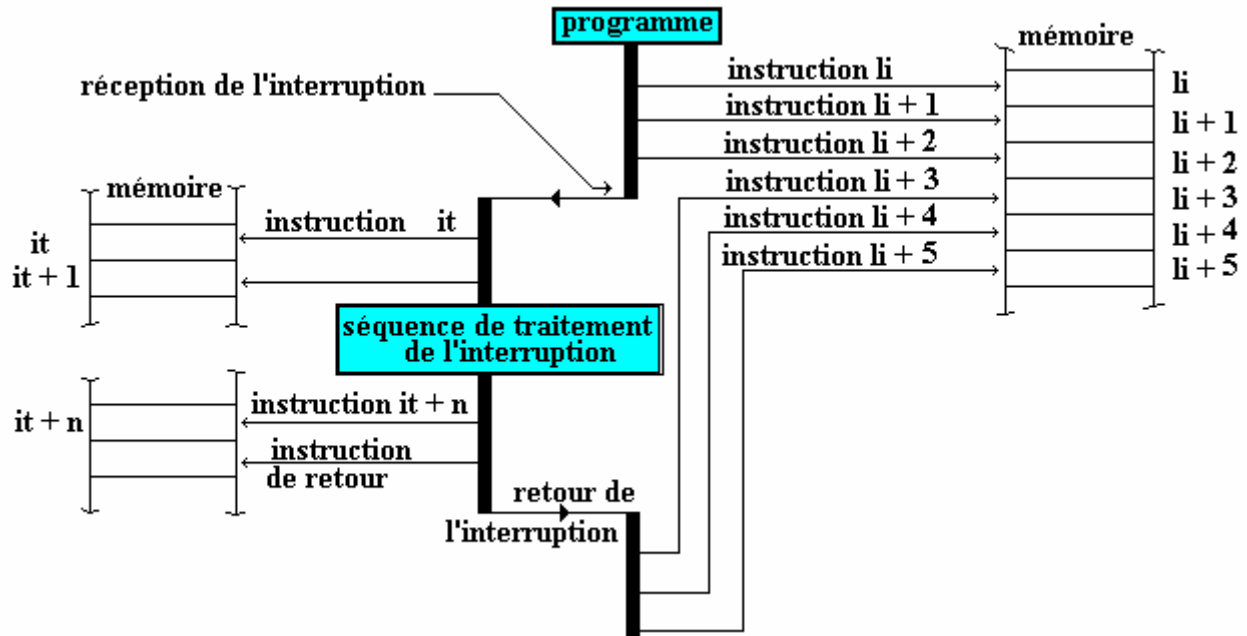
L'opération demandée est une lecture d'une case mémoire. Il faut indiquer laquelle, donc donner une valeur qui deviendra l'adresse de lecture. Le décodeur d'instruction doit alors lire la case mémoire suivante du code opération où se trouve la valeur de l'adresse de lecture. La valeur lue à l'adresse  $@A$  est mise dans le registre  $R0$ . Il faut donc incrémenter  $cp$ .

On voit sur cet exemple que le nombre de cycles d'horloge n'est pas forcément celui , très simple , que nous décrivions au début. Certaines instructions demandent 1 cycle d'horloge , d'autres 2 , d'autres 3 , etc.

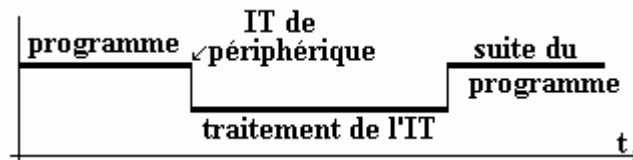
## Interruptions

Lorsqu'un programme s'exécute il est toujours possible de scruter les événements extérieurs par des lectures (technique appelée polling). Mais cela ralentit le déroulement du programme. Et dans bien des cas le programmeur ne veut pas s'occuper de toutes les interventions extérieures possibles.

Les  $\mu$ -processeurs possèdent un mécanisme d'interruption qui consiste à stopper le déroulement du programme en cours , et à aller où se trouve la séquence programme traitant l'interruption.



On utilise le système des interruptions pour travailler sur les I/O. Ainsi le clavier , la souris , le disque , les disquettes , etc. sont connectés chacun à une ligne physique d'interruption qui gère leur fonctionnement. Lorsqu'un événement extérieur survient , le dispositif envoie une IT. Le  $\mu$ -processeur interrompt le programme qu'il est en train de traiter et exécute la séquence de traitement liée à la ligne d'interruption. Quand elle est terminée , le  $\mu$ -processeur reprend le déroulement normal du programme là où il s'était arrêté.



nota : Il faut bien sûr que le temps de traitement de l'interruption soit le plus court possible afin de ne pas pénaliser le bon déroulement du programme principal.

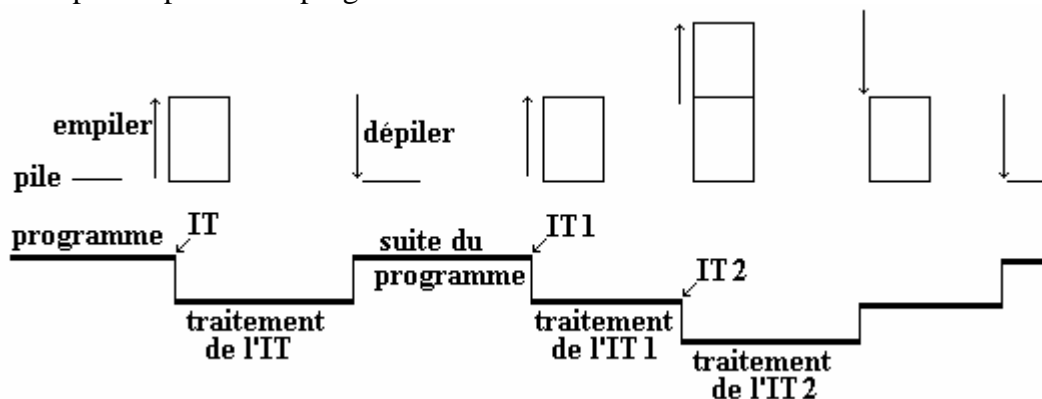
ex. C'est un exemple et non ce qui se passe réellement.

L'utilisateur tape sur une touche du clavier. Le clavier envoie une interruption. Le  $\mu$ -processeur suspend l'exécution du programme en cours, et déroule un programme de lecture des informations claviers qu'il stocke dans un endroit de la mémoire. Quand il a fini il revient au programme qu'il était en train de faire.

On prend comme mesure de temps  $1\ \mu\text{s}$  pour détecter l'interruption et  $99\ \mu\text{s}$  de séquence de traitement. on a utilisé  $100\ \mu\text{s}$  pour traiter un événement extérieur, ce qui est relativement peu.

Etant donné qu'une IT interrompt un programme, il faut garder une trace de l'état dans lequel était le programme, à quelle adresse il était, dans quel état étaient les registres du  $\mu$ -processeur, etc. Il faut pouvoir retrouver ces informations lorsqu'on reprendra le cours normal de fonctionnement. Or il peut y avoir une autre IT qui survienne quand une IT est en traitement. Il faut donc un système de rangement qui redonne le dernier ensemble de valeurs. Ce mécanisme s'appelle une pile.

Quand une IT survient le  $\mu$ -processeur *empile* les valeurs qu'il faut conserver, exécute la séquence d'IT, et *restore* les valeurs pour reprendre le programme.



Il faut pouvoir gérer plusieurs IT qui arrivent en même temps. Pour cela une gestion de priorités des IT est faite par les circuits de gestion d'IT (8259 pour les xxx86 d'Intel). Quand 2 IT arrivent, c'est celle qui est déclarée comme la plus importante qui prend le pas sur l'autre.

Il existe aussi des interruptions que l'on appelle "soft" ou logiques. Ce sont des instructions qui font le même effet qu'une interruption physique "hard". Elles ont le même comportement sauf que certains signaux de contrôle d'IT ne sont pas générés. A la différence des IT "hard" qui sont générées par un fil physique qui provient en général de périphériques, les IT soft servent à faire des appels de sous-programmes tel que les séquences de gestion du bios.

Souvent les interruptions sont appelées IT ou IRQ (Interrupt ReQuest) et elles sont suivies par un n°.

ex. Dans les PC, IRQ désigne les IT physiques alors que INT désigne les interruptions logiques.

IRQ 11 est l'interruption physique 11 (disque SCSI) et INT 33 est l'interruption 33 (interruption souris DOS).

## Table des IRQ

niveau	adresse	Evénement
00 H	00h - 03h	division par 0
01 H	04 h - 07 h	exécution pas à pas
02 H	08 h - 0B h	NMI (interruption non masquable )
03 H	0C h - 0F h	point d'arrêt
04 H	10 h - 13 h	débordement de capacité
05 H	14 h - 17 h	impression écran bios
06 H	18 h - 1B h	opcode inconnu
07 H	1C h - 1F h	fpu absent
08 H	20 h - 23 h	IRQ 0 tick horloge
09 H	24 h - 27 h	IRQ 1 clavier
0A H	28 h - 2B h	IRQ 2 cascade du 2 <sup>em</sup> gestionnaire d'IT
0B H	2C h - 2F h	IRQ 3 port série COM2
0C H	30 h - 33 h	IRQ 4 port série COM1
0D H	34 h - 37 h	IRQ 5 disque dur (gestion DMA du disque)
0E H	38 h - 3B h	IRQ 6 disquette
0F H	3C h - 3F h	IRQ 7 imprimante parallèle
10 H	40 h - 43 h	BIOS driver vidéo
11 H	etc.	BIOS liste d'équipement
12 H		BIOS taille mémoire
13 H		BIOS driver disque

etc.

70 H		IRQ 8 horloge temps réel
71 H		IRQ 9 redirigée vers IRQ 2
72 H		IRQ 10 réservé
73 H		IRQ 11 réservé (contrôleur de bus SCSI)
74 H		IRQ 12 souris
75 H		IRQ 13 coprocesseur numérique
76 H		IRQ 14 contrôleur disque dur
77 H		IRQ 15 réservé

etc.

Les interruptions doivent se traiter le plus vite possible , c'est pourquoi le code de traitement est souvent écrit en assembleur.

Seuls les utilisateurs créant de nouvelles fonctionnalités en rajoutant du "hard" sont amenés à utiliser les IT. En règle générale le programmeur ne les utilise pas. Il laisse le système s'en occuper et se situe sur un niveau plus élevé.



## Pipeline

Les instructions nécessitent souvent plusieurs cycles. On remarque en effet qu'en attendant la fin de cycle certaines parties du  $\mu$ -processeur ne font rien. Par ex. quand on lit l'instruction on attend d'avoir fini pour lire la suivante. Or, entre le moment où la donnée est entrée dans le contrôleur d'I/O et celui où elle est décodée pour être exécutée, il se passe un temps qui pourrait être utilisé pour lire l'instruction suivante. On peut avoir ainsi plusieurs instructions qui se chevauchent durant leur exécution.

ex. Soit une architecture qui travaille avec toutes les instructions sur 3 cycles :

lecture de l'instruction	li
décodage	de
exécution	ex

Si on travaille séquentiellement.

instruction 1			instruction 2			instruction 3		
li	de	ex	li	de	ex	li	de	ex

Si on pipeline le fonctionnement sur 3 niveaux.

instruction 1	li	de	ex		
instruction 2		li	de	ex	
instruction 3			li	de	ex

On comprend que le pipeline accélère l'exécution des instructions d'un  $\mu$ -processeur. C'est pourquoi tous les constructeurs proposent maintenant des circuits "pipelinés".

Si on pouvait toujours avoir ce mécanisme, les instructions seraient exécutées toutes les périodes d'horloge. Malgré tout il existe encore des cas où on ne peut pas tout "pipeliner", en particulier les sauts<sup>6</sup>, et les lectures/écritures dans la mémoire. Il faut donc que le constructeur du  $\mu$ -processeur optimise son circuit.

La technique du pipeline n'est pas simple. Les problèmes qui se posent lorsque le  $\mu$ -processeur reçoit une interruption sont difficiles à résoudre. Faut-il conserver l'état du pipeline et servir l'interruption pour aller vite (pb. du retour), ou bien terminer le pipeline avant, (donc servir l'interruption tardivement) ?

## FPU

Les  $\mu$ -processeurs ont des registres internes qui leur servent à travailler sur des valeurs. Mais quel type de valeurs utilise-t-on ?

Dans de nombreux programmes seules les valeurs entières (caractères, nombres entiers) sont utilisées. On a alors des registres de 32 bits<sup>7</sup> qui permettent de manipuler ces valeurs entières.

Mais beaucoup de programmes travaillent aussi avec des valeurs "flottantes", c.a.d. avec des nombres "à virgule".

On peut simuler les calculs flottants en utilisant les registres généraux du  $\mu$ -processeur et du code. Cela entraîne un ralentissement de l'exécution du programme.

Il existe des FPU (Floating Point Unit) ce sont des circuits spécialisés dans l'exécution de calcul flottant.

Il permettent d'accélérer les opérations, et possédant des registres internes, ils n'utilisent pas les registres du  $\mu$ -processeur.

Les représentations des nombres flottants dépendent de la précision recherchée (24, 32, 64 et pour Intel 80 bits). Les registres des FPU doivent avoir une taille suffisante pour supporter ces différents formats.

<sup>6</sup> Certains  $\mu$ -processeurs RISC possèdent des sauts "décalés" qui sont basés sur le fonctionnement en mode pipeline. Quand le décodeur d'instruction reçoit le code d'un "belayed branch" il lit et exécute l'instruction suivante, et en même temps il prépare son saut. C'est l'illustration d'un fonctionnement qui ne peut se faire qu'avec une architecture pipeline.

<sup>7</sup> C'est le format le plus commun en 1994. Il reste encore des ordinateurs 16 bits (vieux PC 286). Et certains sont en 64 bits (station Alpha de DEC).

Les opérations sont obligatoirement les quatre de base : addition , soustraction , multiplication , division , et les racines carrées . Certaines FPU ajoutent des opérations comme les logarithmes , les exponentielles , la trigonométrie , etc.

Le temps de calcul pour les opérations les plus simples peut être de 1 cycle. Mais les plus compliquées en nécessiteront plusieurs.

La taille de ces FPU est relativement petite ( $\cong 100\ 000$  à  $200\ 000$  transistors). On peut donc les intégrer à l'intérieur du même boîtier que le  $\mu$ -processeur.

Lorsqu'on utilise son ordinateur dans un domaine où l'arithmétique flottante est nécessaire , il est judicieux de savoir si on possède une FPU dans sa machine , en supposant que les programmes l'utilisent. Cela conditionnera les performances et le temps d'exécution.

## MMU

LA MMU (Management Memorie Unit) est un circuit destiné à favoriser la gestion de la mémoire. Pour les systèmes multi-tâches multi-utilisateurs on a besoin de partager la mémoire en segments et pages , et de vérifier qu'aucun programme ne sort du groupe de segments et de pages qui lui est alloué , sinon il faut générer une interruption d'erreur de débordement.

nota : Pour une explication des segments et pages voir le cours de système.

## CISC

Les  $\mu$ -processeurs CISC (Complex Instruction Set Computer) sont les plus anciens. Ils furent conçus comme des  $\mu$ -processeurs ayant beaucoup d'instructions et de modes d'adressage. Leurs instructions se déroulent presque toujours sur plusieurs cycles d'horloge. Les instructions complexes ont une grande utilité quand on programme en langage assembleur car elles sont puissantes (elles font beaucoup de choses).

Les familles 80x86 d'Intel et 68xxx de Motorola en sont le meilleur exemple.

Le nombre d'instructions est de l'ordre de 300. Le nombre de registres est par contre faible : de 4 à 16.

## RISC

On s'est aperçu que les compilateurs , programmes sophistiqués et assez complexes , n'utilisaient qu'un relatif petit nombre d'instructions. Il était très intéressant d'optimiser le déroulement de ces instructions. En particulier , et si possible , de les exécuter en 1 cycle d'horloge.

Dans un  $\mu$ -processeur RISC (Reduce Instruction Set Computer) , seules les instructions de lecture et d'écriture peuvent être faites en 2 cycles , toutes les autres doivent se faire en 1 cycle. Cela impose de n'avoir que des instructions simples , et c'est en accord avec les compilateurs qui utilisent ces instructions.

Comme les instructions sont simples , cela entraîne une simplification du séquenceur et du décodeur d'instruction. On peut envisager d'augmenter la fréquence de fonctionnement. Mais c'est surtout le nombre de registres qui doit augmenter. Cela permet au compilateur de ne pas passer son temps à "jongler" avec la mémoire mais de placer le plus possible de valeurs en registre et de faire des calculs plus rapidement.

Moins d'instructions entraîne aussi moins de transistors donc moins de silicium , donc moins de problèmes de fabrication , donc moins de coût. Cela permet à un fabricant de vendre au même prix un composant plus performant et qui lui revient moins cher, il y gagne une image de marque et des bénéfices.

Le nombre d'instructions est de l'ordre de  $< 100$ . Par contre le nombre de registres est au minimum de 32 et peut atteindre des valeurs importantes , comme 192 dans le cas du SPARC.

## Principaux $\mu$ -processeurs

### Intel

#### Famille CISC xxx86

type	nbr registre	vitesse	taille adresse	taille data	FPU	MMU
8086	4 généraux + 4 segments	8 Mhz	20 bits = 1 Mo	16 bits	non	non
80286	idem	16 Mhz	24 bits = 16 Mo	16 bits	non	non
80386	idem	40 Mhz	32 bits = 4 Go	32 bits	non	non
80486	idem	100 Mhz	idem	idem	oui	oui
pentium	idem	150 Mhz	idem	idem	oui	oui

Les 4086 peuvent avoir comme suffixe DX ou SX. Les SX n'ont pas de FPU ni de MMU.

Le pentium peut être vu comme deux 486 mis ensemble.

#### Famille RISC

type	nbr registre	vitesse	taille adresse	taille data	FPU	MMU
i860	32	40 Mhz	32 bits = 4 Go	32 bits et 64 bits	oui	oui
960	132	50 Mhz	32 bits = 4 Go	32 bits	oui	oui

Le 860 possède en outre une unité de calcul graphique. Il peut exécuter 1 instruction entière, 1 instruction de calcul flottant et 1 instruction graphique en même temps.

Le 960 est considéré par Intel comme un  $\mu$ -contrôleur plus que comme un  $\mu$ -processeur. Il intègre en interne tout ce qu'il faut pour faire un ordinateur, dma, interruptions, I/O, etc. Il est souvent utilisé dans les imprimantes laser qui travaillent en langage Postscript.

### Motorola

#### Famille CISC 68xxx

type	nbr registre	vitesse	taille adresse	taille data	FPU	MMU
68000	8 généraux + 8 adressage	8 Mhz	24 bits = 16 Mo	16 bits	non	non
68020	idem	16 Mhz	24 bits = 16 Mo	16 bits	non	non
68030	idem	40 Mhz	32 bits = 4 Go	32 bits	non	non
68040	idem	60 Mhz	idem	idem	oui	oui
68060	idem	100 Mhz	idem	idem	oui	oui

#### Famille RISC

type	nbr registre	vitesse	taille adresse	taille data	FPU	MMU
88 000	32	40 Mhz	32 bits = 4 Go	32 bits	oui	oui
Power PC	?	150 Mhz	idem	64 bits	oui	oui

Le 88 000 est fait avec 3 circuits : 1 unité centrale et 2 MMU (données + adresse).

Le Power PC a été conçu en partenariat avec IBM et Apple. Il est LE  $\mu$ -processeur des MAC.

### Autres concepteurs

SUN : Sparc ; Mips : R 2000, R3000, R4000, R8000 ; HP : HP-PA DEC : Alpha

### regroupement

Le développement d'un  $\mu$ -processeur est tellement difficile et coûteux que les fabricants cherchent à se regrouper pour former de gros groupes qui pourront imposer leurs architectures.

Ainsi Motorola et IBM se sont regroupés et Intel et HP aussi.

Il n'existera dans un futur proche que quelques  $\mu$ -processeurs issus des recherches de consortiums.

## Autres types de $\mu$ -processeurs

Nous avons décrit des  $\mu$ -processeurs de type station de travail , c.a.d. des circuits puissants , fait pour une grande variété de travail , situés dans une machine de bureau.

Il existe d'autres besoins qui sont plus spécifiques.

- milieu insdustriel : machine-outil , automate , etc.
- aéronautique/espace : commande d'assistance de vol , etc.
- électroménager : programmeur de machine à laver , etc.
- etc.

Pour ces domaines les demandes peuvent être beaucoup plus fortes que pour l'informatique générale. Par ex. les système ABS pour les voitures sont diffusés à des millions d'exemplaires.

Les constructeurs de circuits ont divisé en 2 leur production.

- $\mu$ -processeurs d'usage général : ce sont ceux qu'utilise l'informatique.
- $\mu$ -processeurs dédiés que l'on appelle  $\mu$ -contrôleur.

Les  $\mu$ -contrôleurs possèdent en plus des interfaces d'I/O et de la mémoire intégrés dans le même circuit , alors que les  $\mu$ -processeurs nécessitent l'ajout de boîtiers extérieurs afin de remplir ces fonctions.

Un exemple de  $\mu$ -contrôleur est présent dans un PC. Le circuit qui gère le clavier est un  $\mu$ -contrôleur d'Intel : le 8049. Il scrute en permanence si une ou plusieurs touches sont activées. Il stocke quelles touches ont été activées et envoie une interruption (IRQ 1) au  $\mu$ -processeur.

Il est nécessaire d'avoir un  $\mu$ -contrôleur qui s'occupe du clavier car c'est un organe de saisie très lent et il demanderait trop de temps et de ressource au  $\mu$ -processeur central. De plus , bien traiter l'action sur une touche n'est pas si facile , il faut tenir compte des rebonds et faire un petit traitement qui s'apparente à du traitement du signal simplifié.

Il y a un autre domaine où la nécessité de  $\mu$ -processeurs spécialisés est forte. Les télécommunications demandent des  $\mu$ -processeurs qui sachent traiter le signal (beaucoup d'opérations de calcul et d'I/O) , ces processeurs sont appelés des DSP (Digital Signal Processeur). Les cartes graphiques utilisent aussi un processeur qui s'apparente aux DSP. Texas Instrument<sup>8</sup> s'est fait une spécialité des DSP , mais Motorola et d'autres en fabriquent aussi.

Un des plus grands fabricants de DSP est AT&T , ce qui n'a rien d'étonnant , car c'est aussi un des plus gros consommateurs. Il faut savoir qu'a l'intérieur d'un téléphone portable il y a un DSP , le marché est donc considérable ainsi que les enjeux.

Le succès d'un  $\mu$ -processeur est très aléatoire et dépend exclusivement d'opportunités qui sont incontrôlables par les fabricants. Le succès de l'architecture xxx86 est le fait du succes du PC , symétriquement le 68xxx était dépendant du Mac.

L'émergence des stations de travail a permis à quelques fabricants la création de nouveaux circuits. Mais les ampleurs des investissement actuels à effectuer ne pourront être le fait que de conglomérats puissants.

---

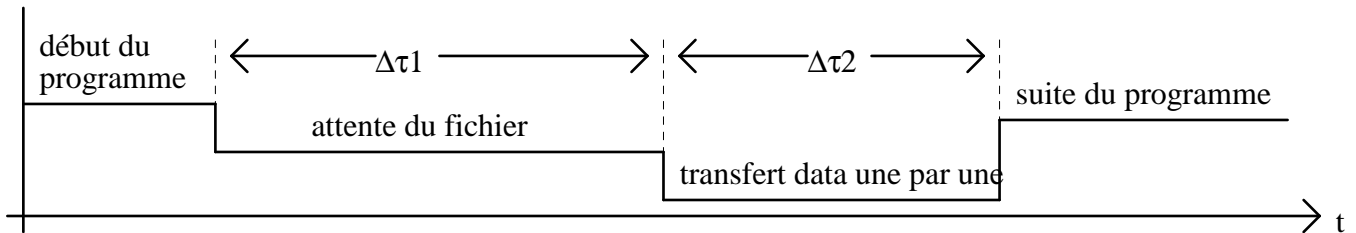
<sup>8</sup> On trouve fréquemment des TMS320 sur les cartes contrôleurs des disques SCSI. Ce DSP de TI est un des plus courant dans l'industrie , son rapport qualité et puissance / coût est vraiment impressionnant.

## DMA

Bien que ne faisant pas partie d'un  $\mu$ -processeur le DMA (Direct Memory Acces) est un composant qui lui y est toujours associé. Il sert à "accélérer" les transfert de donnée entre la mémoire et les périphériques. Le terme d'accélération doit être pris dans le sens qui décharge le  $\mu$ -p du travail.

### Sans DMA

Supposons que l'on ait un programme qui s'exécute et qu'il doit lire le contenu d'un fichier pour pouvoir continuer à fonctionner. Si on programme "bestialement" on attend que le disque fournisse les données et on continue le programme quand les données sont présentes, ce qui introduit un temps d'attente. De plus quand le disque fournit les données c'est une par une, il faudrait donc que le  $\mu$ -p lise une par une les données pour les stocker en mémoire ce qui est peu productif.



On voit assez bien que l'on a consommé  $\Delta\tau_1 + \Delta\tau_2$  temps qui ne sont pas utilisés pour le programme.

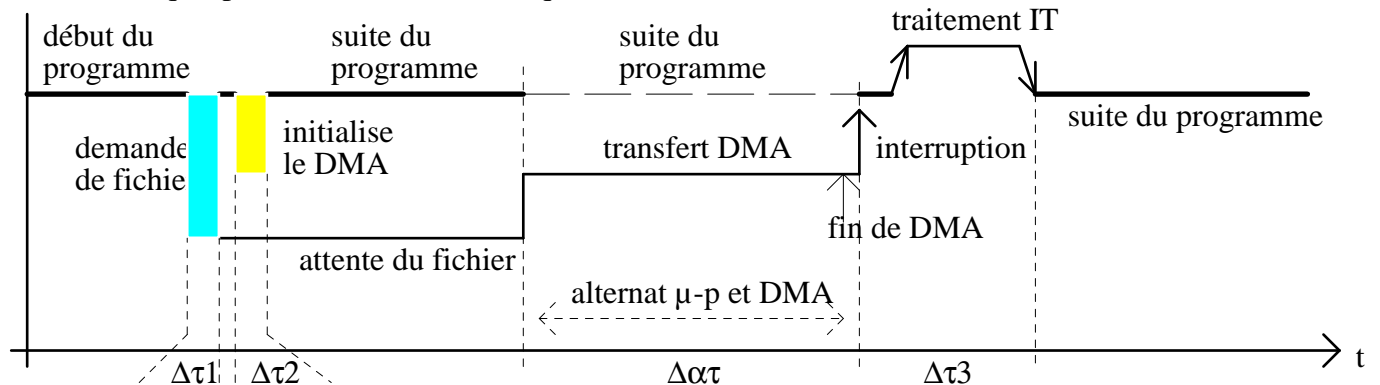
Ordre de grandeur :

Si on donne un ordre d'idée de temps  $\Delta\tau_1 \approx 10$  ms et  $\Delta\tau_2 \approx 200$  ns par data

supposons que l'on veuille transférer 1Ko on a  $\Delta\tau_1 + \Delta\tau_2 = 10$  ms +  $(200\text{ns} * 1000) = 10,2$  ms

### Utilisation du DMA

Imaginons que l'on ait un dispositif qui soit capable de se charger du transfert des données du disque en mémoire et qu'en plus on sache à l'avance quel fichier on désire.



Le temps  $\Delta\tau_1$  est court (écrire dans des registres d'I/O du disque) de même  $\Delta\tau_2$  l'est aussi (même raisons mais pour le DMA),  $\Delta\tau_3$  est toujours le plus court possible par principe.

Il reste  $\Delta\alpha\tau$  qui est la vitesse de transfert du DMA d'une data du disque vers la mémoire on peut considérer que 100ns est une valeur moyenne mais il y a 1 cycle de  $\mu$ p par cycle de transfert DMA donc le  $\mu$ p n'est pas arrêté. (pour faciliter les calculs on supposera que le  $\mu$ p n'est pas actif).

Ordre de grandeur :

$\Delta\tau_1 = \Delta\tau_2 \approx 1$   $\mu$ s       $\Delta\tau_3 \approx 10$   $\mu$ s       $\Delta\alpha\tau \approx 100$  ns \* 1000 = 0,1 ms

$\Delta\tau_{\text{total}} \approx 1012$   $\mu$ s  $\approx 0,1$  ms

On a gagné 10 ms sur le cas sans DMA ce qui est énorme.

nota : Ce calcul grossier est à reprendre en considérant que durant  $\Delta\alpha\tau$  le  $\mu$ p est actif car il exécute 1000 instructions.

# Mémoire interne

La mémoire est l'endroit où le  $\mu$ -processeur travaille. Il stocke ses résultats, déplace les blocs, lit les fichiers, etc.

Elle doit être la plus performante possible : grande capacité, faible temps d'accès, faible coût, faible volume.

Il existe 2 grandes familles de mémoire : les mémoires "vives" ou RAM et les mémoires "mortes" ou ROM.

## RAM

La mémoire RAM (Random Acces Memorie) est une mémoire où l'on peut lire et écrire à n'importe quelle place. Quand on cesse de les alimenter elles perdent les informations qui étaient présentes, et quand on allume l'ordinateur pour la 1<sup>ère</sup> fois on trouve n'importe quoi en mémoire.

Les PC font une sequence de test au démarrage afin de savoir si un des circuits est endommagé.

## Statique

Les mémoires statiques (SRAM) sont des RAM qui conservent les informations tant qu'elles sont alimentées. Il suffit d'écrire ou de lire pour les utiliser.

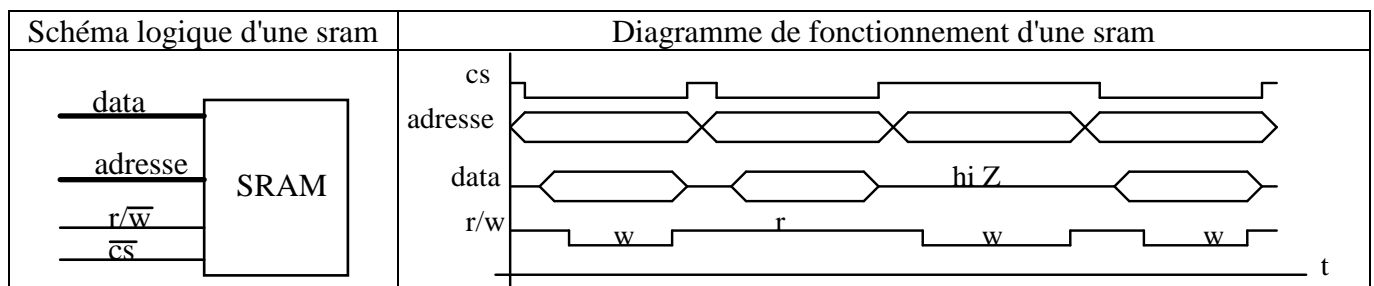
## Sram "cache"

Leur capacité est d'environ 1 Mbits et leur temps d'accès peu être très faible (20 ns). Ce type de mémoire convient bien pour les mémoires "cache" qui sont des mémoires allant à la vitesse du  $\mu$ -processeur.

## Sram de sauvegarde de "setup"

En favorisant la consommation aux dépens de la vitesse on peut avoir des mémoires qui consomment 100 $\mu$ A pour un temps d'accès de 100 ns. Si on a pris soin d'ajouter une pile, ou mieux une batterie branchée, sur cette mémoire, on conserve<sup>9</sup> les informations sur la composition matérielle de l'ordinateur lorsqu'on l'éteint. En général, à la partie mémoire du circuit on ajoute une partie horloge temps réel, ce qui permet d'avoir l'heure et la date.

Dans tous les ordinateurs "modernes" il y a de la mémoire statique "cache" et une sram de sauvegarde de "setup" avec horloge "temps réel".



- data le bus de data est constitué de fils qui permettent de lire ou d'écrire des données
- adresse le bus d'adresse permet de choisir 1 data parmi toutes celles contenues dans la mémoire
- r/w ce signal permet de positionner la mémoire soit en lecture (read) soit en écriture (w)
- cs ce signal permet de sélectionner le boîtier parmi d'autres boîtiers

nota : la barre au dessus du nom du signal indique que le signal est actif au niveau bas.

<sup>9</sup> La consommation de cette mémoire de sauvegarde est tellement faible ( $\approx 5\mu A$ ) que les piles vieillissent sans s'user. C'est un des problèmes des cartes mère car il faut changer la pile après sa durée de vie normale ( $\approx 7$  à 10 ans). Mais certaines mémoires (Dallas) ont la pile qui est intégrée dans le boîtier (c'est un boîtier noir plus épais que les autres du fait de l'intégration de la pile à l'intérieur). Dans ce cas, on peut donc considérer que la carte mère a une durée de vie de la durée de vie de la pile de sauvegarde. Alors que la sauvegarde par piles, dans un support de pile normal, permet de conserver "à vie" la carte mère, il suffit de changer les piles tous les 3 ou 4 ans.

## Dynamique

La fabrication de RAM statique demande plusieurs transistors par bit de mémoire. On a une autre façon de procéder en constatant qu'une charge électrique située aux bornes d'un condensateur s'écoule lentement, le temps dépend de la constante diélectrique. Si on relie ce condensateur à un injecteur de charge d'un côté, et à un lecteur de charge de l'autre, on a pendant un certain temps une fonction mémoire. Mais si on veut conserver longtemps l'information il faut "rafraîchir". Les mémoires dynamiques (DRAM) sont basées sur ce principe. Elles possèdent une grande capacité 4, 16 et bientôt 64 M bits. Elles doivent régulièrement être rafraîchies toutes les 10 µs donc elles consomment du courant.

Elles ne peuvent pas être aussi rapides<sup>10</sup> que des mémoires cache. Leur temps d'accès est de 70 ns, c'est 3 fois plus long qu'un cycle de µ-processeur. C'est pourquoi dans certains logiciels de configuration de PC on trouve une possibilité de modifier les paramètres de temps d'accès (c'est en fait le temps d'attente ou *wait state* que l'on modifie).

Les DRAM existent en barrette pour la mémoire centrale d'un ordinateur, elle sont maintenant au format SIMM ou DIMM. C'est un circuit imprimé où sont placées les mémoires. Un bord du circuit est un pastillage de connecteur doré.

Il existe :

- 2 formats de barrette SIMM alimentée en **5v**
  - Le format simple 30 connexions capacité max 16 Mo sur 9 bits de données (abandonné)
  - Le grand format 70 connexions capacité max 64 Mo sur 36 bits de données (va être abandonné)
- 1 formats de barrette DIMM alimentée en **3,3v**
  - Le format simple 168 connexions capacité max 256 Mo sur 64 bits de données

Les Drams étaient données pour un fonctionnement sur bus interne à 66MHz. De nouveaux circuits permettent de fonctionner à bus interne de 100mhz. Il faut donc choisir ses mémoires en fonction des possibilités du cpu et de la carte mère.

Le format des données des DRAM est en général basé sur 1 octet + 1 bit de parité ou leurs multiples par 4.

Les Japonais ont concentré leurs efforts sur la fabrication de ces composants depuis 10 ans et ils possèdent presque un monopole de fait.

Le prix des DRAM est un des indicateurs de l'état du marché. On peut fixer grossièrement une moyenne indicative de 200 F le Mo. Les prix fluctuent très vite et sont soumis à des rythmes de croissance et décroissance tous les un an et demi.

Schéma logique d'une dram :

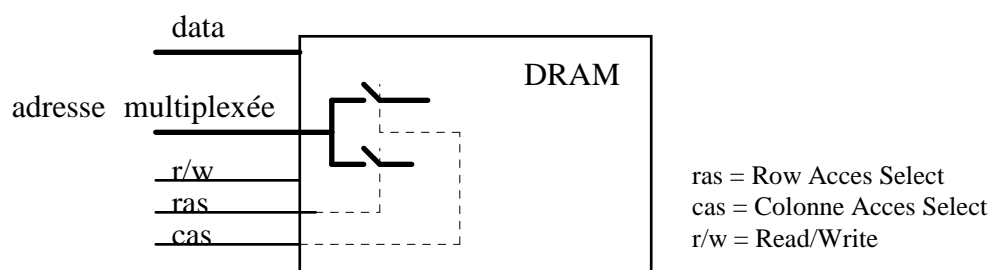
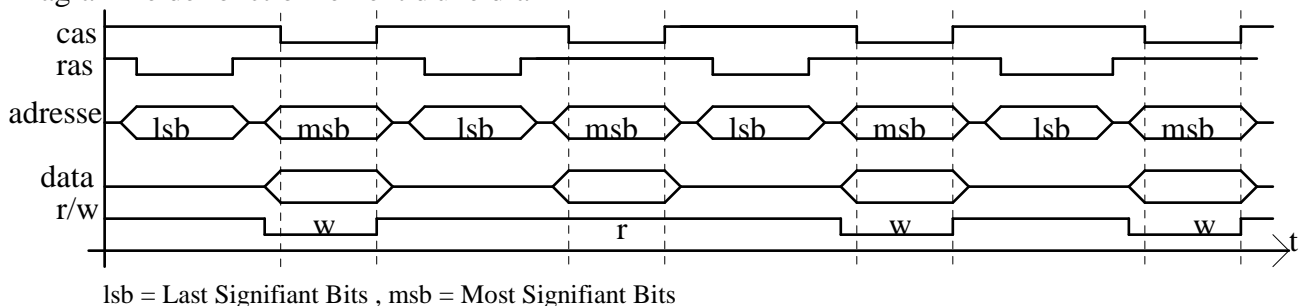


Diagramme de fonctionnement d'une dram



lsb = Last Signifiant Bits, msb = Most Signifiant Bits

<sup>10</sup> IBM a mis au point dans ses laboratoires une DRAM qui aurait un temps d'accès d'environ 20 ns.

## ROM

Pour démarrer les ordinateurs ont besoin d'un programme. On appelle le démarrage "la séquence de boot". Celle-ci est située en mémoire. Comme l'ordinateur vient d'être "allumé", il faut une mémoire qui ne s'efface pas. De telles mémoires sont appelées ROM (Read Only Mémoire) car elles sont programmées 1 fois et ne perdent pas les informations qui y sont mises, par contre on ne peut que les lire.

Dans les  $\mu$ -ordinateurs : portable, MAC, PC, station de travail, la rom qui s'y trouve est désignée par le terme *prom de boot*.

Les ROM se classent en :

ROM circuit fait chez le fabricant : coût faible, grande capacité

PROM peuvent être programmées 1 fois :

EPROM idem une PROM mais elles peuvent être effacées dans un effaceur à U.V.

FLASH on peut les réécrire. Il faut faire une séquence d'effacement général auparavant.

nota : Les ROM ont le même schéma et diagramme de fonctionnement que les *sram* sauf que l'on ne peut que les lire et pas les écrire. Les *flash* demandent une circuiterie spéciale pour leur réécriture.

La capacité des ROM est d'environ 1 M bit.

Pour les *flash* on essaie d'obtenir les plus grosses capacités possibles (16 Mbits en 1994), le but étant de remplacer à terme les disques durs par des disques tout silicium<sup>11</sup>.

Certains ordinateurs (portables) ont une partie de leurs logiciels placés dans une rom. Cela a l'avantage de ne pas prendre de place, mais l'inconvénient de ne pas permettre de mettre à jour le logiciel. On peut pallier ce défaut en plaçant des *flash* comme mémoire de programme.

### Prom de boot

Un des "grands" fournisseurs de "prom de boot" pour PC est la société AMI qui équipe une grande partie des ordinateurs<sup>12</sup>. Les fonctionnalités offertes sont, outre le démarrage et le test de la mémoire, une possibilité de configuration du matériel assez complète. C'est ce que l'on appelle le *setup* de la machine.

L'argument de certains vendeurs proposant des *flash* à la place d'*eprom* pour le boot est purement commercial<sup>13</sup>. Pour la fonction de *setup*, tous les types de mémoires *rom* sont acceptables et seule une considération de prix est à prendre en compte.

Il en va différemment dans certains systèmes que nous qualifierons d'industriels. ex. Les pompes à essence ont un petit programme qui calcule le prix, et qui l'affiche, en fonction du volume débité. Ce programme est placé dans une *rom*. Mais le prix varie, il faut donc pouvoir modifier les valeurs placées en *rom*. Dans un cas comme celui-ci il semble normal d'utiliser une *flash* dont une partie est dévolue au programme, donc fixe, et une autre aux informations relatives aux prix, et qui doit pouvoir être modifiée.

Dans un ordinateur type PC, la ROM sert de sauvegarde à de 2 types de programmes complémentaires.

☉ en 1<sup>er</sup> le bios (Basic Input Output System)

☉ en 2<sup>ème</sup> le setup

<sup>11</sup> Cela semble pour certains une utopie. Le fonctionnement en écriture des *flash* étant très particulier, il semble que leur domaine d'utilisation sera à "trouver". Elles auront certainement des usages que nous ne sommes encore pas très bien capables d'évaluer. L'usage de masse de ces mémoires aura un impact qui, bien que surprenant à l'heure actuelle, nous paraîtra évident dans le futur.

<sup>12</sup> "Ils sont 3" en fait : Ami, Award et Phoenix, et se partagent 90 % du marché des rom de bios pour le PC.

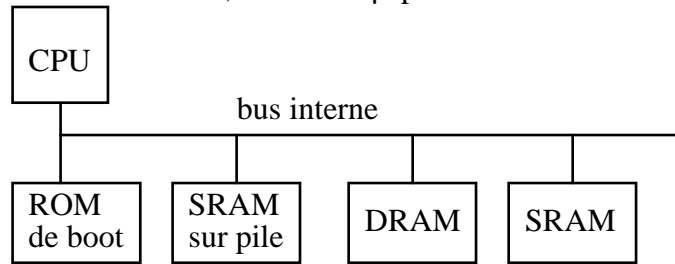
<sup>13</sup> Petit problème amusant :

Sachant que la prom de boot sert au démarrage d'un PC et que sans elle l'ordinateur est définitivement inutilisable, que se passe-t-il si, en cours de reprogrammation de la flash de boot, il y a une coupure de secteur ?



## Fonctionnement

On schématise la conception d'un ordinateur , au niveau  $\mu$ -processeur et mémoire.



Il nous faut affiner notre vision de la mémoire. Nous allons prendre un ex. sur un PC "moderne" type 486 ou Pentium.

Ces machines sont livrées avec une prom de Boot ou de bios , de 256 ko à 1Mo de mémoire cache , et suivant les moyens financiers de 8 à 64 Mo de ram (qui est de la dram).

### write through / back

Lorsqu'un programme est lancé le système installe ce qu'il peut en mémoire *cache* et le reste en mémoire *dram*. Tout programme a une partie de données. Ces données sont (en principe) placées en mémoire *dram*. Elles doivent être lues de la mémoire vers le  $\mu$ -processeur et surtout écrites du  $\mu$ -p vers la mémoire. Pour améliorer les performances , il vaut mieux les avoir en mémoire *cache* qu'en *dram*. Les systèmes font des sauvegardes de la mémoire vers le disque. La mémoire qui est utilisée pour les opérations de sauvegarde est la *dram*. Or la mémoire qui est utilisée par le  $\mu$ -p est la cache. Il faut donc un mécanisme de sauvegarde efficace qui permette d'avoir rapidement les informations prettes à être écrites sur le disque.

Différentes techniques de gestion des échanges *dram cache* sont disponibles :

- l'écriture à travers le cache *write through*  
consiste a écrire chaque donnée à la fois dans le *cache* et dans la *dram*.
- l'écriture par paquet *write back*  
garde des bloc de données dans le *cache* jusqu'à ce qu'on les transfère d'un seul coup en *dram*
- l'écriture par paquet si modification *write back with dirty*  
idem (b) mais le transfert en écriture en *dram* se fait uniquement si les données en *cache* ont été modifiées.

Ces méthodes de gestion du cache ont des avantages en vitesse , sécurité , et coût système.

	write through	write back	write back with dirty
vitesse	moyenne	bonne	très bonne
sécurité	grande	moyenne	moyenne
complexité	très simple	simple	complexe

Dans certains bios de PC on peut régler ces paramètres. Un réglage fin n'est jamais facile et dépend de trop de paramètres extérieurs , nature de l'activité , nombre de tâches en cours , taille des données utilisées , etc. pour qu'il soit possible de donner UNE recette miracle. Un moyen terme semble être la technique du *write through* qui a l'avantage de fonctionner avec tous les systèmes.

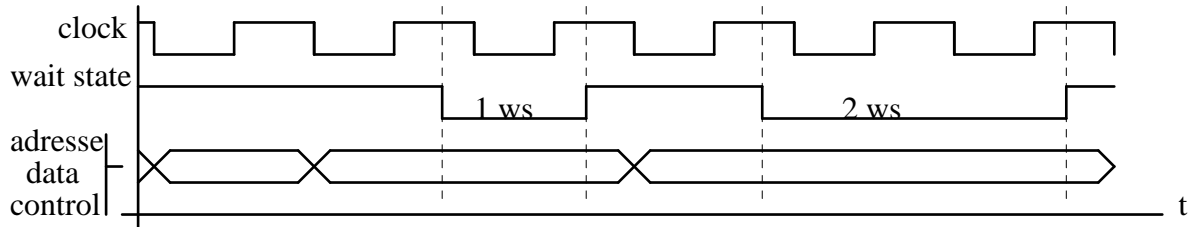
## wait state

La vitesse d'accès du  $\mu$ -p aux mémoires pose un petit problème.

Un  $\mu$ -p "normal" à 100 Mhz a un cycle de 10 ns. Une *sram* a un cycle de 20 ns donc 2 fois plus lent. Une *dram* a un cycle de 60 , 70 ns donc 7 fois plus lent. Il faut donc indiquer au  $\mu$ -p qu'il doit ralentir lorsqu'il accède aux ram. Cela se fait dans les programmes de *setup* par une programmation fine des nombres de *wait state* (état d'attente) dévolus à chaque accès ram.

Il est normal de trouver 1 ws pour un accès *sram* et 4 à 5 ws pour de la *dram*.

diagramme de *wait state* :



## Mapping mémoire

Lorsqu'un PC démarre il commence à exécuter le programme que sa *prom de boot* contient. Or les constructeurs y ont placé un programme de *setup* mais aussi la partie *bios* , c.a.d. tout les sous-programmes qui seront utilisés pour accéder aux composants interne du PC.

Quand un utilisateur va travailler avec un programme celui-ci va souvent faire appel aux sous-programmes de *bios* , or les *prom de boot* sont des mémoires dont les temps d'accès sont d'environ 100 ns. Il serait donc plus intéressant de copier le bios en mémoire "vive" , c.a.d. dans la *dram* et ainsi profiter de leurs temps d'accès d'environ 60 ns.

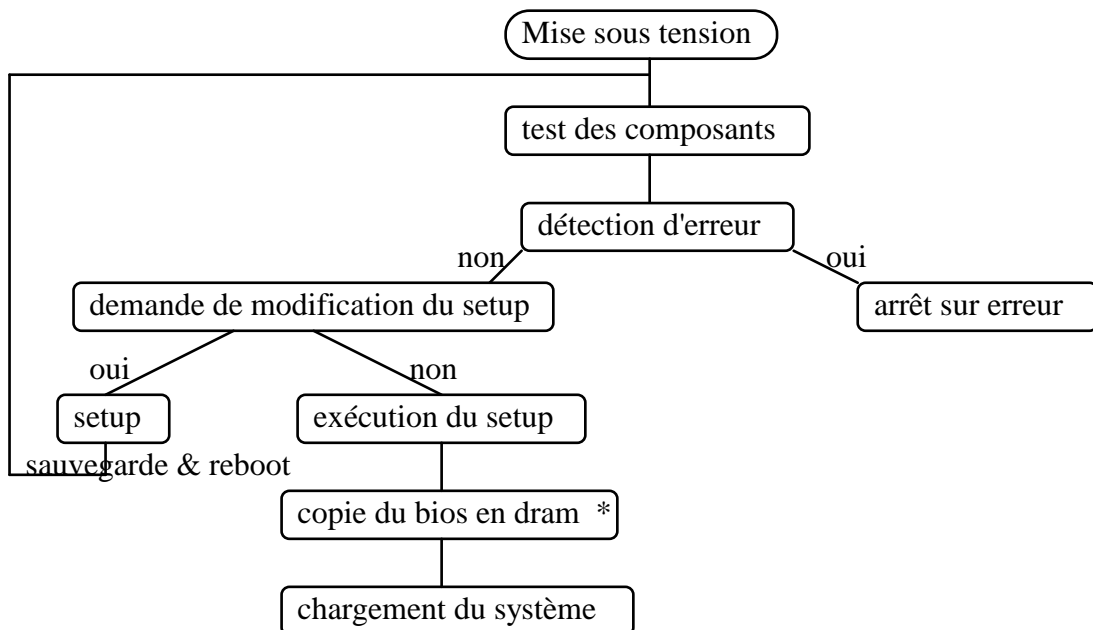
Cette possibilité est offerte dans les setup modernes par la commande :

*bios shadow : enabled / disabled*

Si on accepte , alors le *bios* sera copié dans la *dram* et les accès aux composants seront accélérés.

## Séquence de démarrage d'un PC

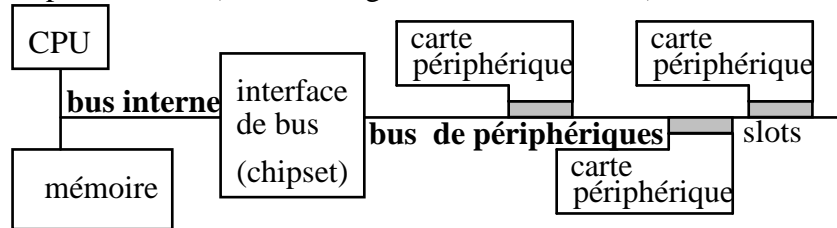
Schématisons la séquence de démarrage d'un PC en disant que tous les ordinateurs ont un même type de démarrage.



\* Nous avons supposé que le *setup* est configuré pour une copie du *bios* en *dram*.

# Bus

Le but d'un bus d'interfaçage est de normaliser les connecteurs entre la carte mère (celle qui supporte le CPU , les mémoires et les différents circuits de contrôle) et les cartes additionnelles. C'est sur ce bus que les échanges entre CPU et cartes contrôleurs de périphérie se font. Il faut qu'ils soient les plus rapides possibles. Ce bus est totalement passif (groupe de fils sur la carte mère), les circuits actifs sont l'interface de bus du côté  $\mu$ -p et les adaptateur de bus du côté carte périphériques. La différence entre les types de bus existant est fonction des potentialités (vitesse , largeur des données, etc.)



## ISA

C'est le 1<sup>er</sup> bus pour PC.

Il est fait en 2 parties.

La 1<sup>ère</sup> est issue des 1<sup>ers</sup> PC et est constituée d'un connecteur supportant : 8 bits de données , 20 bits d'adresse et les signaux de contrôle.

La 2<sup>ème</sup> version issue du PC AT a un connecteur additionnel supportant : les 8 autres données pour faire 16 bits , 4 fils d'adresse en plus et d'autres signaux de contrôle.

données	16 bits
adresse	24 bits
vitesse	8 Mhz
taux de transfert	4 Mo/s
multiprocesseur	non

## EISA

Le bus ISA ne donnant pas satisfaction dans le cas d'un serveur , un groupement de fabricants a créé un bus utilisant l'ancien bus ISA mais a rajouté une "couche" permettant plus de fonction. C'est une réponse au bus propriétaire MCA d'IBM.

données	32 bits
adresse	32 bits
vitesse	33 Mhz
taux de transfert	33 Mo/s
multiprocesseur	oui

## MCA

IBM a voulu améliorer le bus ISA , mais ne pas laisser les autres constructeurs le recopier comme cela avait été le cas pour l'ISA. C'est un bus que seul IBM a maintenu envers et contre tous et il est maintenant oublié. Ceux qui on acheté des ordinateurs avec ce bus sont extrêmement gênés par la spécificité et les coûts hors de raison des cartes additionnelles.

données	32 bits
adresse	32 bits
vitesse	33 Mhz
taux de transfert	20 Mo/s
multiprocesseur	oui

## VESA

Les bus MCA et EISA sont trop puissants pour un simple utilisateur , le bus ISA est trop faible , il y a eu création par les constructeurs "taïwanais" d'une norme. On ajoute à la suite des 2 connecteurs ISA un troisième connecteur qui permet de "l'étendre".

données	32 bits
adresse	32 bits
vitesse	40 Mhz
taux de transfert	80 Mo/s
multiprocesseur	non

## PCI

Intel a conçu un bus général permettant de supporter les  $\mu$ -processeurs "modernes". C'est le bus d'aujourd'hui et qui durera encore quelques années car il est très bien fait. Tous les grands constructeurs conçoivent avec ce bus. Les cartes s'enfichent dans 1 connecteur de dimension identique au 1<sup>er</sup> connecteur du PC.

données	64 bits
adresse	32 bits
vitesse	33 Mhz
taux de transfert	132 Mo/s
multiprocesseur	oui

Les nouveaux MAC d'Apple sont aussi équipés de bus PCI.

## PCMCIA

Pour les portables il est indispensable d'avoir des périphériques les plus petits possibles. Il est de même souhaitable que le connecteur soit petit. Un groupe de travail japonais a proposé un bus appelé JEDA qui a été repris au niveau international sous le nom de PCMCIA. C'est un connecteur de 68 broches, mais aussi un bus, très proche du bus interne du  $\mu$ -processeur. Il permet des échanges rapides entre les cartes PCMCIA et le portable. Le contrôleur PCMCIA est très simple car il ne fait que de la détection de présence de cartes dans le connecteur. Il assure aussi l'alimentation des cartes.

Le bus PCMCIA deviendra l'équivalent du bus ISA dans les années futures , c.a.d. un bus simple rapide et peu coûteux.

## Bus industriels

Les bus que l'on a décrits sont utilisés dans l'informatique de "bureau". Il y a des besoins plus orientés industriels. 2 constructeurs de  $\mu$ -processeurs ont normalisé 2 bus industriels.

Motorola a créé le bus VME alors qu'Intel proposait le MULTIBUS II. Tous les 2 ont 32 bits de données , d'adresse et vont à 30 Mhz.

Les parts de marché de ces bus sont de 25 % pour multibus , 60 % pour VME , le reste allant à d'autre bus.

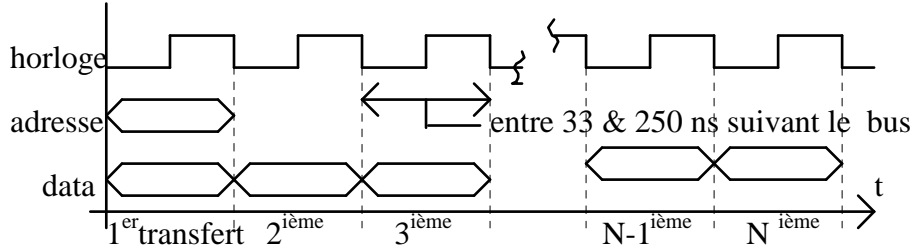
Les besoins de performances se faisant sentir dans ces domaines comme partout , on voit se créer des tendances autour de certains bus :

future bus : bus de très haute performance (échange à 100 Mhz , etc.)  
 VXI : bus d'appareil de mesure de très haute performance.

## Notions annexes

### Mode Burst

En fonctionnement traditionnel le  $\mu$ -processeur "envoie" à la fois l'adresse et la donnée pour faire un échange sur le bus. Or la création d'une adresse demande du temps de calcul CPU. En mode Burst le CPU envoie en 1<sup>er</sup> l'adresse et la donnée, comme normalement il le fait, mais ensuite il n'envoie que les données et cela sur un total de 4, 8 ou 16 cycles.



Ce fonctionnement permet d'accélérer les échanges car le CPU n'a pas à calculer les adresses suivantes, c'est à la charge du récepteur d'incrémenter les valeurs d'adresse pour savoir où situer la donnée reçue.

Ce mode ne marche que pour des données placées consécutivement.

### Plug and play

On sait que pour une donnée, il doit correspondre une seule et unique adresse. Quand on connecte une carte périphérique, elle doit donc avoir un espace d'adresse propre (ne serait-ce qu'un registre), où le CPU transfère les données. Cet espace d'adresse est soit défini par l'utilisateur, soit détecté automatiquement. C'est ce que Apple, le premier et Intel ensuite, appellent le *plug and play* ou *PnP*.

Le concept est très séduisant et marche bien sur les MAC d'Apple. Mais le nombre de bus et de cartes du PC empêche pratiquement de le concevoir simplement. Seule une tentative de normalisation *du plug and play* est faite pour le bus PCI 2.0 qui sera effectif au début de l'année 1995.

### Mélange

Certains constructeurs de carte mère construisent des cartes qui ont tous les bus : PCI, VESA, et ISA. Cette solution qui semble attrayante intellectuellement, ne l'est peut-être pas dans les faits. Il faut une grande maîtrise technologique pour "marier" tous ces bus et on peut se trouver confronté à des problèmes de fonctionnement de cartes qui ne sont pas toujours simples à détecter.

### Qualité

Quand on achète un MAC ou un DEC Alpha on est assuré de la qualité par le constructeur, donc en théorie, pas de problème de fonctionnement. Quand on est dans le monde PC il en est tout autrement. La fabrication des cartes est assurée par des sociétés qui vérifient la bonne marche de leur carte avec le système DOS qui représente 80 % de l'utilisation future de leurs cartes. Quand on utilise un autre système, ou pire que l'on "panache" différents systèmes sur le même PC on découvre souvent des surprises, les unes bonnes, les autres très mauvaises. L'évolution de Microsoft vers 3 systèmes : DOS, Windows 95 et NT, va certainement assainir le marché des cartes mère.

nota : Il ne faut surtout pas croire qu'une carte mère d'un constructeur "réputé" est meilleure que celle d'un obscur Taïwainais. C'est même généralement l'inverse. De plus pour des raisons de coût, presque tous les grands constructeurs font faire leurs cartes en Asie du Sud-Est.

La seule et unique raison qui influencerait l'achat de PC de marques est la garantie, payante, qu'offrent les constructeurs sur leurs matériels.

Il faut savoir qu'actuellement le PC est un "mécano", et qu'une personne qui n'a pas la phobie du tournevis, est un aussi bon constructeur de PC, qu'IBM.

Savoir construire et donc dépanner un PC est gage **d'économies** et **d'indépendance**.

## Conclusion

Un bus est fait pour ajouter des cartes contrôleurs de périphériques. Celles-ci se placent dans un "slot" (connecteur spécialisé). Une carte d'un bus donné ne peut pas se "slotter" sur un autre type de bus (exception faite pour ISA sur EISA).

Il faut absolument être conscient qu'un bus est une suite de lignes électriques qui transmettent des signaux à très grande vitesse, donc à haute fréquence. Ainsi il est physiquement impossible d'avoir de grandes distances entre les 2 extrémités d'un bus. Un bus a donc toujours une taille d'environ 20 cm au maximum. On peut faire des bus plus longs mais alors les fréquences diminuent, et il existe des problèmes liés à "l'adaptation d'impédance", c.a.d. qu'il faut prendre garde aux extrémités.

Concevoir un bus est une tâche très complexe. Il faut en plus qu'il réponde aux demandes futures. Le choix d'un bus est peut-être encore plus complexe. Il faut qu'il réponde aux exigences techniques, qu'il assure une pérennité d'évolution, et qu'il soit bien diffusé sur le marché afin que beaucoup de constructeurs construisent des cartes périphériques pour ce bus, pour que le coût diminue.

## Choix d'un bus

Ce qui va être dit est valable en 1998.

- \* Le bus EISA pourra encore durer très peu de temps pour ses performances comme bus de serveurs ; attention au coût des cartes.
- \* Le bus ISA est mort, ("vive le bus isa"), il continuera à être présent sur les cartes mères, pour continuer à supporter les anciennes cartes, mais de moins en moins de slots seront disponibles.
- \* Le bus MCA est définitivement fini et heureusement pour le porte-monnaie des utilisateurs.
- \* Le bus PCI, lui, est destiné aux machines puissantes. Actuellement c'est le PCI 32 qui est en usage, mais bientôt arrivera le PCI 64 (64 bits).
- \* Dans tous les cas, le bus PCMCIA et ses cartes additionnelles est assuré d'un avenir, aussi bien pour les portables que pour les autres. Cependant le coût des cartes freine sa diffusion et c'est dommage !!!
- \* On peut estimer que le bus VESA est mort et c'est heureux.

Pour toute configuration à acheter on devra choisir PCI qui est LE bus actuel avec un choix d'évolution assez vertigineux<sup>14</sup>.

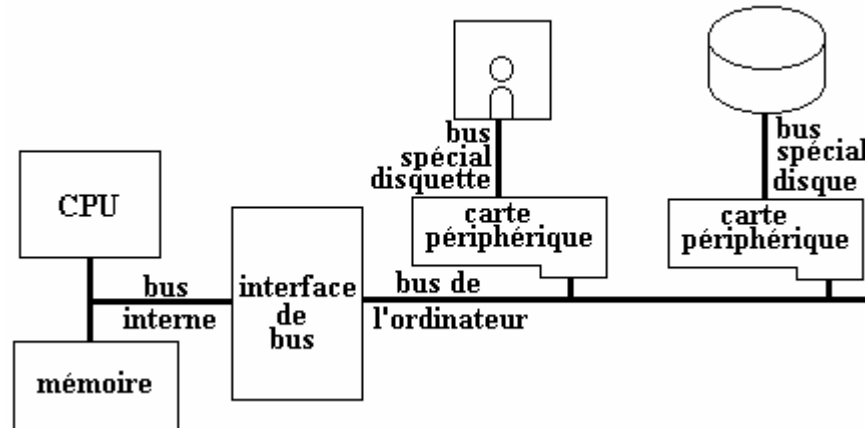
Il est de plus en plus question de changer les bus de périphériques (clavier, souris, imprimante, etc.), par un bus unique USB. C'est un point qui mérite toute notre attention car cela simplifierait grandement la connectique. Pour plus de détails sur ce bus, veuillez vous reporter au chapitre périphériques.

<sup>14</sup> Motorola, IBM, DEC, et d'autres commencent à concevoir leur carte d'unité centrale "slotable" sur bus PCI. Le jour est proche où on pourra changer de CPU sans changer de périphérique, ce qui est un comble !!!

# Périphérique de stockage

La conservation des données est un besoin permanent , dont le volume à conserver s'accroît de manière constante , et quelquefois inquiétante.

Les médias de stockage ont tous des temps d'accès beaucoup plus lents que les accès CPU. Il faut donc concevoir un protocole d'échange entre le CPU et eux. Cela impose de placer les périphériques de stockage connectés à la suite d'une carte contrôleur.

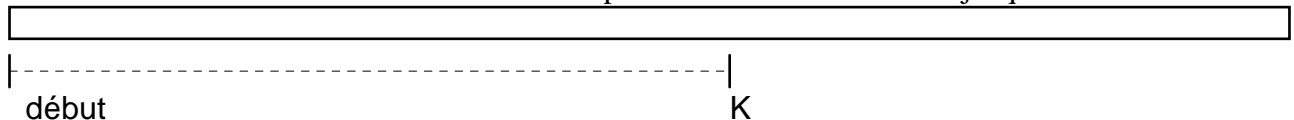


## Méthode d'accès

On distingue 2 type d'accès :

- \* Les accès séquentiel : type bande magnétique.

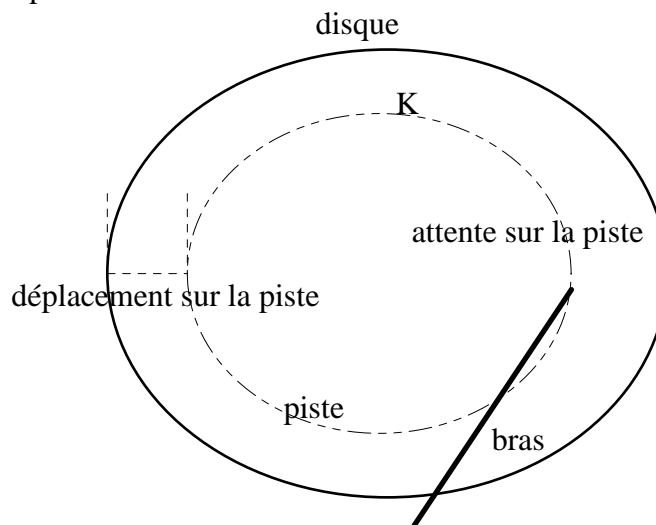
Pour trouver l'information située en K il faut parcourir la bande du début jusqu'à K.



- \* Les accès aléatoires-séquentiels : type compact disque.

Pour trouver l'information située en K il faut :

- 1<sup>er</sup> aller sur la piste où se trouve le début de K ,
- 2<sup>em</sup> parcourir la piste pour trouver le début de K.



## Accès aléatoire-séquentiel

Les médias de type disques sont à accès aléatoire-séquentiel. Par contraction linguistique on dit qu'ils sont à accès *aléatoire*.

### Disquette

La disquette est un média amovible qui existe depuis longtemps (1970). Elle est basée sur le principe du stockage d'information sous forme magnétique.

Elle se caractérise par : une assez faible capacité , un temps d'accès important , un débit faible. Malgré tout elle reste un des médias les plus populaires de par son faible encombrement et sa diffusion massive.

On donne sa taille en pouces (unité anglaise : 1 ' = 2,54 cm).

taille	capacité	protection	commentaire
8 '	360 ko	carton	format abandonné car trop ancien
5 ' 1/4	360 ko		vieux format que l'on peut encore trouver sur des PC
5 ' 1/4	1,2 Mo		
3 ' 1/2	720 ko	plastique	format classique sur PC , MAC , DEC
3 ' 1/2	1,4 Mo		

Le taux de transfert est d'environ 300 ko/s , et les temps d'accès à une information d'environ 200 ms.

Les disquettes se placent dans un lecteur qui est alimenté par 2 tensions de 5 et 12 volts. Certains lecteurs 3' 1/2 ne sont alimentés que par du 5 volts.

### Connexion

Le câble qui relie les lecteurs à la carte contrôleur est un câble plat de 34 points , c.a.d. qu'il y a 34 fils électriques , d'un petit diamètre , qui permettent l'échange de signaux.

Les PC peuvent avoir au maximum 2 lecteurs.

Pour pouvoir adresser l'un ou l'autre , le câble est "twisté" à l'extrémité , c.a.d. qu'à un bout du câble il y a une partie (du brin 10 au brin 16) du câble qui est tournée de 180° (inversée). Après la partie "twistée" les connecteurs correspondent au lecteur désigné par "A:" , alors que la partie directe (avant) où se trouvent les autres connecteurs se connecte sur le lecteur "B:".

Ce câble comprend en général 5 connecteurs femelles :

1 connecteur de type M50 pour se connecter sur la carte contrôleur et 2 groupes de 2 connecteurs , composés de 1 type M50 pour lecteur 3 ' 1/2 , et de 1 type bord de carte pour lecteur 5 ' 1/4.

Les connecteurs type M50 possèdent un détrompage constitué d'un petit bossage au milieu du connecteur. Quand aux connecteurs type bord de carte , le détrompage est fait par une petite paroi en plastique entre les connexions 2 et 3.

Le câble plat est généralement de couleur grise , pour différencier le brin 1 du câble il est coloré en rouge.

Si on a un câble multicolor , il est probablement basé sur les couleurs normalisées de l'électronique , le brin 1 est alors le brin noir sur un des bords de la nappe.

Le prix des lecteurs de disquette est faible , l'ordre de grandeur est d'environ 300 F. Celui du câble est à peu près de 50 F. Ces prix sont probablement des prix "plancher" , ils resteront certainement stables.



## Disque

C'est le média de stockage le plus courant, et celui qui a le meilleur compromis de coût/qualité.

Les disques sont basés sur le principe du stockage d'information sous forme magnétique.

Ils comportent une partie plateaux, têtes placées dans une enceinte close. Cette enceinte ne doit surtout pas être ouverte, car elle contient une atmosphère d'azote purifiée afin d'éviter les problèmes d'oxydation et de contamination par les impuretés qui, sinon, rayeraient les plateaux. Une 2<sup>ème</sup> partie est constituée de cartes électroniques permettant la mise en forme des signaux. Bien qu'on puisse placer un disque dans n'importe quelle position, il est souhaitable de **placer la partie électronique en-dessous** quand on fixe le disque dans l'ordinateur. La chaleur dégagée par la mécanique est toujours préjudiciable au bon fonctionnement de l'électronique, alors que celle dégagée par l'électronique ne dégrade presque pas le fonctionnement des moteurs.

On relie le disque à la carte contrôleur<sup>15</sup> par un ou 2 câbles plats plus une alimentation en énergie de 5 et 12 volts (attention, les courants consommés sont non négligeables : de 1 à 4 A).

Un disque se "formate". Le formatage de "bas niveau" est une opération qui "trace" les pistes, alors que le formatage de "haut niveau" ou *logique* place les secteurs. Le formatage logique est fait lors de l'installation d'un système dans le disque ; on "secteurise" les pistes avec des informations dépendant du système choisi.

Il existe actuellement 4 formats de disque.

- § Les disques de 5" 1/4 sont des disques qui ont déjà quelques années, ou ceux qui ont de très grosses capacités ( $\geq 8$  Go).  
Il existe 2 épaisseurs : la pleine hauteur de 8,2 cm et la demi-hauteur de 4,1 cm. L'épaisseur est fonction de l'ancienneté du disque et de sa capacité.
- § Les disques de 3" 1/2 constituent la majeure partie de la production actuelle. Comme les disques 5" 1/4 ils peuvent avoir 2 épaisseurs, néanmoins il existe aussi des disques extra-plats de 1".  
La capacité de ces disques commence à 200 Mo et peut aller jusqu'à 5 Go.
- § Les disques de 2" 1/2 ont été conçus pour se placer dans les ordinateurs portables. Leur hauteur est en général d'un 1/2" ou de 1,9 cm. Leurs capacités ne dépassent pas encore 1 Go.
- § Les disques de 1,8" sont eux parfaitement adaptés aux ordinateurs portables. Ils ont été conçus pour pouvoir se placer dans des modules à bus PCMCIA. La capacité record<sup>16</sup> est de 420 Mo.  
Attention, il semblerait que le format 1,8" ne soit pas courant et reste confidentiel longtemps.

Un disque dur performant permet d'accéder à une donnée en un temps compris entre 10 et 20 ms. La vitesse de rotation des plateaux est d'environ 3600 t/mn.

Pour faire face aux besoins du multi-média, une nouvelle génération de disque plus rapide, aux temps d'accès améliorés est disponible à des tarifs plus élevés.

Certains constructeurs proposent des disques placés dans des tiroirs extractibles, ce qui permet de changer de disque aisément.

Une technique appelée RAID consiste à placer plusieurs disques dans un même boîtier. Cela permet, grâce à un contrôleur spécial, d'avoir une grande sécurité de conservation de données pour un faible coût. La taille des données stockées est celle d'un disque "classique" multiplié par le nombre de disques - 1 (on conserve des traces des enregistrements faits et des corrections d'erreurs, ce qui fait que la place disponible n'est pas tous à fait la somme des disques).

Il y a plusieurs niveaux RAID, le plus intéressant étant le niveau 5 qui présente beaucoup d'avantages : sécurité, changement d'un disque en cours de fonctionnement, etc. Cette technique n'est envisageable actuellement, pour des questions de coût, que pour les stations serveurs de données.

<sup>15</sup> Les disques de 1,8" sont faits pour les cartes PCMCIA, et de ce fait se connectent directement sans passer par un câble, ni par une carte contrôleur.

<sup>16</sup> Electronique International du 6 octobre 1994 n° 153, p. 3

Dans tous les cas il faut prendre soin du , ou des , disque d'un ordinateur car c'est un organe fragile et relativement coûteux. Les disques de type IDE et de 200 Mo sont à environ 1500 F alors que ceux qui sont de 2 Go SCSI valent environ 10 000 F (prix 1994).

Le prix est un des paramètres intervenant dans le choix. Il faut savoir que les constructeurs se "battent" de façon très agressive sur ce point , et que le prix tend à "chuter" de manière impressionnante. Il est probable que le prix "plancher" des disques de faible performance est à peu près atteint. Celui des disques "performants" continue à baisser et personne ne prévoit où cela s'arrêtera<sup>17</sup>.

## Connexion

Exepté les disque 1,8 ' , qui sont faits pour les cartes d'extensions PCMCIA , il faut connecter les disques à une carte contrôleur. Il existe différentes normes.

### ST506

C'est la plus ancienne norme faite par Shugart Associates. Elle ne permettait que de faibles performances. Elle n'est citée ici que par sa diffusion massive dans les 1<sup>ers</sup> PC. On risque encore de la rencontrer , auquel cas le plus simple reste encore de changer la carte contrôleur et le disque sans aucun regret. La connexion se faisait au moyen de 2 câbles plats. Le débit étant de l'ordre de 500 Ko/s

### IDE

Suite au ST506 les constructeurs se décidèrent vers 1988 à améliorer les performances. Ils placèrent sur le disque plus "d'intelligence" ce qui permet de simplifier la carte contrôleur. Elle est en fait réduite à une série de "buffer" (amplificateurs) de signaux. Ensuite ils ont augmentés le débit d'échange qui est de l'ordre de 1 Mo/s.

- La connexion se fait par 1 seul câble plat. On peut mettre 2 disques par interface ide.
- C'est l'interface classique des ordinateurs PC de bas et milieu de gamme. Elle ne peut servir qu'à la liaison de la carte mère avec un disque ou 2 ou un cdrom ide.
- Les disques ide ne peuvent pas être formatés de "bas niveau", ils le sont par le fabricant.
- L'intérêt de l'ide est qu'il ne nécessite pas de driver pour accéder au disque.

### EIDE

Comme l'interface ide était simple, pas cher et marchait bien, on créé une nouvelle interface : même format de fils, mais avec plus de commandes et une vitesse plus grande (de 1 Mo/s à 5 Mo/s). On en profite pour placer 2 connecteurs, de ce nouveau type, sur la carte mère ce qui permet de connecter 4 périphériques de stockage ide. On peut ainsi vendre une carte mère performante et augmenter substantiellement les tarifs en expliquant que l'on a fait d'énorme efforts.

### ESDI

Alors que "sévisait" le ST506 , il fut patent qu'une performance plus importante était indispensable.

La création de la norme ESDI pour µ et mini-ordinateurs dans le début des années 80 permit aux constructeurs de proposer des machines performantes.

Le bus ESDI permet des échanges de données à 10 Mhz sur 8 bits. Le nombre de disques pouvant être mis en cascade est limité à 7 au maximum pour les mini (2 pour les PC). La liaison est faite par 2 câbles plats : 1 de contrôle général et 1 d'adressage du disque (les mêmes que ceux utilisés pour le ST506).

L'ESDI est encore utilisée largement , elle est peu courante sur les PC. Elle tend à être remplacée par la norme SCSI qui n'est pas plus rapide. Elle permet de formater les disques de "bas niveau". Pour les PC les cartes contrôleurs permettent de créer une table de translation pour les disques dépassant<sup>18</sup> 1024 cylindres.

<sup>17</sup> Cela pose un énorme problème de pérenité du fabricant. On a vu des constructeurs de disques , et pas des petits , être obligés de fermer car leurs prix n'étaient plus concurrentiels. L'utilisateur , qui a acheté un de ces disques , est alors bien embêté. Il faut être très prudent si on a une grosse commande de disques à faire , et ce n'est pas obligatoirement le moins cher qui est le plus intéressant.

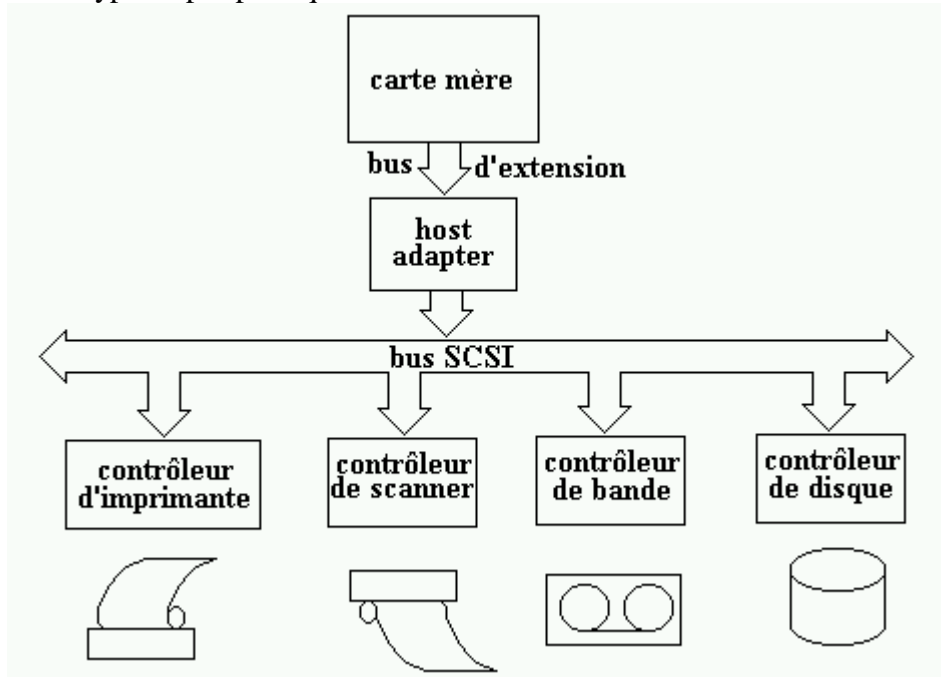
<sup>18</sup> Le DOS ne sait pas gérer les disques dont la capacité se fait sur plus de 1024 cylindres , car l'adressage des cylindres se fait sur 10 bits.

## SCSI

Shugart Associates a commencé à étudier en 1981 une interface indépendante de tous matériels qui s'est appelée SASI (Shugart Associates Systems Interface). Proposée à l'ANSI elle fut renommée SCSI (Small Computer Systems Interface). Elle fut définie principalement pour les  $\mu$ -ordinateurs. Cette norme est gérée par l'ANSI dans les sous-commités X3T9 , c.a.d. que ses spécifications sont publiques et que tout le monde peut construire un périphérique SCSI. Ce bus est donc indépendant de tout constructeur.

La norme comprend non seulement la définition précise des signaux électriques , mais aussi les commandes qui sont échangées sur le bus. C'est en fait une définition de bus d'échange de données et des commandes qui peuvent y être faites , qui fut établie.

Le bus sert à interconnecter tout périphérique à la norme , aussi bien des disques que des imprimantes , des scanners , ou tout autre type de périphérique.



## SCSI 1

Les caractéristiques du bus SCSI 1 sont :

8 contrôleurs en tout sur un câble , données sur 8 bits , multiples contrôleurs possibles<sup>19</sup> , taux de transfert de 5 Mo/s entre contrôleurs , coût faible , développement soft réduit.

Les contrôleurs sont reliés par un câble plat de 50 points. Il y a 2 types de connexions possibles , incompatibles entre elles.

- La liaison simple : où le fil de signal est unique. Les signaux sont de type TTL et la longueur maximum de liaison doit être raisonnablement inférieure à 2 m
- La liaison différentielle : où le signal est transmis sur 2 fils en différentiel. Les signaux sont de type RS 485 , ce qui permet une distance de liaison plus importante (de l'ordre de 5 m)

Dans les 2 cas il doit y avoir une charge de terminateur sur le câble. Cette charge est constituée par un diviseur de tension ohmique , qui maintient les signaux à une valeur stable quand il n'y a pas d'activité sur le bus. Cette charge permet aussi une atténuation des réflexions électriques.

En général la carte contrôleur de bus SCSI , située sur un des slots de la carte mère (appelée contrôleur hôte) , possède un terminateur que l'on peut activer ou non.

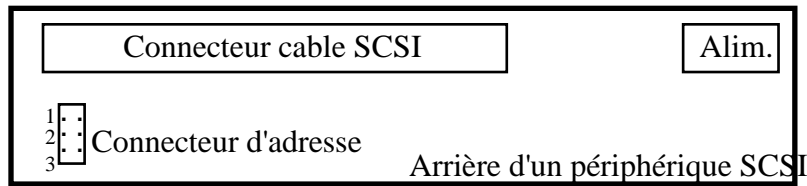
Il faut donc placer à l'autre bout du câble une charge. Cette charge peut être faite soit par un terminateur , ce qui monopolise un connecteur du câble , soit par un bouchon qui se place entre le connecteur du câble et le dernier périphérique connecté, soit par l'activation d'une charge active située dans ce dernier périphérique.

<sup>19</sup> En SCSI il existe la possibilité, rarement utilisée, de placer 2 contrôleur de bus sur le même bus. ex. 2 ordinateurs se partagent le même bus et donc les mêmes périphériques (imprimante commune , etc.).

Adresse

**Dans tous les cas les périphériques SCSI ont tous une adresse différente que l'on doit indiquer par des petits cavaliers placés sur un connecteur du périphérique.**

Les cavaliers sont appelés des strap.



Fréquemment le connecteur d'adresse est un petit connecteur de 3 rangs. On se souvient alors du codage binaire qui est :

adresse	1	2	3
0	n	n	n
1	X	n	n
2	n	X	n
3	X	X	n
4	n	n	X
5	X	n	X
6	n	X	X
7			

Légende

n : pas de strap.

X : strap entre les 2 broches du connecteur

 : réservé au contrôleur hôte (la carte contrôleur).

La définition des adresses est la suivante :

- Le contrôleur hôte est à l'adresse 7.
- Le disque où se trouve le secteur de boot du système est à l'adresse 0.

Pour Unix un consensus s'est fait pour avoir en plus :

- Le streamer est à l'adresse 2.
- Le CD-ROM est à l'adresse 5

Les adresses correspondent à la priorité lors d'une interruption , car la norme SCSI prévoit la possibilité d'interruption.

SCSI 2 (Il est n'a pas presque pas été diffusé de contrôleur de ce type)

La norme du SCSI 2 prévoit une évolution par rapport au SCSI 1 qui est le rajoue de certaines caractéristiques , sans rien enlever du SCSI 1.

- Vitesse de 10 Mhz.
- 15 périphériques possibles (théorique , mais en pratique peu le font).
- Reconnaissance automatique du périphérique.
- Commandes multiples par un même initiateur.
- Augmentation du nombre de commandes.
- Nouveau connecteur (plus petit : pas de 1,27 mm).

fast SCSI (c'est le plus diffusé)

Cette option permet de doubler la vitesse d'échange synchrone. Pour utiliser le fast SCSI , un câble de très bonne qualité est nécessaire.

wide SCSI

Le bus SCSI n'est pas limité à des échanges de 8 bits de données. L'option Wide permet d'avoir des échanges sur 16 bits. La taille du connecteur passe alors à 68 points. Il reste compatible avec les 8 bits de données du SCSI 2 (il faut néanmoins faire une adaptation du câble et du connecteur).

- wide scsi : échange à 20 Mo/s
- ultra wide scsi : échange à 40 Mo/s

### SCSI 3

L'ANSI est en train de normaliser le SCSI 3 qui aura :

- Une configuration automatique.
- Un câble de liaison plus long.
- Une option fibre optique.
- Des échanges sur 32 bits de données.
- Regroupement de lecture et éclatement d'écriture (on lit plusieurs sources en 1 seul paquet et on écrit sur plusieurs périphérique en même temps).

### Futur

Les bus d'échanges de données entre la carte mère et les périphériques ont une tendance à devenir de plus en plus importants en termes de fils. Il y a de nombreuses propositions de nouveaux bus.

- 2 bus de liaison séries sont proposés : Le PI394 et le SSA ou Fibre Channel. Tout 2 permettraient de relier les disques par une liaison série (3 ou 4 fils) à très haut débit (100 Mhz).
- Un SCSI 4 est proposé avec beaucoup plus de performance : vitesse très grande , etc.
- Fast ATA , qui est une évolution du bus IDE , et qui permettrait un taux d'échange entre 11 et 13 Mhz

### Dernière nouvelle :

Le 26 / 9 /1996, *IBM* initiateur de *SSA* ainsi que *Seagate* et *Adaptec* supporteurs de *Fibre Channel* ont annoncés la publication d'une proposition qui combinera les deux technologies sous le nom de : Fibre Channel Enhanced Loop (FCEL). Cette nouvelle interface supporte un débit de 1 Gbit/s et intègre des fonctionnalités spécifique à *SSA*. Cette nouvelle norme, est disponible depuis fin 1997, alors que les premiers produits conformes FCEL ne seraient pas commercialisés avant début 1999.

Avoir l'oeil dessus car cela peut révolutionner le bus de périphérique de stockage.

Un grand standard reste le bus IDE, pour les ordinateurs de faible coût.

On peut avoir un ordinateur vraiment universel grâce au bus fast SCSI. On peut aussi rechercher à avoir, par l'intermédiaire de ce bus, des performances de transfert entre périphériques et mémoire (serveur , cao , images animées , etc.).

## CD-ROM

Le CD-ROM est un média de type disque mais il utilise la lecture laser comme un compact disque audio , et c'est exactement le même système mécanique qui est utilisé.

Un disque laser est gravé chez le fabricant. Introduit dans le lecteur il permet de **lire seulement** 600 Mo.

Le temps de recherche d'une information est plus lent que celui des disques magnétiques , environ 200 ms. Mais leurs faible épaisseur , leur coût modique (20 F de prix des matériaux) , leur relative stabilité dans le temps , font des disques CD-ROM un des médias idéals. Le seul point faible vient de l'impossibilité d'écrire.

Le taux de transfert était de 150 Ko/s comme pour les lecteurs de compact disques. Le besoin d'un plus fort débit s'est très rapidement fait sentir et a donné le lecteur double vitesse , ce qui est le standard bas de gamme aujourd'hui. Malgré de grosses difficultés techniques , 2 constructeurs ont amélioré les taux de transfert. On a actuellement 3 autres débits possibles : le triple vitesse (450 Ko/s) , le quadruple vitesse (600 Ko/s) et le sextuple vitesse (900 Ko/s). Pour les taux importants NEC parle de multiSpin et désigne par 3X ou 4X ses lecteurs.

Le CD-ROM est aussi standardisé par une norme appelée MPC (Multimedia Personal Computer). La Norme MPC II définit les caractéristiques minimales d'un CD , c.a.d. le respect de la norme ISO 9660 qui permet à un CD d'être indifféremment lu sur un PC un Mac ou une station de travail. Une norme plus récente, la norme XA , autorise la lecture simultanée de données sonores, vidéos et binaires. Avec le CD photo de Kodak est apparu un nouveau standard , le PhotoCD. Pour pouvoir profiter des avantages du PhotoCD , le lecteur de CD doit en outre être multisessions , c.a.d. qu'il existe un descripteur de fichiers au début du CD qui permet le rajout de fichiers après avoir déjà écrit sur le CD (une autre session).

Les CD se chargent généralement en face avant. Il existe 3 méthodes : soit on place le CD dans un logement qui se referme par un couvercle comme les lecteurs de compact disques , soit on place le CD dans un caddy (boîtier plastique qui protège le CD) et le caddy est glissé dans le lecteur , soit , et ce uniquement pour les lecteurs externes , le sommet du lecteur s'ouvre , mettant à nu l'optique , on place le CD et on referme le "couvercle". La méthode la plus sûre est celle du caddy.

Le nombre de disques disponibles ne cesse de croître. Il en existe qui traitent de tous les sujets dans tous les domaines. Les grand éditeurs livrent maintenant leurs logiciel sur CD. On économise ainsi les 20 ou 30 disquettes et on a en plus l'aide en ligne sur le CD.

En simplifiant les caractéristiques on peut définir 2 types de lecteur.

caractéristiques	minimum	bien
normes	MPC II , XA , multi-session	MPC II , XA , multi-session
taux de transfert	300 Ko/s (double vitesse)	600 Ko/s (quadruple vitesse)
temps d'accès	400 ms	300 ms
chargement	tiroir	caddy
façade	prise casque , potentiomètre	idem + commande de lecture , touche d'éjection
option		autonettoyage de la lentille

### Connexion

Pour les lecteurs de faible et moyenne qualité la liaison se fait par câble plat avec une carte de contrôleur spécialisée. Pour les lecteurs de bonne qualité le type de liaison est toujours du SCSI.

### Futur

Les lecteurs "laser" vont augmenter leur performance en taille , la vitesse si elle "fait bien" sur le papier est une donnée secondaire lors de l'utilisation de ce type de média.

Pour augmenter la taille des informations stockées il faut augmenter la densité d'enregistrement , donc il faut augmenter la fréquence , donc il faut augmenter la couleur (cf. cours de physique de terminale).

Actuellement les lasers travaillent en lumière rouge , il faut donc des lasers bleu ou même ultraviolets.

Certains fabricant ont ces types de laser , le problème qui reste est lié à la durée de vie de ces lasers qui est encore trop faible.

## Magnéto-optique

Le Magnéto-optique est une technique utilisant un disque comme le disque CD mais la composition du disque permet de l'effacer par application d'un champ magnétique intense et de le réécrire en appliquant une impulsion laser sur la surface.

C'est une technologie encore très récente et qui ne demande qu'à évoluer.

Il existe 2 formats de lecteur : le 5 ' ¼ de capacité 600 Mo et le 3 ' ½ de capacité 128 Mo (ce format soutenu par IBM).

Les constructeurs sont en train de faire une surenchère de performances et de capacités (on annonce des magnéto-optique de 5 ' ¼ de 2 Go). Exepté IBM , il n'y a pas de réelle standardisation.

C'est malgré tout le média de demain. Simple , amovible , de grande capacité , il a tous les atouts pour lui. S'il existe des batailles commerciales entre gigantesques groupes c'est que le bénéfice possible est énorme , car tous les ordinateurs devraient prochainement en être équipés.

Caractéristique des lecteurs magnéto-optiques

	capacité	
	minimale	maximale
5 ' ¼	600 Mo	1,3 Go
3 ' ½	128 Mo	380 Mo

Le prix du média est faible (200 F). Le prix du lecteur (8 000 F pour un 5 ' ¼ , 3000 F pour un 3 ' ½ ) , devrait suivre le même chemin que les disques , et donc descendre. Il ne reste plus qu'a attendre une normalisation qui tarde à se faire.

## Autres médias

### Le CDI

C'est un CD-ROM qui contient des informations pour le multi-média , son , image , texte , etc. Elles sont codées suivant un format qui est spéciale et que seul un lecteur de CDI peut lire.

### Les disques Bernouilli

Ce type de disque qui n'est plus supporté que par 2 fabricants (ioméga et zipdisk) est basé sur le principe physique de Bernouilli. Ce sont des disques souples qui , sous l'action de la rotation tendent à s'aplatir. Ils sont lus alors comme des disques "durs".

Ils sont placés dans une cartouche de 5 ' ¼ en plastique et ont donc la facilité de manipulation d'une disquette. Leur capacité va de 80 Mo à 200 Mo , et leur temps d'accès est d'environ 50 ms.

L'utilisation est principalement liée aux problèmes demandant un échange fréquent de médias.

### Les disquettes Bernouilli

Idem ci-dessus , mais la capacité est de l'ordre de 20 Mo. Ce média de 3 ' ½ est très peu diffusé.

### Les mémoires à bulles magnétiques

Durant les années 80 un gros problème se posait dans l'aérospatiale pour le stockage de grande quantités de données. Le disque , bien connu à l'époque , ne satisfaisait pas aux conditions de résistance aux chocs et d'accélération. Intel inventa un stockage dans un matériau magnétique. Il y avait plusieurs "lignes" magnétiques qui "tournaient" dans le matériau. L'accès se faisait en positionnant les informations sur les "bulles" magnétiques qui passaient lors du déplacement "circulaire" des lignes. On avait un disque "état solide". Cette technique très prometteuse à l'époque , s'est effondrée avec l'arrivé des mémoires *sram* de grande capacité et faible consommation et surtout des *flash*.

### Les mémoires sram sauvegardées

Pour certains besoins on peut concevoir des mémoires de "masse" , constituées par des sram dont on conserve les informations par une alimentation de maintiens par batteries. Les caractéristiques sont idéales , mais le prix devient cependant très vite prohibitif.

## **Le DVD**

Le DVD (Digital Video Disk) est un périphérique à venir, il n'est pas encore commercialisé au niveau d'un PC. Le DVD sera développé en combinaison avec les décodeur TV, c'est donc le marché du téléviseur qui va tirer le DVD vers une plus grande diffusion.

Le DVD est un disque optique de même format que le CD ROM mais de capacité beaucoup plus grande. Grâce à l'utilisation de diode laser verte et bientôt bleu, la longueur d'onde diminue, par conséquent la taille des trous peut diminuer aussi et on obtient une plus grande densité linéaire. C'est ainsi que le DVD aura une capacité de 8,5 Go.

3 familles de support sont prévu :

- le DVD Rom à lecture seule
- le DVD Worm à 1 seule écriture
- le DVD Ram à lecture et écriture

Pour l'instant seul le DVD Rom est présent (début 1998), et il faut attendre un peu que les constructeurs se mettent d'accord sur un seul standard; ce qui est loin d'être obtenu.

## **Accès séquentiel**

C'est typiquement le média de sauvegarde. Basé sur la technique de la bande magnétique , il autorise une capacité importante pour un coût de média très faible.

### **Bande magnétique**

C'est le plus ancien média de stockage et d'archivage. Il a pour lui le coût extrêmement faible , mais une lenteur rédhibitoire dans les systèmes modernes pour un usage autre que la sauvegarde régulière.

Pour des questions pratiques la technique de la bande est conservée mais placée dans une boîte.

### **Streamer**

C'est la cassette magnétique , d'une taille plus importante que les cassettes audio , mais le principe est le même. Les formats de cassette sont multiples , mais le plus standard est le format DC xxxx basé sur l'enregistrement QUIQ 24. C'est une cassette de 15 x 10 x 1,5 cm dont le fond est métallique.

Les capacités vont de 10 à 500 Mo. Le temps d'enregistrement ou de lecture est long , presque 1 h pour lire une cassette de 250 Mo.

C'est le média qui a été utilisé pour sauvegarder et archiver dans le monde UNIX.

### **DAT**

Suite à la technique du magnétoscope diffusée en masse, l'industrie de l'informatique a utilisé des cassettes de très faible encombrement mais de grande capacité. Le nom de DAT est pris sous sa forme générique pour désigner un périphérique de sauvegarde dont la capacité est d'environ 2 Go dans une cassette plus petite que la classique cassette audio.

De plus en plus de sociétés s'équipent avec de ce périphérique. Le prix du lecteur est d'environ 8000 F mais le prix de la cassette est < à 100 F ce qui pulvérise le rapport capacité/coût (on parle en centimes par Mo).



# Affichage

L'affichage est le moyen le plus simple que nous ayons pour pouvoir dialoguer avec un ordinateur. Il nous permet de lire les messages qu'un logiciel nous envoie. Avant la diffusion massive des écrans, les messages étaient imprimés. L'écran a permis une plus grande ergonomie et un silence de fonctionnement apprécié (ainsi qu'une économie de papier).

## Standard PC

Le nombre de points à afficher a été standardisé dans le monde du PC.

On passe sur le mode d'affichage texte 24 lignes de 80 caractères (dérivé du format de la carte perforée), pour s'intéresser aux possibilités d'affichage graphique.

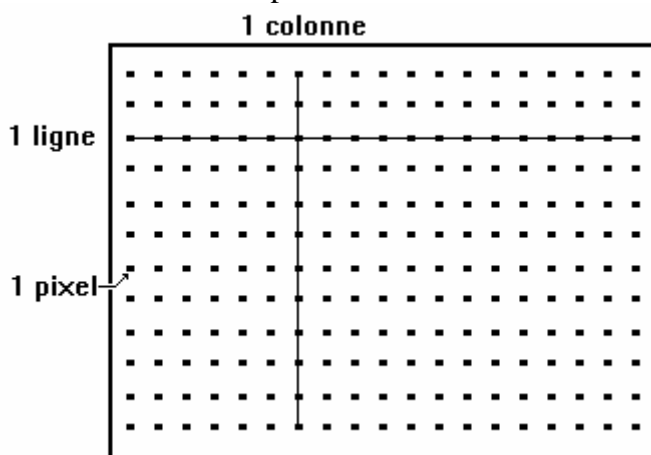
standard	points/ligne	ligne	couleur
hercule	720	348	n & b
cga	300	200	4
ega	640	350	16
vga	640	480	16
svga	800	600	256
xga	1024	768	256
tiga	1600	1024	16 millions

Les formats les plus usuels sont le mode VGA et le mode SVGA. Ils offrent de bonnes performances pour un coût raisonnable dans un contexte d'utilisation courant (bureautique).

Pour des corps de métier spécialisés il faut une plus grande résolution, plus de couleurs, etc.

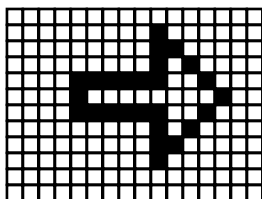
## Technique d'affichage

L'affichage se fait toujours par une succession de points allumés ou non sur une série de lignes.



On dessine alors par illumination ou non des points composant le dessin.

ex. soit à dessiner une flèche.



On a dessiné une flèche horizontale située quelque part dans le dispositif d'affichage.

C'est un zoom sur le dispositif d'affichage. On a agrandi les points sous forme de carrés (ce sont des cercles), afin de bien voir comment ils étaient placés.

Les caractères que l'on a sur les terminaux<sup>20</sup> sont faits suivant le même procédé.

<sup>20</sup> Les points représentant la lettre sont codés dans une mémoire qui est appelée rom de caractères ; le codage se fait par une matrice de points de 7 x 9. En fonction de la précision on peut avoir plus de lignes et de colonnes.

## Tube cathodique

La première technique d'affichage à été empruntée à une technique très bien diffusée , celle de la télévision. Le tube est vide. Un filament chauffé envoie des électrons. Un potentiel électrique très important<sup>21</sup>

**(plusieurs milliers de volts)** est appliqué pour les accélérer. Ils sont déviés par des plaques verticales et horizontales , et frappent la surface de l'écran qui est recouverte d'un composé fluorescent (type couche de phosphore). Pour avoir des *pixels* sur l'écran , un masque fait d'une plaque de métal conductrice percée de trous , est placée sur le trajet des électrons. Les électrons frappant l'écran forment un point lumineux appelé *spot*. Ce *spot* est un faisceau d'électrons, il devient *pixel* quand passe dans les trous et frappe une substance photolumineuse déposée sur la face avant.

Les trous du masque donnent la définition du pixel appelé *dot pitch* ou *pitch*. Plus il est petit plus l'image sera nette. Le nombre de trous par ligne et le nombre de lignes donnent la définition de l'écran. Les couleurs sont faites par compositions de 3 couleurs de base.

La vitesse de rafraîchissement est la vitesse à laquelle l'écran peut afficher une autre image  
ex. 70 Hz , c.a.d. que l'écran peut afficher une image toutes les 1/70 de seconde.

On en déduit immédiatement la fréquence de balayage horizontal.

ex. Un écran de 1024 x 768 a une vitesse de balayage de  $1 / (70 \times 768)$  ce qui donne une fréquence minimale de 53 kHz par ligne.

Plus le spot se déplace rapidement moins l'image scintille.

Les moniteurs *multisynchrones* sont des moniteurs dont l'électronique de commande s'adapte à la vitesse de balayage de la carte contrôleur graphique.

Certains moniteurs doivent passer en mode *entrelacé* , c.a.d. afficher en 2 fois une image. On commence par afficher les lignes paires puis ensuite les impaires. Cela divise la fréquence par 2 , mais fait presque toujours scintiller l'écran.

Un moniteur est un dispositif électronique qui rayonne des champs électriques et magnétiques importants (approcher une radio pour s'en rendre compte). Les constructeurs doivent obéir à des règles strictes pour limiter ces champs. Certains gouvernements ont imposé une norme qualifiée de MRP II qui limite les émissions.

Les moniteurs Trinitron sont le produit de la technologie de Sony qui a utilisé non un masque percé mais une série de fils très fins.

Certains fabricants proposent des tubes "coins carrés" , c'est un tube dont on essaie de limiter la courbure bombée du verre de devant en augmentant son épaisseur.

La taille d'un écran est donnée en mesurant la diagonale de la surface affichée. Cette mesure est faite en pouces.

<sup>21</sup> Si on doit démonter l'écran d'un ordinateur il faut prendre toutes les précautions possibles. **Il existe des tensions dépassant souvent les 1 000 volts.** Seules les personnes ayant eu une bonne formation peuvent intervenir s'il faut dépanner un écran à base de tube cathodique.

Tableau de caractéristiques d'un moniteurs à tubes cathodiques de 14" (ou 15")

qualité	excellente	bonne	médiocre
pitch	0,17	0,20	0,25
fréquence	100 Hz	70 Hz	60 Hz
définition	1200 x 1024	1024x768	640x480

Le pitch d'un écran augmente avec la diagonale de l'écran (ex. d'écran de bonne qualité).

pitch	0,17	0,20	0,25	0,30
taille	14"	15"	19"	21"

- Les prix des écrans de bonne qualité ne diminuent presque pas dans le temps.
- Attention à la luminosité !!! Un écran observé chez un marchand, l'est dans des conditions optimales, quand on l'amène chez soi il n'est pas toujours à l'abri de la lumière solaire, cela cause alors un reflet qui peut rendre invisible l'affichage. Il faut alors "pousser" la luminosité.
- **Attention au poids** !!! Un écran 14" pèse moins d'une dizaine de kg, un 17" en pèse presque une vingtaine, un 20" en pèse une bonne quarantaine (prévoir une solide table).
- Une bonne vision est indispensable. Il est toujours important de se soucier de la qualité de son écran. L'informaticien étant amené à passer un temps certain devant son écran, il le choisira le plus stable possible afin d'éviter une fatigue visuelle et l'obligation trop rapide du port de lunettes.

## Plasma

C'est une technologie qui a été développée pour les écrans consommant peu. Actuellement ils sont utilisés dans des situations "dures" (résistance aux agressions extérieures). En général ils sont monochromes (couleur rouge) bien que des prototypes existent en plusieurs couleurs, et qu'ils soient proposés par des sociétés. Cependant les prix sont tels que ces écrans sont encore réservés aux entreprises.

## LCD

C'est la technique qui remplace les tubes. Elle possède presque tous les avantages (sauf le prix).

consommation réduite : < 10 W, parfait pour les portables  
faible encombrement : épaisseur de qq. cm, poids d'environ 100 g  
rayonnement : nul

Pour l'instant la taille des LCD est réduite. On commence à fabriquer des écrans de 17" et plus mais leur prix les rend peu accessibles.

Il existe 3 familles de LCD :

- Les monochromes : Technique bien maîtrisée. Ils sont peu onéreux.
- Les couleur passifs (STN) : Le prix reste abordable. La qualité et la vitesse s'améliorent constamment.
- Les couleur actifs (TFT) : C'est LA technique. Ils sont hors de prix, car chaque point d'une couleur de base est un transistor, mais quelle qualité !!!

On peut supposer que dans quelques années les écrans LCD auront remplacé tous les autres, et cela même dans les téléviseurs.

La domination des constructeurs japonais en LCD est telle que les autres nations ont commencées à créer des programmes gouvernementaux de construction d'usines fabriquant des écrans LCD.

## Autres techniques

D'autres techniques sont à l'étude car le besoin d'écran est sans cesse croissant, et le renouvellement du parc de téléviseurs (tv numérique haute définition) est un marché potentiel énorme.

Les techniques des écrans à  $\mu$  points sont à l'étude ainsi que celles basées sur les colloïdes bi-magnétiques.

Il est probable que les "révolutions" du multi-média, des autoroutes de l'information (réseaux), de la tv haute définition, etc., vont modifier complètement les besoins d'affichage. Il faudra bien qu'ils évoluent vers une plus grande définition, un plus petit volume et poids, une moins grande consommation, un prix plus "doux", impératifs qui ne sont pas forcément conciliables entre eux.

## Carte contrôleur d'affichage

Les écrans sont commandés par des cartes contrôleurs connectées sur le bus de l'ordinateur. Elles doivent être capables de se connecter sur le bus , donc être au format du bus : ISA , EISA , VESA , PCI , etc. A l'opposé le connecteur qui permet de véhiculer les signaux vidéo doit être compatible avec celui de l'écran. Il est souvent de type sub-D 15 points pour les contrôleurs SVGA ou XGA , mais parfois c'est une liaison constituée de 4 connecteurs BNC ou vidéo (connecteur du câble de télévision). Les câbles transportent alors les signaux de 3 couleurs plus celui de synchro.

Nous ne pouvons donner un tableau complet des constructeurs de cartes contrôleurs graphiques sous peine d'écrire une encyclopédie. Nous allons expliquer sommairement les points les plus importants.

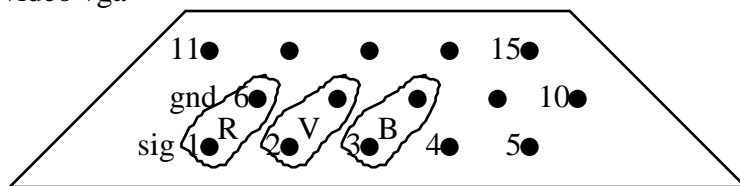
Actuellement les cartes supportent toutes au moins le mode VGA. Pour avoir le moins de problèmes possibles , il est souhaitable de choisir des cartes dont les "chips" (de commande) sont bien diffusés ce qui assure une **bibliothèque de drivers facile à se procurer**. Bien sûr les drivers sont livrés avec la carte mais seulement pour les environnements les plus courants , quand on commence à travailler sur des systèmes plus spécialisés , on a toujours de grosses difficultés à trouver le bon driver.

Les cartes à base de chip *Trident* sont les moins onéreuses et les plus diffusées , les drivers sont inclus dans la plupart des systèmes. Il en est de même pour les cartes à base de chips *Tsen Lab* type *ET 4000* qui est un grand classique. Pour des usages plus "pointus" on peut rechercher une performance accrue. Il faut se diriger vers des cartes du type *ATI* , *GENOA* , *Matrox* , *S3* , ou autres. Cependant ces cartes dont la performance est certaine , sont d'un coût élevé et la disponibilité des drivers est incertaine (dans le cas de *Matrox* il faut les acheter en plus).

Les cartes les plus performantes ont un bus interne d'échange de données sur 64 bits. Elles sont faites pour se connecter à un bus VESA ou PCI qui seul peut supporter leurs vitesses et permettre de profiter de leurs performances. Elles sont principalement destinées à travailler avec des systèmes d'environnement graphique du type Windows ou X-window et elles sont conçues pour accélérer les affichages sous ces environnements.

Ceux qui auront une activité orientée graphisme , auront intérêt à vérifier la disponibilité de bibliothèques de fonctions graphiques , en langage C ou autre , pour pouvoir écrire leurs programmes. Sinon ils seront limités à l'appel de fonctions systèmes beaucoup moins performantes.

nota : shéma de la prise vidéo vga



# Périphériques

Le choix et la multiplicité des périphériques disponibles est une indication de la richesse d'un ordinateur.

Nous allons passer en revue ceux qui sont les plus significatifs. D'autres périphériques plus spécialisés peuvent exister mais ils sont soit hors de portée du porte-monnaie d'un particulier, soit trop spécifiques pour avoir leur place dans cette description.

Il existe en fait 3 grandes familles de périphériques :

- ⇒ ceux qui se connectent en série
- ⇒ ceux qui se connectent en parallèle
- ⇒ ceux qui se connectent au moyen d'une carte spécifique

## Série / parallèle

La liaison série/parallèle fut certainement la plus ancienne et la plus simple des liaisons existant à l'origine sur les PC.

Ces liaisons se font entre l'ordinateur et les périphériques au moyen de câbles où transitent les signaux électriques.

La liaison parallèle s'est imposée pour des périphériques nécessitant des vitesses de transmission importantes mais sur de courtes distances (inférieures ou égales à 5 m). Alors que la liaison série permet de dialoguer sur des distances plus importantes (de 10 à 20 m), mais au prix d'une vitesse de transfert plus faible.

Ces 2 types de liaisons ont en commun la caractéristique d'être ***de point à point***.

Elles sont faites pour connecter un PC à un seul périphérique. Il est par exemple impossible de connecter plusieurs imprimantes sur un même port parallèle. De même il est impossible (si tant est que cela ait un sens), de connecter plusieurs souris sur un même port série. Il faut autant de liaisons qu'il y a de périphériques, ce qui pose parfois de sérieux problèmes.

## Liaison parallèle

La liaison parallèle a été créée pour envoyer des informations aux imprimantes. C'est pourquoi elle n'est pas bidirectionnelle mais seulement dans le sens du PC vers les périphériques. Il existe une manière très bizarre de dialoguer du périphérique vers le PC, mais c'est un mode tellement spécial que seuls quelques logiciels de transfert rapide de fichier avec des câbles spécialisés l'utilisent.

L'idée de la liaison parallèle est de transmettre un octet en une seule fois, c'est en fait une sorte de bus qui est construit pour envoyer des informations. Il y a donc 8 données et des signaux annexes qui permettent d'indiquer au périphérique quand il peut lire, etc. Il émet aussi des signaux qui lui permettent d'indiquer au PC l'état dans lequel il se trouve.

### Signaux parallèles

P.O.	sens	P.I.	nom	fonction
1	→	1	-STROBE	déclenche la transmission d'un octet
1	→	2	D0	bit 0 de l'octet émis
3	→	3	D1	- - -
4	→	4	D2	- - -
5	→	5	D3	- - -
6	→	6	D4	- - -
7	→	7	D5	- - -
8	→	8	D6	- - -
9	→	9	D7	bit 7 de l'octet
10	←	10	-ACK	réception du caractère ( <i>ACKnowledge</i> )
11	←	11	-BUSY	occupé
12	←	12	-PE	manque de papier dans l'imprimante ( <i>Paper Empty</i> )
13	←	13	SLCT	imprimante <i>on-line</i> ( <i>SeLeCT</i> )
14	→	14	-AUTO FEED	retour chariot automatique ( <i>Line Feed</i> )
15	←	32	-ERROR	erreur de transmission
16	→	31	-INIT	réinitialisation de l'imprimante
17	→	36	SLCT IN	mise <i>on-line</i> de l'imprimante ( <i>SeLeCT</i> )
18-25	↔	19-30	GND	masse électrique

P.O. : n° de patte de la prise liaison parallèle sur le PC.

(type sub D 25 points)

P.I. : n° de patte de la prise liaison parallèle sur l'imprimante.

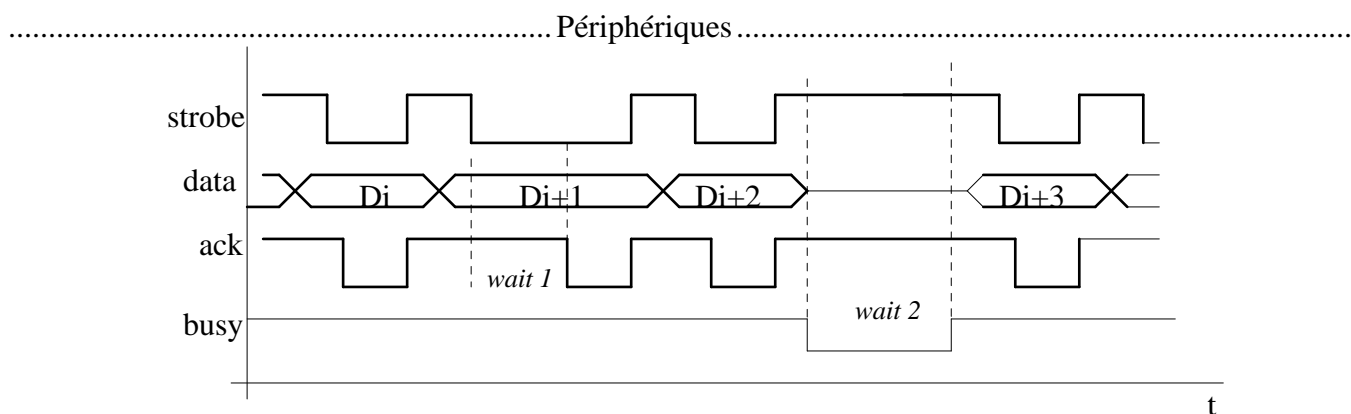
(type centronics 36 points)

-xxx : indique que le signal est actif à l'état bas.

### Fonctionnement

Le fonctionnement de cette liaison est simpliste :

- le PC positionne l'octet en sortie sur les données,
- il envoie le signal STROBE,
- à sa réception l'imprimante lit l'octet et envoie le signal ACK, ce qui indique qu'elle a bien lu,
- le PC n'a plus qu'à envoyer l'octet suivant en utilisant la même séquence.



Les autres signaux sont des indicateurs de bon ou mauvais fonctionnement.

nota : Il y a une différence entre *wait 1* et *wait 2*. Quand c'est un *wait 1* le PC attend que l'imprimante réponde. Si au bout d'un certain temps elle ne le fait pas, il décrète alors que l'imprimante n'est pas connectée. Alors que dans le cas de *wait 2*, l'imprimante est connectée car il y a des signaux reçus. Si BUSY ne remonte jamais c'est une erreur de l'imprimante, elle est donc en panne ou elle a un gros problème.

De cette manière la transmission peut se faire à une vitesse d'environ 1 Mo/s. C'est pourquoi il faut que la liaison entre le PC et l'imprimante ne soit pas trop longue, afin que les signaux ne soient pas trop dégradés.

### Autre utilisation

Certains logiciels de transfert de données entre 2 ordinateurs, tels que lap link , fx , ... , utilisent un câble spécial<sup>22</sup> qui se connecte sur la liaison parallèle. Le logiciel peut ainsi transférer des octets à la vitesse d'environ 1Mo/s , ce qui est performant , et permet de copier des sous-arborescences de disque sans trop attendre. Ils rendent bien des services lorsque l'on a 2 ordinateurs et que l'on veut copier des fichiers dont la taille totale est importante. Ils remplacent avantageusement des disquettes pour le transfert mais n'ont pas le potentiel d'un réseau.

## Port parallèle dans un PC

Adresses d'entrées/sorties des ports parallèles du PC et interruptions générées :

- LPT1 en 378-37A et IRQ 7 ou IRQ 5
- LPT2 en 3BC-3BE idem
- LPT3 en 278-27A idem

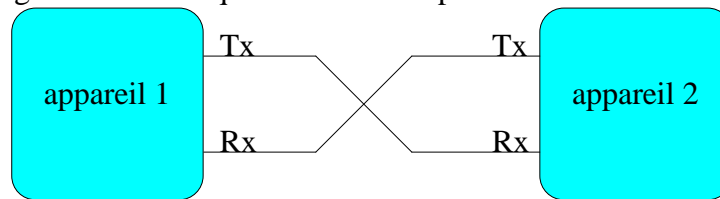
nota : Bien qu'il y ait la place pour 4 imprimantes le DOS ne considère que 3 imprimantes possibles , et pour les 3 , il n'existe que 2 interruptions disponibles. Cela s'explique par le fait que les imprimantes fonctionnent en général en *polling* (scrutation continue dans une boucle) et non en mode interruption. On remarquera que dans la réalité il est extrêmement rare d'avoir plus de 2 imprimantes connectées sur un poste. La grande majorité a 1 imprimante de connectée et seuls quelques individus en ont 2 (laser + jet d'encre couleur). Il est donc logique de n'avoir que 3 ports parallèles.

<sup>22</sup> Attention, nous insistons sur la spécificité de ce câble, car la liaison n'est pas bi-directionnelle, et l'on doit contourner ce problème en connectant certains signaux émetteurs sur certains signaux récepteurs.

## Liaison série

La liaison série a été créée pour échanger des informations avec un périphérique. C'est une liaison bidirectionnelle. Elle est très ancienne et existait déjà pour le télétype, donc bien avant les  $\mu$ -ordinateurs.

L'idée de la liaison série est de transmettre un mot bit après bit. Il y a donc 2 signaux, celui de transmission et celui de réception, et des signaux annexes que nous verrons plus loin.

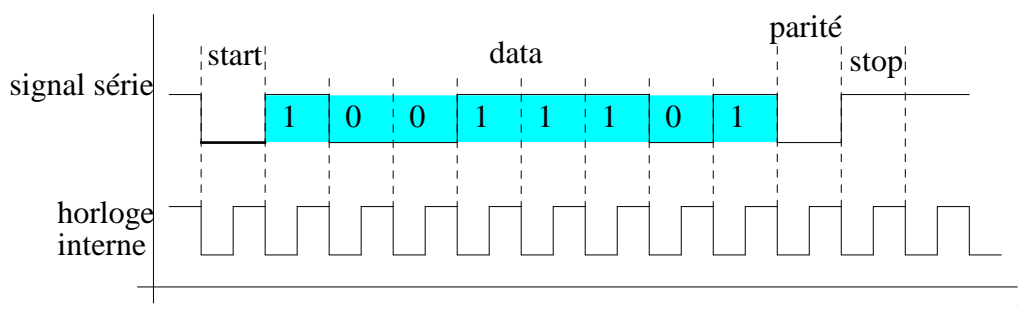


Cette liaison est dite asynchrone, car il faut que les deux émetteurs/récepteurs aient une horloge interne identique afin de communiquer à la même vitesse.

### Fonctionnement

Lors d'une transmission il faudra :

- 1) indiquer au récepteur que l'on désire envoyer des informations, on l'appelle le bit de start
- 2) envoyer les bits d'information les uns après les autres
- 3) envoyer un bit de parité afin que le récepteur vérifie que tous les bits reçus sont bons
- 4) indiquer au récepteur que l'on a fini, on l'appelle le bit de stop.



Sur l'exemple nous avons représenté une transmission de 8 bits avec 1 bit de stop. Mais il peut y avoir d'autres formats d'échange.

Les échanges peuvent se faire :

- \* avec 5 ou 7 ou 8 bits de données<sup>23</sup>
- \* avec ou sans parité
- \* avec 1 ou 1,5 ou 2 bits de stop

<sup>23</sup> L'ancien format des télétypes était codé sur 5 bits, L'ASCII est originellement codé sur 7 bits, quant à 8 bits c'est le format de l'ASCII étendu.



## Baud

L'horloge donne la vitesse de transmission. Comme il faut transmettre non seulement 8 bits (quand ce sont 8 bits) mais aussi les bits de start, de stop et de parité, on ne parle plus d'octet/s mais de baud/s. Un baud est la transmission d'un envoi complet comprenant : les bits de start, de stop, les bits de données et éventuellement la parité.

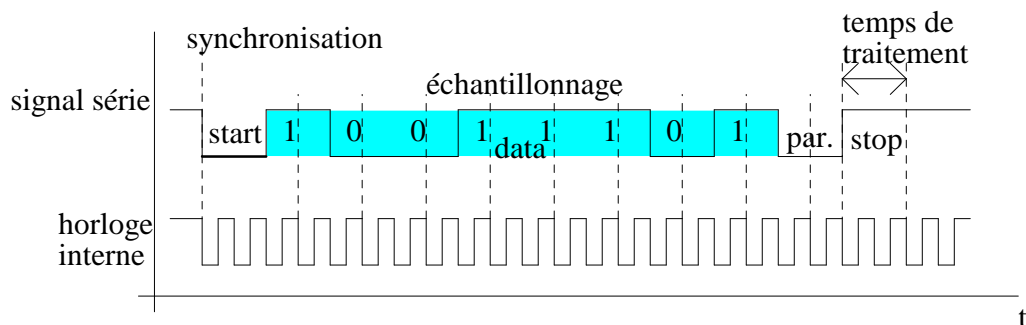
Nous allons indiquer les vitesses normalisées les plus courantes et leur utilisation :

baud/s	utilisation
75	vitesse de la frappe des touches par un humain (émission du Minitel)
110	vitesse des télétypes
1200	vitesse de réception des Minitel
2400	vitesse d'échange des premiers modem <b>sans codage du signal</b>
9600	vitesse de transmission des modems
19200	transmission lente entre ordinateurs
28800	vitesse de transmission maximale pour les modems (1996)
115000	vitesse maximale de transmission d'un PC

L'horloge des 2 stations doit être la même afin de ne pas perdre d'information. Voici comment le récepteur réussit à lire les bits et les transforme en 1 octet.

Son horloge interne est au minimum environ 2 fois plus rapide que les signaux.

- Lorsqu'il détecte une transition à 0 il attend 1 coup d'horloge et il teste si le signal est toujours resté à 0 pendant ce temps, si oui alors c'est un signal de start, sinon c'est un parasite électrique.
- Admettons que ce soit un start, il va alors échantillonner les signaux tous les 2 intervalles. Le signal devient un bit qui est stocké dans un registre à décalage.
- Le signal suivant est échantillonné de la même façon et sa valeur est rentrée dans le registre à décalage. Cela se fait pendant les 8 bits qui doivent être lus.
- Puis la parité est lue.
- Enfin on attend pendant 1 stop afin que le récepteur puisse terminer son travail.

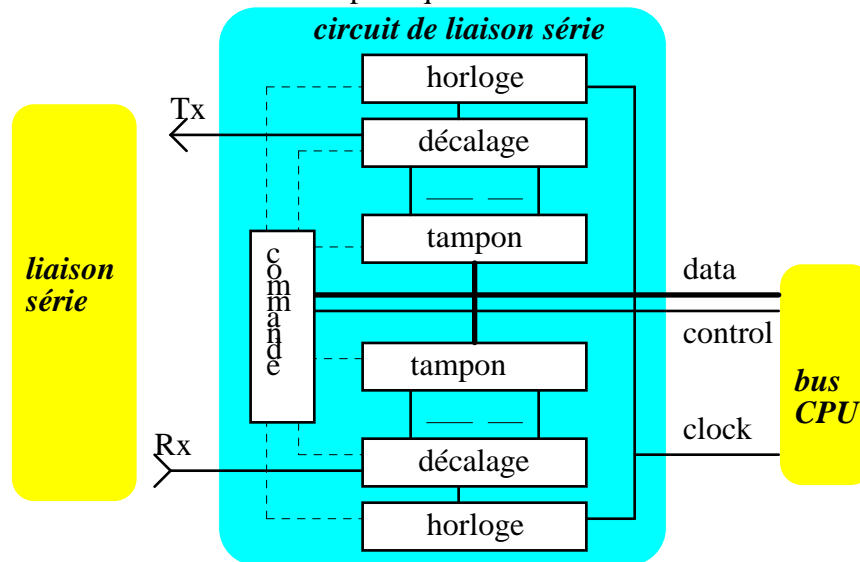


Le registre à décalage est un circuit qui reçoit des signaux les uns derrière les autres au rythme d'une horloge, et qui les stocke. Une fois ces signaux rentrés on peut les lire tous à la fois sur 8 bits. C'est un circuit qui transforme les signaux séries en signaux parallèles. Ce circuit peut faire aussi l'inverse c.a.d. transformer des signaux parallèles en signaux séries.

La structure interne d'un circuit de liaison série est :

L'émetteur ou le récepteur sont à peu près identiques, seul le sens du registre à décalage change, et aussi celui du tampon. Dans l'émetteur le tampon est à écriture seulement alors que celui du récepteur est à lecture seulement.

- une horloge
- un registre à décalage
- un registre tampon
- un registre de commande



## Utilisation

La liaison série est très utilisée car elle permet de communiquer sur un support peu coûteux : le fil téléphonique. Un autre avantage est aussi la distance qui peut séparer 2 postes et qui dépend de l'interface de transmission des signaux que l'on utilise.

- La **RS 232** peut communiquer sur 20 m. Les signaux sont normalisés à +12 v et -12 v pour 1 et 0, mais elle est limitée en fréquence à environ 100 kHz
- La **RS 422** en half-duplex ou **485** en full-duplex peut aller jusqu'à 100 m et 4 Mhz. Elle utilise un transfert par signaux différentiels entre 0 et +5 v.

D'autres normes existent. Elles sont généralement spécialisées dans des domaines précis : instrumentation , avionique , contrôle industriel , multiplexage automobile (Can-Van) , etc.

Le gros problème des liaisons c'est le bruit , c.a.d. la capacité du récepteur à bien reconnaître le signal émis par l'émetteur. Lorsque l'on travaille avec des bus internes (CPU ↔ mémoire) la distance entre les 2 extrémités les plus éloignées ne dépasse jamais 50 cm. Ce qui garantit une immunité au bruit correcte dans des ambiances "normales" et permet des échanges rapides (de 10 à 100 Mhz). Par contre lorsque l'on veut communiquer sur de longues distances (>5 m) il faut beaucoup diminuer la vitesse. Si en plus on travaille dans un environnement "bruité": machines tournantes (moteur électrique) , soudure à l'arc , dynamo , etc. , il faut prendre alors des précautions très importantes pour diminuer les parasites. L'une de ces précautions est de placer les ordinateurs dans des boîtiers spécialisés qui les protègent des rayonnements extérieurs et de faire communiquer les appareils par des liaisons séries dont le câble sera "blindé" (câble de bonne qualité avec un entourage en fils tressés pour faire office de blindage électromagnétique ; tel que les fils pour connexion HiFi ).

## Port série dans un PC

Le port série du PC est équipé de liaisons RS 232. On peut mettre 4 ports séries au maximum.

Adresses d'entrées/sorties des ports séries du PC et interruptions générées :

- com1 en 3F8-3FF et IRQ 4
- com2 en 2F8-2FF et IRQ 3
- com3 en 3E8-3EF et IRQ 4
- com4 en 2E8-2EF et IRQ 3

Nous allons tenter de classer en 2 groupes les périphériques. Ce classement est grossier et correspond à la majorité mais toutes les configurations existent et par ex. les imprimantes que nous classons dans les périphériques parallèles sont quelquefois séries, en particulier les imprimantes Apple. Il faut donc considérer ce classement comme une indication et non comme une règle.

## Périphériques séries

### Dispositifs de pointage

#### Souris

C'est le dispositif de pointage qui devient le grand standart actuel , tous les ordinateurs ont maintenant une souris livrée d'office. C'est un outil qui permet de pointer une zone précise sur l'écran lorsqu'on utilise une interface graphique.

En général elle est connectée sur le port série du PC. Mais certaines sont connectées sur une carte spécialisée à placer dans l'ordinateur. L'avantage de cette solution n'est pas évident et on peut considérer qu'à terme elles seront toutes à liaison série.

#### technologie

Il existe 2 familles de souris :

- A boule            c'est une boule qui, tournant en-dessous par friction sur une surface, actionne par frottement des capteurs (la grande majorité)
- A réflexion        un rayon lumineux est envoyé sur un tapis spécial comportant une grille imprimée ; Lorsque le rayon passe sur une ligne il détecte une transition et cela indique un mouvement. Ce type de souris est certes plus précis que le premier mais il impose l'utilisation d'un tapis spécialisé. Elle n'est utilisée en général que pour des besoins exigeant une grande précision (dessin , etc.)

Les souris à boule nécessitent un nettoyage régulier de la boule et des capteurs, alors que celles à réflexion sont sans entretien, sauf dépoussiérer régulièrement la souris et surtout le tapis.

Toutes les souris comportent des boutons qui permettent d'agir. Certaines comme les Microsoft en ont 2, d'autres comme les Logitech en ont 3. Si l'on travaille sur de nombreux environnements, il est préférable d'avoir une souris à 3 boutons (c'est impératif sous X-window sous Unix). Si l'on se cantonne à un seul environnement et qu'il ne demande que 2 boutons, le choix à faire est alors entre 2 et 3 boutons.

#### TrackBall

C'est une retombée de développement d'actionneurs pour les militaires.

C'est le principe de la souris mais renversé. Une boule est placée dans une cavité et on la fait tourner avec le pouce. Beaucoup d'ordinateurs portables ont une trackball intégrée dans leur clavier.

L'avantage est de prendre très peu de place sur le bureau. Elles sont en général plus précises que les souris. Mais il faut plus fréquemment nettoyer la boule et les capteurs car la sueur humaine est corrosive.

Un renversement de boisson dessus est souvent lourd de conséquences alors que pour une souris il est assez inoffensif.

#### Tablette à digitaliser

C'est une table avec un crayon : lorsque l'on déplace le crayon au dessus de la table, une indication de position est détectée par magnétisme et utilisée ensuite pour indiquer le mouvement.

C'est un dispositif très précis mais horriblement coûteux. Il n'est utilisé que par certains corps de métier (architecte , paysagiste , CAO , etc.)

## Crayon optique

Un capteur optique est placé au bout d'un crayon. Quand l'utilisateur veut pointer une zone de l'écran, il place la pointe du crayon sur l'écran. Une détection de l'emplacement est faite.

Ce moyen, le plus simple, le plus précis et le plus fiable, est de plus en plus abandonné car il nécessite un mouvement du bras qui fatigue lorsqu'il est exécuté fréquemment.

## Tactile

Il existe un autre moyen de pointer, c'est avec son doigt. Ce pointage fait appel chez l'homme à des réflexes anciens de désignation d'objets quand il était juvénile. Quand on appuie sur un écran il faut qu'il soit muni d'une plaque de détection d'appui.

Cette solution a toutes les qualités du crayon sauf la précision (épaisseur du doigt), sans en avoir les inconvénients : crayon qui peut être perdu sur la table, d'où nécessité d'un fil de connexion. Le doigt est toujours disponible et au bon endroit : au bout du bras.

Ce pointage est de plus en plus utilisé pour la sélection de menus dans les postes mis à disposition du public : bornes interactives, caisses automatiques, etc.

Une étude soignée de l'interface doit être faite afin que l'utilisateur puisse aisément s'en servir.

## Joystick

C'est le "manche à balai" des aviateurs qui s'est retrouvé connecté au PC. Il sert surtout pour les jeux car sa fabrication bas de gamme ne lui permet pas d'être un instrument fiable et précis. C'est bien dommage car il a des atouts : sensation tactile de résistance, position empêchant la fatigue, etc.

Les joysticks sont toujours utilisés dans l'aviation et dans la radio commande, et on n'a pas encore trouvé mieux. Dans ces domaines ils sont de qualités mécaniques et techniques incomparables avec ce que l'on peut trouver pour l'informatique.

## Modem

Le modem est un dispositif qui permet de connecter un PC au réseau téléphonique.

Les signaux sortant du port série d'un PC sont des signaux logiques RS 232. Or les lignes téléphoniques qui arrivent chez l'abonné supportent des signaux analogiques. Il faut donc un convertisseur de signaux. On en profite pour placer des circuits "intelligents"<sup>24</sup> qui permettent de coder/décoder par analyse de phase les signaux. Cela permet de communiquer à grande vitesse (28 800 bauds) sur le réseau téléphonique qui a une bande passante de 300-3300 Hz.

Ainsi au moyen de ce petit boîtier peut-on raccorder un ordinateur au téléphone.

Ne jamais brancher un port série au téléphone, il y aurait destruction de l'interface série et plus grave, un risque de panne de la connection de l'abonné dans le central téléphonique.

Il est absolument impératif de passer par un modem pour se raccorder au téléphone.

*France-Télécom* demande par ailleurs que les modems utilisés soient agréés par ses soins. C'est, sous couvert de protection technique, une manière détournée de conserver son monopole. Actuellement les modems sont construits avec les circuits issus de 2 ou 3 fabricants, même ceux à qui *France-Télécom* donne son agrément, et il n'y a aucune raison pour que certains modems soient agréés et d'autres pas (sauf peut-être raisons financières).

<sup>24</sup> Ce sont des DSP (Digital Signal Processor) qui sont aussi utilisés dans les téléphones cellulaires.

## Périphériques parallèles

Les périphériques parallèles sont des périphériques de proximité. Ils sont "proches" de l'ordinateur car le câble de liaison est court. Cette liaison a été conçue pour connecter une imprimante en général, mais par la suite d'autres périphériques ont pu être utilisés.

### Imprimante

Une imprimante sert à imprimer sur papier les textes et dessins créés sur ordinateur. Elles ont deux caractéristiques importantes qui sont :

- \* La vitesse d'impression - quantité de pages imprimées par minute
- \* La définition - nombre de points par pouce (2,54 cm) ou dpi (Dot Per Inche)

Les imprimantes doivent imprimer sur du papier ou sur du transparent, ce qui nécessite alors des techniques d'encre plus sophistiquées. De plus la rigidité ou épaisseur du papier n'est pas quelconque, il faut un papier d'un grammage de 60 à 90 g / m<sup>2</sup> (papier pour photocopieuse), certaines imprimantes pouvant supporter des papiers au grammage plus important 90-150 g/m<sup>2</sup>.

Il existe plusieurs formats :

B5

A4 21 x 29,7 cm c'est le plus courant et pratiquement toutes les imprimantes ont ce format

A3 42 x 29,7 cm très peu utilisé

A2 format spécial pour travaux industriels

A1 "

Elles peuvent aussi imprimer des formats plus petits, en particulier des formats spéciaux comme des étiquettes, etc. , encore faut-il que celles-ci soient placées sur un support ruban afin de pouvoir les passer dans l'imprimante.

### Matricielle

La technique la plus simple pour imprimer sur papier est de reprendre l'idée de l'écran mais au lieu de faisceaux d'électrons frappant une surface luminophore on envoie de l'encre qui se dépose sur du papier, le dessin se faisant par points. En imprimerie on appelle cette technique le tramage.

Plusieurs techniques permettent d'imprimer. Nous ne parlerons que des deux techniques les plus courantes actuellement, en oubliant les plus anciennes comme les imprimantes à aiguilles qui furent bruyantes et lentes et qui sont abandonnées.

## Jet d'encre

On reprend le mécanisme de l'imprimante à aiguille. Une tête se déplace sur un rail pour imprimer une ligne. Mais au lieu qu'une aiguille frappe sur un ruban, il y a un petit trou qui laisse passer une minuscule goutte d'encre qui sera projetée et "s'écraiera" sur le support (papier ou autre). En séchant elle formera le motif à dessiner (lettre ou dessin).

Il se déclenche donc deux mécanismes :

La tête a un mouvement transversal pour parcourir une ligne.

Le papier a un mouvement d'avance d'un pas par ligne lorsque la tête a parcouru la ligne.

Le papier se couvre ainsi de petites gouttes d'encre qui forment les textes ou dessins à imprimer.

Cette technique d'impression est très performante, peu coûteuse, et permet **d'imprimer en couleur** (on multiplie les têtes d'impression par le nombre de couleurs voulues).

### Caractéristiques

	excellente	bonne	moyenne
vitesse	10 p/mn	5 p/mn	2 p/mn
définition	800 dpi	400 dpi	200 dpi

Il est naturel et logique de penser que plus la définition demandée est importante, plus le temps d'impression est lent, donc plus la vitesse est petite. On ne peut pas avoir à la fois une grande définition et une grande vitesse.

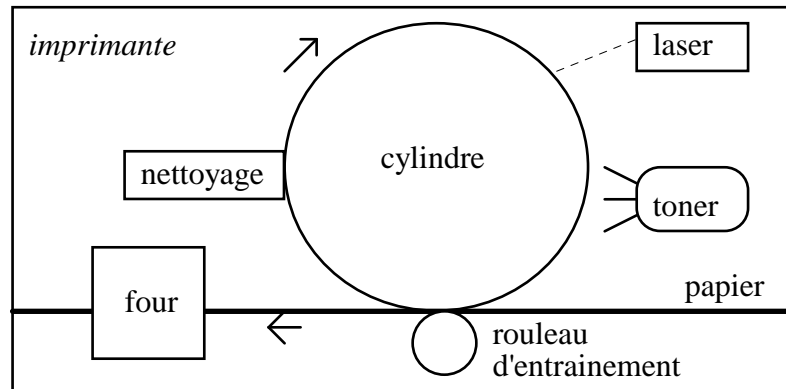
Les imprimantes jet d'encre ont connu un développement extrêmement important depuis les années 93 et forment aujourd'hui le gros du parc des imprimantes. Il est normal de choisir une jet d'encre si l'on a pas de besoins d'impression très spécifiques. C'est l'imprimante personnelle type.

### Maintenance

En général les imprimantes à jet d'encre sont très solides et ne demandent pas d'entretien spécifique. Outre les cartouches d'encre qu'il faut changer quand elles sont vides, il est naturel de nettoyer son imprimante tous les ans. Pour cela il suffit d'enlever le capot et de passer un petit pinceau **sec** à poils souples partout afin d'éliminer les poussières et les particules de papier qui peuvent rester dans l'imprimante. Ne pas hésiter non plus à souffler avec la bouche pour enlever la poussière.

## Laser

La technique de l'imprimante laser est dérivée de celle utilisée dans les photocopieurs. Un cylindre tourne et un pinceau laser dessine dessus le motif à imprimer. Le faisceau laser polarise le cylindre à l'endroit où il l'a "frappé". Quand le cylindre, qui continue à tourner, passe devant un réservoir d'encre (le toner) l'encre qui est en poudre et polarisée de signe contraire au cylindre est attirée par les endroits du cylindre qui ont été illuminés. Il se forme alors un dépôt d'encre sur le cylindre qui reproduit le dessin fait par le laser. Le cylindre continue à tourner et l'encre est pressée sur une feuille de papier qui suit le cylindre tangentiellement. Elle est alors transférée sur le papier. Puis le papier passe dans un "four" qui liquéfie la poudre d'encre, ce qui la fait s'absorber par le papier.



La technique laser est très mal adaptée à la couleur, il faut 3 cylindres, 3 lasers, etc.. Elle est plutôt faite pour de gros débits de pages en tant qu'imprimante d'un service dans une entreprise.

### Caractéristiques

	excellente	bonne	moyenne
vitesse	20 p/mn	10 p/mn	4 p/mn
définition	600 dpi	300 dpi	300 dpi

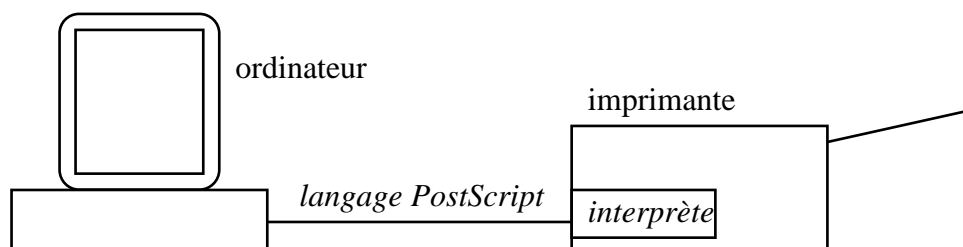
### PostScript

Il existe une catégorie d'imprimante laser qui utilise le langage postScript<sup>25</sup>. Ce langage développé par Adobe a été adopté immédiatement par Apple pour ses imprimantes et est devenu assez courant dans le monde PC. PostScript est un langage de description de graphiques et de polices de caractères. Ce langage est interprété, donc relativement lent, mais il permet une flexibilité de dessin inégalable.

Cela implique la nécessité d'avoir une carte spécialisée dans l'imprimante qui traite le langage.

Le logiciel qui veut imprimer en PostScript envoie des ordres simples à l'imprimante. C'est à la carte interprète dans l'imprimante de traduire ces ordres, en tracés à imprimer.

ex. d'ordre : tracer un cercle de rayon 10 et situé en 100, 200 avec une ligne pointillée.



Les imprimantes "PostScript" sont des imprimantes "haut de gamme". Elles sont chères mais très performantes (min. 10 pages / mn). La finesse de leurs tracés les rend précieuses pour ceux qui travaillent dans les domaines du graphisme.

<sup>25</sup> PostScript est un des rares exemples de langage postfixé (technique de programmation utilisant un mécanisme de pile).

## Maintenance

Les imprimantes laser demandent un entretien plus important que celles à jet d'encre.

Lorsque le toner est épuisé il faut changer une cartouche complète et c'est une opération toujours coûteuse ( $\approx 1000$  F). A l'occasion du changement de cartouche, le constructeur demande que l'on profite de cet instant pour nettoyer l'imprimante des résidus de papier qui se sont amalgamés. Il faut aussi changer le nettoyeur interne. La cartouche est en général protégée par un ruban qu'il faut enlever avant de la mettre en place. De plus l'encre, qui est le toner, doit être fluidifiée en la secouant afin de casser les grumeaux qui auraient pu se former lors du stockage de la cartouche. L'humidité et la chaleur détériorent la qualité de l'encre.

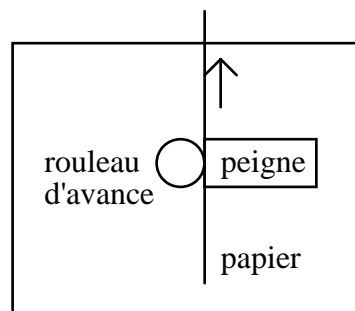
Toutes ces raisons font que l'opération d'entretien d'une imprimante laser est beaucoup plus contraignante que celle d'une jet d'encre.

## Thermique

La technique thermique est appliquée à 2 types d'imprimantes :

- Les imprimantes de faible coût et de faible largeur de papier avec utilisation de papiers spéciaux (lecteur de carte bancaire, etc.)
- Les imprimantes de très haute qualité spécialisées dans la reproduction graphique couleur (photo numérisée)

L'idée de base est d'utiliser un peigne dont les dents chauffent. Lorsqu'un papier imprégné d'une encre thermosensible passe sur ce peigne, les dents, qui doivent reproduire un point dans un motif, chauffent. L'avantage théorique de cette technique est de n'avoir qu'un seul mouvement, celui d'avance papier, il n'y a plus de mouvement de tête dans la mesure où le peigne couvre toute la longueur de la ligne.



En réalité cela est vrai pour les imprimantes thermiques de petite taille, mais celles qui sont de grand format ont un peigne qui se déplace sur une ligne comme les buses d'encre d'une imprimante à jet d'encre. On ne sait pas faire des peignes de grandes dimensions qui résistent aux contraintes thermiques et à un coût acceptable, sauf sur imprimante de très haut de gamme (Tectronics couleur  $\approx 50\,000$  F).

La technique ayant évolué, on peut utiliser un papier normal sur certaines imprimantes de haute qualité, à la place d'un papier spécialisé thermique qui est naturellement plus coûteux.

Cette technique est encore en évolution et nul ne sait si elle finira par s'imposer vis-à-vis de celle à jet d'encre ou à laser.

Aujourd'hui (1996) la meilleure imprimante photo (à un coût raisonnable  $\approx 5\,000$  F) est une imprimante thermique.

Il n'est pas judicieux actuellement d'envisager une imprimante thermique comme imprimante personnelle pour un usage général.



## **nota importante :**

Les imprimantes sont des mécaniques qui s'usent (à la différence de l'électronique), il est donc normal qu'elles tombent en panne. La réparation d'une imprimante n'est plus économiquement envisageable. Lorsqu'une panne (sérieuse) survient il est devenu naturel de changer l'imprimante.

ex. de panne qui nous est advenu et de la réponse du distributeur :

Il y a déjà un an lors d'une rupture de câble électrique EDF, notre imprimante laser fus soumise à une tension de 400 V ce qui n'est pas recommandé (tension d'alimentation normale 220 V). Nous avons démonté l'imprimante (ce que nous **ne conseillons pas de faire**) et détecté l'origine de la panne qui se situait dans le bloc d'alimentation. Après de nombreux appels, nous obtenons l'importateur de cette marque et demandons le prix du bloc d'alimentation. Réponse très surprise de l'importateur qui nous indique un tarif constructeur de **l'ordre du prix de l'imprimante complète**, et qui nous explique que personne ne répare plus une imprimante aujourd'hui, on la jette et on en achète une autre. Etant têtue et tout de même un peu choquée de cette attitude communément admise, nous décidons de réparer nous-même et partons à la recherche du ou des composants défectueux. Après changement d'un composant dont l'achat nous a coûté 10 F, l'imprimante a remarché.

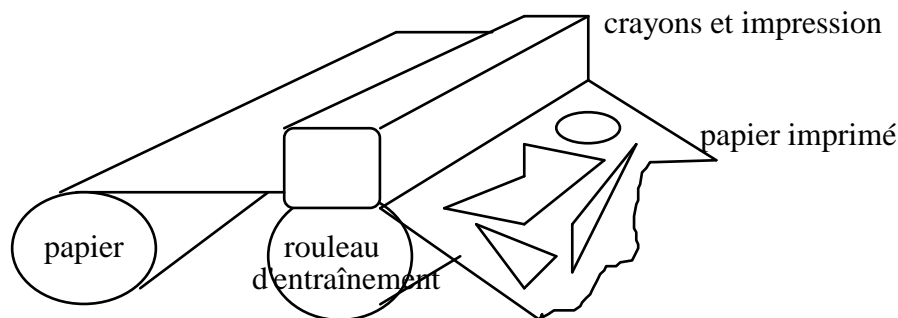
Cette exemple veut démontrer que la réparation n'est plus considérée comme une activité rentable, on jette et on rachète. Quand on a un ordinateur qui est composé d'éléments pouvant être changés, le remplacement d'un élément pour cause de panne est moins sensible que lorsqu'il s'agit d'une entité complète comme une imprimante.

## **Plotter ou traceur**

Ce sont des dispositifs d'impression très spécialisés.

2 dispositifs sont utilisés actuellement :

- Les traceurs au format A3  
Sur un support en forme de table il existe un bras qui se déplace avec des crayons. Lorsque l'on veut dessiner une figure le crayon est appliqué sur le papier qui est maintenu sur la table. Lorsque l'on veut changer la couleur ou l'épaisseur du trait on change de crayon.
- Les traceurs généraux



Le format du papier peut alors être quelconque, seule la largeur du traceur compte, et des formats A1 sont parfaitement normaux dans ce domaine.

Dans tous les cas, le dessin peut avoir une définition la plus grande possible. C'est l'outil de dessin par excellence des bureaux d'architectes, des dessinateurs, pour l'industrie de la CAO, etc.

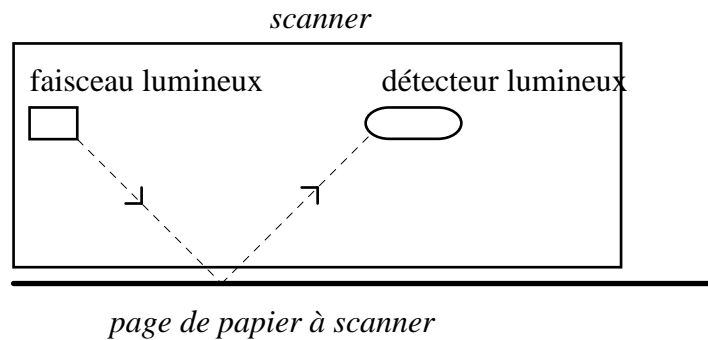
Nous ne pouvons plus parler de vitesse d'impression car les formats ne sont plus standards, quant à la définition elle ne peut plus être exprimée en dpi car le trait est continu et sa finesse dépend de la finesse du crayon.

Etant donné que le prix de ce genre d'outil est très élevé (>> 10 000 F) il n'est pas concevable qu'un particulier en ait un. Quelques constructeurs ont fait des plotters pour format A4 à des prix raisonnables mais c'est un outil tellement spécifique qu'il faut en avoir vraiment l'usage pour l'acquérir.

## Scanner

Le scanner est un outil permettant de digitaliser une image imprimée.

La technique du scanner est la réflexion d'un faisceau lumineux sur une surface et son analyse pour déterminer la quantité de lumière reçue.

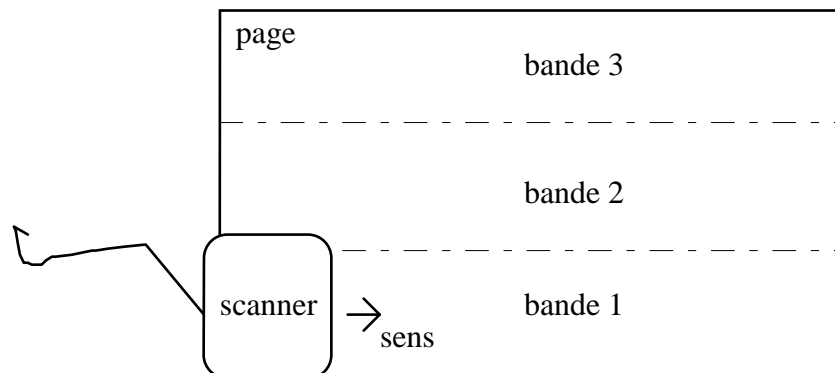


On peut acquérir deux types de scanner :

- le scanner à main
- le scanner de bureau

### Scanner à main

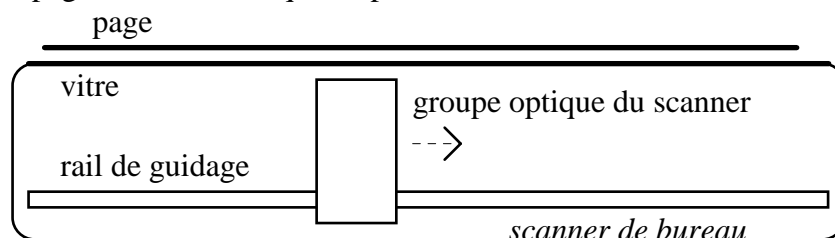
Le scanner à main se présente comme une souris mais en plus large. C'est le déplacement du scanner le long de la page qui permet de digitaliser tous les points sur une bande de la largeur du scanner. Comme elle est limitée afin de pouvoir le tenir dans une main, il est indispensable de pouvoir passer plusieurs fois sur la page en "scannant" des bandes contiguës. Avec ce type de scanner il est toujours joint un logiciel de jointure de bande multiple.



L'avantage de ce genre de scanner est son extrême maniabilité et il n'a pas de limite de format de page. Par contre son fonctionnement n'est pas très précis et il faut passer plusieurs fois sur une page A4 pour la "scanner".

### Scanner de bureau

Cet appareil se présente comme une petite photocopieuse. Il est formé d'un corps où se trouve une mécanique qui va défiler devant la page au format A4 qui est posée sur une vitre.



L'avantage c'est d'avoir un appareil complet, il suffit de poser une page et le travail se fait "tout seul". L'inconvénient c'est la place occupée par ce scanner (> A4).

Les caractéristiques de ces scanner sont :

- définition d'environ 600 dpi.
- possibilité de détection de couleur pour les plus évolués (donc les plus chers).
- vitesse pour les scanner de bureau d'environ 10 s pour un format A4
- image résultante de type pixmap, ensuite il faut les travailler pour obtenir un résultat correct.

L'utilisation de scanner est conseillée dans 3 cas :

♦ Capture d'une image imprimée pour insertion dans un document.

C'est le cas le plus simple mais il faut que toute la chaîne de production soit conforme au besoin.  
Scanner couleur <=> imprimante couleur. Ce cas se retrouve fréquemment dans les ateliers de PAO.

♦ Lecture d'un texte imprimé.

On est dans le cas de l'OCR (Optical Character Recognition = reconnaissance optique de caractère). C'est quelquefois très utile (informatisation des bibliothèques) mais cela demande un logiciel spécifique qui est très difficile à concevoir. Nous avons essayé plusieurs logiciel d'OCR sans qu'ils nous aient donné satisfaction, leurs possibilités de reconnaissance étant par trop médiocres.

Si l'on a un tel type de travail à effectuer il est impératif de chercher en premier lieu un bon logiciel d'OCR et ensuite d'acquérir le scanner que le concepteur de l'OCR conseille. Cela évitera bien des soucis aux utilisateurs.

Les scanners pour faire de l'OCR sont en général de type bureau.

C'est une activité qui se conçoit bien au sein d'une entreprise, car un particulier a de faibles besoins de cette sorte, et les investissements sont relativement importants.

♦ Scan de diapo photo.

Ce besoin est typique d'un éditeur de revue, car il veut incorporer des photos dans son texte. Il faut alors avoir un scanner très spécialisé, qui va pouvoir digitaliser des diapos. Ce type de scanner est peu répandu et seuls quelques constructeurs (Nikon , Tectronix , etc.) livrent ce matériel, qui n'est pas bon marché. La technique utilisée dans ces scanners s'apparente plus à celle des grands télescopes (barrette CCD de grande qualité, grande vitesse de digitalisation, précision des teintes, etc.), qu'aux scanners décrits précédemment.

Il n'y a malheureusement pas de scanner universel, il faudra choisir en fonction de ses besoins.

## Retour sur la liaison SCSI

De nombreux périphériques sont reliés au moyen d'une liaison SCSI, on peut trouver très facilement des :

- imprimante (généralement : Laser Postcript)
- scanner
- plotter

Du fait de la haute "intelligence" du bus SCSI on peut considérer de tels périphériques SCSI comme n'étant intéressants que pour des entreprises aux besoins très spécifiques, et que le simple utilisateur n'en a pas l'usage quotidien.

# Annexe

# Annexe

## Performance

C'est le temps d'exécution d'un même programme sur différents types d'ordinateurs.

L'ordinateur qui effectue la même quantité de travail en un temps plus court est le plus performant.

Le temps de travail est celui qui exécute une tâche de son début à sa fin. , et qui comprend tous , les accès I/O , les accès disque , les accès mémoires , etc.

### Performance de l'UC.

La performance d'un ordinateur s'exprime comme :

temps UC = nbr. de cycles d'horloge pour un programme \* temps de cycle d'horloge  
ou

$$\text{temps UC} = \frac{\text{nbr. de cycles d'horloge pour un programme}}{\text{fréquence d'horloge}}$$

Le nombre moyen de cycles d'horloge par instruction (CPI) est de :

$$\text{CPI} = \frac{\text{nbr. de cycles d'UC pour un programme}}{\text{nbr. d'instructions}}$$

On peut donc exprimer le temps d'exécution par :

$$\text{temps UC} = \text{nbr. d'instructions} * \text{CPI} * \text{temps de cycle d'horloge} = \frac{\text{nbr. d'instructions} * \text{CPI}}{\text{fréquence d'horloge}}$$

### Les MIPS

Le MIPS ou million d'instructions par seconde est une unité de mesure qui remplace le temps d'exécution.

$$\text{MIPS} = \frac{\text{nbr. d'instructions}}{\text{temps d'exécution} * 10^6} = \frac{\text{fréquence d'horloge}}{\text{CPI} * 10^6}$$

Plus les machines sont performantes plus le nbr. de MIPS est élevé.

Cette unité de mesure pose certains problèmes :

- Le nbr. de MIPS dépend du jeu d'instructions. Quid des ordinateurs à jeu d'instruction différents ?
- Il dépend des programmes sur un même ordinateur.
- Il peut varier en sens inverse de la performance. Cas des flottants ou des compilateurs optimisants

### Les MFLOPS

C'est la mesure de million d'instructions flottantes par seconde.

$$\text{MFLOPS} = \frac{\text{nbr. d'opérations flottantes}}{\text{temps d'exécution} * 10^6}$$

Cette mesure n'est applicable que sur des opérations flottantes , ce qui écarte presque tous les programmes.

### Nouvelles mesures

Les benchmarks (programme d'évaluation des performances) les plus connus sont :

**Whestone** pour le flottant et **Dhrystone** pour les programmes avec appel de fonctions.

### Conclusion

Les performances sont en fait fonction du type d'utilisation : calcul , CAO , traitement de texte , etc.

Les constructeurs sont obligés de surenchérir et annoncent toujours des performances d'UC fantastiques.

L'UC d'une machine n'est cependant pas tout , les dispositifs périphériques font près de 50% des performances d'un programme classique.

# Bibliographie

Il est très difficile de conseiller sur le sujet : soit les ouvrages sont beaucoup trop simples, pour ne pas dire simplistes, soit ils sont de très haute tenue donc très ardues et corollairement dispendieux.

## Pour une approche très simple

Ron White	Le Micro Comment ça marche ?	Dunod Tech
-----------	---------------------------------	------------

## Pour une approche plus complète

Andrew Tanenbaum	Architecture de l'ordinateur	InterEditions
------------------	------------------------------	---------------

## C'est le plus complet actuellement

John L. Hennessy David A. Patterson	Architecture des ordinateurs	Mac Graw-Hill
--	------------------------------	---------------

## Spécialisée

J.C. Heudin C. Panetto	Les architectures RISC	Dunod informatique
---------------------------	------------------------	--------------------

## Culture générale

Roger Penrose	L'esprit, l'ordinateur et les lois de la physique	InterEditions
---------------	--	---------------

Les fiches techniques des constructeurs sur leurs composants font aussi partie des documents extrêmement utiles.

On peut trouver sur Internet des constructeurs qui mettent à disposition leur documentation technique. DEC le fait et on trouve toute la littérature désirée sur l'ALPHA. D'autres constructeurs doivent aussi faire de même, il suffit d'avoir un compte Internet, de parcourir et ayant trouvé, d'aller lire.