

UE NSY103

Les Plateformes PC



Première partie

I – Introduction

II- Le Microprocesseur

III- La Carte Mère

IV- La Mémoire Centrale

V- Compléments Mémoire

Seconde partie

VI - Les Disques Durs

VII- Les Systèmes de Fichiers

VIII- Les Bus d'Entrées / Sorties

IX- Les Interruptions



I- Introduction

Les plateformes PC sont les plateformes les plus répandues du marché.

Destinées à l'origine aux systèmes Microsoft DOS/Windows elles sont aujourd'hui également la référence pour les systèmes Linux.

Les Plateformes PC sont des microordinateurs, elles sont composées des éléments suivants :

- un ou plusieurs microprocesseurs (mono ou multi-cœurs),
- de la mémoire de travail,
- des périphériques de stockage et des périphériques de communication extérieure.

La communication interne se fait au travers de "Bus" (canaux de communication multi-composants), les interconnexions des différents bus d'une plateforme PC sont regroupées à l'intérieur d'un composant unique que l'on appelle le "chipset".



I- Introduction

Très curieusement il n'existe aucune documentation exhaustive ou standard ou norme spécifiant la plateforme PC, laquelle est en constante évolution matérielle et logicielle.

Généralement une plateforme PC est considérée comme standard si elle supporte la version courante de Windows !



II- Le Microprocesseur

Le microprocesseur est le cerveau du microordinateur, il comprend :

- **Une unité de calcul, c'est l'unité qui exécute les instructions.**
- **Des registres internes dont :**
 - un registre instruction **IR** (Instruction Register) : C'est le registre qui contient l'instruction en cours d'exécution.
 - un registre compteur ordinal **IP** ou **PC** (Instruction Pointer ou Program Counter) : C'est le registre qui contient l'adresse mémoire de l'instruction suivante à exécuter.
 - un registre pointeur de pile **SP** (Stack Pointer), il contient l'adresse du sommet de la pile, c'est à dire l'adresse du dernier mot empilé.
 - un registre segment de code **CS** (Code Segment)
 - un registre segment de données **DS** (Data Segment)
 - un registre d'état **FLAGS** qui contient divers indicateurs tels que mode de fonctionnement, **zero**, **carry**, **overflow**, masquage des interruptions etc.
 - divers registres destinés à mémoriser les arguments des opérations en cours.



II- Le Microprocesseur

Fonctionnement du microprocesseur

- **Un programme est constitué d'une liste ordonnée d'instructions, l'adresse mémoire de l'instruction courante figure dans le compteur ordinal.**
 - Le processeur exécute l'instruction courante puis incrémente le compteur ordinal de 1 pour passer à l'instruction suivante, sauf si l'instruction en cours est une instruction de débranchement auquel cas le processeur positionne le compteur ordinal sur l'instruction cible.
 - Si une interruption non masquée est lancée durant l'exécution d'une instruction, alors à la fin de l'exécution de ladite instruction le processeur va interrompre le programme en cours pour exécuter la routine d'interruption, ensuite le processeur reprendra l'exécution du programme interrompu.
- *Dans le cas particulier de l'interruption Reset le compteur ordinal est positionné à l'adresse de boot. Sur les processeurs 80x86 32bits il s'agit de l'adresse : FFFFFFF0.*



III- La Carte Mère

L'Unité Centrale des microordinateurs (Central Processor Unit ou CPU) qui héberge le ou les microprocesseurs est généralement composée d'une seule carte électronique, que l'on appelle la Carte Mère.

La carte mère comporte :

- 1- Le microprocesseur (cf. chapitre correspondant).
- 2- L'horloge système, que l'on appelle aussi l'horloge carte mère, c'est celle qui va servir de référence aux autres horloges :
 - Le cycle d'horloge processeur est un multiple de celui de l'horloge système.
 - Le cycle d'horloge du Bus système est le même que celui de l'horloge système.
 - Le cycle d'horloge des Bus périphériques est un diviseur de celui de l'horloge système.
- 3- La mémoire dite vive accessible en lecture/écriture (cf. chapitre "Mémoire Centrale").
- 4- De la mémoire non volatile destinée à conserver les programmes de démarrage et les paramètres système (cf. chapitre "Compléments Mémoire").
- 5- Les Contrôleurs ou les Interfaces des Bus d'entrées/sorties et les éventuels circuits DMA correspondants (cf. chapitre "Les Bus d'entrée / sortie").
- 6- Eventuellement de l'antémémoire (cf. chapitre "Antémémoire").
- 7- L'horloge RTC (Real Time Clock=) qui fournit la date et l'heure ainsi que sa pile "Lithium" d'alimentation.



IV- La Mémoire Centrale

IV.1- La Mémoire Vive

La mémoire centrale est la mémoire de travail du microordinateur, elle est accessible en lecture et en écriture, c'est pourquoi on la qualifie de mémoire "vive" par opposition à la mémoire dite "morte" laquelle n'est accessible qu'en lecture.

- La mémoire vive est volatile (ou dynamique), c'est-à-dire qu'elle perd son information si on coupe l'alimentation du microordinateur : Etant donné que les microordinateurs possèdent des disques durs qui eux conservent l'information, la mémoire vive est uniquement une mémoire de travail et non pas une mémoire de stockage et il n'est donc pas nécessaire qu'elle soit statique (non-volatile).
 - C'est pourquoi on utilise de la D-RAM (Random Access Memory) ou RAM dynamique, laquelle est moins coûteuse que la RAM statique (S-RAM) à performances égales.
- * *La mémoire centrale se trouve sur la carte mère par opposition à la mémoire périphérique ou mémoire de masse qui relève des disques.*



IV- La Mémoire Centrale

Intégrité de la Mémoire Vive

- Les conséquences d'une erreur de mémoire sont toujours graves : Une corruption des données, un plantage d'application ou une panne de l'ordinateur.
- La mémoire vive est testée à chaque lancement du système à l'aide d'algorithmes complexes de lectures/écritures répétitives.
Mais lors du fonctionnement une interférence électromagnétique* peut changer la valeur de certains bits de mémoire.
Pour pallier aux erreurs on dispose de mémoires avec des bits additionnels pour détecter les erreurs (bits de parité) ou pour corriger les erreurs (mémoire Error Correcting Code ou ECC). Ces mémoires sont plus chères et un peu plus lentes que la mémoire conventionnelle et nécessitent des contrôleurs spécifiques.

* En particulier à la suite de rayonnement de fond émis par des rayons cosmiques : Les ordinateurs des avions commerciaux nécessitent des systèmes de correction d'erreurs.



IV- La Mémoire Centrale

La mémoire non-volatile

Durant la phase de lancement du système (boot) on a besoin d'informations alors que les disques durs ne sont pas encore opérationnels, dont de l'information pour pouvoir précisément lancer les disques durs eux-mêmes.

- Les microordinateurs disposent donc en plus de la mémoire vive d'une petite quantité de mémoire non-volatile ou entretenue :
- Les informations de lancement qu'il serait dangereux de corrompre sont stockées dans la ROM (Mémoire statique accessible en lecture uniquement), en particulier le BIOS c'est-à-dire le tout premier programme d'amorçage (boot) du microordinateur.
- Les informations de lancement modifiables (le setup du BIOS par exemple) ainsi que la date et l'heure sont stockées dans la CMOS (Mémoire dynamique accessible en lecture / écriture et entretenue par pile*).

*La CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) est entretenue par la même pile que celle de l'horloge RTC. Read Only Memory



V- Compléments Mémoire

Extension Mémoire

Le système d'exploitation découpe la mémoire vive en pages, chaque processus en cours d'exécution occupe un certain nombre de ces pages en mémoire (programme + données) :

- Si le nombre de pages des processus en cours d'exécution ne dépasse pas celui de la mémoire vive, le système d'exécution travaille au maximum de ses performances.
- Si le nombre de pages des processus en cours d'exécution dépasse celui de la mémoire vive, le système d'exécution bascule certaines pages dans une zone d'extension mémoire sur les disques. La stratégie consiste à basculer les pages de processus en attente de ressources : Les pages seront basculées/rebasculées au fur et à mesure du déblocage/blocage des processus correspondants.
- Si le nombre de pages des processus en cours d'exécution dépasse celui de "mémoire vive + l'extension mémoire", le système d'exécution va stopper l'exécution de certains processus en affichant le message d'erreur "mémoire insuffisante".



V- Compléments Mémoire

Mémoire Cache Disques

Pour accéder à la mémoire périphérique (disques etc.) de façon performante, le système d'exploitation va utiliser une zone mémoire vive dite "mémoire cache" laquelle va contenir une copie des secteurs disque en cours d'utilisation.

- Si les utilisateurs modifient ces secteurs en mémoire cache, le système d'exploitation ne les modifiera pas instantanément sur les disques : La synchronisation de la mémoire cache et des disques sera effectuée en tâche de fond par le système d'exploitation lorsque le microprocesseur sera disponible.
- C'est pourquoi il est imprudent d'arrêter brutalement un ordinateur sans passer par la procédure d'arrêt, car les fichiers dernièrement modifiés pourraient ne pas être synchronisés sur les disques.



V- Compléments Mémoire

L'Antémémoire

Comme les microprocesseurs sont aujourd'hui beaucoup plus rapides que la mémoire vive, on rajoute de la mémoire plus rapide appelée antémémoire entre la mémoire vive et le microprocesseur.

On distingue :

- L'Antémémoire de niveau 1 (Level 1 Cache) qui est directement intégrée dans le microprocesseur, elle est aussi rapide que les registres internes du microprocesseur : Un accès mémoire = 1 cycle d'horloge.
- L'Antémémoire de niveau 2 (Level 2 Cache) qui est située dans la puce contenant le microprocesseur : Elle est environ 2 fois moins rapide que l'antémémoire de niveau 1.
- L'Antémémoire de niveau 3 (Level 3 Cache) qui est située sur la carte mère : Elle est environ 2 fois moins rapide que l'antémémoire de niveau 2.
- ** Attention on utilise aussi le terme de "mémoire cache" pour l'anté-mémoire lequel peut prêter à confusion avec le terme de mémoire cache pour les disques durs.*



V- Compléments Mémoire

V.4- La Mémoire Fantôme

Etant donné que la mémoire vive est plus rapide que la mémoire morte, le BIOS qui est stocké en mémoire ROM est parfois recopié en RAM lors du lancement du système.

- On appelle cette zone de recopie du BIOS "mémoire fantôme" (shadowing memory).

V.5- Mémoire Graphique

Les processeurs graphiques ont besoin de beaucoup de mémoire pour fonctionner. Les cartes graphiques possèdent généralement leur propre mémoire graphique.

- Les simples puces graphiques intégrées aux cartes mères empruntent de la mémoire vive à la carte mère réduisant ainsi la quantité mémoire disponible pour le microprocesseur.



VI- Les Disques Durs

La mémoire vive des microordinateurs est rapide mais chère et elle serait encore plus chère si elle était statique. On utilise donc de la mémoire périphérique plus lente mais moins chère qui est constituée essentiellement de disques durs

- mais aussi de DVD, clefs USB etc.
- Les disques durs sont constitués d'un ou plusieurs plateaux, un plateau peut comporter une ou deux faces opérationnelles :
 - chaque disque contient donc une ou 2 faces,
 - chaque face contient un certain nombre fixe de pistes concentriques,
 - chaque piste contient un certain nombre de secteurs, les pistes périphériques (plus longues) contiennent plus de secteurs que les pistes centrales (plus courtes).
 - chaque secteur contient un certain nombre fixe d'octets.
- L'unité physique de lecture/écriture sur le disque dur est le secteur



VI- Les Disques Durs

Formatage

Les plateaux sont recouverts uniformément d'un oxyde magnétique permettant d'enregistrer les bits de données. Il va donc falloir délimiter des pistes et des secteurs sur des surfaces homogènes au départ. Cette opération s'appelle le "formatage" du disque.

- Sur les machines Windows on utilisera le terme "formatage de bas niveau" car Windows utilise le terme "formatage" pour la création des systèmes de fichiers.
- Le formatage (de bas niveau) est généralement effectué par le constructeur du disque.
- Une fois formaté, les caractéristiques d'un disque dur vont être les suivantes :
 - Nombre d'octets du secteur
 - Nombre total de secteurs
- Ces informations vont être enregistrées dans le premier secteur du disque (face 0, piste 0, secteur 0) appelé "Master Boot Record".
- Une numérotation logique des secteurs LBA (Logical block addressing) de 1 à n sera mise en place par le "firmware" du disque dur.



VI- Les Disques Durs

Intégrité

Le formatage va détecter les secteurs défectueux. Les secteurs défectueux seront consignés dans une table P-List (Primary List) dans le "hard" du disque et ne seront plus utilisés.

- La numérotation LBA va sauter les secteurs défectueux, et compléter le disque dur avec des secteurs de remplacement situés au bout de disque, jusqu'à arriver à la capacité de référence du disque.
- Ensuite lors de l'utilisation du disque chaque secteur sera protégé par un checksum. Si de nouveaux secteurs défectueux apparaissent, ils seront consignés dans une table G-List. La numérotation LBA sera mise à jour mais le problème c'est que les secteurs défectueux de la G-List ne seront pas sautés mais substitués par des secteurs de remplacement en bout de disque et donc cela pénalisera les temps d'accès avec des déplacements de tête supplémentaire lors de la lecture des fichiers.



VI- Les Disques Durs

Les Disques SSD

Les disques SSD (Solid State Disk) sont nettement plus performants que les disques durs traditionnels car ce sont de purs composant électroniques.

- Pas de pièces mécaniques, il s'agit de mémoire "flash" (une variété de RAM Statique) et les temps de positionnement et de latence sont inexistant.
- Les temps d'accès sont toutefois pénalisés par rapport à la mémoire vive car d'une part la mémoire flash est plus lente que la RAM et d'autre part les disques SSD sont formatés virtuellement en "faces/pistes/secteurs" et gérés en numéro LBA, cela afin d'assurer la compatibilité avec les contrôleurs de disques conventionnels.
- Les disques SSD sont plus couteux que les disques mécaniques et leur technologie est perfectible, en effet ces disques souffrent d'un problème d'usure c'est-à-dire que le nombre d'écritures d'un même secteur est limité.



VI- Les Disques Durs

Le Partitionnement

Une fois le disque formaté "bas niveau", on peut le partager en plusieurs partitions, chaque partition sera gérée par le système d'exploitation comme un disque dur à part entière.

- On partitionne un disque soit pour des raisons de sécurité (si une partition est endommagée cela n'affectera pas les autres) soit pour y installer des systèmes d'exploitation ou des systèmes de fichiers non compatibles entre eux.
- Les disques au standard IDE peuvent se partager en 4 partitions dites principales (qui peuvent être bootables) et une partition principale peut être à son tour être partagée en partitions secondaires (non bootables).
- Les disques au standard SCSI peuvent se partager en 16 partitions bootables.
- Les caractéristiques de partitionnement d'un disque dur vont être inscrites dans la table des partitions (partitions principales uniquement pour les disques IDE) qui se trouve dans le "Master Boot Record" :
 - Nombre de partitions
 - Pour chaque partition : 1er secteur et nombre de secteurs



VII- Le Système de Fichiers

Installation

Une fois le disque dur partitionné, il faut installer les systèmes de fichiers dans les partitions qui pour l'instant sont à l'état "brut" (raw).

- Il existe plusieurs systèmes de fichiers :

Système d'exploitation	Systèmes de fichiers
DOS	FAT16
WINDOWS	FAT32, NTFS
LINUX	- Ext-2, Ext-3 (avec journalisation) - Linux- Swap (Mémoire virtuelle)

- L'unité de stockage d'un système de fichiers est le granule ou disk-block.
- Le granule correspond à un certain nombre de secteurs.



VII- Le Système de Fichiers

Fragmentation

Lorsque l'on écrit un fichier sur le disque dur, le système d'exploitation essaie d'utiliser une zone contiguë du disque afin de réduire les temps de positionnement et de latence qui impactent les performances.

Cependant :

- Si le fichier est trop gros par rapport aux espaces disponibles sur le disque il faudra le fragmenter,
 - si on augmente la taille d'un fichier, il n'y aura peut-être plus assez de place contiguë pour cela et il faudra également le fragmenter.
-
- Sur les disques SSD il n'y a pas de temps de positionnement ni de temps de latence, la fragmentation est donc transparente.



VIII- Les BUS d'Entrées / Sorties

Pour communiquer avec ses périphériques le microprocesseur se sert de supports de transmissions de type Bus.

- Les Bus sont des supports de transmission qui fonctionnent en mode diffusion : Lorsqu'une donnée est émise sur un Bus, tous les équipements connectés à ce Bus reçoivent cette donnée mais seuls les équipements destinataires la traitent, d'où l'usage du terme "Bus" dérivé d'omnibus "à tous" en latin.
- On distingue le Bus système (FSB : Front Side Bus) qui est le Bus d'accès à la mémoire vive et qui se trouve sur la carte mère et le ou les Bus d'accès aux périphériques qui se trouvent entre la carte mère et les périphériques.
- Pour pouvoir fonctionner correctement alors qu'il est partagé entre plusieurs équipements chaque Bus possède un protocole de communication. En particulier le Bus système possède un arbitre qui permet de gérer les conflits d'accès entre plusieurs processeurs ou un processeur et le mécanisme DMA.
- Pour communiquer avec des équipements distants le microprocesseur utilise des cartes de communication.
- Pour pouvoir fonctionner correctement alors qu'il est partagé entre plusieurs équipement chaque Bus possède un protocole de communication.



IX- Les Interruptions

Interruptions microprocesseur 80X86

Pour pouvoir fonctionner en multitâche les microprocesseurs de la famille Intel 80X86 ou compatibles gèrent des interruptions matérielles et logicielles masquables et non masquables

Reset : Réinitialisation du microprocesseur, non masquable :

- RAZ registres
- Compteur ordinal à l'adresse **FFFFFFFFFF0** (adresse de boot)

NMI : Interruptions matérielles non masquables

- coupure secteur, faute de parité mémoire ...

INTR : Interruptions matérielles masquables

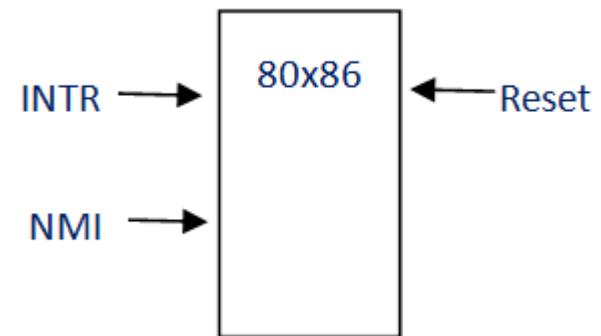
- périphériques (gérées par le contrôleur d'interruption)

TRAP : Exceptions (division par zéro, changement de page ...),

- non masquables, générées par le microprocesseur.

INT : Interruption logicielle masquable, générée par programmation

- et donc par le microprocesseur (instruction int).



EXERCICES

Vous pensez avoir bien assimilé les concepts présentés dans ce cours.

Vous devez alors passer aux exercices, ce sont eux qui vous permettront de valider vos connaissances.