

Systemes d'exploitation



Objectifs du cours



- Décrire la structure d'un système d'exploitation (OS)
- Citer des composants d'un OS
- Installer un système d'exploitation
- Détailler le processus de démarrage d'un OS

Objectifs du cours



Donner une vue d'ensemble de l'informatique

- du point de vue **historique**
- du point de vue des **concepts**
- du point de vue des **techniques**

Table des matières



1. Le système d'exploitation
2. Le noyau
3. Les autres composants de l'OS
4. Petit retour historique technologique
5. Du point de vue du système
6. Techniques des OS
7. Gestion des fichiers
8. Ordonnanceur
9. Gestion des processus
10. Gestionnaire de mémoire
11. Gestion du matériel
12. Sécurité

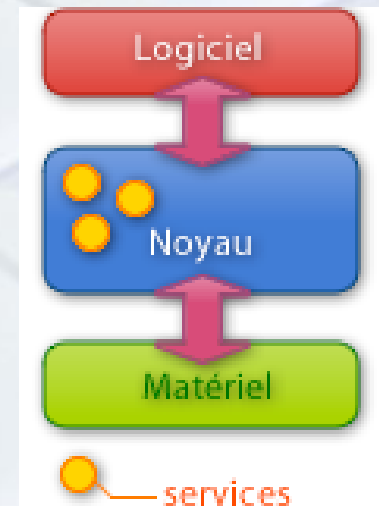
Le système d'exploitation



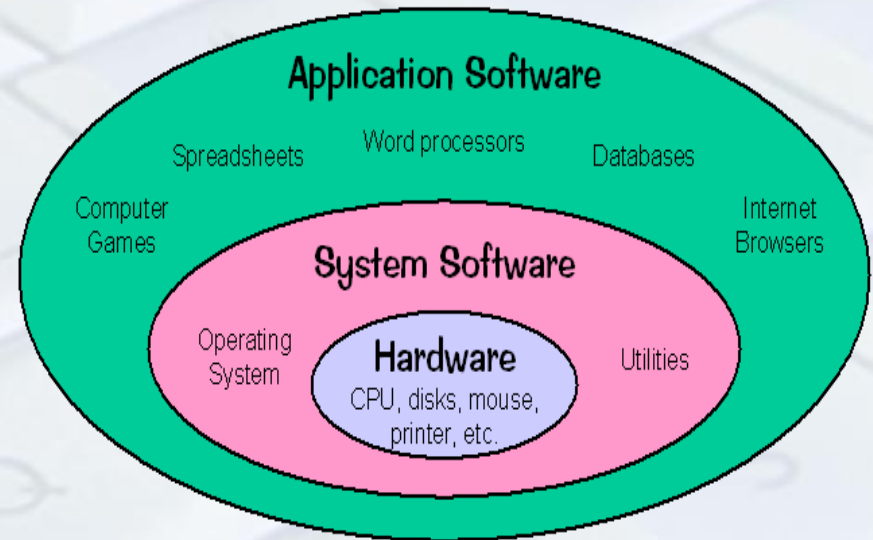
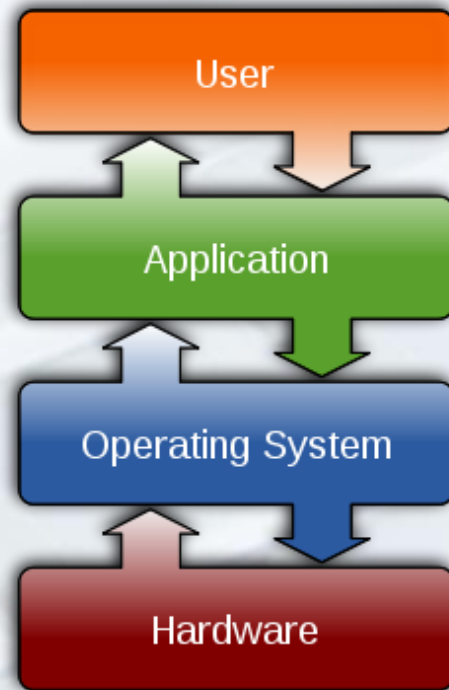
Le **système d'exploitation** (SE, en anglais Operating System ou OS) est un ensemble de programmes responsables de la liaison entre les ressources matérielles d'un ordinateur et les applications de l'utilisateur (traitement de texte, jeu vidéos, etc.). Il assure le démarrage de l'ordinateur, et fournit aux programmes applicatifs des interfaces standardisées pour les périphériques.

Typiquement, un OS est composé :

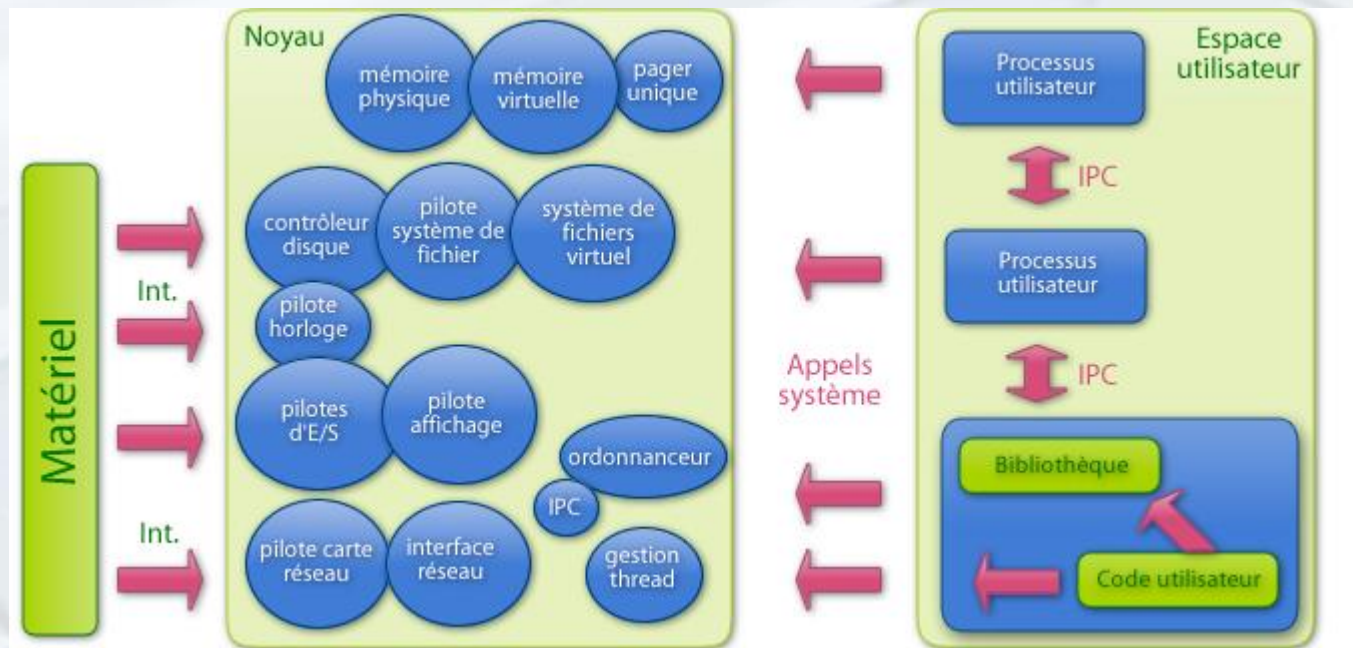
- d'un noyau ;
- de bibliothèques dynamiques ;
- d'un ensemble d'outils système ;
- de programmes applicatifs de base.



Le système d'exploitation



Le noyau



Le noyau



- gestion des périphériques (au moyen de pilotes)
- gestion des processus :
 - attribution de la mémoire à chaque processus
 - ordonnancement des processus (répartition du temps d'exécution sur le ou les processeurs)
 - synchronisation et communication entre processus (services de synchronisation, d'échange de messages, mise en commun de segments de mémoire, etc.)
- gestion des fichiers (au moyen de systèmes de fichiers)
- gestion des protocoles réseau (TCP/IP, IPX, etc.)

Autres composantes de l'OS



Les **bibliothèques dynamiques** regroupent les opérations les plus utilisées dans les programmes informatiques

- éviter la redondance de ces opérations dans tous les programmes
- certains systèmes ne proposent pas de bibliothèques dynamiques

Les **outils système** permettent :

- de configurer le système
- de passer le relais aux applications proposant des services à un ou plusieurs utilisateurs ou à d'autres ordinateurs

Les **programmes applicatifs** de base offrent des services à l'utilisateur

Examples



Mac OS X

Mac OS X is a line of open core graphical operating systems developed, marketed, and sold by Apple Inc., the latest of which is pre-loaded on all currently shipping Macintosh computers. Mac OS X is the successor to the original Mac OS, which had been Apple's primary operating system since 1984. Unlike its predecessor, Mac OS X is a UNIX operating system built on technology that had been developed at NeXT through the second half of the 1980s and up until Apple purchased the company in early 1997.

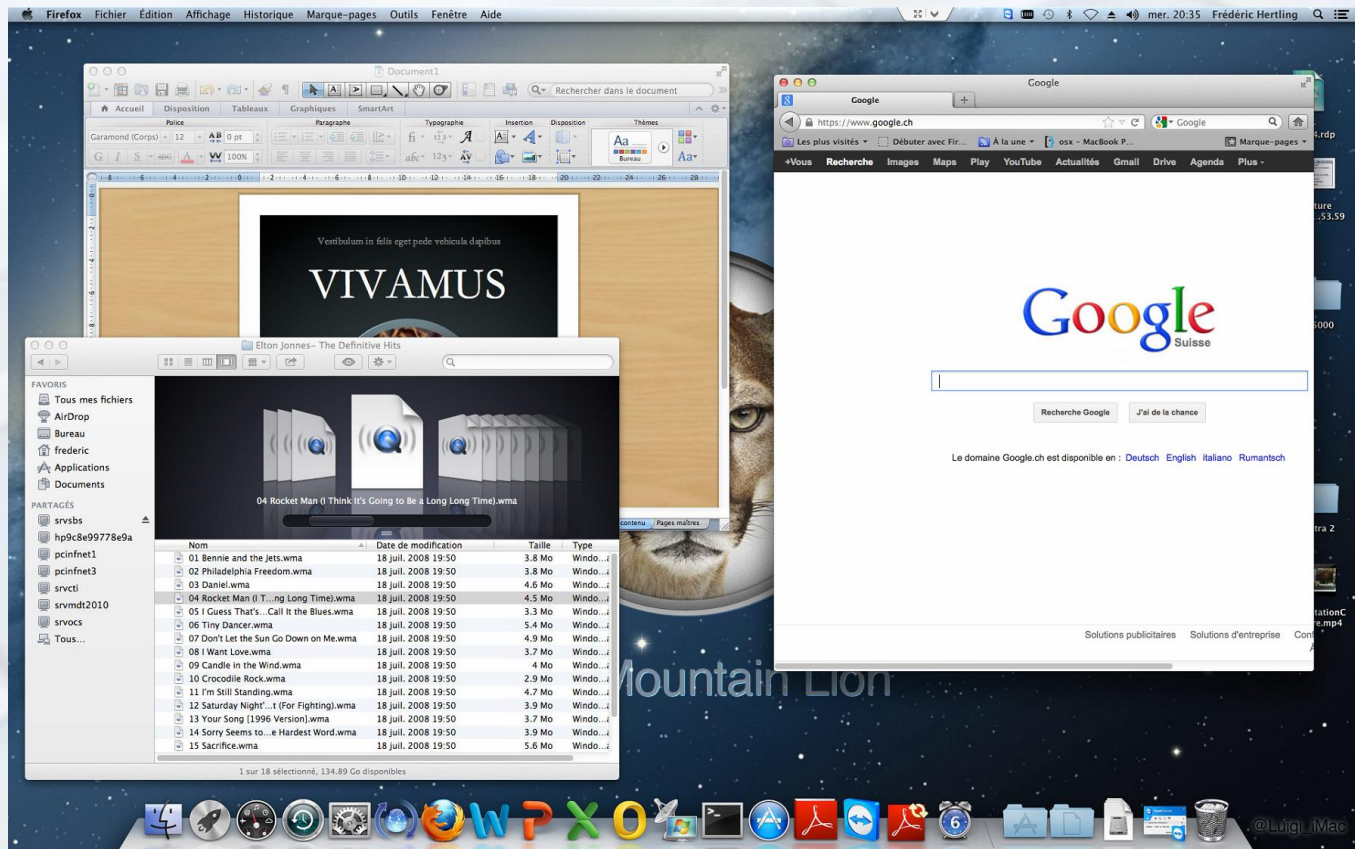
The operating system was first released in 1999 as Mac OS X Server 1.0, with a desktop-oriented version (Mac OS X v10.0 "Cheetah") following in March 2001. Since then, eight more distinct "client" and "server" editions of Mac OS X have been released, the most recent being OS X 10.10 "Yosemite".

The server edition, Mac OS X Server, is architecturally identical to its desktop counterpart but usually runs on Apple's line of Macintosh server hardware. Mac OS X Server includes work group management and administration software tools that provide simplified access to key network services, including a mail transfer agent, a Samba server, an LDAP server, a domain name server, and others. In Mac OS X v10.7 Lion, all server aspects of Mac OS X Server have been integrated into the client version.

Exemples



Mac OS X



Examples



Linux

Linux (or GNU/Linux) is a Unix-like operating system that was developed without any actual Unix code, unlike BSD and its variants. Linux can be used on a wide range of devices from supercomputers to wristwatches. The Linux kernel is released under an open source license, so anyone can read and modify its code. It has been modified to run on a large variety of electronics. Although estimates suggest that Linux is used on 1.82% of all personal computers, it has been widely adopted for use in servers and embedded systems (such as cell phones). Linux has superseded Unix in most places, and is used on the 10 most powerful supercomputers in the world. The Linux kernel is used in some popular distributions, such as Red Hat, Debian, Ubuntu, Linux Mint and Google's Android.

The GNU project is a mass collaboration of programmers who seek to create a completely free and open operating system that was similar to Unix but with completely original code. It was started in 1983 by Richard Stallman, and is responsible for many of the parts of most Linux variants. Thousands of pieces of software for virtually every operating system are licensed under the GNU General Public License. Meanwhile, the Linux kernel began as a side project of Linus Torvalds, a university student from Finland. In 1991, Torvalds began work on it, and posted information about his project on a newsgroup for computer students and programmers. He received a wave of support and volunteers who ended up creating a full-fledged kernel. Programmers from GNU took notice, and members of both projects worked to integrate the finished GNU parts with the Linux kernel in order to create a full-fledged operating system.

Examples



Linux

The screenshot displays a Linux desktop with several windows open:

- Terminal Window:** Shows the compilation process for net-nds/openldap-2.1.27-r1. The output includes:

```
==== (1 of 8) Compiling/Merging (net-nds/openldap-2.1.27-r1::usr/portage/net-nds/op...
././././build/mkdep -d "" -c "gcc" -m "-M" -I././././include -I././././include
././././include passwd-shell.c shellutil.c
make[3]: Leaving directory "/var/tmp/portage/openldap-2.1.27-r1/work/openldap-2.1.27/servers/slapd/shell-backends"
cd tools; make -w depend
make[3]: Entering directory "/var/tmp/portage/openldap-2.1.27-r1/work/openldap-2.1.27/servers/slapd/tools"
././././build/mkdep -d "" -c "gcc" -m "-M" -I././././include -I././././include
././././include mimic.c slapcommon.c slapadd.c slapcat.c slapindex.c slappasswd.c
make[3]: Leaving directory "/var/tmp/portage/openldap-2.1.27-r1/work/openldap-2.1.27/servers/slapd/tools"
././././build/mkdep -d "" -c "gcc" -m "-M" -I././././include -I././././include
main.c daemon.c connection.c search.c filter.c add.c cr.c attr.c entry.c config.c backend.c result.c operation.c dn.c compare.c modify.c delete.c modrdn.c ch.m.lloc.c value.c ava.c bind.c unbind.c abandon.c filterentry.c phonetic.c acl.c st.r2filter.c aclparse.c init.c user.c repl.c lock.c controls.c extended.c kerberos.c passwd.c schema.c schema_check.c schema_init.c schema_prep.c schemaparse.c ad.c at.c mra.c syntactic.oc.c saslauthz.c o1dm.c starttls.c index.c sets.c referat.c root_dse.c sasl.c module.c mra.c mods.c limits.c backglue.c operational.c mat.chedvalues.c cancel.c
```
- File Manager:** Shows a directory listing of music files, including folders like "Jungle Bears", "Kings of convenience", "Linkin Park", "Ministry of Sound", "Moby", "Monty Python", "New Pornographers", "Ninja Tune", "Oasis", "Orgy", "Outkast", "Paul Oakenfold", "Paul Van Dyke", "Pearl Jam", "Pink Floyd", "Police", and "Presidents of the United".
- Chat Window:** A window titled "Conversation" showing a chat log between Andrew and Nick. The log includes messages like "Andrew: workin on linux?", "Nick: no", "Andrew: i'm still trying to get used to it a bit", "Nick: workin on getting webcam going", "Andrew: oh ok", and "Andrew: let me plug it in".
- Terminal Window (Bottom):** Shows the continuation of the compilation process, including the command `gnomemeeting-1.00.tar.gz MD5 (-) gnomemeeting-1.00.tar.gz` and the output `nick@nighthawk:~$`.

Examples



Google Chrome OS

Chrome is an operating system based on the Linux kernel and designed by Google. Since Chrome OS targets computer users who spend most of their time on the Internet, it is mainly a web browser with no ability to run applications. It relies on Internet applications (or Web apps) used in the web browser to accomplish tasks such as word processing and media viewing, as well as online storage for storing most files.



Examples



Microsoft Windows

Microsoft Windows is a family of proprietary operating systems designed by Microsoft Corporation and primarily targeted to Intel architecture based computers, with an estimated 88.9 per cent total usage share on Web connected computers.

The newest version is Windows 8 for workstations and Windows Server 2012 for servers. Windows 7 recently overtook Windows XP as most used OS.

Microsoft Windows originated in 1985 as an operating environment running on top of MS-DOS, which was the standard operating system shipped on most Intel architecture personal computers at the time.

In 1995, Windows 95 was released which only used MS-DOS as a bootstrap. For backwards compatibility, Win9x could run real-mode MS-DOS and 16 bits Windows 3.x drivers. Windows Me, released in 2000, was the last version in the Win9x family.

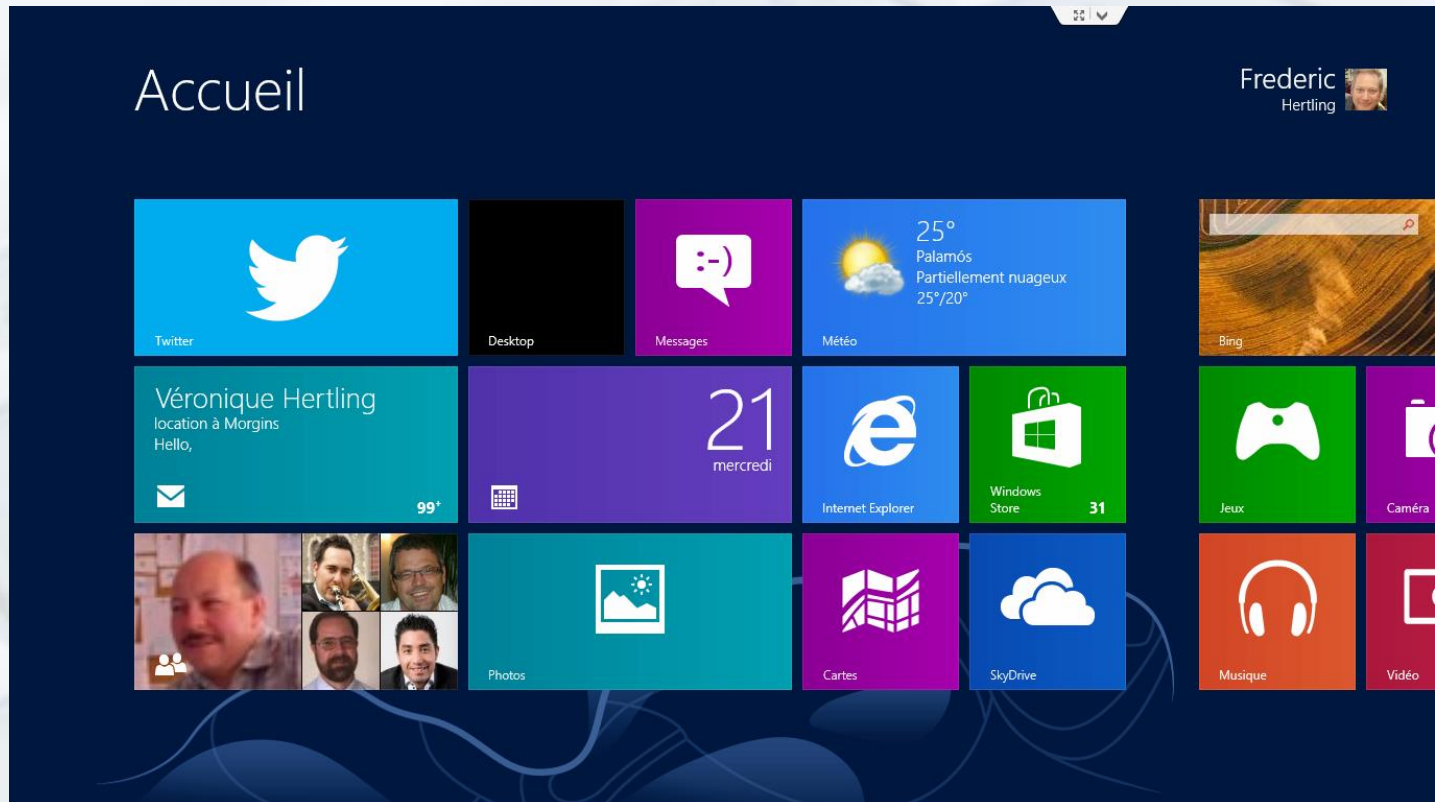
Later versions have all been based on the Windows NT kernel. Current versions of Windows run on IA-32 and x86-64 microprocessors, although Windows 8 will support ARM architecture. In the past, Windows NT supported non-Intel architectures.

Server editions of Windows are widely used. In recent years, Microsoft has expended significant capital in an effort to promote the use of Windows as a server operating system. However, Windows' usage on servers is not as widespread as on personal computers, as Windows competes against Linux and BSD for server market share.

Exemples



Windows 8



Examples



Other

There have been many operating systems that were significant in their day but are no longer so, such as

- AmigaOS;
- OS/2 from IBM and Microsoft;
- Mac OS, the non-Unix precursor to Apple's Mac OS X;
- BeOS; XTS-300;
- RISC OS;
- MorphOS
- FreeMint.

Some are still used in niche markets and continue to be developed as minority platforms for enthusiast communities and specialist applications. OpenVMS formerly from DEC, is still under active development by Hewlett-Packard.

Yet other operating systems are used almost exclusively in academia, for operating systems education or to do research on operating system concepts. A typical example of a system that fulfils both roles is MINIX, while for example Singularity is used purely for research.

Other operating systems have failed to win significant market share, but have introduced innovations that have influenced mainstream operating systems, not least Bell Labs' Plan 9.

Retour historique



1ère génération (1945-1955)

- Tubes à vides
- Tableaux d'interrupteurs, cartes perforées

2ème génération (1955-1965)

- Transistors
- Traitements par lots

3ème génération (1965-1980)

- Circuits intégrés
- Mini-ordinateurs, faible rapport qualité/prix

4ème génération (1980-aujourd'hui)

- Microprocesseurs (circuits intégrés à haute densité)
- Micro-ordinateurs, peu chers

J. Mauchly / J. P. Eckert - ENIAC

(1943-1945)



Moore School (Université de Pennsylvanie)

- Electronic Numerical Integrator And Computer
- destiné au calcul de tables balistiques
- souvent considéré comme le premier ordinateur

Caractéristiques

- 30 tonnes / 150 KW / 18000 tubes à vide / 200 KHz
- programmation par recablage
- utilise la base 10
- accumulateurs

Fonctionne jusqu'en 1952

- fragile (1 panne / 3 jours)



Du point de vue du système...



Protocole classique d'utilisation de la machine

- Le programmeur demande une réservation de la machine pour
- une certaine durée
- Il insère son programme dans la machine en manipulant le
- tableau d'interrupteurs
- Dans les heures qui suivent, il prie pour qu'aucun des quelques
- 20.000 tubes ne grille pendant l'exécution

Protocole amélioré avec les cartes perforées

- Un programme est écrit sur des cartes
- Les cartes sont lues par la machine au lieu d'utiliser des
- tableaux d'interrupteurs pour 'programmer la machine'

Système d'exploitation

- pas de système d'exploitation...

1947 : invention du transistor



Le **transistor** est le composant électronique actif fondamental en électronique utilisé principalement comme interrupteur commandé et pour l'amplification, mais aussi pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que de nombreuses autres utilisations

Supplante le tube à vide

- plus petit
- plus fiable

ordinateurs de deuxième génération

- IBM 1401 (59) / 1620 (60) / 7000 (60)
- DEC PDP-1 (60)
 - 1er ordinateur interactif



Du point de vue du système...



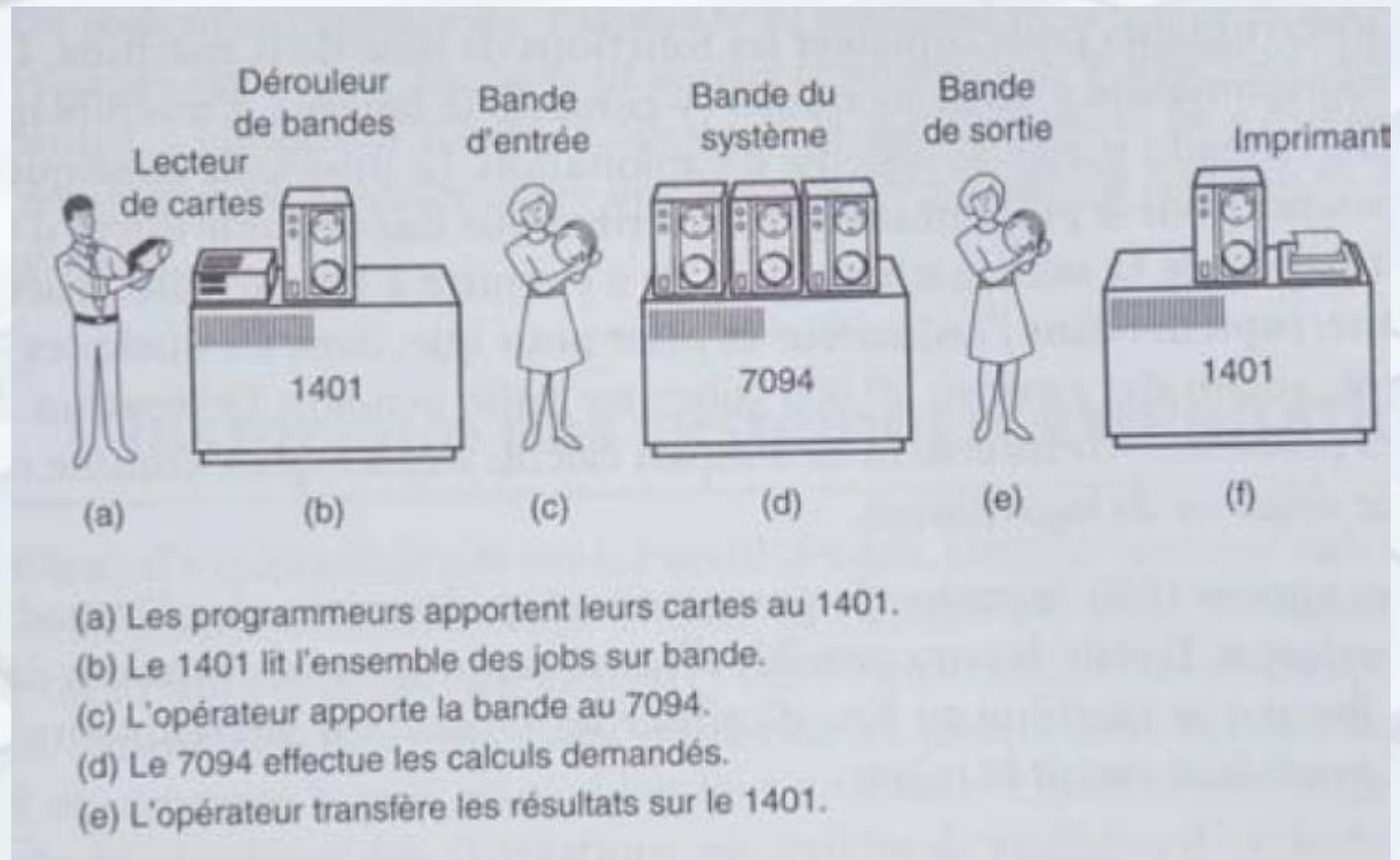
Protocole d'utilisation de la machine

- Le programmeur apporte son paquet de cartes dans la salle de soumission des jobs (tâches, programmes à exécuter)
- L'opérateur fait lire et exécuter les cartes par la machine
- L'opérateur récupère la trace d'exécution sur une imprimante et la stocke dans la salle des résultats pour que le programmeur la récupère
- L'opérateur prend ensuite un autre paquet de cartes soumis et répète le processus précédent
- De plus, si le compilateur FORTRAN est nécessaire, l'opérateur doit également le charger dans la machine

Systèmes d'exploitation

- FMS (Fortran Monitor System)
- IBYS (1er système d'exploitation de l'IBM 7094)

Protocole d'utilisation de la machine



1958 : invention du circuit intégré



Le **circuit intégré**, aussi appelé **puce électronique**, est un composant électronique reproduisant une ou plusieurs fonctions électroniques plus ou moins complexes, intégrant souvent plusieurs types de composants électroniques de base dans un volume réduit, rendant le circuit facile à mettre en œuvre.

Ordinateurs de 2^{ème} génération

- 1964 : IBM série 360

1^{ère} gamme d'ordinateurs compatibles e

- 1964 : DEC PDP-8
 - beaucoup plus compact
- 1969 : Data General Nova
 - bon marché (50000 exemplaires vendus)



Nouvelles techniques dans les systèmes d'exploitation



Multiprogrammation

- possibilité de faire co-exister plusieurs programmes simultanément en mémoire, et de mettre à profit les "temps morts" d'un programme (par exemple les opérations d'entrée/sortie) pour "faire avancer" les autres programmes
 - Mémoire partagée
 - Mécanismes de protection

Spool (Simultaneous Peripheral Operation On-Line)

- Processus de communication de données entre programmes par l'intermédiaire d'une zone de travail temporaire
- rendu possible grâce au fait de pouvoir réaliser des opérations de
 - lecture et d'écriture de manière simultanée sur le disque
 - IBM 1401 n'est plus nécessaire
 - Manipulations de bandes ont disparu

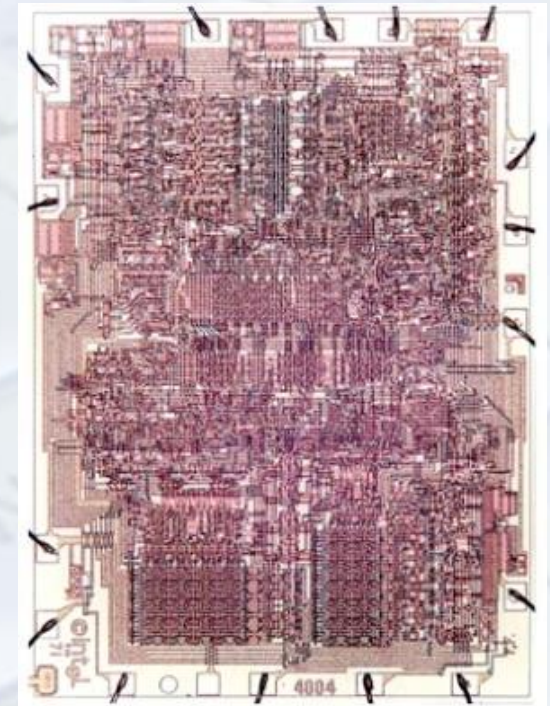
1971 : invention du microprocesseur



1971 : Intel 4004

Ordinateurs de 4ème génération

- 1973 : Micral
- 1975 : Altair (ordinateur en kit, Intel 8080)
- 1976 : Apple I (S. Wozniak / S. Jobs)
- 1977 : Apple II (S. Wozniak / S. Jobs)
 - architecture ouverte
 - lecteur de disquette
 - écran graphique en couleur
- 1981 : IBM PC (Intel 8088)
- 1982 : IBM PC/AT (Intel 80286)
- Commodore 64
- 1983 : Apple Lisa (interface graphique)
- 1984 : Apple Macintosh (Motorola interface graphique & souris)
- 1985 : Commodore Amiga



Du point de vue du système (1)



CP/M (Control Program for Microcomputers)

- En 1974, CP/M est conçu pour Intel par leur consultant Gary Kildall pour le processeur Intel 8080
- Comprend un contrôleur pour le tout récent lecteur de disquettes 8"
- En 1977, Digital Research est fondé par G. Kildall pour commercialiser des CP/M

MS-DOS (MicroSoft-Disk Operating System)

- En 1980, IBM propose l'IBM PC
 - demande à Digital Research de porter CP/M sur PC
 - demande à Microsoft
 - achète QDOS (Quick and Dirty Operating System)
 - le revend à IBM après quelques modifs (PC-DOS / MS-DOS)
 - obtient qu'il soit facturé avec chaque PC vendu (taxe Microsoft)

Du point de vue du système (2)



Macintosh d'Apple

- Steve Jobs (co-inventeur d'Apple) visite le centre de recherche de Xerox par cet découvre l'invention du concept d'IHM graphique
- construit un Apple avec une IHM graphique
 - Lisa, trop cher, échec commercial
 - Macintosh, beaucoup moins cher, très convivial
 - Destiné à des utilisateurs qui ne connaissaient rien aux ordinateurs et qui n'avaient aucunement l'intention d'en apprendre quoi que ce soit

Windows de Microsoft (3.1/95/98/NT/2000/XP/Vista)

- Successeur de MS-DOS
- Influencé par le succès de Macintosh (Intègre une IHM graphique)

UNIX/Linux

- Intégration de l'IHM graphique
- Système de fenêtres appelé X-Window (MIT)
- IHM complète telle que Motif au-dessus de X-Window

La gestion des fichiers



Un **système de fichiers** (FS ou FileSystem en anglais) est une méthode d'organisation des données persistantes sur un médium durable (disque dur, disquette, CD-ROM, clé USB, etc.).

Le système de fichiers offre une vue abstraite des données.

- l'unité de stockage est le fichier, qui est une séquence d'octets ;
- les fichiers sont groupés dans des collections nommées répertoires ;
- les répertoires sont organisés en arborescence

Chaque objet (répertoire, fichier, etc.) est identifié par un nom et possède des propriétés qui dépendent du système de fichier

- ce nom est une chaîne de caractères de taille parfois limitée dans laquelle certains caractères peuvent être interdits
- des propriétés concernent notamment la protection d'accès en lecture et/ou en écriture, le propriétaire du fichier, etc.

Les fonctions du SGF



API pour manipulation des fichiers par les programmes d'application

- créer/détruire des fichiers
- insérer, supprimer et modifier un article dans un fichier.

Allocation de la place sur mémoires secondaires

- les fichiers étant de taille différente et cette taille pouvant être dynamique, le SGF alloue à chaque fichier un nombre variable de blocs

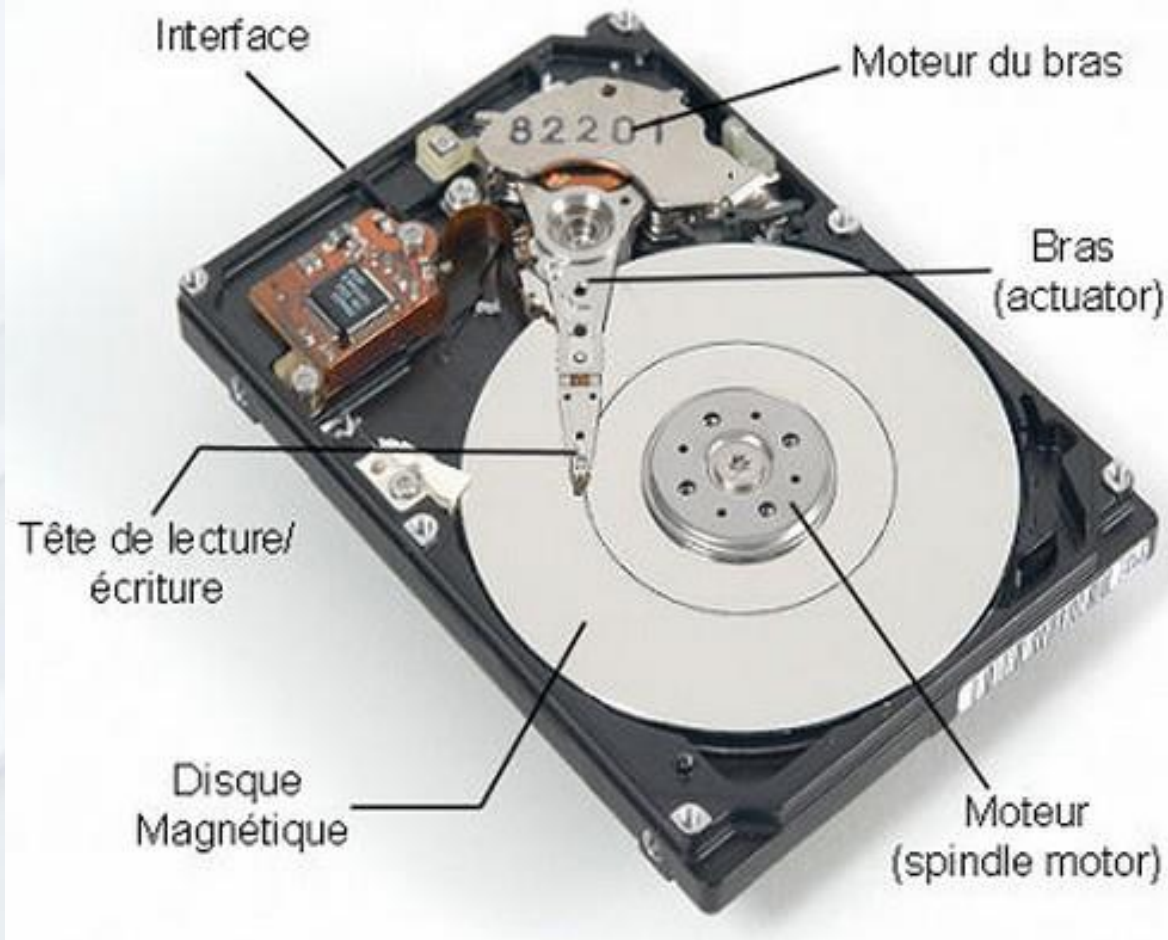
Localisation des fichiers

- chaque fichier possède un ensemble d'informations descriptives (nom, adresse...) regroupées dans un inode.

Sécurité et contrôle des fichiers

- le SGF permet le partage des fichiers par différents programmes d'applications tout en assurant la sécurité et la confidentialité des données
- nom et clé de protection associés à chaque fichier

La lecture sur le disque



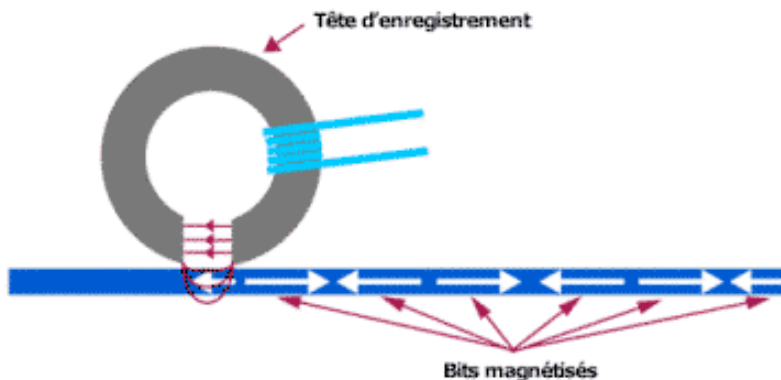
Lecture / écriture de données



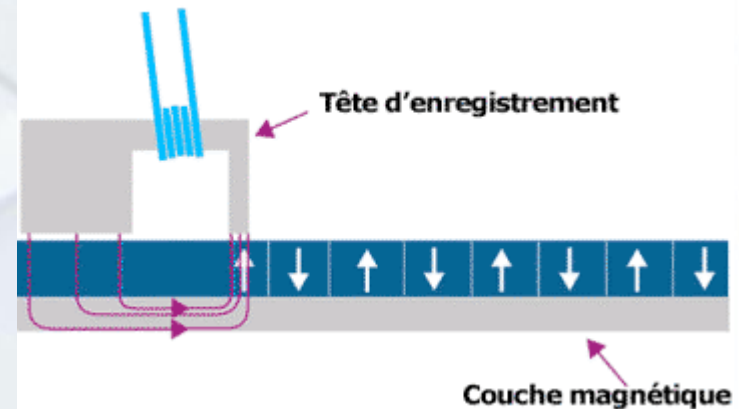
Principe

- les plateaux tournent à très haute vitesse (entre 3600 et 15000 tours/min)
- la tête de lecture flotte au-dessus du plateau grâce au coussin d'air induit (à 10 nm de la surface)
- lecture / écriture
 - écriture : le courant électrique dans la tête génère un champ magnétique qui magnétise la surface
 - lecture : la magnétisation du support induit un courant électrique dans la tête

Processus d'enregistrement longitudinal



Processus d'enregistrement perpendiculaire



Formatage physique du disque



Architecture physique

- plusieurs plateaux empilés les uns au-dessus des autres
- têtes de lecture solidaires
 - une tête de lecture par face
 - fixées au bout d'un bras qui pivote



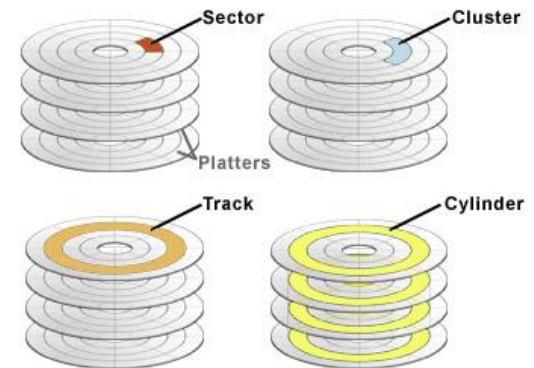
Formatage physique du disque



Géométrie

- les plateaux sont composés de pistes concentriques (numérotées à partir du bord)
- les pistes au-dessus les unes des autres sont accessibles sans bouger les têtes de lecture ; elles forment un cylindre
- les pistes sont découpées en secteurs (blocs)
- repérage des données
 - le numéro de la tête de lecture (choix de la surface)
 - le numéro de la piste (détermine le déplacement de la tête)
 - le numéro du bloc (ou secteur) sur cette piste (détermine à partir de quand il faut commencer à lire les données)

HARD DRIVE (MULTI PLATTER) ASSEMBLY
SURFACE DATA BLOWUP DIAGRAM



CYLINDER = GROUP OF SAME TRACKS (RINGS OF DATA) IN SAME POSITION ON EACH HARD DRIVE PLATTER TOGETHER
TRACK = GROUP OF CLUSTERS LOCATED IN SAME (RING OF DATA) ON A SINGLE HARD DRIVE PLATTER
CLUSTER = GROUPING OF TWO OR MORE SECTORS TOGETHER IN ONE TRACK ON A SINGLE HARD DRIVE PLATTER
SECTOR = SMALLEST AGGREGATION OF DATA (CLUMP) ON A SINGLE TRACK ON A SINGLE HARD DRIVE PLATTER

Capacité d'un disque



Taille d'une piste

= nb de secteurs par piste * taille d'un secteur

Taille d'un cylindre

= nb de faces * taille d'une piste

Taille d'un plateau

= nb de pistes par face * taille d'une piste * 2

Taille du disque

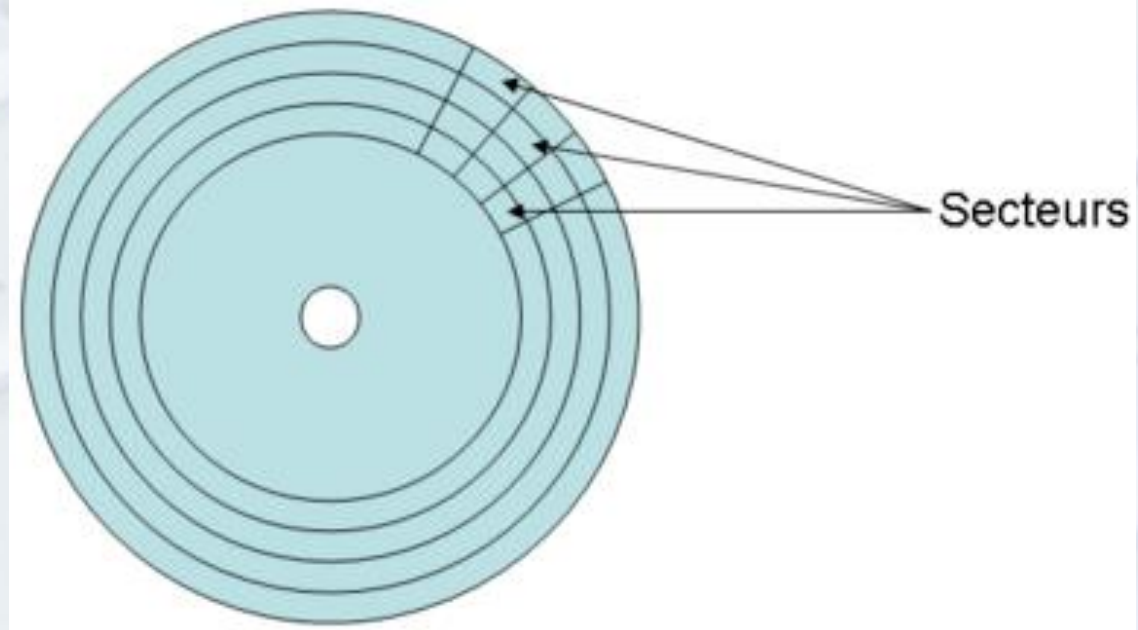
= nb de cylindres * taille d'un cylindre

= nb de plateaux * taille d'un plateau

Qu'est-ce qu'un fichier ?



Une suite de secteurs
l'ordre est essentiel !!!



Qu'est-ce qu'un répertoire ?



- une collection de noms de fichiers
- + un accès à la liste de leurs secteurs
- un répertoire est lui-même un fichier (rangé dans une suite de secteurs)

Les temps d'accès



Quand on demande à lire un secteur, la carte d'interface va

1. Placer les têtes de lecture sur le bon cylindre
2. Attendre que le secteur cherché arrive sous la tête
3. Copier le secteur sur la carte d'interface.
4. Envoyer les données de la carte à l'ordinateur.

Temps de lecture



Temps de lecture d'un secteur

= durée de 1 tour / nombre de secteurs par piste
Durée constante (ex : 0,5 ms)

Débit

= le nombre d'octets lus par seconde si on lisait sans arrêt
= le nombre d'octets qui passent sous la tête en 1 seconde

Temps de latence

= durée moyenne d'attente d'un secteur = durée d'un 1/2 tour

Exemple

- secteurs de 512 octets, 32 secteurs par piste, 7200 tours/min
 - 16 ko par piste, 120 tours / s
 - débit max = 1920 ko/s = 1,875 Mo/s
 - temps de lecture d'un secteur = $1/(120 \cdot 32) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{s} = 0,25 \text{ms}$
 - temps de latence = $1/(120 \cdot 2) = 4,2 \text{ms}$

Changer de piste



Dans le meilleur des cas

- déplacement vers la piste voisine
- temps de déplacement minimal

Dans le pire des cas

- déplacement entre la piste intérieure et la piste extérieure
- temps de déplacement maximal

En moyenne

- temps de déplacement ~ moyenne des 2
- ex: 9,5 ms

Lire un fichier dans l'ordre



Si les secteurs sont n'importe comment sur le disque :

- pour chaque secteur, il faut
 - placer les têtes (durée = temps de déplacement moyen)
 - attendre le secteur (durée = temps de latence)
 - Lire (durée fixe)

Solution = fichiers séquentiels

- Principe
 - tous les secteurs du fichier dans le même cylindre, dans l'ordre
 - quand un cylindre est plein, on passe au voisin
- Avantage
 - dans une lecture du début à la fin, on économise les temps de latence et les temps de déplacement (sauf aux changements de cylindre)
- Inconvénients :
 - souvent, la taille du fichier est fixée une fois pour toutes à la création
 - on ne peut lire que dans l'ordre

Formatage logique



On divise le disque en partitions formées de cylindres consécutifs

Chaque partition est utilisée par le système comme un disque

- un peu moins de déplacement de têtes
- on peut mettre un système par partition (double boot)