

Système d'exploitation

Disque dur, partition et système de fichier

420-W12-SF

Automne 2021

Jean-Pierre Duchesneau (c) 2020

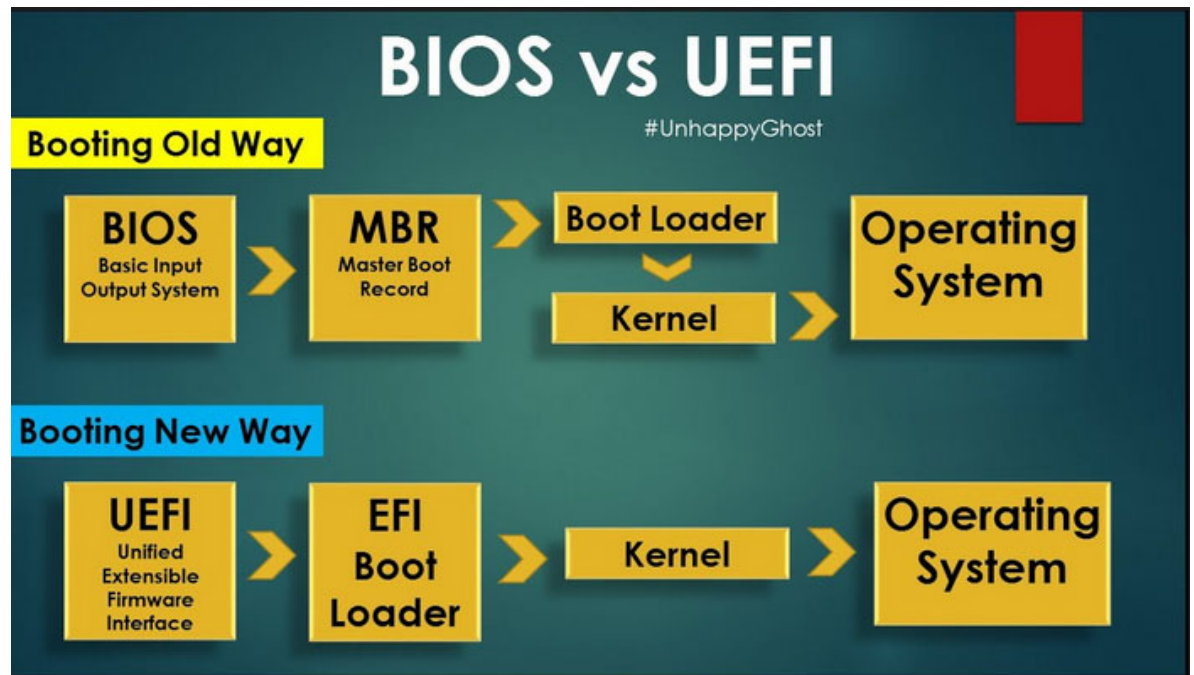
Les cours

1. Intro aux infrastructures informatiques et les composantes internes du PC
2. Les composantes internes du PC et réseau
3. Système d'Exploitation
4. Virtualisation de clients et de serveurs
5. Disque dur, partition et système de fichier
6. La ligne de commandes (Shell) et les scripts
 1. CMD
 2. Bash
 3. PowerShell
7. Git, le contrôle de version
8. WAMP
9. Les nombres

Plan de la présentation

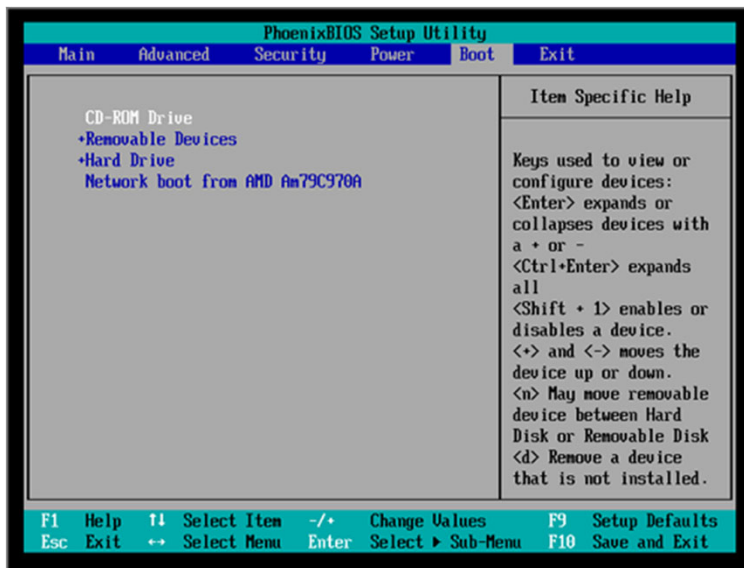
1. Séquence de démarrage
2. Disque dur
3. Partitions
4. Les systèmes de fichiers

Séquence de démarrage

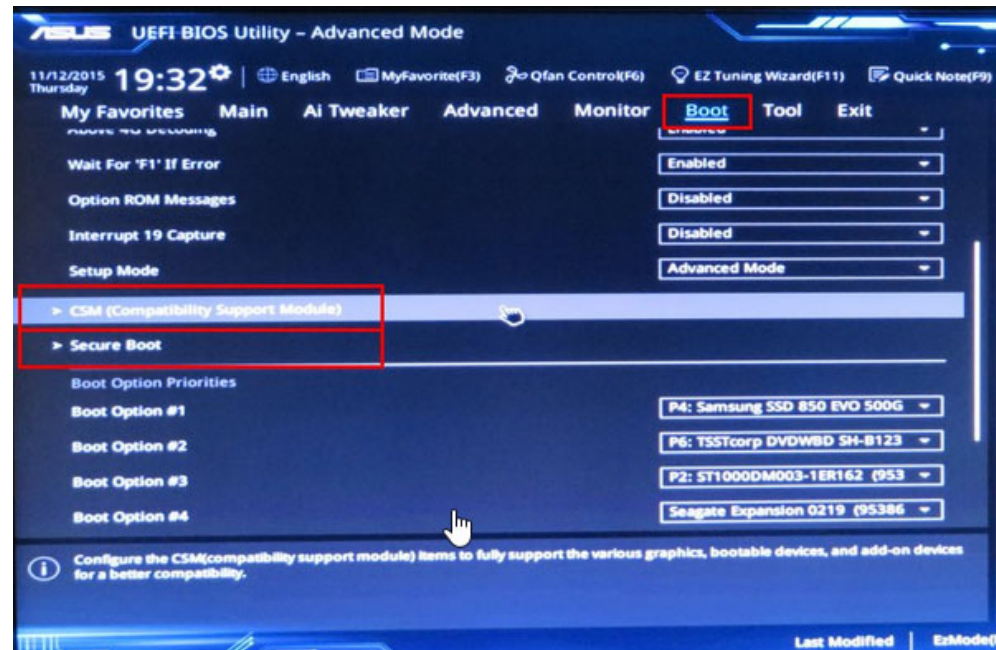


Séquence de démarrage

Menu boot BIOS



Menu boot UEFI

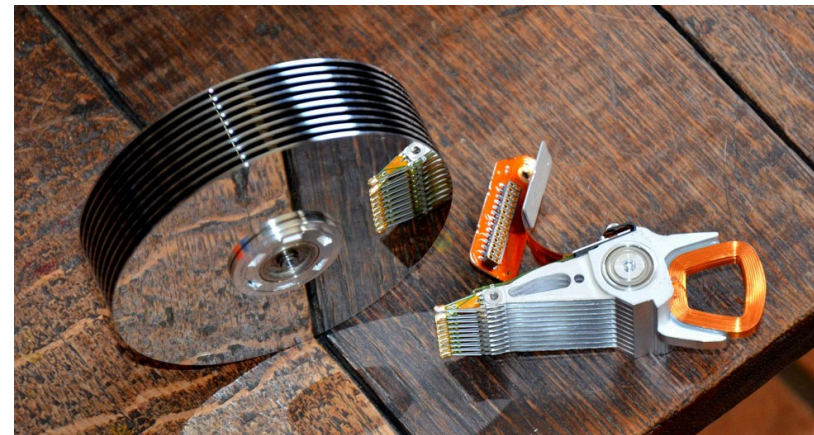
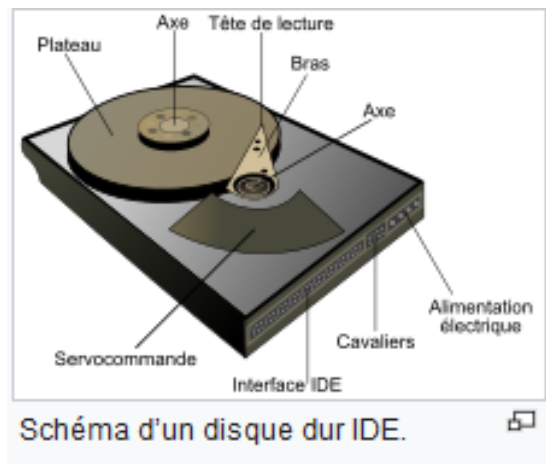


Disque dur

Disque dur

Un **disque dur** est une **mémoire de masse** utilisée principalement dans les ordinateurs.

Inventé en 1956, le disque dur a fait l'objet d'évolutions de capacité et de performances considérables, tout en voyant son coût diminuer, ce qui a contribué à la généralisation de son utilisation



Intérieur d'un disque dur ouvert d'[IBM](#).

**Historique des capacités des disques durs
toutes tailles confondues**

Capacité	Année	Fabricant	Modèle	Taille
5 Mo	1956	IBM	350 Ramac ³	24"
28 Mo	1962	IBM	modèle 1301	
1,02 Go	1982	Hitachi ¹⁵	H8598	14"
25 Go	1998	IBM	Deskstar 25 GP	3,5"
500 Go	2005	Hitachi		
1 To	2007	Hitachi	Deskstar 7K1000 ¹⁶	
2 To	2009	Western Digital ¹⁷	Caviar Green WD20EADS	
3 To	2010	Seagate		
4 To	2011	Hitachi ¹⁸	7K4000	
6 To	2013	HGST ^{19,20}	WD Red Pro	
8 To	2014	Seagate ²¹	Archive HDD	
10 To	2015	HGST	Ultrastar He10 ²²	
14 To	2018	Seagate	Exos X14 ²³	
16 To	2019	Seagate	Exos X16 ²⁴	3,5"
18 To	2020	Seagate	Exos X18 ²⁵	

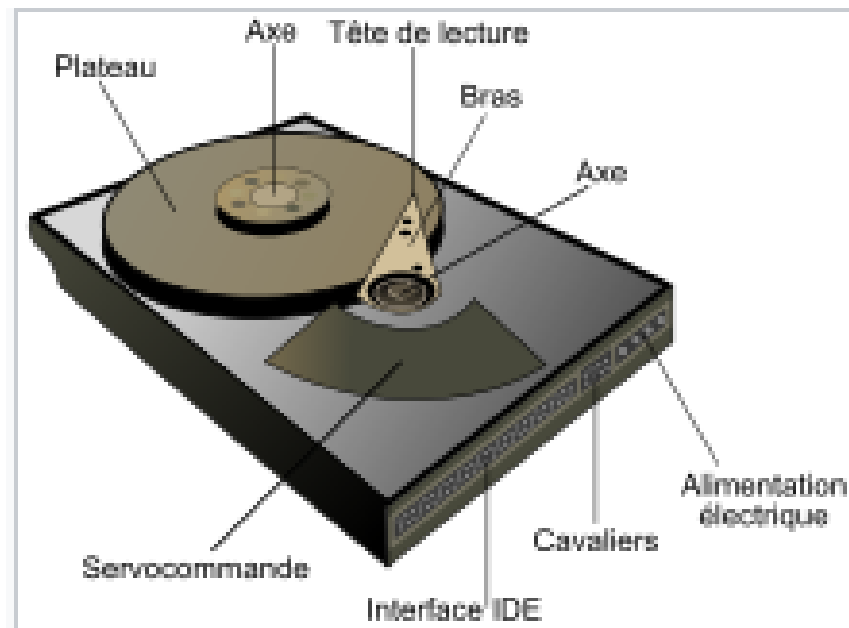


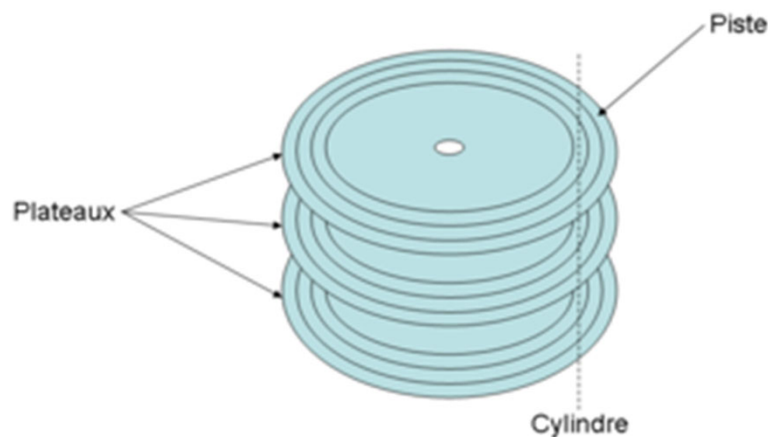
Schéma d'un disque dur IDE.



Disque dur

Fonctionnement :

- **Plateau** qui tournent entre 3 600 et 15 000 tours par minutes.
- **Tête de lecture/écriture**, vole à 10 nanomètres de la surface.
- Géométrie :



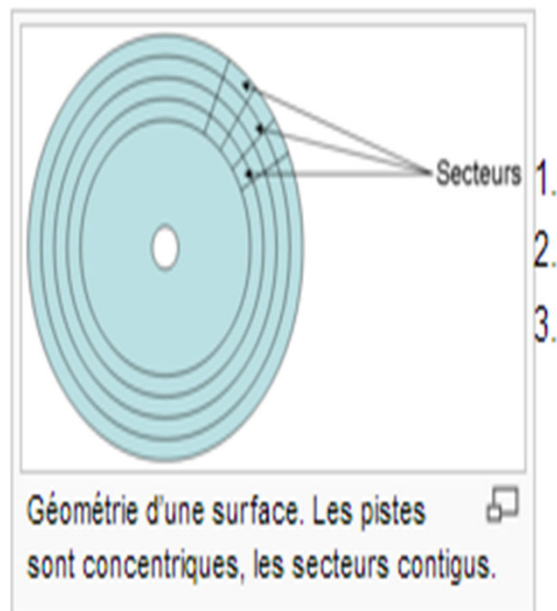
Chaque **plateau** (possédant le plus souvent 2 surfaces utilisables)

Sont composées de **pistes** concentriques séparées les unes des autres par une zone appelée « espace interpiste ».

Les pistes situées à une même distance de l'axe de rotation forment un **cylindre**.

Disque dur

La piste est divisée en secteurs (aussi appelés blocs) contenant les données.



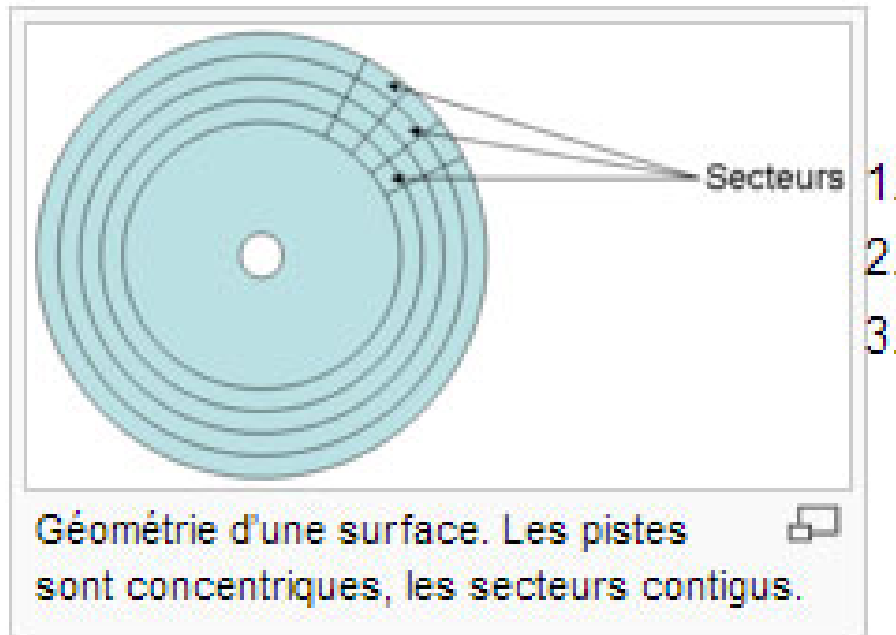
En adressage en géométrie physique CHS(Cylindre/tête/secteur), il faut donc trois coordonnées pour accéder à un **bloc** (ou **secteur**) de disque :

1- le numéro de la **piste** (détermine la position du bras portant l'ensemble des têtes) ;

2- le numéro de la **tête de lecture** (choix de la surface) ;

3 -le numéro du **bloc** (ou secteur) sur cette piste (détermine à partir de quel endroit il faut commencer à lire les données).

Capacité d'un disque dur



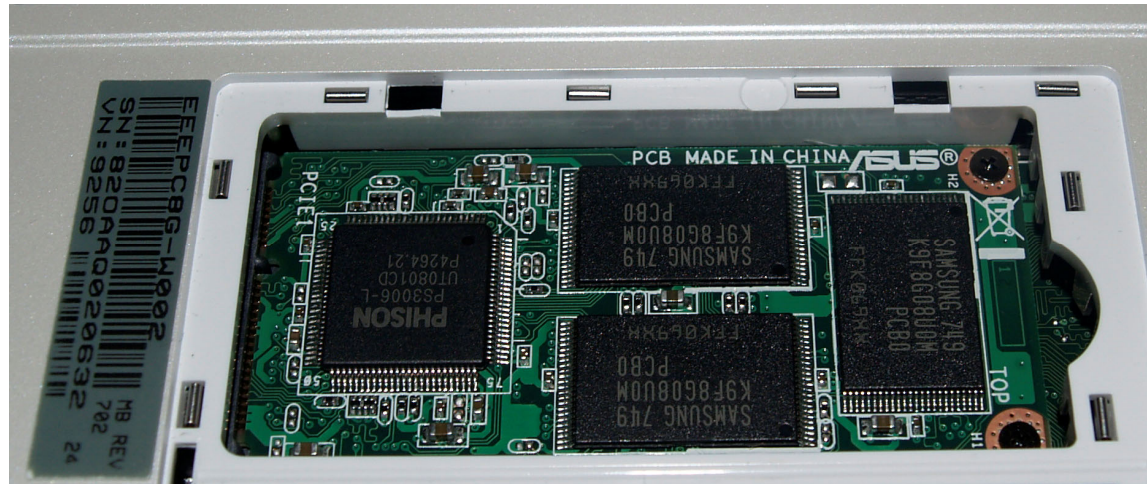
La capacité d'un disque dur peut être calculée ainsi : nombre de cylindres × nombre de têtes × nombre de secteurs par piste × nombre d'octets par secteur ([voir diapo sur les secteurs](#)).

Par exemple avec un disque dur S-ATA Hitachi de fin 2005 :

$63 \text{ secteurs} \times 255 \text{ têtes} \times 10\,011 \text{ cylindres} \times 512 \text{ octets/secteur} = 82\,343\,278\,080 \text{ octets}$ soit 76,688 Gio (ou 82,343 Go).

Solid State Drive

Un SSD (pour *Solid State Drive*) peut avoir extérieurement l'apparence d'un disque dur classique, y compris l'interface, ou avoir un format plus réduit (mSATA, mSATA half-size, autrement dit demi-format) mais est dans tous les cas constitué de plusieurs puces de [mémoire flash](#) et ne contient aucun élément mécanique.



Par rapport à un disque dur, les temps d'accès sont très rapides pour une consommation généralement inférieure, mais lors de leur lancement, leur capacité était encore limitée à 512 Mo et leur prix très élevé.

Capacité et prix

- En [2009](#), un SSD de 128 Go vaut environ 350 \$, ce qui reste nettement plus cher qu'un disque dur classique ;
- mi-[2011](#), un SSD de 128 Go vaut moins de 200 € ; la capacité des SSD dépasse désormais 1 To ;
- fin [2012](#), un SSD de 128 Go vaut environ 75 € ;
- fin [2014](#), un SSD de 240 Go vaut environ 80 € ;
- en [2017](#), un SSD de 1 To vaut moins de 300 € ;
- en 2018, un SSD de 1 To vaut environ 190 € ;
- en 2019, un SSD de 1 To vaut environ 90 €.

Partitionnement des disques durs

Partition de disque dur

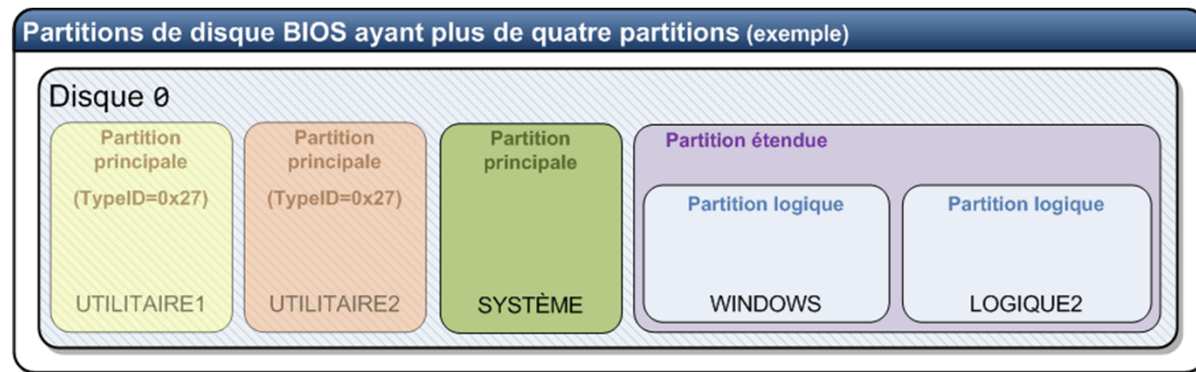
Le **partitionnement** est un fractionnement d'un disque dur réel (matériel) en plusieurs disques virtuels (logiciels).

Chaque **partition** peut posséder son système de fichiers, qui permettra de stocker ensuite les données.

Dans **Windows** les lecteurs :

- A, B, C, D, etc. Généralement les lecteurs les plus élevés (P, U, V, Z) sont des lecteurs réseau.

Sous UNIX, elles sont cachées de l'utilisateur final, les fichiers étant accédés à travers l'arborescence unique (ainsi d'ailleurs que les périphériques physiques) mais sont visibles à travers diverses commandes d'administration, notamment celles affichant les points de montage (mount, df).



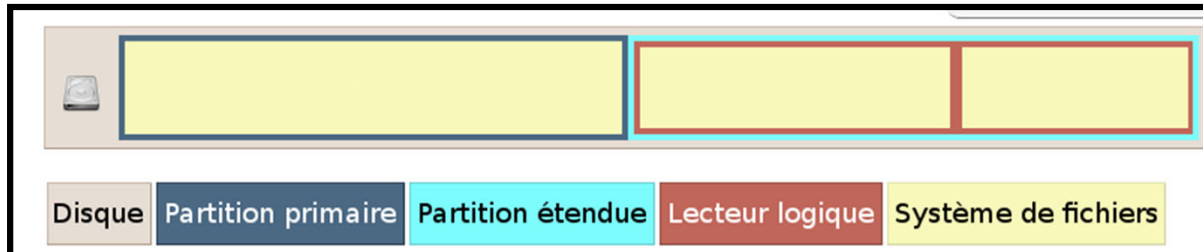
Nomination des partitions (PC Intel/BIOS)

Les informations sont conservées dans des zones qu'on appelle tables de partitions situées dans la **MBR** (**Master Boot Record**, parfois aussi appelé "Zone amorce".)

Il peut avoir des **partitions primaires** qui contiendront un système de fichiers ou **de partitions étendues** qui contiendront à leur tour une table de partitions ayant la même structure que la table principale.

Dans la table de partitions principale, on peut créer au plus quatre partitions, soit quatre partitions primaires, soit de 1 à 3 partitions principales puis une partition étendue (qui souvent est la dernière).

Seules les partitions primaires peuvent contenir la **partition d'amorçage** du système d'exploitation Windows.



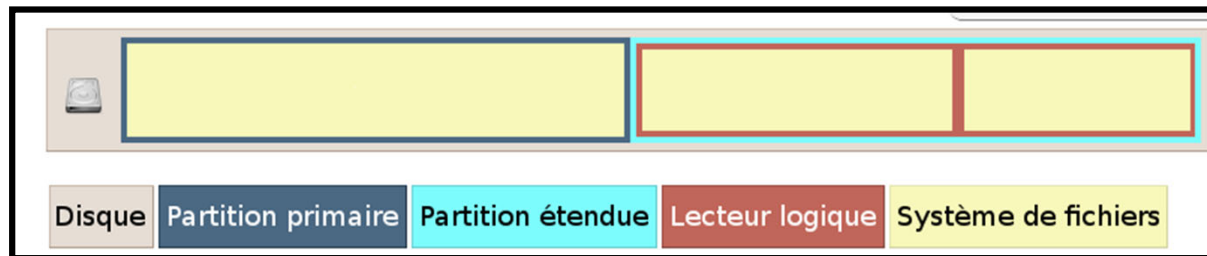
1- Cette méthode a été inventée dans les années 1980 et perdure encore de nos jours (mais le remplacement des BIOS des ordinateurs personnels par l'UEFI devrait achever la transition vers le mode de partitionnement GPT).

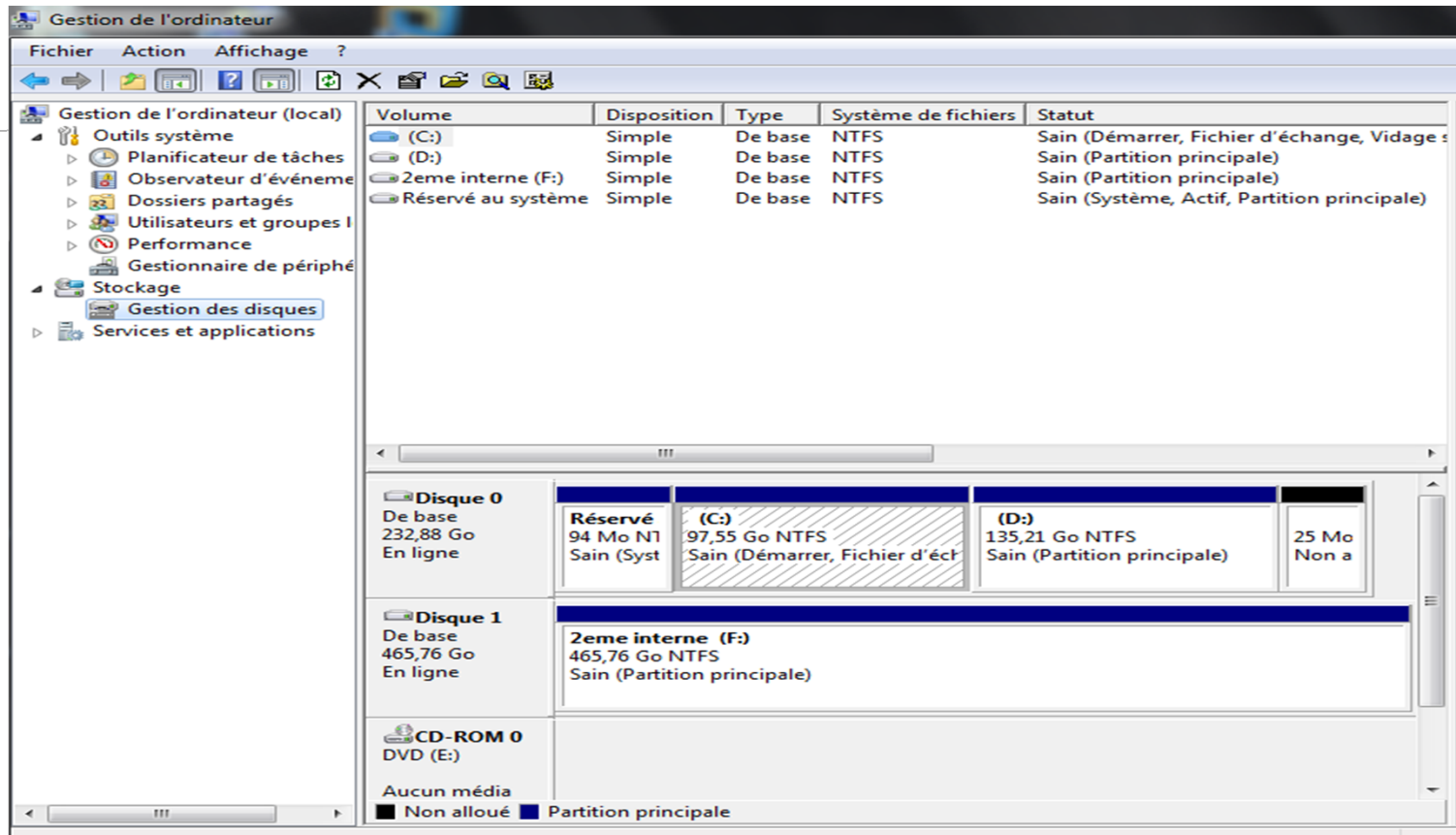
Nomination des partitions (PC Intel/BIOS)

Lorsque l'on veut plus de quatre partitions, il faut donc créer une **partition étendue**. Cette dernière n'est ni plus ni moins qu'une **partition primaire spéciale** qui va contenir des **partitions logiques**.

Une partition étendue peut donc contenir plusieurs partitions logiques et ne se distingue pas pour un programme utilisateur (ni pour le système) des autres partitions.

Seules les partitions **primaires** sont directement reconnues par le BIOS donc **elles sont les seules à pouvoir faire démarrer le système d'exploitation**.





Dans Windows les **partitions** sont représentées par des lettres de lecteur par exemple : c,d,e, etc.

Nomination des partitions dans Linux

Dans Linux les partitions sont représentées par des lettres et des chiffres (sd=sata ou hd=ide)

Exemple :

sda1, 1^{er} disque dur sata, première partition primaire

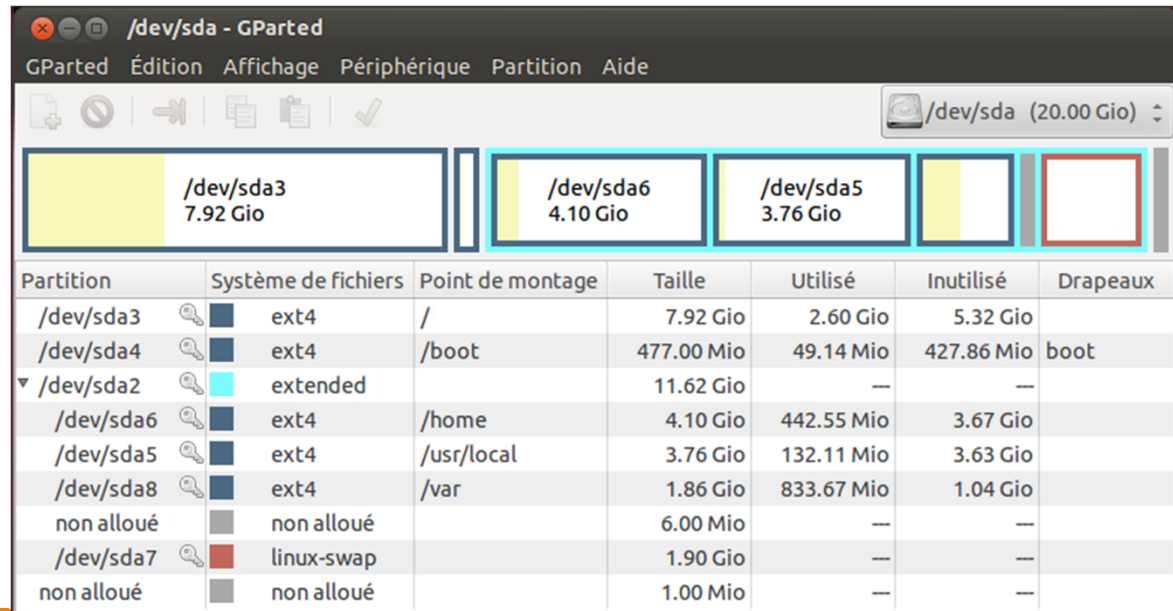
sdb1, 2^e disque sata, première partition primaire

sdb2, 2^e disque sata, deuxième partition primaire

sdb5, 2^e disque sata, première partition logique

Sdc1, 3^e disque sata, première partition primaire

Exemple du
partitionnement
d'un PC avec l'OS
Linux



Partition	Système de fichiers	Point de montage	Taille	Utilisé	Inutilisé	Drapeaux
/dev/sda3	ext4	/	7.92 Gio	2.60 Gio	5.32 Gio	
/dev/sda4	ext4	/boot	477.00 Mio	49.14 Mio	427.86 Mio	boot
▼ /dev/sda2	extended		11.62 Gio	--	--	
/dev/sda6	ext4	/home	4.10 Gio	442.55 Mio	3.67 Gio	
/dev/sda5	ext4	/usr/local	3.76 Gio	132.11 Mio	3.63 Gio	
/dev/sda8	ext4	/var	1.86 Gio	833.67 Mio	1.04 Gio	
non alloué	non alloué		6.00 Mio	--	--	
/dev/sda7	linux-swap		1.90 Gio	--	--	
non alloué	non alloué		1.00 Mio	--	--	

Commande df dans Linux

```
etudiant@etudiant-vm: ~  
etudiant@etudiant-vm:~$ df  
Sys. de fichiers 1K-blocs Utilisé Disponible Uti% Monté sur  
/dev/sda3          8273088 2698196    5159916 35% /  
udev              2161116      4    2161112  1% /dev  
tmpfs             867968     804    867164  1% /run  
none               5120      0      5120  0% /run/lock  
none              2169920    152    2169768  1% /run/shm  
/dev/sda4          485088    46956    413710 11% /boot  
/dev/sda6          4282124 438644    3628648 11% /home  
/dev/sda5          3926568 123544    3606112  4% /usr/local  
/dev/sda8          1941708 807952    1036428 44% /var  
etudiant@etudiant-vm:~$
```

La commande **df** (disk free) est utilisée sur les systèmes de la famille Unix pour afficher la valeur d'espace disque disponible des systèmes de fichier dont l'utilisateur possède l'accès. Elle nous permet également de voir les points d'accès.

Structure du Master Boot Record :

Adresse		Description	Taille en octets
Hex	Déc		
0000	0	Routine	440 (max. 446)
01B8	440	Signature facultative	4
01BC	444	Habituellement nul ; 0x0000	2
01BE	446	Table des partitions primaires (Quatre entrées de 16 octets (<i>IBM Partition Table scheme</i>))	64
01FE	510	55h	MBR signature ; 0xAA55 2
01FF	511	AAh	
Taille totale du MBR : 440 + 4 + 2 + 64 + 2 =			512

Nomination des partitions (PC Intel/BIOS)

LA MBR CONTIENT 512 OCTETS
QUI SONT RÉPARTIS AINSI :

Bloc (cluster)

Le bloc (ou en anglais cluster) est la plus petite unité de stockage d'un système de fichiers (utilisé sur une partition d'un disque dur) d'un système informatique.

Le choix de la taille de bloc est effectué lors du formatage du disque, et influe sur les performances et sur la capacité utile du disque.

Taille de bloc en fonction de la taille de partition

La taille des blocs dépend de la taille des partitions et de leur format (par exemple : FAT32, Ext3 et NTFS). Le tableau suivant synthétise les tailles minimums disponibles :

Taille de la partition	FAT16	FAT32	NTFS ¹	Ext3	ReiserFs3
256 à 511 Mio	8 Kio	4 Kio	512 octets	1 Kio	4 Kio
512 à 1 023 Mio	16 Kio	4 Kio	1 Kio	1 Kio	4 Kio
1 024 Mio à 2 Gio	32 Kio	4 Kio	2 Kio	1 Kio	4 Kio
2 à 8 Gio		4 Kio	4 Kio	1 Kio	4 Kio
8 à 16 Gio		8 Kio	4 Kio	1 Kio	4 Kio
16 à 32 Gio		16 Kio	4 Kio	1 Kio	4 Kio
32 à 2 047 Gio		32 Kio	4 Kio	1 Kio	4 Kio
2 048 Gio à 20 Tio			4 Kio	1 Kio	4 Kio

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Bloc_de_système_de_fichiers

Allocations des fichiers sur les blocs

Admettons que vous enregistriez un fichier de 1 Kio, l'ordinateur (L'OS) lui attribuera un bloc et en notera l'adresse (pour pouvoir y accéder).

Si la taille de bloc ne fait que 4 Kio, on perdra 3 072 octets (un octet \times 1 024 = 1 Kio \rightarrow 4 Kio = 4 096 octets).

Si le bloc fait 32 Kio (ou 32 768 octets), on perdra 31 744 octets. Multiplié par un millier de fichiers cela fait une trentaine de méga-octets de perdus inutilement.

Si l'on crée maintenant un fichier de 7 Kio, l'ordinateur lui attribuera deux blocs, un qui sera complet (4 Kio) et l'autre qui ne fera que 3 Kio.

On voit donc qu'il y a un compromis à trouver pour le choix de la taille de bloc : si on a beaucoup de petits fichiers, une taille petite convient, si on a surtout de gros fichiers, il vaut mieux une taille de bloc plus conséquente.

On comprend alors l'utilité de partitionner les disques. Outre le fait de réduire le gaspillage, le fait d'avoir plusieurs partitions accroît la sécurité.

Système de fichier

Système de fichiers

Façon de stocker l'information sur les mémoires secondaires.

Dans le but de les partager entre les programmes et les utilisateurs.

Vue abstraite des données et permet de localiser à partir d'un chemin d'accès.

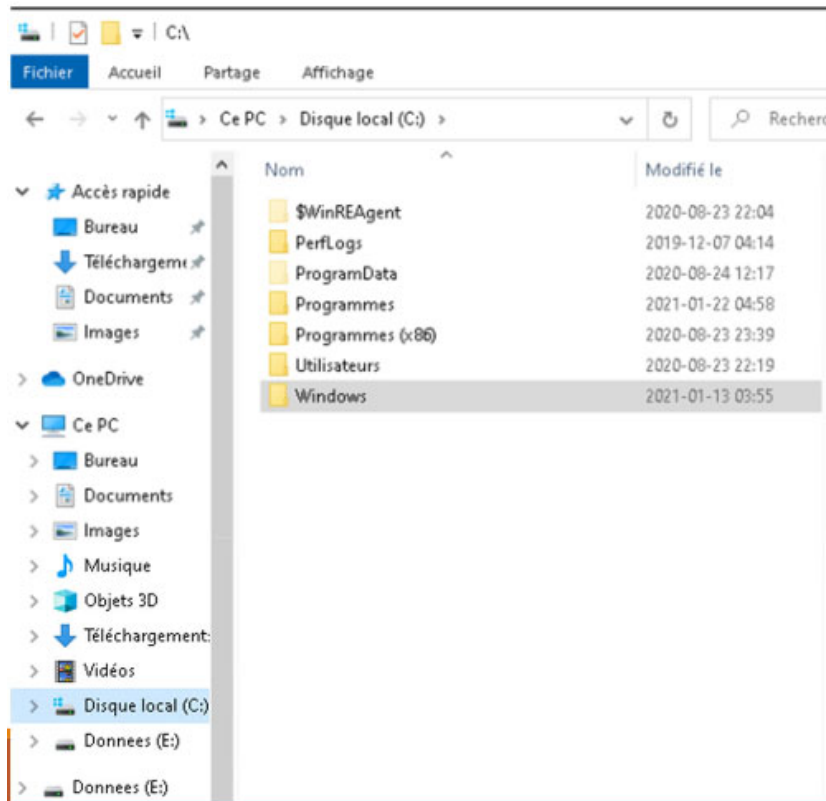
Donc localisation des fichiers.

Manipulation des fichiers (créer, modifier, supprimer, lire)

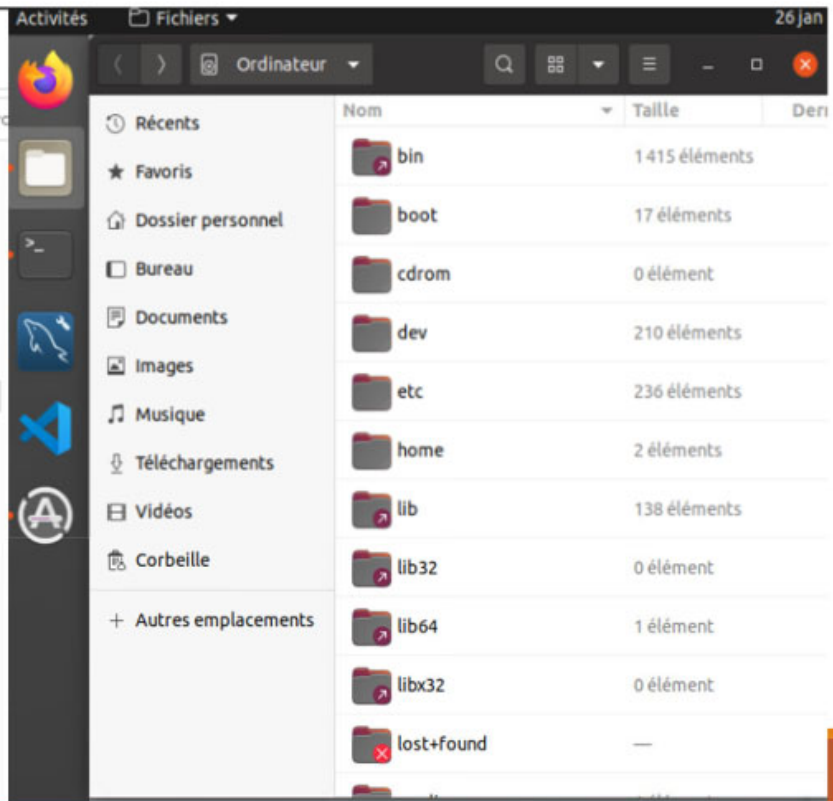
Sécurité et contrôle des fichiers

Arborescence de fichiers

Windows



Linux\Ubuntu



Système de fichiers : Métadonnées

Chaque fichier est décrit par des métadonnées conservées dans un **nœud d'index ou inode**, alors que le contenu du fichier est écrit dans un ou plusieurs blocs du support de stockage, selon la taille du fichier. À chaque fichier correspond un numéro d'inode (*i-number*) dans le système de fichiers dans lequel il réside. Ce numéro est unique au périphérique sur lequel il est situé. Chaque fichier a un seul inode, même s'il peut avoir plusieurs noms (chacun de ceux-ci fait référence au même inode). Chaque nom est appelé lien.

Les métadonnées les plus courantes sous Linux sont :

- droits d'accès en lecture, écriture et exécution selon l'utilisateur, le groupe, ou les autres ;
- dates de dernier accès, de modification des métadonnées (inode), de modification des données (block) ;
- propriétaire et groupe propriétaire du fichier ;
- taille du fichier ;
- nombre d'autres inodes (liens) pointant vers le fichier ;
- nombre de blocs utilisés par le fichier2 ;
- type de fichier : fichier simple, lien symbolique, répertoire, périphérique, etc.

Sur la plupart des systèmes Linux, la commande **stat** permet d'afficher l'intégralité du contenu de l'inode.

Système de fichiers : Types

Nom journalisé :

Ne sont plus utilisés,

Fat (FAT16, FAT32, VFAT), ext, ext2, HFS.

Journalisés :

enregistrent les modifications dans [un journal](#) avant de les effectuer sur les fichiers eux-mêmes. Ce mécanisme apporte une plus grande fiabilité, en permettant une récupération des modifications "en cours" en cas d'arrêt intempestif (coupure de courant, plantage système, débranchement de disque externe...).

NTFS (Windows Actuelle),

ext3, **ext4 (Linux actuelle),**

HFS+, **APFS(Mac OS sur SSD)**

Snapshot : Btrfs, ZFS, HAMMER.

Réseau : NFS, NCP, SMB, CIFS, etc.

Spécialisés : ISO 9660, CFS, VMFS, etc.

Et bien d'autres.

[Voir : https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_de_fichiers](https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_de_fichiers)