

CHAPITRE 2

PRÉPARER LES DISQUES DURS

Ce que vous allez apprendre dans ce chapitre :

- Maîtriser le Partitionnement et formatage des disques durs
- Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers
- Décrire des disques durs



10 heures



CHAPITRE 2

PRÉPARER LES DISQUES DURS

1. Décrire des disques durs
2. Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers
3. Maîtriser le Partitionnement et formatage des disques durs



02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs



Pour exploiter un système d'exploitation, il faut tout d'abord l'installer. Maintenant, pour l'installer, il faut avoir nécessairement un disque dur. Dans cette partie du cours, on va découvrir comment préparer les disques durs pour exploiter les systèmes et leurs fonctionnalités, et donc utiliser l'ordinateur.

On commence par la description d'un disque dur.

Définition d'un disque dur

Le disque dur est le composant responsable du stockage des données. C'est là que tous les fichiers et dossiers sont physiquement situés. Deux types de disques se présentent : les disques SSD (l'abréviation de Solid State Drive) et les disques HDD (l'abréviation de Hard Disk Drive).

- Les disques durs ont été inventés dans les années 1950. Ils ont commencé comme de gros disques ayant 20 pouces de diamètre et contenant seulement quelques mégaoctets. Ils étaient à l'origine appelés « disques fixes ». Ils sont devenus plus tard connus sous le nom de « disques durs » pour les distinguer des « disquettes ».
- Il existe deux manières de mesurer les performances d'un disque dur : - **Débit de données** : le débit de données est le nombre d'octets par seconde que le lecteur peut fournir au CPU. - **Le temps de recherche** : c'est le temps qui s'écoule entre le moment où le processeur demande un fichier et le moment où le premier octet du fichier est envoyé au processeur.

Les opérations du disque sont pilotées par des **contrôleurs du disque**. Le contrôleur de disque se trouve accolé au disque. Exemple: les standards **SCSI** Abréviation de *Small Computer System Interface*, **IDE** abréviation de *Integrated Drive Electronics* ou encore nommé **Parallel ATA** signifie *Advanced Technology Attachment* et aujourd'hui **SATA** Abréviation de *Serial Advanced Technology Attachment*, ou S-ATA qui est aussi un dérivé de la norme **ATA**.

02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs



Disques durs HDD (hard disk drive)

Les disques durs traditionnels (**HDD**) sont bien connus car ils existent depuis plus de 50 ans.

Les disques durs reposent sur des disques en rotation, ou plateaux, pour lire et écrire des données, ce qui les limite physiquement à la vitesse à laquelle ils peuvent effectuer des opérations de lecture et d'écriture.

De nos jours, la plupart des gens utilisent désormais le (SSD) pour des tailles de stockage typiques, car ils sont nettement plus rapides pour à peu près le même prix. Les disques durs ne sont généralement utilisés que dans les systèmes économiques où les solutions de sauvegarde de données volumineuses ou l'utilisation de disques durs sont plus rentables.

Les disques durs **HDD** présentent une mémoire de masse magnétique qui est utilisée pour le stockage des données.

Un **HDD** est constitué des plateaux en aluminium recouverts d'une couche magnétique où les différentes données sont sauvegardées en langage machine (code binaire).

Les données peuvent être accédées en lecture ou en écriture à partir d'une ou plusieurs têtes du HDD.

02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs

Disques durs HDD (hard disk drive)

Comme il est illustré dans la **Figure 14**, un disque HDD est formé de plusieurs plateaux, qui eux-mêmes sont divisés en pistes. Chaque piste se divise en secteurs. Les pistes ayant le même rayon forment un cylindre.

Pour que les têtes accèdent aux différentes zones de stockage, les plateaux du **HDD** effectuent une rotation. En fonction de la vitesse de la rotation, qui s'exprime en tours par minutes (rpm), la tête accède plus ou moins vite aux zones de stockage. Par exemple, pour 5400 rpm le temps d'accès est de 5,55ms, à 7200 rpm il passe à 4,16ms, à 10000 rpm il n'est plus que de 3ms. La vitesse de rotation maximale actuelle est de 15000 rpm, soit 2ms de temps d'accès.

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
- Les données sont organisées sur le disque dur par un système de fichiers, par exemple, le [NTFS](#), le [FAT32](#), etc. Il existe plusieurs modèles dans le marché de capacité de stockage différente, aujourd'hui, il y a des **HDD** qui peuvent stocker jusqu'à 3 To (Téra octets).

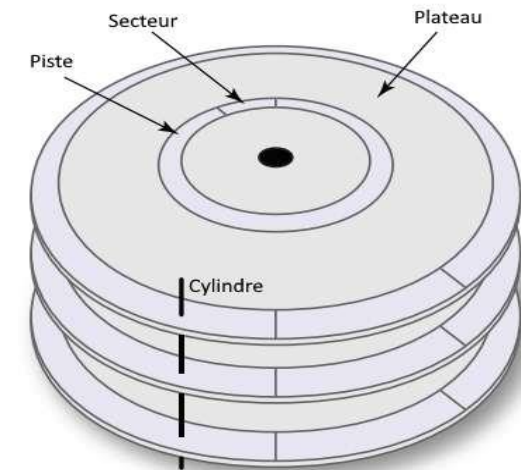


Figure 14 : Les composants d'un disque durs SATA HDD

02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs

Il existe plusieurs dimensions, on note les modèles 2,5" et 3,5" qui sont couramment utilisés.

- Les **HDD** externes avec une interface de connexion [USB](#) ou [e-SATA](#).
- Les **HDD** internes sont connectés en [SATA](#) ou en [IDE](#).

La **Figure 15** illustre les composants d'un HDD interne 3,5 "IDE.

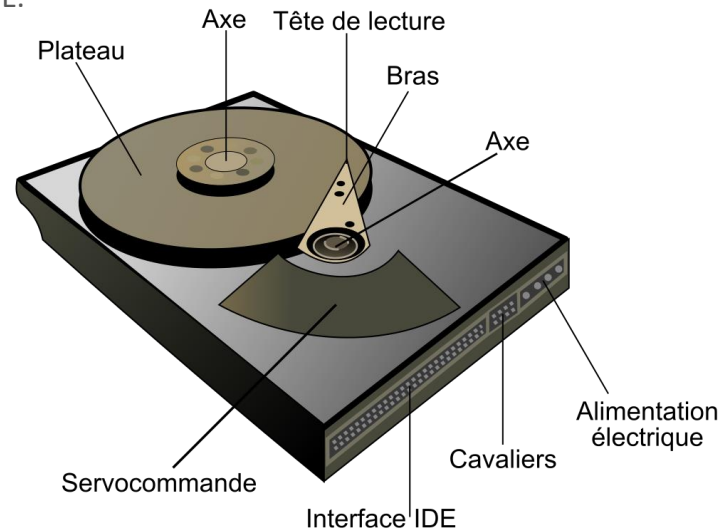


Figure 15 : Illustration d'un HDD interne 3,5" IDE

02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs

Disques durs SATA SSD (Solid State Drive) (voir Figure 16)

Les disques SSD (Solid State Drive) sont rapidement devenus la norme et le successeur des disques durs traditionnels. Le SSD utilise une mémoire NAND-Flash similaire à celle utilisée dans les clés USB. Les SSD peuvent généralement coûter le même prix que les disques durs pour les tailles de stockage typiques, ce qui en fait un choix facile en raison de ses vitesses beaucoup plus rapides.

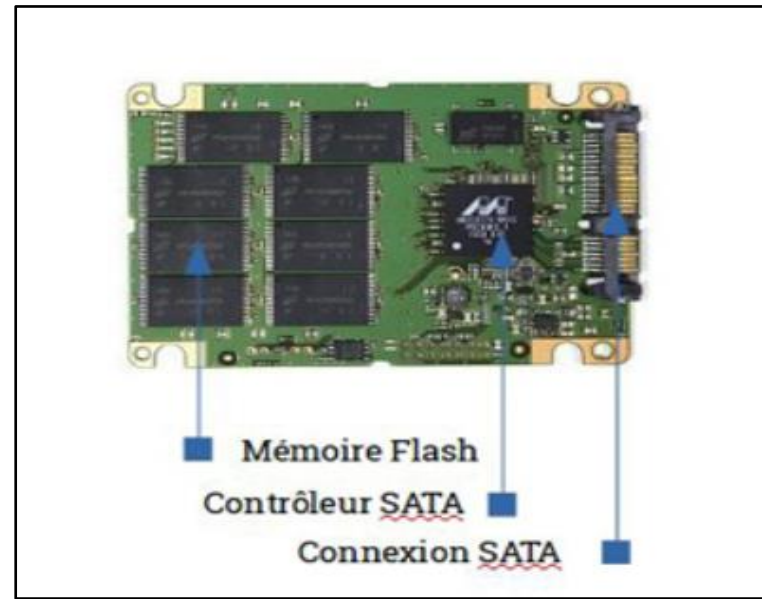


Figure 16 : Un disque SATA SSD

02 – Préparer les disques durs

Décrire des disques durs



Disques durs SATA NVMe SSD (Non-Volatile Memory Express)

Les disques SSD NVMe sont la dernière technologie et offrent les vitesses de transfert et d'E/S les plus rapides. En fait, ils sont environ 6 fois plus rapides que les SSD SATA traditionnels.

Les disques durs et les SSD traditionnels utilisent des ports SATA III qui atteignent un débit maximal de 600 Mo/s et limitent leurs vitesses. En utilisant cette connexion, la plupart des SSD fourniront des vitesses de lecture et d'écriture d'environ 500 Mo/s. À titre de comparaison, un disque dur à 7 200 tr/min gère environ 100 Mo/s en fonction de l'âge, de l'état et du niveau de fragmentation.

Le SSD NVMe, quant à lui, utilise plusieurs voies PCI-e qui lui permettent de fournir des vitesses de débit pouvant atteindre 3 500 Mo/s. C'est 35 fois plus rapide que les disques durs et 7 fois plus rapide que les SSD SATA !

CHAPITRE 2

PRÉPARER LES DISQUES DURS

1. Décrire des disques durs
2. **Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers**
3. Maîtriser le Partitionnement et formatage des disques durs



02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Gestion des fichiers : Système de fichiers

Depuis des décennies, les systèmes de fichiers sont existants, ils ont été utilisés par les cartes perforées et les bandes magnétiques. Mais les anciens systèmes de fichiers ne permettaient qu'un accès linéaire, ce qui signifie qu'il fallait chercher et trouver l'emplacement exact du stockage, ce qui va prendre beaucoup de temps, par exemple en enroulant une bande magnétique. Aujourd'hui, les systèmes de fichiers permettent un **accès aléatoire**, c'est-à-dire que la récupération de toute donnée est effectuée beaucoup plus rapidement. Dans ce qui suit, on va découvrir qu'est-ce qu'un système de fichiers. Ainsi, on va présenter les principaux systèmes de fichiers existants.

Un **système de fichiers** ou file system en anglais (ou **système de gestion de fichiers** abrégé **SGF**) est défini comme un **système de classement et d'organisation sur un support de stockage** (disque dur, [disquette](#), CD-ROM, [clé USB](#), disques SSD, etc.) qui permet la structuration et l'organisation de l'écriture, de la recherche, de la lecture, du stockage, de la modification et de la suppression de fichiers d'une manière spécifique. Le système de fichiers permet aux utilisateurs d'accéder à leurs fichiers le plus rapidement possible. Pour garantir ça, les fichiers sont classifiés de façon à ce qu'ils puissent être identifiés sans erreur.

Le système de gestion de fichiers (**SGF**) est considéré comme la partie la plus visible d'un système d'exploitation SE qui est responsable de la gestion du stockage et de la manipulation de fichiers sur une unité de stockage.

Le rôle principal d'un SGF est donc la gestion des fichiers et la mise à la disposition des utilisateurs des primitives pour manipuler ces fichiers.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Les systèmes de fichiers sont considérés comme un composant opérationnel essentiel, qui joue le rôle d'une interface entre le système d'exploitation SE et tous les lecteurs connectés (internes ou externes, par exemple via un port USB).

Le système de gestion de fichiers permet un ensemble des fonctionnalités telles que :

- stocker des fichiers sur le disque dur ;
- gérer de l'espace libre sur le disque dur ;
- faciliter l'utilisation des fichiers dans un environnement multi-utilisateur ;
- assurer l'organisation des fichiers, le diagnostic, la récupération en cas d'erreurs.

Un fichier est sauvegardé sur le disque sur un ensemble de clusters, appelés aussi blocs. Le SGF traite alors des blocs numérotés de 0 à N-1 (N = taille du disque/taille d'un bloc). Le stockage de chaque fichier soit ordinaire soit répertoire d'un système de fichiers se fait sur l'unité de stockage du système de fichiers. La taille des blocks où les données sont stockées est fixe (512, 1024, ou 2048 octets,...) et à chaque fichier est alloué un nombre de blocs. Les opérations de lecture/écriture d'un élément d'un fichier consistent à effectuer le transfert vers la mémoire du bloc entier contenant cet élément.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Techniques d'allocation des blocs sur le disque

Il existe plusieurs techniques d'allocation des blocs sur le disque, on distingue trois façon d'organiser les blocs d'un fichier : contiguë, chaînée et indexée.

- Allocation en blocs contigus : la technique contiguë ;
- Allocation en blocs chaines : la technique chaînée ;
- Allocation avec des blocs d'index : la technique indexée.

Maintenant, on va découvrir en détails ces trois techniques d'allocation.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Allocation en blocs contigus

Pour enregistrer un fichier, le SGF recherche une zone mémoire suffisamment grande pour contenir le fichier. Chaque fichier est constitué alors de plusieurs blocs contigus dans le disque, c'est-à-dire consécutifs.

Cette méthode permet **l'accès rapide aux fichiers** puisque les blocs sont contigus en mémoire, il suffit de mémoriser l'adresse du premier bloc (appelé tête) d'un fichier pour y accéder, ce qui signifie la réduction en temps.

Comme cette technique a des avantages, également, elle a des inconvénients :

- Le **gaspillage de la place** car le dernier bloc réservé pour le fichier peut ne pas être utilisé ;
- La taille de fichiers peut augmenter suite à des opérations d'écriture. Dans ce cas, il faudra le **déplacer** afin de trouver une nouvelle zone mémoire de taille suffisante.
- **La perte d'espace sur le disque** : soit le risque qu'un fichier n'utilise pas l'espace mémoire en entier, soit, le risque qu'un fichier ne trouve pas assez d'espace mémoire pour être étendu ;
- **Problème de fragmentation externe** : l'allocation de l'espace mémoire des différents fichiers se fait d'une façon contigue. Après certaine manipulation des fichiers tel que la création, le déplacement ou la suppression, on peut avoir des petites zones éparpillées dans la mémoire qui ne servent pas à stocker des fichiers mais dont le total est assez volumineux.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers

Allocation en blocs contigus

La **Figure 17** illustre un exemple d'allocation contiguë d'espace disque pour 6 fichiers. Chaque fichier est stocké dans un nombre de blocs contigus.

Fichier	Table Début	Fin
A	0	3
B	4	6
C	7	12
D	13	29
E	18	35
F	30	38

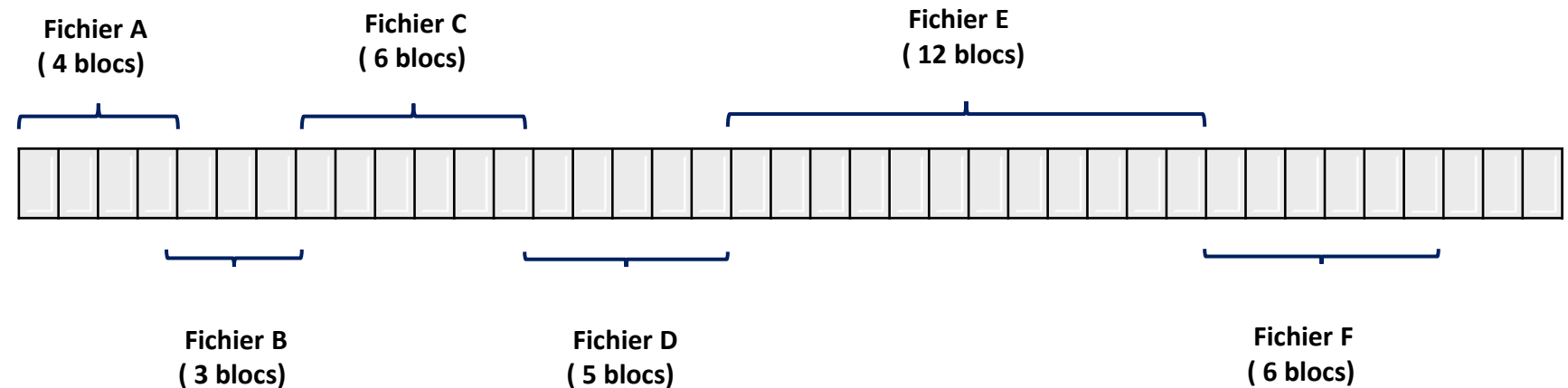


Figure 17 : Allocation contiguë d'espace disque pour 6 fichiers

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers

Allocation chaînée (non contiguë)

Cette technique consiste à sauvegarder les blocs constituant le fichier sous forme d'une liste chaînée comme il est montré dans la **Figure 18**. En effet, les différents blocs composant le fichier sont éparpillés dans le disque et ils sont liés entre eux via leur adresse. Chaque bloc contient l'adresse du bloc suivant.

Cette technique résout le problème de l'allocation contiguë, car avec l'allocation chaînée, il n'y a aucune limitation de taille, seulement l'espace disque lui-même.

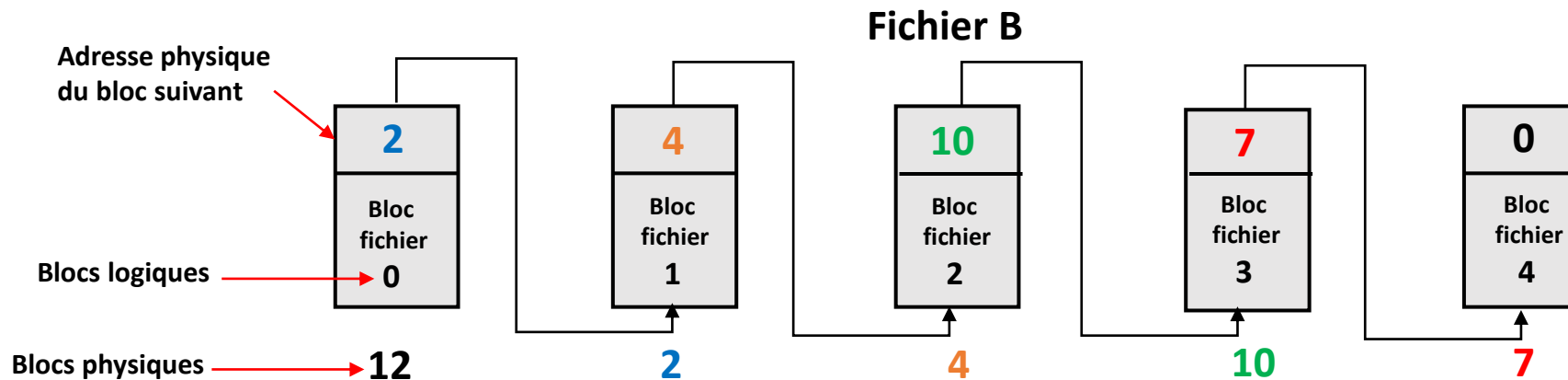


Figure 18 : Allocation chaîné des blocs constituant le fichier B

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Comme toutes les techniques, l'allocation chaînée présente des avantages et des inconvénients.

- L'**avantage** de cette technique est l'élimination du problème de fragmentation externe. De plus, sa mise en place ne nécessite pas une structure spéciale.
- Le premier **inconvénient** de cette technique est l'accès totalement séquentiel au fichier puisque le parcours d'un fichier est toujours effectué à partir son début. De plus, la manipulation des blocs chaînés est très délicate et n'est pas sécurisée car la perte d'un chaînage va entraîner par conséquence la perte de tout le reste du fichier. Pire encore, une modification d'une valeur dans un pointeur suffit pour se trouver dans un autre bloc.

Notez qu'un pointeur est une variable contenant l'adresse du bloc suivant.

Tous les inconvénients cités ci-dessus peuvent être résolus en utilisant la **technique d'allocation indexée**.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers

Allocation non contiguë indexée

L'utilisation d'une table d'index permet de remédier à l'insuffisance de l'allocation chaînée d'une manière simple.

En effet, cette technique consiste à retirer et placer les pointeurs des blocs dans une structure de données sauvegardées en mémoire centrale, permettant ainsi un accès rapide et à tout moment aux informations concernant les numéros de blocs.

La **Figure 19** montre l'utilité de la table d'index contenant les pointeurs pour obtenir les informations concernant les numéros de blocs.

Cette méthode est appliquée par la plupart des systèmes actuels. On cite à titre d'exemple, La **FAT** (l'abréviation de File allocation Table), qui est utilisée par **MS-DOS** pour la conservation des chaînages entre les blocs. Windows NT utilise la **MFT** (l'abréviation de Master File Table) associé au système **NTFS** (l'abréviation de New Technology File System). Enfin, le SE UNIX, GNU/Linux emploie le **I-Node** (l'abréviation de Index Node).

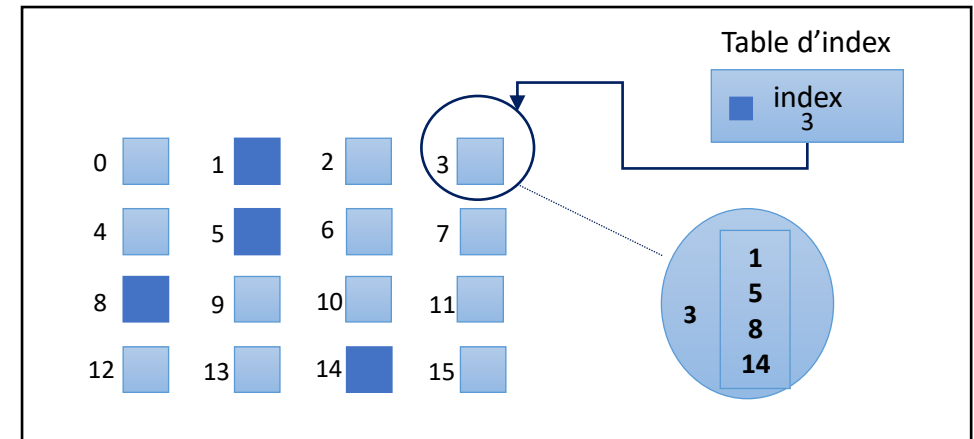


Figure 19 : Allocation chaînée indexée

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers

En général, les systèmes de fichiers passent par un **formatage** sur un support de données. Dans le passé, ce sont les utilisateurs qui prenaient en charge la préparation de nouveaux supports de données pour le stockage et la gestion des fichiers. De nos jours, les supports de stockage achetés de nos jours sont déjà formatés.

Chaque système d'exploitation supporte un ensemble des systèmes de gestion de fichier comme il est présenté dans la **Table 1**.

Système d'exploitation	Système de fichiers supportés
DOS	FAT16
Windows 95	FAT16
Windows 98	FAT16, FAT32
Windows NT4	NTFS, FAT
Windows XP	NTFS, FAT, FAT16, FAT32
Linux	Ext2, Ext3, Ext4, Linux Swap, FAT16,xfs, FAT32, NTFS, ReiserFS
OpenBSD, FreeBSD	UFS (Unix File System)
MacOS	MFS (Macintosh File System), HFS (Hierarchical File System)

Table 1 : Liste des système de fichiers supportés pour certain SE

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers



Système de Gestion FAT

FAT signifie File Allocation Table, c'est un système de fichiers relativement ancien. Les fichiers sont limités à 4 Go. Pour un FS de type FAT, la taille et les noms des fichiers sont insensibles à la casse. Ce système de fichiers a l'avantage d'être largement portable et d'être disponible sur de nombreuses plateformes. Pour cette raison, les périphériques de stockage sont souvent préformatés en FAT. Grâce à cette portabilité, FAT est souvent utilisé pour les clés USB et pour la partition /boot.

- Un volume formaté avec le système de fichiers FAT est organisé en clusters. La taille de cluster par défaut est déterminée par la taille du volume.
- Chaque fichier et répertoire se voit attribuer une entrée de répertoire qui contient :
 - Nom de fichier ;
 - Taille du fichier ;
 - Adresse de départ du contenu.
- Si un fichier ou un répertoire a besoin de plus d'un cluster, ces clusters se trouvent dans la structure FAT.

Versions de Système de Fichiers FAT

Il existe trois versions différentes FAT12, FAT16 et FAT32 :

- **FAT12** : L'identifiant de cluster est codé sur 12 bits, ce qui limite le stockage maximum d'une partition à 2^{12} (4096) clusters. Windows utilise des clusters ayant une taille allant du 512 octets à 8 Ko, ce qui limite la taille de volume FAT12 à 32 Mo.
- **FAT16** : Avec un identifiant de 16 bits, FAT16 peut adresser 65536 clusters. Sous Windows, les tailles de cluster FAT16 varient de 512 octets (la taille du secteur) à 64 Ko, ce qui limite la taille d'un volume à 4 Go.
- **FAT32** : FAT32 est le format de système de fichiers basé sur FAT le plus récemment défini. FAT32 utilise des identifiants de cluster à 32 bits. Parmi ces 32 bits, 4 sont réservés. Donc, nous pouvons considérer que FAT32 utilise des identifiants à 28 bits. Il peut gérer plus efficacement les disques que FAT16. Il peut gérer des volumes de 128 Gb avec des clusters de 512 octets.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Structure d'un Volume FAT

Un Volume FAT est organisé comme suit :

Secteur d'amorçage de partition	Table d'allocation des fichiers	Table d'allocation des fichiers (dupliquée)	Répertoire racine
---------------------------------	---------------------------------	---	-------------------

Secteur d'amorçage de partition

- Le secteur d'amorçage de partition contient des informations que le système de fichiers utilise pour accéder au volume. Sur les ordinateurs x86, l'enregistrement d'amorçage principal utilise le secteur d'amorçage de partition sur la partition système pour charger les fichiers du noyau du système d'exploitation.

Table d'allocation des fichiers

- Les entrées sont stockées dans une table qui réside au début du volume. Pour protéger le volume, deux exemplaires de tables sont conservés, au cas où l'un serait endommagé. Les tables d'allocation des fichiers doivent également être stockées dans un emplacement fixe afin que les fichiers nécessaires au démarrage du système puissent être correctement localisés.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



- **Table d'allocation des fichiers**

- La table d'allocation de fichiers contient les informations suivantes sur chaque cluster dans le volume :

1. Inutilisé ;
2. Cluster utilisé par un fichier ;
3. Mauvais cluster ;
4. Dernier cluster dans un fichier.

- Le numéro de cluster de départ est l'adresse du premier cluster utilisé par le fichier. Chaque cluster contient un pointeur vers le cluster suivant dans le fichier, ou une indication (0xFFFF) que ce cluster est la fin du fichier.

- **Répertoire racine**

- Il contient une entrée pour chaque fichier et répertoire de la racine. La seule différence entre le répertoire racine et les autres dossiers est que le dossier racine se trouve à un emplacement spécifié sur le disque et a une taille fixe (512 entrées pour un disque dur).

Structure des répertoires FAT

- Les répertoires ont un ensemble d'entrées de 32 octets pour chaque fichier et sous-répertoire se trouvant dedans.
- L'entrée de répertoire comprend les informations suivantes :
 - Nom ;
 - Attribut (valeur de 8 bits d'informations) ;
 - Temps de création (24 bits) ;
 - Date de création (16 bits) ;
 - Date du dernier accès (16 bits) ;
 - Heure de la dernière modification (16 bits) ;
 - Date de dernière modification (16 bits.) ;
 - Numéro de cluster de départ dans la table d'allocation de fichiers (16 bits) ;
 - Taille du fichier (32 bits).

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



NTFS de l'anglais New Technology File System

Il s'agit du système de fichiers principal de Microsoft. Ses structures de données ne limitent pas la taille maximale du fichier à 4 GO. NTFS a été introduit pour la première fois en 1993, avec la version Windows NT 3.1.

Sous Windows, la casse est préservée. Donc, en créant un fichier appelé "Fichier", il est lu comme "fichier". En listant le contenu du répertoire, il est affiché comme "fichier", plutôt que "Fichier", comme FAT fait traditionnellement.

Caractéristiques de NTFS

NTFS présente les caractéristiques suivantes :

Performance : NTFS assure la compression de fichiers, ce qui offre une meilleure gestion de stockage.

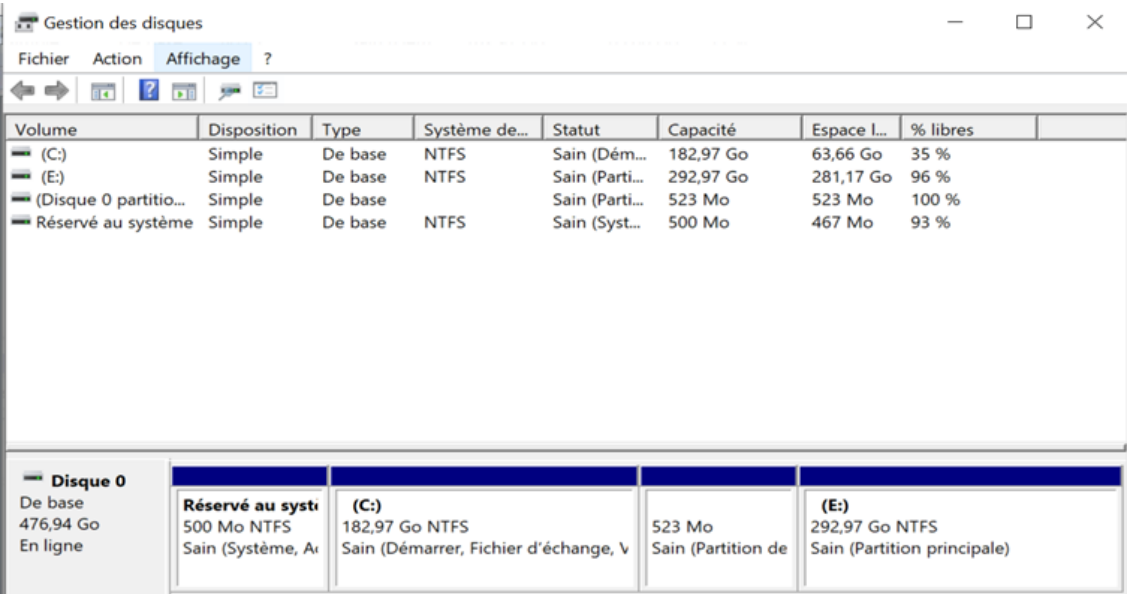
Contrôle d'accès : NTFS permet de placer des autorisations sur les fichiers et les dossiers afin de restreindre l'accès aux données critiques.

Fiabilité : Grâce à cette fonctionnalité, il est possible de restaurer rapidement les données.

Journalisation du système de fichiers : cela signifie qu'il est possible de conserver un journal (et auditer) des fichiers ajoutés, modifiés ou supprimés sur un lecteur. Ce journal est appelé Master File Table (MFT).

Exemple de configuration de NTFS

La **Figure 12** illustre un exemple de configuration NTFS.



The screenshot shows the 'Gestion des disques' window. The main table lists the following volumes:

Volume	Disposition	Type	Système de...	Statut	Capacité	Espace l...	% libres
(C:)	Simple	De base	NTFS	Sain (Dém...	182,97 Go	63,66 Go	35 %
(E:)	Simple	De base	NTFS	Sain (Parti...	292,97 Go	281,17 Go	96 %
(Disque 0 partitio...	Simple	De base		Sain (Parti...	523 Mo	523 Mo	100 %
Réservé au système	Simple	De base	NTFS	Sain (Syst...	500 Mo	467 Mo	93 %

Below the table, the details for 'Disque 0' are shown:

Disque 0	Réservé au systi	(C:)	(E:)
De base 476,94 Go En ligne	500 Mo NTFS Sain (Système, A	182,97 Go NTFS Sain (Démarrer, Fichier d'échange, v	292,97 Go NTFS Sain (Partition de

Figure 12 : Exemple de configuration NTFS.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Ext2, ext3 and ext4

Les systèmes de fichiers ext sont les systèmes de fichiers principaux de Linux et sont généralement l'option par défaut en installant des distributions Linux :

ext2 est plutôt primitif, utile uniquement avec les anciens chargeurs de démarrage ;

ext3 est plus avancé. Après différentes améliorations, il est passé à ext4 ;

ext4 prend en charge la journalisation, utilise des extensions pour son stockage et prend en charge les attributs étendus, où des métadonnées supplémentaires peuvent être attribuées à un fichier ;

Il y a des outils tiers pour lire les systèmes de fichiers ext à partir de Windows, mais la prise en charge de NTFS sous Linux est meilleure.

Ext2 (Second extended file system)

Introduit en 1993. Son développeur principal est Rémy Card.

La taille de fichier maximale autorisée est de 16 Go à 2 To.

La taille totale du système de fichiers est comprise entre 2 To et 32 To.

Un répertoire peut contenir 32 000 sous-répertoires.

Il est recommandé sur les clés USB, car il ne présente pas un overhead associé à la journalisation.

Une extension de journalisation à ext2 a été développée. Par conséquent, il est possible d'ajouter un journal à un système de fichiers ext2 existant.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Principales caractéristiques de Ext2

Lors de la création du système, l'administrateur peut choisir la taille de bloc optimale (de l'ordre de 1 Ko à 4 Ko), selon la taille moyenne estimée des fichiers.

Lors de la création d'un système, l'administrateur peut définir le nombre d'inodes pour une taille de partition particulière, en fonction du nombre de fichiers attendus.

Les blocs de disque sont divisés en groupes comprenant des pistes adjacentes. Ceci réduit le temps de lecture pour un fichier appartenant au même groupe.

Le système de fichiers préalloue des blocs de disque même pour les fichiers normaux. Ainsi, quand la taille de fichier augmente, il occupera des blocs adjacents.

Ce qui réduit la fragmentation des fichiers.

Le nombre de groupes de blocs dépend de la taille de la partition et de la taille du bloc. Le bitmap bloc doit être stocké dans un seul bloc, donc si la taille du bloc en octets est x , il peut y avoir au plus $8 * x$ blocs dans chaque groupe de blocs. Donc, si **size** est la taille de la partition en blocs, le nombre total de groupes de blocs est d'environ $size / (8 * x)$.

La division du système de fichiers en groupes de blocs est conçue pour augmenter la sécurité et optimiser l'écriture des données sur le disque.

La sécurité est obtenue en maintenant des informations redondantes sur le système de fichiers (descripteurs de superbloc et de groupe) dans chaque groupe de blocs.

L'optimisation de l'écriture des données est assurée par des algorithmes d'allocation de nouvelles inodes et blocs de disque.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Ext3 (Third Extended File System) :

Il a été introduit en 2001 puis retiré en 2015. Le développeur principal est Stephen Tweed. Il est disponible depuis la version du noyau 2.4.15.

Le principal avantage d'ext3 est qu'il permet la journalisation. La journalisation a une zone dédiée dans le système de fichiers, où toutes les modifications sont sauvegardées. Lorsque le système se bloque, la possibilité de corruption du système de fichiers est plus faible grâce à la journalisation.

La taille maximale des fichiers individuels peut aller de 16 Go à 2 To.

La taille globale du système de fichiers ext3 peut aller de 4 To à 32 To.

Un répertoire peut contenir 32 000 sous-répertoires.

Il est possible de convertir le système de fichiers ext2 en système de fichiers ext3 directement sans restauration et sauvegarde.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Journalisation Ext3 :

Le Journal est un tableau circulaire de taille fixe :

- Implémenté en tant que fichier spécial avec un numéro d'inode codé en dur ;
- Chaque transaction de journal est composée d'un marqueur de début, d'un log et d'un marqueur de fin.

Pendant la récupération, le système de fichiers analyse le journal pour les transactions complètes validées. Les transactions incomplètes ne sont pas considérées.

Le journal du système de fichiers ext3 est généralement écrit dans un fichier caché appelé « journal » situé à la racine du système de fichiers.

Ext3 utilise la couche Journaling Block Device pour prendre en charge la journalisation. C'est le code utilisé pour écrire physiquement le journal.

Pour activer la journalisation dans ext3, il existe des nodes réservés et l'un d'eux est consacré au journal.

Les métadonnées et le contenu du fichier sont écrits dans le journal avant d'être validés dans le système de fichiers principal.

Ext4 (Fourth Extended File system)

Il a été introduit en 2008 (système de fichiers pas entièrement nouveau, plutôt amélioration de ext3).

Disponible depuis la version 2.6.19 du noyau.

Prend en charge la taille énorme des fichiers individuels et la taille globale du système de fichiers.

La taille maximale des fichiers individuels peut aller de 16 Go à 16 To.

La taille globale du système de fichiers peut être de 1 EB (exaoctet). 1 EB = 1024 Po (pétaoctet), 1 Po = 1024 To (téraoctet).

Un répertoire peut contenir 64 000 sous-répertoires.

Plusieurs autres nouvelles fonctionnalités sont introduites dans ext4 : allocation de blocs multiples, allocation retardée, somme de contrôle du journal, fsck rapide, etc.

Il existe une option permettant de désactiver la fonction de journalisation.

Un ext3 existant peut être monté comme ext4 (sans avoir à le mettre à niveau).

Ext4 (Fourth Extended File system)

Le 28 juin 2006, le code source d'ext3 a été modifié et la nouvelle branche a été renommée ext4.

Le noyau 2.6.28, contenant le système de fichiers ext4, a été publié le 25 décembre 2008.

La caractéristique la plus importante qui distingue ext4 des ext2 et ext3 est le mécanisme d'extents qui remplace l'adressage indirect des blocs.

Ext4 est rétro-compatible avec ext3 et ext2, ce qui permet de monter ext3 et ext2 comme ext4. Néanmoins, les mécanismes qui nécessitent des structures de données modifiées sur le disque (sous forme d'extents) ne fonctionnent pas.

La conversion de ext2 et ext3 en ext4 est possible sans changer les inodes (ancien adressage de bloc est utilisé). De cette façon, les fichiers utilisant l'ancien bloc d'adressage indirect peuvent coexister sur le disque, ainsi que des fichiers utilisant le nouveau mécanisme d'extension.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Xfs (Extents File System)

XFS est un système de fichiers hautement évolutif et à haute performance qui a été conçu à l'origine par Silicon Graphics, Inc.

Il a été créé pour prendre en charge des systèmes de fichiers extrêmement volumineux (jusqu'à 16 exaoctets), des fichiers (8 exaoctets) et des structures de répertoires (des dizaines de millions d'entrées).

XFS prend en charge la journalisation des métadonnées, ce qui facilite une récupération plus rapide suite à un incident.

Le système de fichiers XFS peut également être défragmenté et agrandi lorsqu'il est monté et actif.

XFS propose les schémas d'allocation suivants :

- Allocation basée sur des extents ;
- Politiques d'allocation compatibles avec les bandes ;
- Allocation différée ;
- Pré-allocation d'espace.

Zfs

ZFS est un produit de Sun Microsystems, racheté plus tard par Oracle.

Il s'agit d'un système de fichiers copy on write. Ceci assure la déduplication, car si plusieurs fichiers ont les mêmes données, le système de fichiers peut pointer les deux fichiers aux mêmes données.

Malgré sa complexité, ZFS est également disponible sur leUnix Solaris et BSD.

Btrfs (B-Tree Filesystem)

Btrfs est un système de fichiers moderne pour Linux de type copy on write.

Btrfs vise à implémenter de nombreuses fonctionnalités avancées du système de fichiers tout en se concentrant sur la tolérance aux pannes, la réparation et la facilité d'administration.

Le système de fichiers btrfs est conçu pour répondre aux exigences de hautes performances et de grands serveurs de stockage.

Il convient aux centres de données à grande échelle ainsi qu'aux smartphones cellulaires.

Le principal avantage d'un système de fichiers Copy-on-Write est qu'en modifiant un extent de données, il sera copié à un emplacement différent, modifié et stocké dans un autre extent du système de fichiers. L'extent des données d'origine n'est pas modifié. Ainsi, le système de fichiers btrfs peut éliminer le risque de corruption des données ou de mise à jour partielle en cas de panne de courant lors de la modification des données, car les données d'origine restent inchangées.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Principales caractéristiques du système de fichiers Btrfs :

Les principales caractéristiques du système de fichiers Btrfs sont :

Stockage de fichiers basé sur les extents :

Dans un système de fichiers basé sur les extents, l'unité de stockage est appelée extent. Un extent est une zone de stockage contiguë réservée à un fichier. Un fichier nécessite un extent, quelle que soit sa taille. Pour les fichiers plus volumineux (taille de fichier supérieure à la taille de l'extent), plusieurs extents seront nécessaires. Pour les fichiers plus volumineux, les métadonnées seront utilisées pour garder une trace des extents utilisées par le fichier. Dans le système de fichiers Btrfs, les métadonnées sont considérablement plus petites. Des métadonnées plus petites améliorent l'efficacité du stockage et les performances du système de fichiers.

Prise en charge des grands fichiers :

Dans un système de fichiers Btrfs, un seul fichier peut avoir une taille d'environ 16 EiB (exbi-octets). Quelle que soit la taille du fichier, Btrfs peut le prendre en charge.

Optimisation de stockage pour les petits fichiers :

Quelle que soit la taille d'un fichier, il faudra un bloc ou un extent pour stocker le fichier. Cela gaspille beaucoup d'espace disque. Pour résoudre ce problème, le système de fichiers Btrfs intègre des fichiers plus petits dans les métadonnées pour stocker efficacement les fichiers plus petits.

02 – Préparer les disques durs

Découvrir les Systèmes de gestion de fichier



Principales caractéristiques du système de fichiers Btrfs :

Allocation dynamique des inodes :

De nombreux systèmes de fichiers ont un nombre fixe d'inodes. Ainsi, en créant plusieurs petits fichiers, il sera impossible de créer d'autres fichiers même s'il y'a un espace sur le disque. De même, il n'est pas possible d'augmenter le nombre maximum d'inodes une fois que le système de fichiers a été créé.

Btrfs résout ce problème en allouant dynamiquement les inodes selon les besoins. Ainsi, il est possible de créer autant de fichiers qu'il y'a d'espace libre sur le disque.

Snapshots:

Le système de fichiers Btrfs prend en charge les snapshots. Il est possible de prendre un snapshot du système de fichiers actuel qui sera utilisé en cas de corruption ou de perte des données.

Compression

Le système de fichiers Btrfs prend en charge la compression de données. La compression et la décompression des fichiers dans un système de fichiers btrfs se font automatiquement en arrière-plan. Btrfs prend en charge 3 algorithmes de compression : ZLIB, LZO et ZSTD.

CHAPITRE 2

PRÉPARER LES DISQUES DURS

1. Décrire des disques durs
2. Découvrir les Systèmes de gestion de fichiers
3. **Maîtriser le Partitionnement et formatage des disques durs**



02 – Préparer les disques durs

Maîtriser le partitionnement et formatage des disques durs



Maintenant, on va se concentrer sur le partitionnement et le formatage des disques durs.

Le partitionnement du disque

Pour installer un ou des systèmes d'exploitation différents qui n'utilisent pas le même système de fichiers, il faut partitionner le disque. Le partitionnement consiste à créer des zones de stockage indépendantes appelées partitions, sur le disque et dont les données ne seront pas mélangées. On va créer donc au minimum autant de partitions que de systèmes d'exploitation. Dans le cas où un seul système d'exploitation est utilisé, une seule partition de la taille du disque est suffisante, sauf si l'utilisateur veut en créer plusieurs pour séparer les données dans plusieurs lecteurs.

Le partitionnement consiste à cloisonner le disque. Il permet la cohabitation des environnements systèmes différents sur le même disque. L'information concernant le partitionnement d'un disque est sauvegardée dans son premier secteur (secteur zéro), dans **la table de partitionnement** qui donc existe dans le premier secteur du disque dur physique. Elle contient les informations qui concernent les partitions d'un disque dur. Il existe deux tables de partitionnement : celle du **MBR** (l'abréviation de Master Boot Record) et du **GPT** (l'abréviation de GUID Partition Table).

02 – Préparer les disques durs

Maîtriser le partitionnement et formatage des disques durs

Il existe deux type de partitionnement :

- Le **partitionnement Primaire** permet la création de jusqu'à 4 partitions primaires sur le même disque.
- Le **partitionnement Etendue** permet la division d'une partition primaire en sous-partitions (une ou plusieurs **partitions logiques** qui sont équivalents aux partitions primaires, mais qui sont créées d'une manière différente (pas de secteurs de démarrage)).

Par exemple, on peut avoir un ensemble de partitions (multi-partition) dans un même disque possédant chacune un système de fichier différent.

La **Figure 20** illustre un exemple de multi-partition d'un disque entre deux environnements systèmes différents : DOS et UNIX.

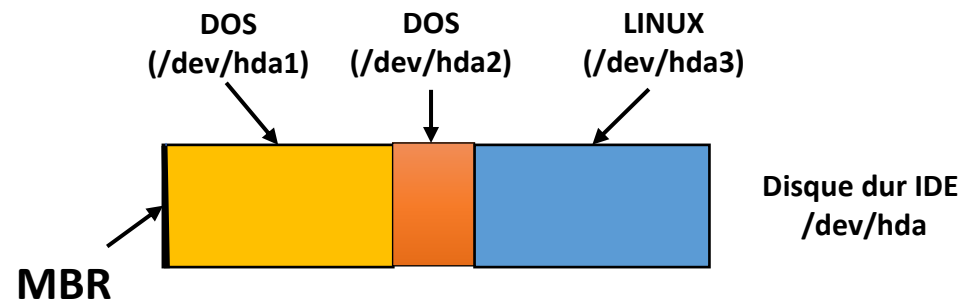


Figure 20 : Multipartition d'un disque

02 – Préparer les disques durs

Maîtriser le partitionnement et formatage des disques durs



Le main boot record (MBR)

C'est le premier secteur physique de tout disque. Il a une taille de 512 octets qui contient les informations principales sur la structure du support.

Son contenu est avec moins d'altération, ce qui rend le disque illisible.

Au démarrage du PC, lorsque le BIOS a terminé les instructions d'initialisation (POST = *Power-On Self Test*) la dernière instruction qu'il exécute envoie la tête de lecture lire le contenu de ce secteur sur le disque que le BIOS a enregistré comme disque de démarrage. La suite du comportement de l'ordinateur est dictée par les informations contenues dans le MBR. Le contenu sera détaillé à partir de la fin du secteur parce que, paradoxalement c'est plus logique sur le plan fonctionnel. Le MBR permet uniquement 4 partitions.

02 – Préparer les disques durs

Maîtriser le partitionnement et formatage des disques durs

le GUID Partition Table (GPT)

C'est une table de **partitionnement GUID**, en anglais **GUID Partition Table** (GPT), soit *Globally Unique Identifier Partition Table*, qui est un standard pour la description de la table de partitionnement d'un disque dur. Il est utilisé sur qui limite la taille des partitions à 2,2 To (2^{41} octets). GPT gère les disques durs et partitions jusqu'à 9,4 Zetta octets ($9,4 \times 10^{21}$ octets ou 9,4 trilliards d'octets soit $9,4 \times 10^9$ To ou 2^{73} octets)

La **Figure 21** illustre la structure de la table de partition GUID. Sur cet exemple, chaque bloc logique (LBA) fait 512 octets, et chaque champ *partition* fait 128 octets. Les adresses LBA négatives indiquent la position à partir de la fin du volume, -1 étant le dernier bloc adressable.

GUID Partition Table Scheme

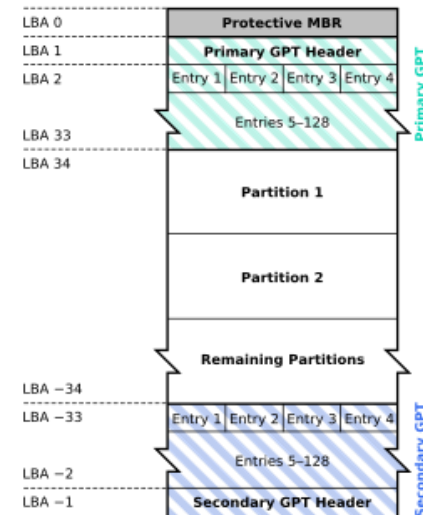


Figure 21: Table de partitionnement GUID

02 – Préparer les disques durs

Maîtriser le partitionnement et formatage des disques durs

Le formatage du disque

Pour qu'un SGF assure la création et la gestion des fichiers sur une unité de stockage, il faut **formater** son unité selon ses spécificités. Le **formatage** est une opération qui consiste à l'inspection des secteurs, l'effacement des données et la création de répertoire racine du système de fichiers. Également, il permet la création d'un **superbloc** où il stocke les informations nécessaires assurant l'intégrité du système de fichiers.

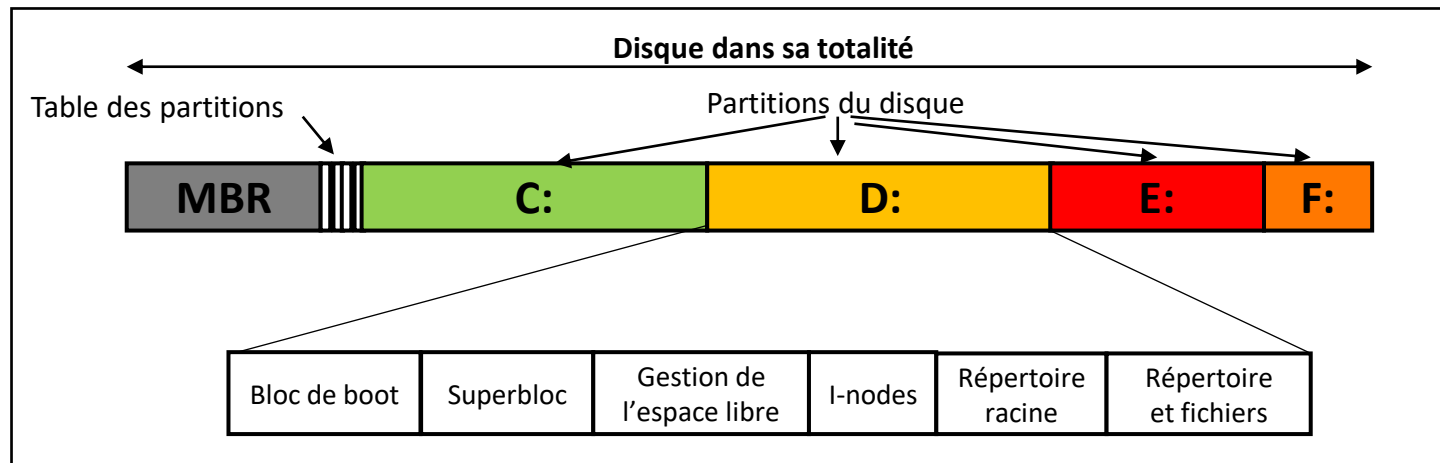


Figure 22 : Organisation du système de fichiers

Un **superbloc** contient l'identifiant du système de fichiers (C:, D :, E:, F:). Aussi, le nombre de blocs du système de fichiers ainsi que sa liste des blocs libres, l'emplacement du répertoire racine, la date et l'heure de sa dernière modification. De plus, il contient une information qui indique si un test d'intégrité du système de fichiers doit être effectué. La **Figure 22** illustre une organisation possible du système de fichiers.