

LES SYSTÈMES DE FICHIERS

Table des matières :

- Supports physiques (média)
- Les fs supportés par MS-Windows
- Principe de la table d'allocation - Ex. de FAT12
 - Les fs supportés par Linux
 - Performance, fiabilité
 - Les outils de maintenance
 - Annexes

LES SYSTÈMES DE FICHIERS

Les systèmes de fichiers sont des entités virtuelles qui permettent l'enregistrement, la lecture ou la suppression des fichiers sur un support de données.

Un système de fichier (fs) se distingue par :

- ✓ son support physique (média)
- ✓ sa méthode d'accès
 - accès séquentiel
 - accès aléatoire

Supports physiques (média)

Ils sont extrêmement divers : bande magnétique (DAT....), disque magnétique rigide (disque dur), disque optique (CD-ROM, DVD, ...), mémoires à semi-conducteur (clés USB, cartes SD, etc...)

Accès séquentiel

Ex : bande magnétique.

Les fichiers sont enregistrés (et lus..) les uns à la suite des autres; pour retrouver un fichier, il faut parcourir la bande depuis le début.

Adapté aux sauvegardes journalières (backup), aux gros fichiers.

Accès aléatoire

Ex : disque dur

On peut accéder immédiatement et indépendamment à toutes les parties du disque, donc à n'importe quel fichier, quelque soit sa position sur le disque.

L'adressage peut être intrinsèque (cas d'accès direct à un matériel électronique : sous UNIX, tout est fichiers , y compris les ports I/O...). Dans tous les autres cas, une table d'indexation de ce genre est nécessaire :

Table d'indexage	
Nom de fichier	Position sur le disque
Fichier n°1	137
Fichier n°2	1045
....	...

Remarques : pour que cela soit possible, la structure physique du média doit permettre un 'découpage' en secteurs de la totalité de sa surface d'enregistrement, que l'on pourra donc numéroter. Pour cela, certains médiums nécessitent un formatage dit « de bas niveau ».

Comment les fs sont gérés

Les systèmes de fichiers sont gérés par le (noyau du) système d'exploitation.

Les fs supportés par MS-Windows

FAT12 (disquettes 3"1/2), FAT16, FAT32, NTFS

Système d'exploitation	Système de fichiers supportés
Dos	FAT12, FAT16
Windows 95	FAT12, FAT16
Windows 95 OSR2	FAT12, FAT16, FAT32
Windows 98	FAT12, FAT16, FAT32
Windows NT4	FAT12, NTFS (version 4)
Windows 2000/XP	FAT12, FAT16, FAT32, NTFS (versions 4 et 5)

Principe de la table d'allocation – Ex. de FAT12

On crée une table d'indexage au début du média

nom du fichier n°1 -> 345
nom du fichier n°1 -> 2037
.....

le chiffre indique la position du fichier sur la disquette

le système FAT12 utilise des nombres de 12 bits pour désigner la position du fichier; on a donc au maximum $2^{12} = 4096$ positions indexées, c'est-à-dire au maximum 4096 fichiers sur ce média; la taille de "l'unité d'allocation" ou "cluster" sera de : taille du média/ 4096

Exemple :

Soit une disquette de 1.44 Mo, la taille de l'unité d'allocation sera de $(1.44 \times 1048576) / 4096 = 368$ octets min.

On ne peut bien entendu pas mettre 2 fichiers différents dans la même UA, car on ne pourrait pas savoir où fini l'un et où commence l'autre !

Si donc, j'écris un fichier de 30 octets sur la disquette, je vais devoir lui réserver une UA, c'est-à-dire 368 octets; il y aura donc $368 - 30 = 338$ octets de perdus !

Pour avoir le moins d'espace perdu, il faut avoir les UA les plus petites possibles, donc utiliser plus de bits pour coder la position (index) du fichier; par exemple, la FAT16 utilise 16 bits, soit $2^{16} = 65500$ index possibles.

Sur une disquette, en FAT16, la taille de l'UA serait de $(1.44 \times 1048576) / 65500 = 16$ octets! notre fichier de 30 octets utiliserait 2 UA; l'espace perdu ne serait plus que de $32 - 30 = 2$ octets!

En système FAT32, on a 2^{32} , soit plus de 4 milliards d'index possibles, ce qui est suffisant pour avoir des UA de taille raisonnable même avec de gros disques durs. Exemple : Soit un disque de 100Go, la taille minimum théorique de l'UA en FAT32 serait de $(100 \times 1073741824) / 2^{32} = 0,25$ octets... Il est donc inutile d'utiliser tous les 32 bits! En réalité, on utilise que 28 bits, et les 4 bits restant ont une autre utilisation.

On peut modifier la taille des UA du disque dur à l'aide d'un logiciel comme Partition Magic, par exemple.

Remarque : une description plus exhaustive des systèmes FAT16/32 est disponible en annexe

Les fs supportés par Linux

- par défaut, la plupart des noyaux supportent Ext2, Ext3, Swap, FAT32, intégrés à la compilation.
- optionnel : on peut charger des pilotes de fs « à la demande », déclarés dans le noyau en tant que modules.
- FUSE : ce système innovant permet à l'utilisateur final de charger un pilote de fs comme un simple logiciel; cette technologie permettra d'inclure virtuellement tout type d'appareillage électronique dans l'arborescence classique, évitant le développement de soft d'exploitation spécifique (ex : instrumentation, domotique, etc...)
- limitations sur NTFS : pour le moment NTFS est accessible de manière fiable en lecture (pas en écriture)

Systèmes de fichiers supportés par Linux	
Linux Natif	Ext2, Ext3, ReiserFS, Linux Swap
Microsoft Windows	FAT12, FAT16, FAT32, NTFS
MacOS	HFS (Hierarchical File System), MFS (Macintosh File System)
OS/2	HPFS (High Performance File System)
SGI IRIX	XFS
FreeBSD, OpenBSD	UFS (Unix File System)
Sun Solaris	UFS (Unix File System)
IBM AIX	JFS (Journaled File System)
Autres	De nombreux systèmes...

Performance, fiabilité

On prend en compte :

- la rapidité d'accès aux fichiers
- le nombre de fichiers ouverts simultanément
- la tolérance aux pannes

Différents types de pannes

- Panne matérielle
exemple : choc de la tête de lecture contre le disque lors d'une panne électrique; usure, température excessive... avec pour résultat une surface de disque partiellement abimée. Il est alors possible de fonctionner en déclarant les secteurs défectueux (à condition qu'ils ne soient pas placés en début de disque...).
- Problème logiciel
de formatage ou de partitionnement.

Les causes de défaillance

- Panne d'alimentation électrique
- Anomalies dans certains logiciels qui accèdent au matériel (bas niveau; ex : émulateurs de lecteur cd-rom)
- Incompatibilité entre 2 logiciels de redimensionnement de partitions (problème de « frontière »)
- Panne du contrôleur IDE
- etc...

Les outils de maintenance

Faire une recherche sur Internet pour déterminer les caractéristiques des outils de récupération suivants :

- EasyRecovery
- GetDataBack
- Testdisk
- Encase5

Pour chacun vous indiquerez :

- nom de le l'éditeur
- type de licence
- prix
- fonctionnalités
- avis des utilisateurs

Pourquoi des fichiers perdus ?

Les pertes de fichiers se produisent quand **un fichier a été supprimé** volontairement ou involontairement de la FAT (mettre à la corbeille ne fait que le marquer) : si, de plus, un autre fichier a été enregistré et ré-occupe un ou plusieurs des cluster de cet ancien fichier, il y a **erreur de chaînage**. Les erreurs de chaînage des fichiers se produisent souvent aussi quand l'ordinateur est réamorcé alors qu'il était en train d'enregistrer des fichiers.

Les erreurs de chaînage sont de deux sortes :

- Le « groupes perdus » désigne un chaînage indispensable, qui est perdu parce qu'un maillon manque (chaîne « brisée »)
- Le « références croisés » désigne un chaînage erroné, qui renvoie vers des fragments appartenant à un autre fichier (chaînes « emmêlées »).

Récupération de fichiers perdus :

Des logiciels utilisent des algorithmes complexes pour tenter de retrouver les liens entre les clusters en lisant la totalité du disque et ainsi reconstituer le fichier. Cette opération de récupération est très longue et n'est jamais fiable à 100%.

Fichiers irrécupérables :

Dans les cas suivants : 1) Si de nombreuses opérations ont été faites depuis la suppression du fichier et que beaucoup de clusters sont écrasés. 2) Si Un *logiciel de suppression spécialisé* a écrasé chaque cluster du fichier. Cela est éventuellement fait plusieurs fois afin de supprimer toute « persistance » magnétique, mais il peut subsister des informations de bord de pistes induites par une micro-oscillation de la tête de lecture-écriture. 3) Le contenu du disque complet peut aussi être effacé par *dégausseur* produisant un champ magnétique égal à 5 fois sa coercivité.

Fragments : on parle de fragment quand le contenu du cluster relatif à l'ancien fichier n'a été que partiellement écrasé.

Aspects juridiques : La destruction volontaire de données appartenant à un tiers est condamnée en France par l'article 323-3 du code pénal

Principe

La Table d'Allocation de Fichiers est une liste de valeurs numériques permettant de décrire l'allocation des clusters d'une partition à un fichier de données. La table d'allocation est en fait un tableau dont chaque cellule correspond à un cluster. Chaque cellule contient un chiffre qui permet de savoir si le cluster qu'elle représente est utilisé par un fichier, et, le cas échéant, indique l'emplacement du prochain cluster que le fichier occupe, le fichier pouvant être fragmenté. On obtient donc **une chaîne** FAT, c'est-à-dire une liste chaînée de références pointant vers les différents clusters successifs, jusqu'au cluster de fin de fichier. Chaque entrée de la FAT a une longueur de 16 ou 32 bits (selon qu'il s'agit d'une FAT16 ou d'une FAT32).

La FAT référence le nom du fichier, sa taille, ses attributs, sa place dans l'arborescence du disque et l'adresse de la première unité d'allocation qui le compose.

Valeurs de clusters spécifiques : les clusters peuvent avoir trois états principaux (disponible, réservé ou défectueux); la valeur 0000 indique que le cluster n'est pas utilisé, FFF7 permet de marquer le cluster comme défectueux, et les valeurs comprises entre FFF8 et FFFF spécifient que le cluster contient la fin d'un fichier.

Taille des clusters, taille des fichiers, et taille totale du disque.

Dans la FAT16, 16 bits sont utilisés pour l'adressage des clusters, soit $2^{16} = 65536$ clusters max.

La taille maximum du disque avec des clusters de 32 ko est donc de $32 \times 1024 \times 65536 = 2$ Go. La taille maximale d'un fichier est de 2 Go.

Dans la FAT32, 28 bits sont utilisés pour l'adressage des clusters, soit $2^{28} = 268435456$ clusters max.

Ceci devrait permettre l'utilisation de disques de plusieurs centaines de Go, mais le système est « bridé » à 32 Go à cause des caractéristiques physiques du matériel (BIOS+ standard ATA-2). La taille maximale d'un fichier est de 4 Go.

Sécurité – problèmes spécifiques

Chaque partition contient deux copies de la FAT, stockées de manière contiguë sur le disque, afin de pouvoir la reconstituer en cas de corruption.

Les erreurs de chaînage des fichiers se produisent souvent quand l'ordinateur est réamorcé alors qu'il était en train d'enregistrer des fichiers.

Les erreurs de chaînage sont de deux sortes :

- Le « groupes perdus » désigne un chaînage indispensable, qui n'est plus référencé dans la FAT (chaîne « brisée »)
- Le « références croisés » désigne un chaînage erroné, qui renvoie vers des fragments appartenant à un autre fichier (chaînes « emmêlées »).

Le système consomme peu de ressources système; il est réputé provoquer une fragmentation importante des fichiers.

Historique

FAT 12:

1976: fut pour la première fois utilisée sur les disquettes 180 Ko. Les noms de fichiers comportent au maximum 8 caractères, et les extensions de fichiers 3 caractères.

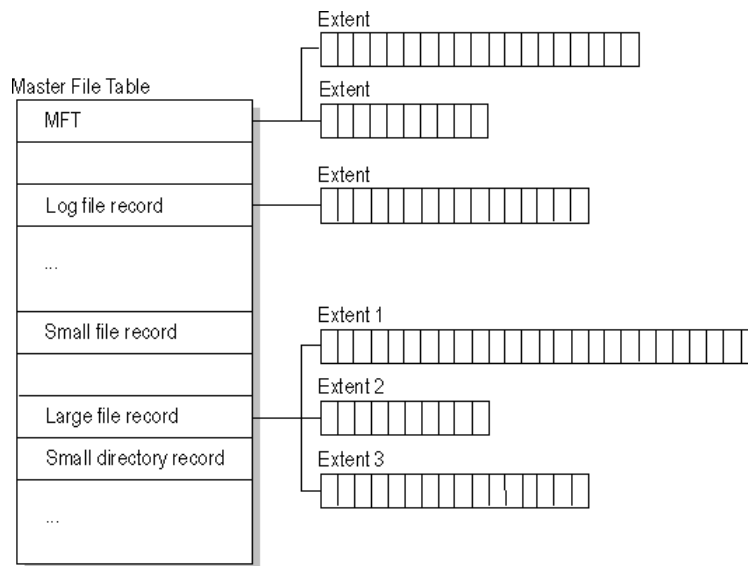
ANNEXE 2 : Master File Table – NTFS

Ce système de fichiers 32 bits a pour la première fois été introduit en 1994 par Windows NT 4.0 (NTFS v4.0) et plus tard par Windows 2000 (NTFS v5.0)

Le système de fichiers NTFS (New Technology File System) utilise un système basé sur une structure appelée « table de fichiers maître », ou MFT (Master File Table), permettant de contenir des informations détaillées sur les fichiers. Les changements par rapport à la FAT32 sont :

- il est sensible à la casse, c'est-à-dire qu'il différencie les caractères majuscules et minuscules.
- l'accès aux fichiers sur une partition NTFS est plus rapide
- La limite théorique de la taille d'une partition est de 17 milliards de To, mais en pratique 2To (matériel)
- il permet de définir des attributs de sécurité pour chaque fichier (gestion des droits) :
 - (**R**= Read) lecture; (**W**= Write) écriture;
 - (**X**= Execute) exécution; (**D**= Delete) suppression ;
 - (**P**= Permission) droits; (**O**= Ownership) appartenance;
 - (**C**= Compressed) compressé
- Support des quotas disque

L'organisation de la MFT est la suivante :



Un « Small File record » est écrit entièrement dans le MFT; il contient les informations suivantes :

Standart information	File or directory name	Security descriptor	Data or index
----------------------	------------------------	---------------------	---------------

Standart information	
File name	
Security descriptor	
Data or index	