POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE

INF2610
Noyau d'un système d'exploitation

Chapitre 10 - Fichiers

Système de fichiers

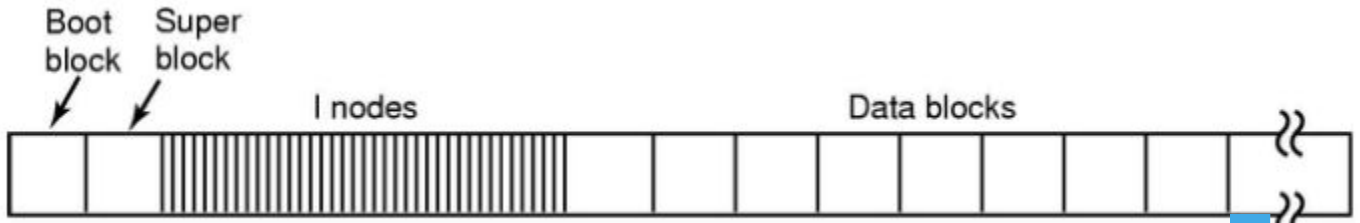
Partie du système d'exploitation qui se charge de:

- **Manipuler les fichiers**
- **Gérer une unité de stockage** (un disque, partition, etc.)

Afin que l'unité de stockage puisse être en mesure d'être manipulée par le système de fichiers, celle-ci doit être **formatée** selon un format **reconnu par le système d'exploitation**.

Formatage

- Le formatage **efface les données sur le périphérique** et **crée le répertoire racine** du système de fichiers.
- Dans UNIX/LINUX, il y a également création d'un superbloc permettant d'assurer **l'intégrité du système de fichiers**.



Fichier

- Un fichier permet de manipuler un **ensemble de données**
- Conteneur de données qu'on peut manipuler avec des opérations comme read, write, open, rename, close, etc.

Deux catégories d'attributs:

1. Contrôle d'accès (bits de protection)
2. État du fichier (taille, dates, indicateur de type de fichier)

Stockage des fichiers (1)

Plusieurs politiques possibles (Clef USB, Disque pour macOS, etc.)

- On stocke les fichiers en une série de blocs de taille fixe (512, 1024, 2048 octets)
- L'unité de stockage d'un fichier est un bloc.
- On a donc une fragmentation interne (comme la mémoire au niveau des segments, mais pour les *blocs*)

Rappel: On peut utiliser un *superbloc* pour stocker des informations du volume, comme le nombre de blocs, leur taille, etc.

Stockage des fichiers (2)

Lorsqu'on lit ou qu'on écrit dans un fichier

- On doit déplacer en mémoire tous les blocs du fichier touchant à ce qui est lu/écrit
- Rappelons que le bloc est l'unité d'allocation donc l'unité se **stockage et de manipulation** des données dans un fichier

Comment savoir si un bloc est libre ou occupé?

1. Une liste chaînée des blocs libres
2. Une table de bits ayant autant d'entrée qu'il y a de blocs (1 pour occupé et 0 pour libre)

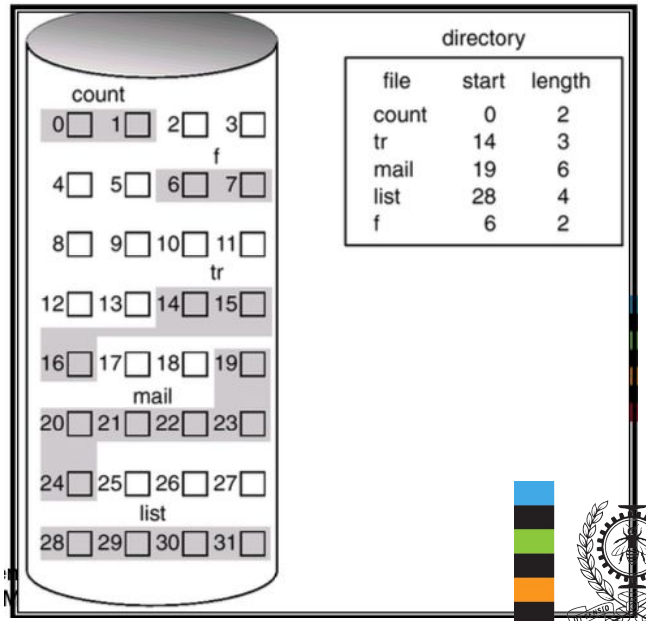
Allocation : blocs contiguës

Démonstration:

- le fichier *count* commence au bloc 0 et a une longueur de 2 (il termine donc au bloc 1)
- Le fichier *tr* commence au bloc 14 et a une longueur de 3 (il termine donc au bloc 16)
- etc.

Conclusion

- Facile à implémenter
- Fragmentation interne
- Bonne performance de lecture



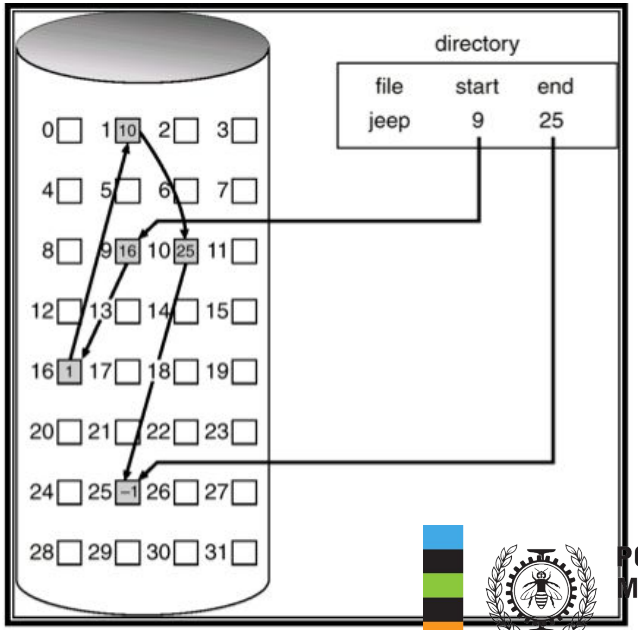
Allocation : blocs non contiguës (1)

Démonstration:

- Le fichier jeep commence au bloc 9 et termine au bloc 25
- Il faut savoir comment se rendre au bloc suivant

Conclusion

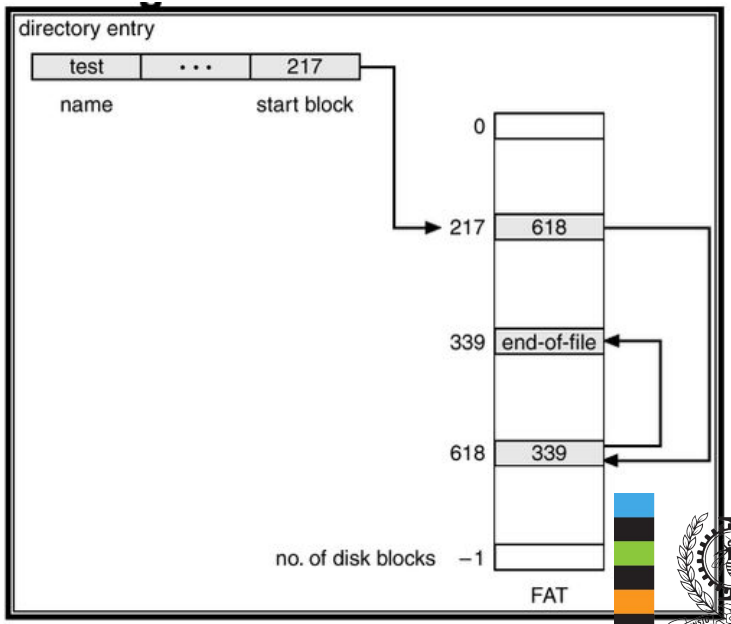
- Fragmentation externe
- Le temps d'accès à un bloc est important



Allocation : blocs non contiguës (2)

Comment savoir quel est le bloc suivant?

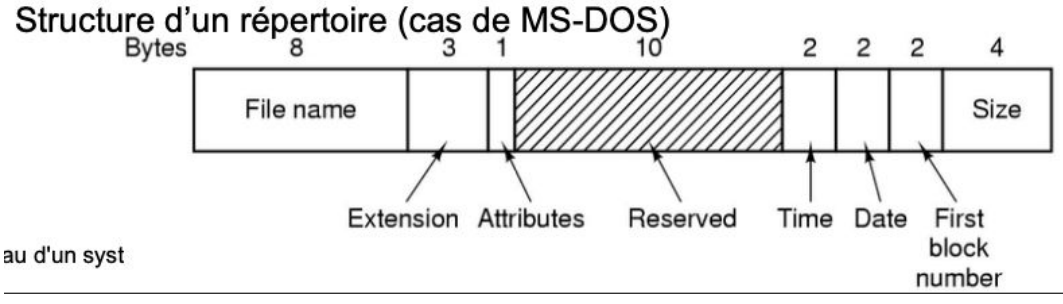
On utilise une table d'index



https://www.youtube.com/watch?v=V2Gxqv3bJCk

FAT (File Allocation Table)

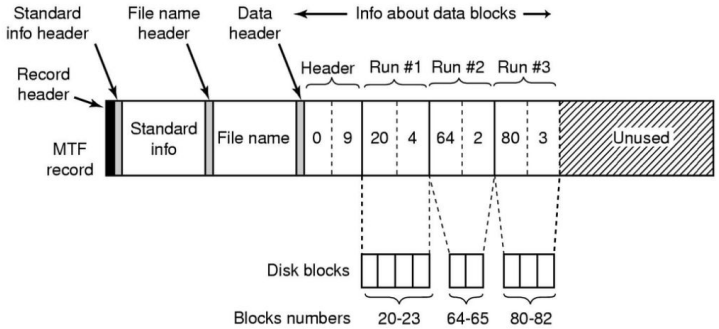
- Disquettes, MS-DOS, Clefs USB
- **Blocs non contiguës**
- La *File Allocation Table* est une table dont l'index est le numéro du bloc. L'entrée identifie:
  - le numéro du bloc suivant (valeur impossible ex -1 si EOF)
  - Un bit d'utilisation (1 si le bloc est utilisé)
- On utilise un **répertoire** pour savoir quel est le premier bloc d'un fichier (avec d'autres données sur le fichier)



POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

NTFS (1)

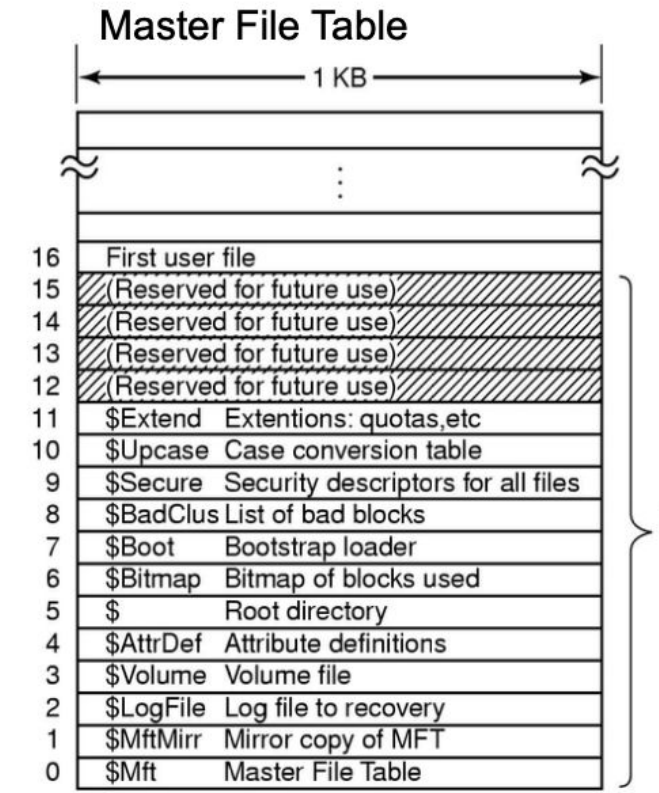
- La partition NTFS contient des **fichiers, répertoires, bitmaps** et autres structures de données.
- La **Master File Table (MFT)** est la structure de données principale.
  - chaque entrée de la MFT contient l'information d'**un fichier ou répertoire**
  - Chaque entrée fait un KO



POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

NTFS (2)

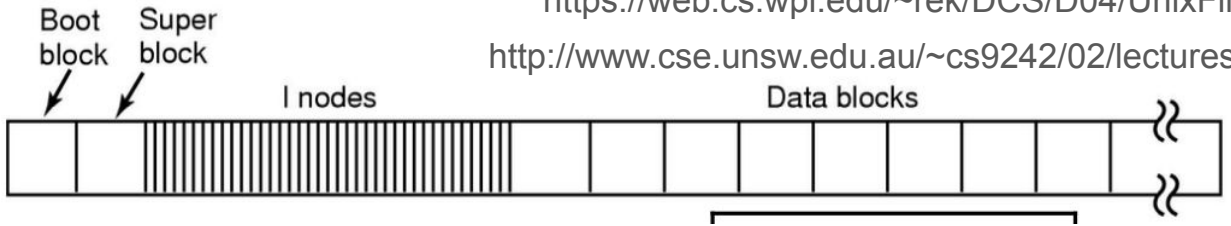
- Si un fichier ou un répertoire est trop gros, il sera associé à plusieurs entrées *chaînées* de la MFT.
- Une bitmap permet de récupérer les enregistrements libres ou occupés



Attribute	Description
Standard information	Flag bits, timestamps, etc.
File name	File name in Unicode; may be repeated for MS-DOS name
Security descriptor	Obsolete. Security information is now in $Extend$Secure
Attribute list	Location of additional MFT records, if needed
Object ID	64-bit file identifier unique to this volume
Reparse point	Used for mounting and symbolic links
Volume name	Name of this volume (used only in $Volume)
Volume information	Volume version (used only in $Volume)
Index root	Used for directories
Index allocation	Used for very large directories
Bitmap	Used for very large directories
Logged utility stream	Controls logging to $LogFile
Data	Stream data; may be repeated

https://web.cs.wpi.edu/~rek/DCS/D04/UnixFileSystems.html

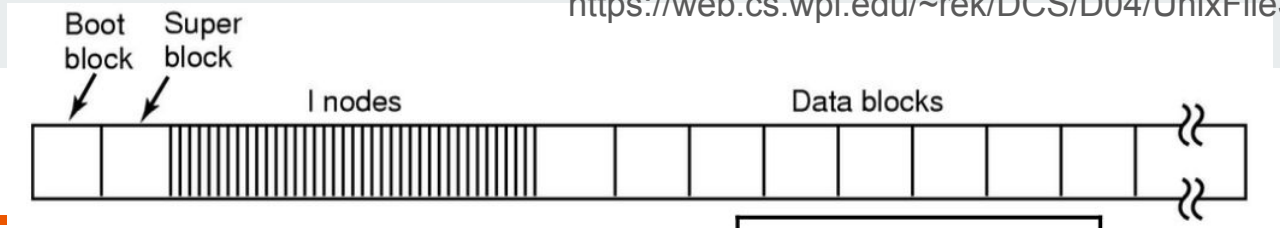
http://www.cse.unsw.edu.au/~cs9242/02/lectures/09-fs/node4.html



FFS (Fast File System) / UFC (UNIX File System)

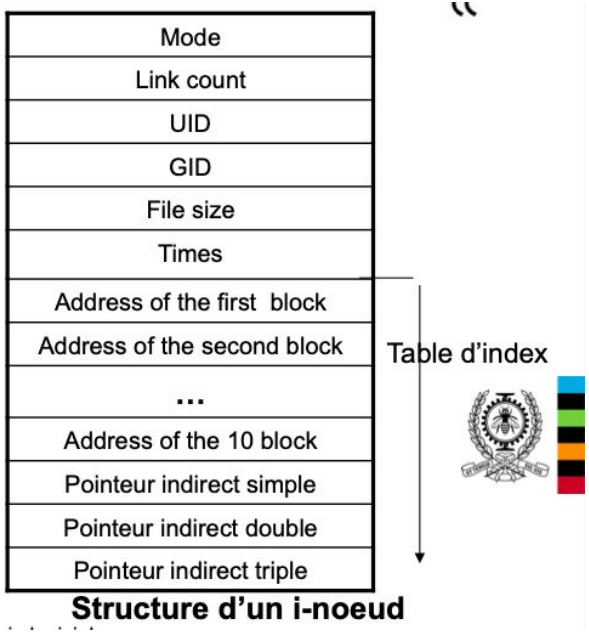
- Boot bloc: Contient le programme pour initialiser le SE
- Super bloc: Même utilité que le super bloc des autres FS
- I-nodes: Structure de données décrivant un fichier **et ses blocs**.
- Blocs de données: blocs des données des fichiers (comme dans les autres FS)

https://web.cs.wpi.edu/~rek/DCS/D04/UnixFileSystems.html



FFS (Fast File System) / UFC (UNIX File System) i-node

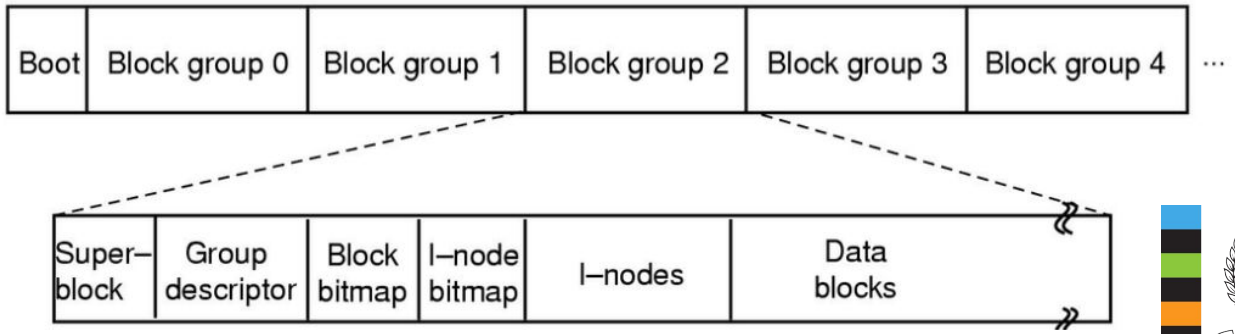
- Contient l'information d'un fichier
- Les adresses des blocs de données
- La taille du fichier
- L'identifiant d'un fichier
- etc.



http://www.cse.unsw.edu.au/~cs9242/02/lectures/09-fs/node4.html

Linux Extended-2 File System (Ext2FS)

- Chaque groupe de blocs a une collection d'i-noeuds
- Chaque groupe de blocs a un super bloc, descripteur de groupe, bloc de bitmap, blocs, etc.



POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

En résumé

Lors de l'élaboration d'un système de fichiers, il faut avoir en tête:

- Efficacité d'accès aux blocs (en temps)
- Bonne gestion de l'espace
- Intégrité des métadonnées
- Partage des blocs de données avec Copy-On-Write
- Chiffrement
- Clonage efficace des fichiers (uniquement les modifications)

Liens symboliques

- Pointeur vers un fichier
- Sa destruction n'affecte aucunement le fichier pointé
- Permet de créer un lien vers un fichier qui n'est pas forcément dans le même système de fichiers
- La commande shell d'UNIX qui crée des liens symboliques est `ln` avec l'option `s` pour symbolique. L'appel système est symlink.

20000000/4096=4882

20000000%4096=3328

Exercice

- On considère un système disposant d'un système de fichiers similaire à celui d'UNIX (FFS) avec une taille de blocs de données de 4KiO (4096 octets) et des pointeurs (numéros de blocs) définies sur 4 octets.
- On suppose que le i-noeud de chaque fichier compte 12 pointeurs directs, 1 pointeur indirect simple, 1 pointeur indirect double et 1 pointeur indirect triple.
- On désire créer un fichier contenant un total de 20.000.000 (vingt millions) de caractères (caractères de fin de ligne et de fin de fichier compris).
- Quelle est la fragmentation interne **totale** sur le disque résultant de la création de ce fichier ?
  - 20 000 000 octets = 4882 * 4096 + 3328 octets
  - 4883 blocs = 12 + 4096 + 775 blocs
  - 4096 – 3328 = 768 ….