Fichiers & Système de fichiers

M1105 - Systèmes d'exploitation

Sebastien.Kramm@univ-rouen.fr

IUT de Rouen, dépt. Réseaux & Télécoms

Version du 15 octobre 2018

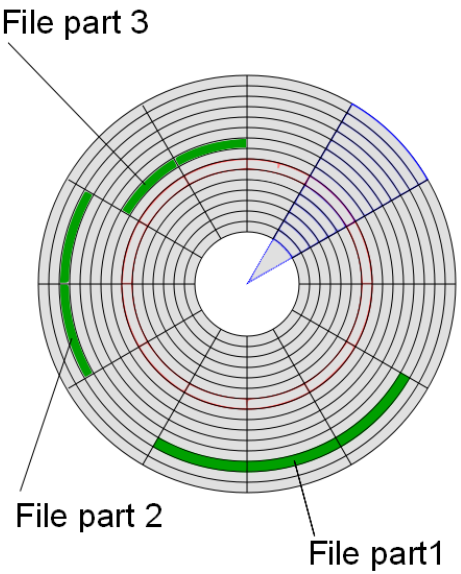
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Fichier ?

- Définition : séquence d'octets qui existe indépendamment d'un programme utilisateur.
- Stocké sur un support persistant (disque, CD, bande magnétique, ...) **ou** en mémoire vive.
- Identifié par un **nom**
- Le stockage n'est pas forcémment séquentiel sur le support physique (fragmentation) :



INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Fichiers vu par l'OS

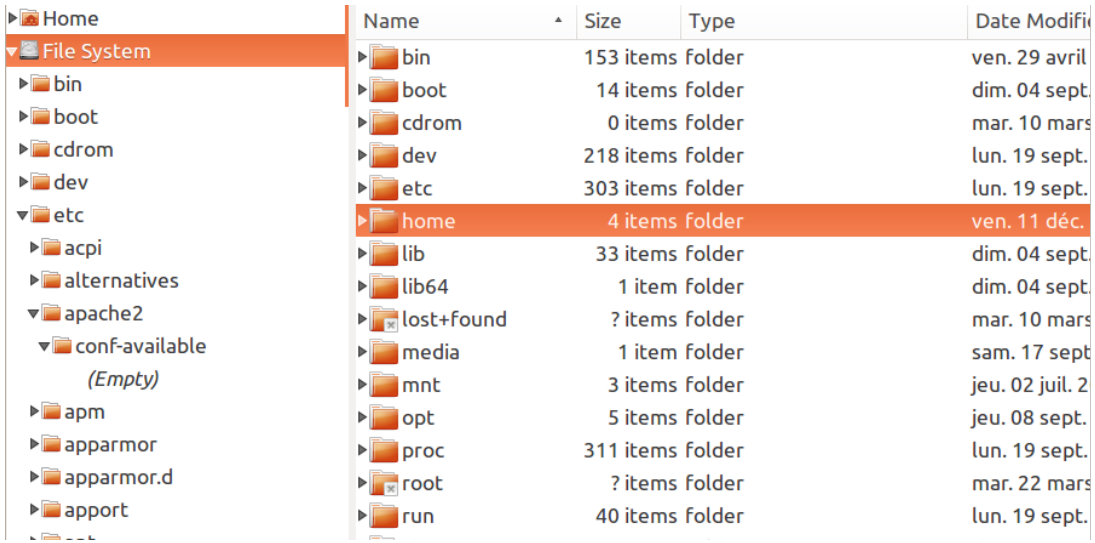
- L'OS fournit une interface (API) composée d'un ensemble d'appels systèmes pour gérer les fichiers :
  fournit une **abstraction** permettant de manipuler le fichier quelque soit sa localisation physique ou sa fragmentation :
  - Ouvrir le fichier en lecture ou en écriture
  - Lire et/ou écrire
  - Ajouter du contenu à la fin du fichier
  - Se positionner à une certaine position dans le fichier
- "Répertoire" : type spécial de fichier "contenant" d'autre fichiers
  Identifié comme tel par un flag dans l'organisation logique des fichiers.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Système de fichiers ?

Deux sens différents :

1. Structure logique d'un disque : comment les fichiers sont-il stockés sur le disque ("format") ?
   → FAT32, NTFS, ext3, ext4, ISO9660 (CD et DVD), etc.
2. Collection de fichiers sur une partition d'un disque : organisation logique.



INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Formatage du disque

- L'organisation du disque implique une préparation préalable à son utilisation, de façon à permettre à l'OS de retrouver les données
- Cette opération s'appelle le **formatage**, et implique généralement plusieurs étapes :
  1. Formatage de "**bas niveau**" : découpage du disque en **secteurs**, séparés par des marques de synchronisation.
     Cette opération est réalisée par le constructeur
  2. Partitionnement : cette opération consiste à séparer virtuellement le disque en plusieurs unités logiques, qui pourront être considérées par l'OS comme des disques physiques séparés
  3. Formatage de "**haut niveau**" : ceci consiste à configurer le disque conformément à un système de fichier normalisé
     (FAT, NTFS, ext3, ext4, ...)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Système de fichiers : structure

Différents format ont été développés au cours du temps :

- Fonction du support physique :
  DD $\neq$ disque optique $\neq$ bande magnétique
- On doit associer à chaque fichier des **méta données** : localisation physique, taille, propriétaire, permissions, date création, etc.
  $\rightarrow$ Implique une **diminution** de l'espace de stockage utile.
- L'organisation de ces métadonnées amène des **limitations** (longueur et encodage nom de fichier, taille max, etc.)
- L'organisation interne du disque (organisation en secteurs) : diminution espace utile
- Autres différences entre formats :
  - robustesse aux erreurs de la couche physique,
  - performance pour un type d'application donné,
  - risque de fragmentation excessive,
  - journalisation,
  - ...

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Format de partition : questions à résoudre

- Sur disque, les fichiers occupent des blocs de taille fixe : comment fixer cette taille ?
- Comment gérer la succession de plusieurs blocs ?
- Optimisation pour les fichiers de grande taille ou de petite taille ?
- Pour les supports type HD
  - Comment trouver des blocs de disque nécessaires quand la taille du fichier augmente ?
  - Que fait-on des blocs libérés en cas de suppression d'un fichier ?
- Robustesse : quelle redondance prévoir ? (journalisation ?)
- Quelle finesse dans la gestion des droits d'accès ?

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Systèmes de fichier journalisé

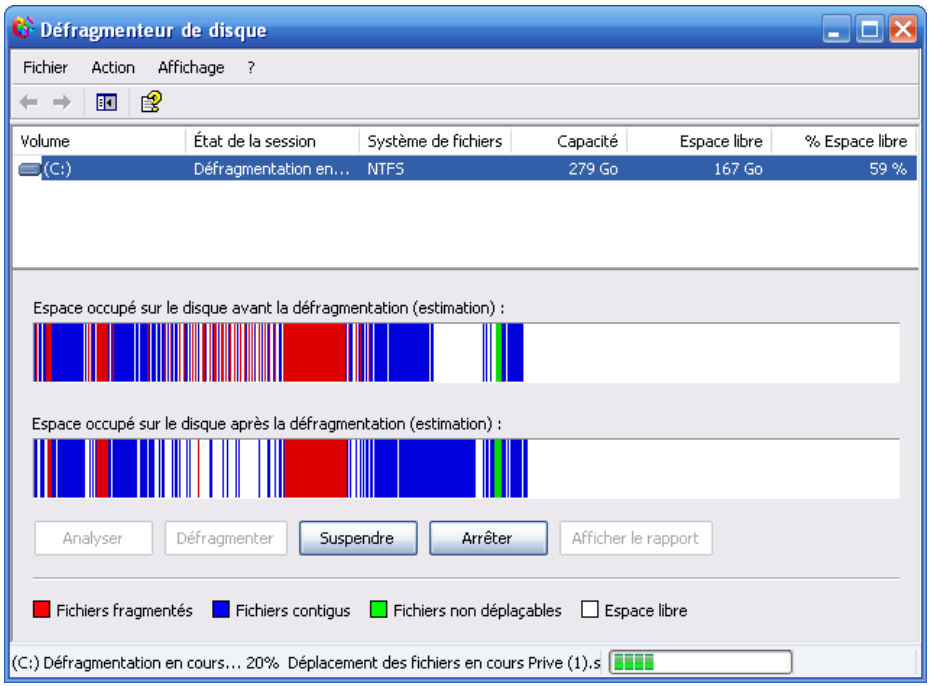
La journalisation est un concept destiné à apporter de la robustesse aux pannes

- Principe : tenue d'un journal (fichier spécial) référençant les opérations d'écriture sur le support **avant** que ce dernier ne soit réellement mis à jour
- Objectif : permet une reprise d'activité à la suite d'une coupure brutale (arrêt électrique).
- Inconvénient : diminue les performances
- Exemple de système de fichier journalisé : ext3, ext4 (Linux), NTFS (Windows), ...
- Exemple de système de fichier **non** journalisé : FAT16, FAT32 (Windows), ext2 (Linux)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Fragmentation des fichiers

- Certains systèmes de fichiers Windows sont plus sensibles au problème de la fragmentation, au fil du temps
- Cette fragmentation des fichiers **ralentit** le fonctionnement de la machine : (déplacements multiples de la tête pour la lecture d'un fichier).
  $\Rightarrow$ nécessité de procéder régulièrement à une **défragmentation**.



- Les systèmes de fichiers Linux (ext3, ext4) y sont moins sensibles.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Limitations

- Chaque système de fichier a des limitations
  - taille max du disque, du fichier, de la partition, ... ;
  - nombre de caractères en encodage du nom ;
  - nombre de fichiers max. par répertoire ;
  - gestion des permissions ;
  - datation ;
  - etc.
- Exemples :
  - FAT : noms de fichiers limités à 8 caractères ASCII + 3 pour l'extension, insensible à la casse.
    Depuis Windows NT : VFAT a étendu la limitation à 255 car.
  - NTFS : génération automatique d'un nom "8.3", pour applications "*legacy*".

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Limitations

- Chaque système de fichier a des limitations
  - taille max du disque, du fichier, de la partition, ... ;
  - nombre de caractères en encodage du nom ;
  - nombre de fichiers max. par répertoire ;
  - gestion des permissions ;
  - datation ;
  - etc.
- Exemples :
  - FAT : noms de fichiers limités à 8 caractères ASCII + 3 pour l'extension, insensible à la casse.
    Depuis Windows NT : VFAT a étendu la limitation à 255 car.
  - NTFS : génération automatique d'un nom "8.3", pour applications "*legacy*".

Importance ?

⇒Lors de la copie d'une arborescence d'un support sur un autre !

Sommaire

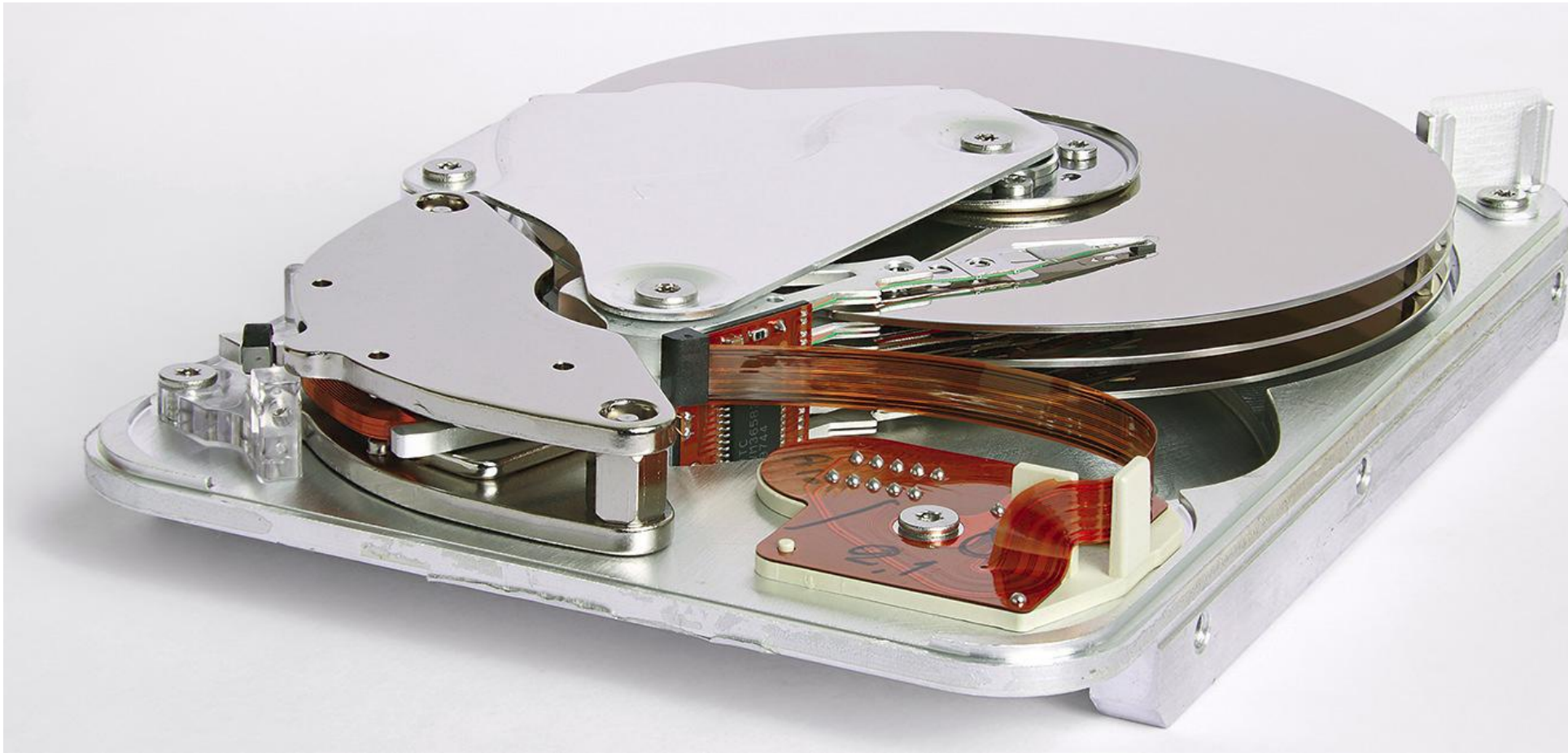
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

HD aujourd'hui

Dimensions courantes : 2,5 " ou 3,5 "



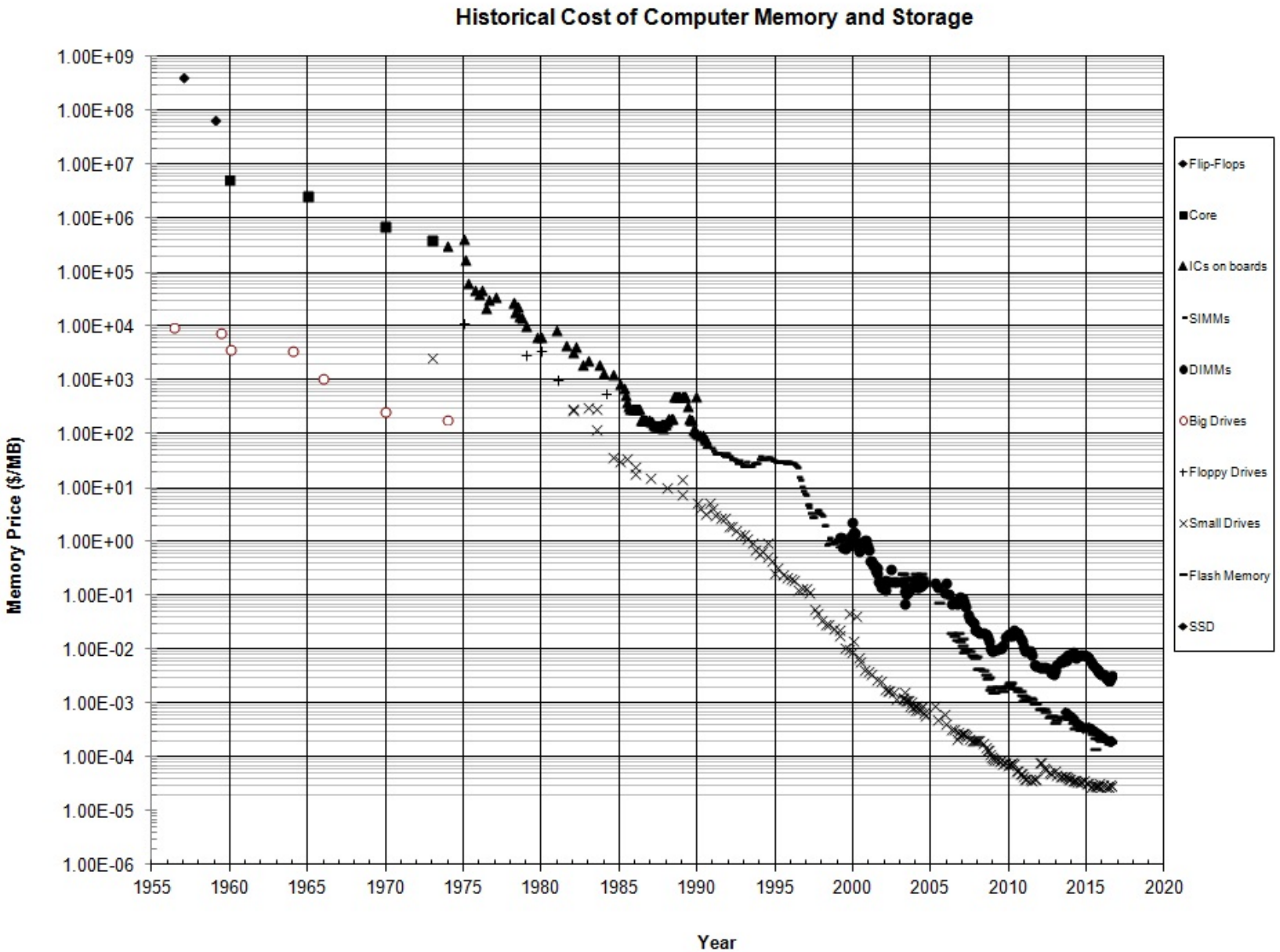
(rappel : 1 pouce = 25,4 mm)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

1956 : HD IBM 5MB, 1000kg

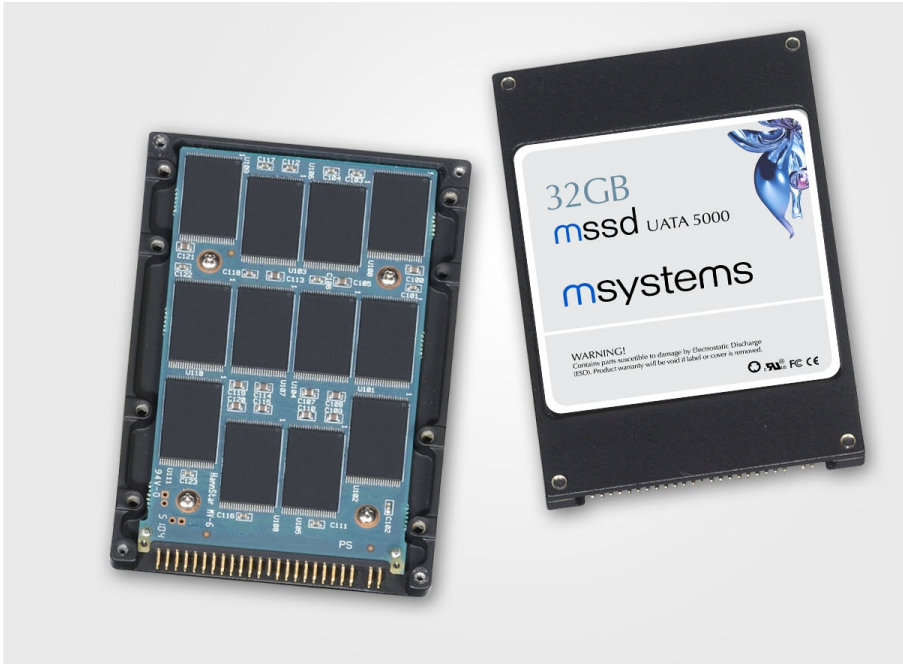
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Evolution du coût du Mo (2016/08)



Source : John C. McCallum

HD vs. SSD HD

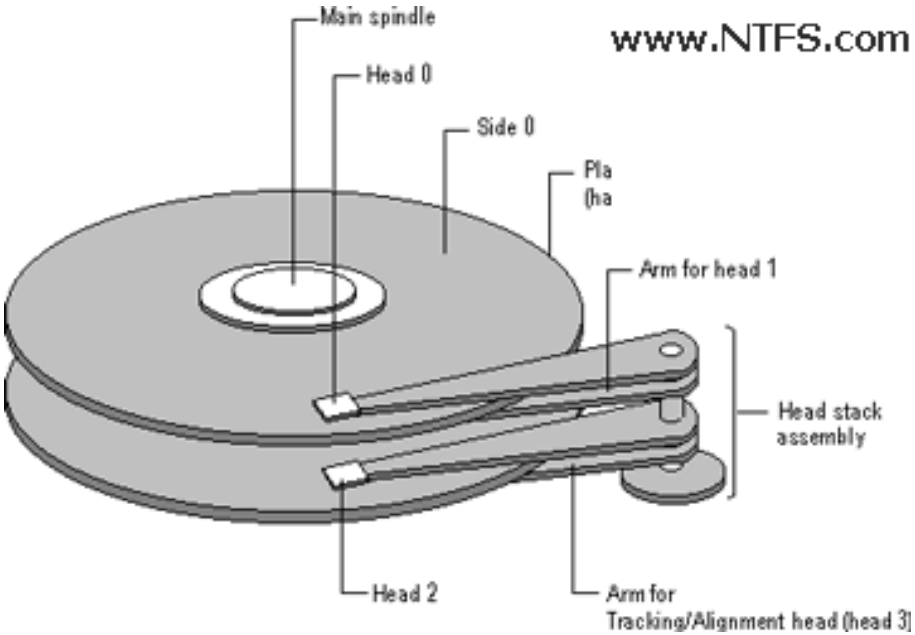


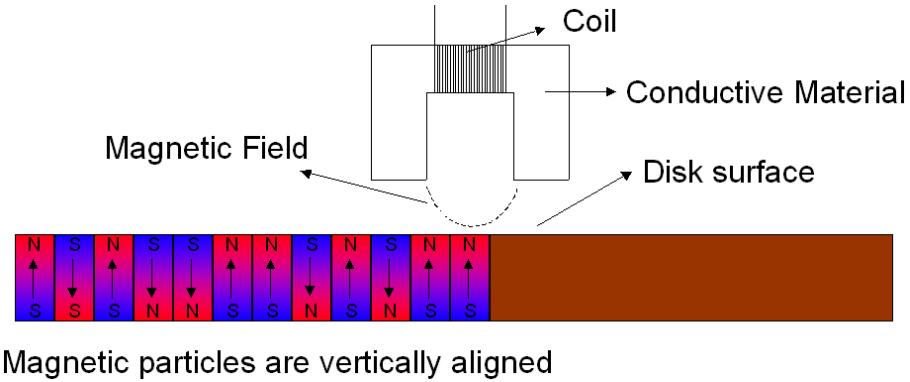
SSD (*Solid State Drive*) : disque sans mécanique ni mouvements, composé de mémoire type "Flash".
Capacités disponibles (2017-Q4) : 32 GB $\rightarrow$ 2 TB

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

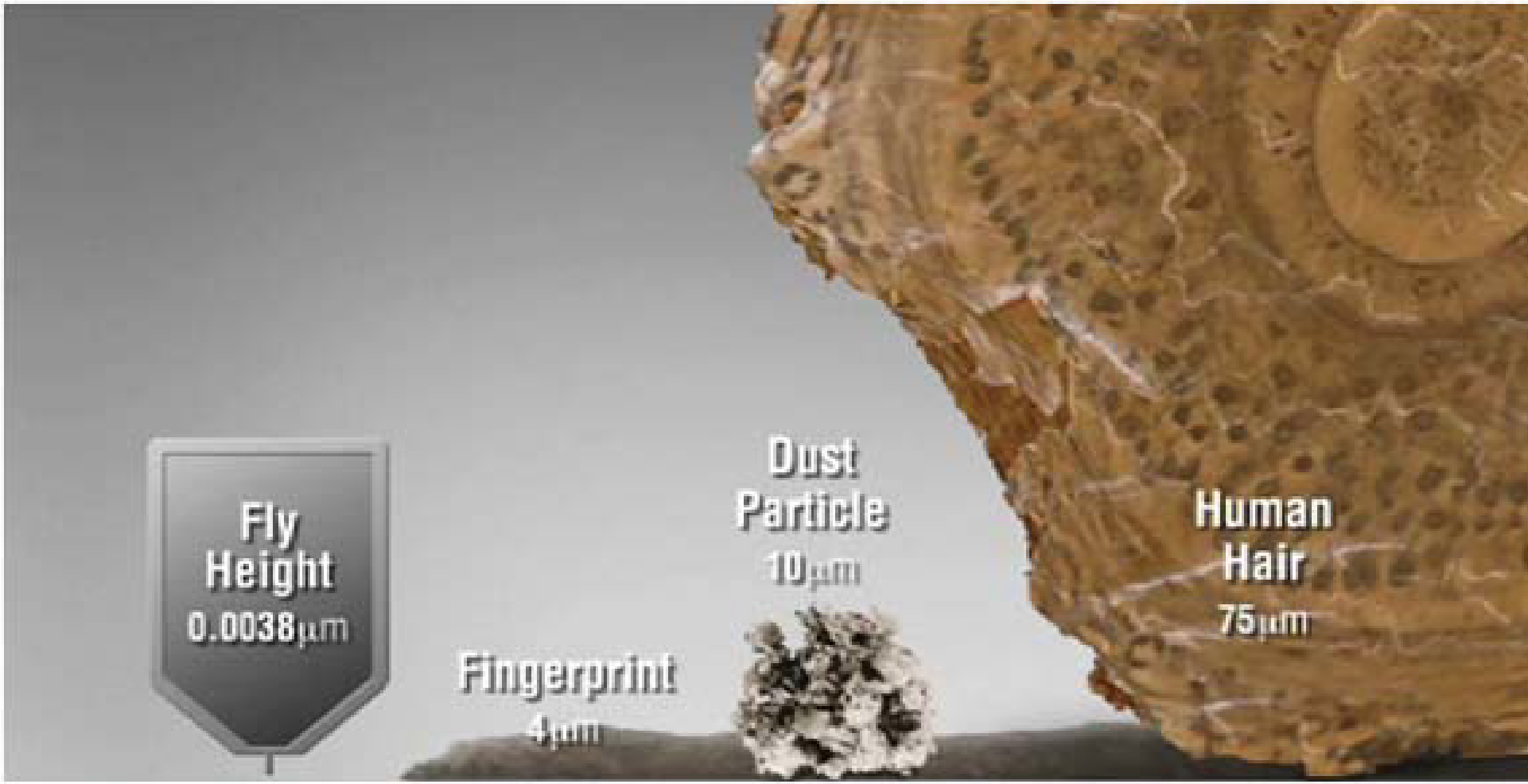
Organisation physique d'un disque

- Principe général : plateaux tournant avec des bras de lecture, supportant des têtes magnétiques.





Dimensions



source : seagate.com

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Spécifications

- Vitesse de rotation (constante) : de 5k à 10k tr/mn.
- Nbe de plateaux, nbe de têtes
- *Seek Delay* : latence liée au déplacement lateral de la tête
- *Rotation Latency* : latence liée à la rotation
- Taille des secteurs et des blocs

Exemple : Seagate Barracuda 3TB

Property	Measurement
Platters	3
Heads	6
Rotation Speed	7200 rpm
Average Seek Delay	8ms
Average Rotation Latency	4ms
Bytes/Sector	512
Sectors/Track	63

Les constructeurs donnent aussi le débit moyen crête et continu.

Rem : Disques optiques : vitesse linéaire constante → vitesse rotation variable

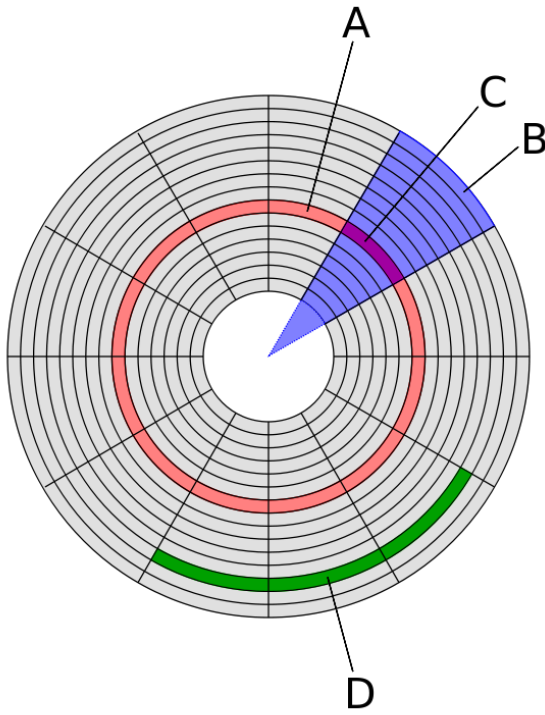
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Géométrie du disque

- Le disque est découpé en cylindres, *tracks* (pistes) et secteurs
- secteur : plus petite unité d'allocation
  contient les données utiles, plus des métadonnées, en particulier des infos permettant la correction d'erreur (ECC : *Error Correction Code*)
  La taille du secteur est **fixée** par le constructeur
- **block** (D) : unité d'allocation accessible par le système de fichier ("formatage" du disque)
  peut-être de 1, 2, 4, ... secteurs



Historiquement : on accédait à un secteur via l'adressage "*Cylinder-Head-Sector*" (CHS)

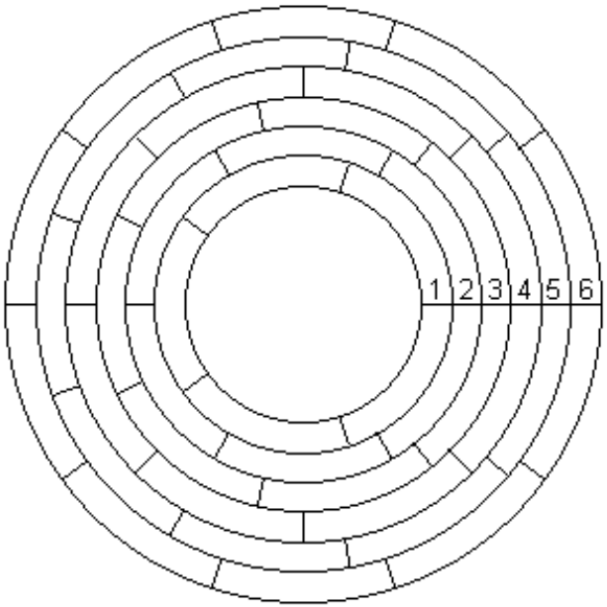
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

En réalité

- Problème de l'approche précédente : les secteurs près du centre devront avoir une densité bien plus importante que près du bord

En réalité

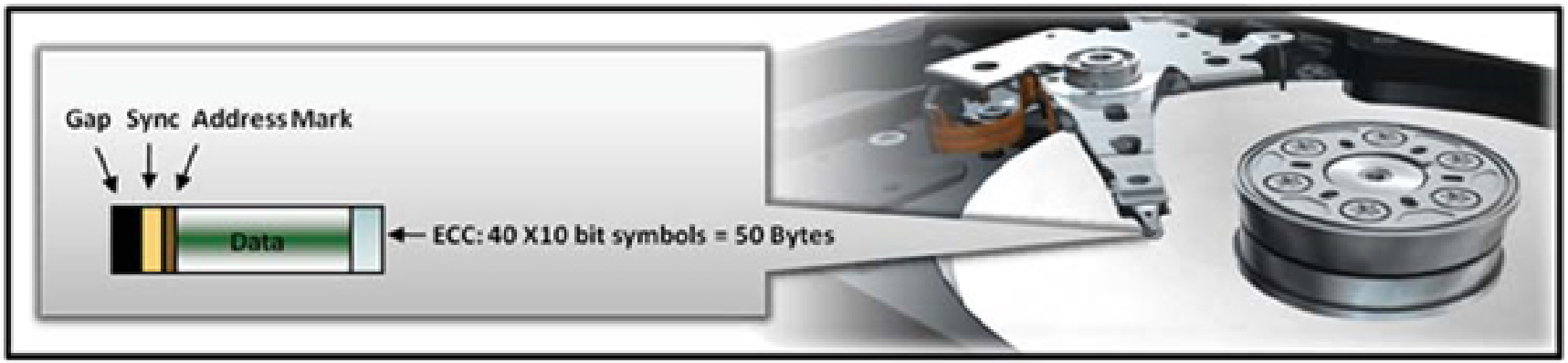
- Problème de l'approche précédente : les secteurs près du centre devront avoir une densité bien plus importante que près du bord
- Solution : les disques ont un nombre de secteurs par piste variable, fonction de la **zone**.



Chaque secteur est identifié par un **index** (adressage dit "LBA", *Logical Block Adress*), plutot que par sa position : *Zone Bit Recording* (ZBR).

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Organisation d'un secteur



- Historiquement : 512 octets utiles + 65 octets
- Formattage bas niveau (marques de séparation et code de correction d'erreur)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

2010 → : *Advanced Format* (format "4K")

- Depuis 2010, les constructeurs utilisent des secteurs de 4096 octets (4KiB)
- Motivation : augmentation de la taille moyenne des fichiers → perte de performance avec l'augmentation de la densité.

Comparison of 512- and 4096-byte sector formats[7]

Description	512-byte sector	4096-byte sector
Gap, sync, address mark	15 bytes	15 bytes
User data	512 bytes	4096 bytes
Error-correcting code	50 bytes	100 bytes
Total	577 bytes	4211 bytes
Efficiency	88.7%	97.3%

source : Wikipedia

- Pas supporté par certains "vieux" OS (WinXP) → le DD fonctionne alors en mode "émulation secteur 512 B"

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Gestions de l'allocation de blocs pour des fichiers

Problématiques : soit un disque dur partiellement occupé.

- Je veux y stocker un nouveau fichier de grande taille. Où le placer ?
- Un des (gros) fichiers existant voit sa taille doubler. Comment stocker ce fichier ?

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Gestions de l'allocation de blocs pour des fichiers

Problématiques : soit un disque dur partiellement occupé.

- Je veux y stocker un nouveau fichier de grande taille. Où le placer ?
- Un des (gros) fichiers existant voit sa taille doubler. Comment stocker ce fichier ?

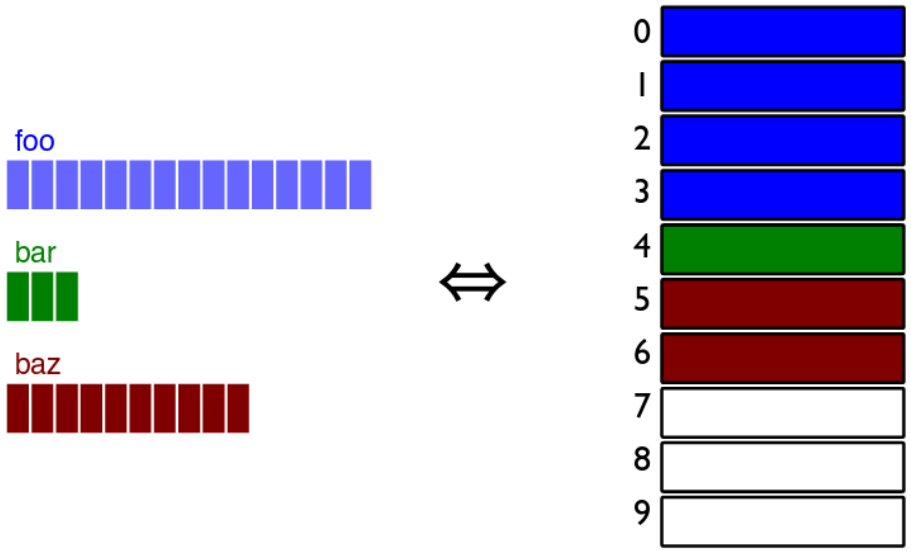
Lors de la conception d'un système de fichiers, plusieurs stratégies peuvent être envisagées :

1. Allocation contigue
2. Allocation chaînée
3. Allocation indexée

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

1 - Allocation contigue

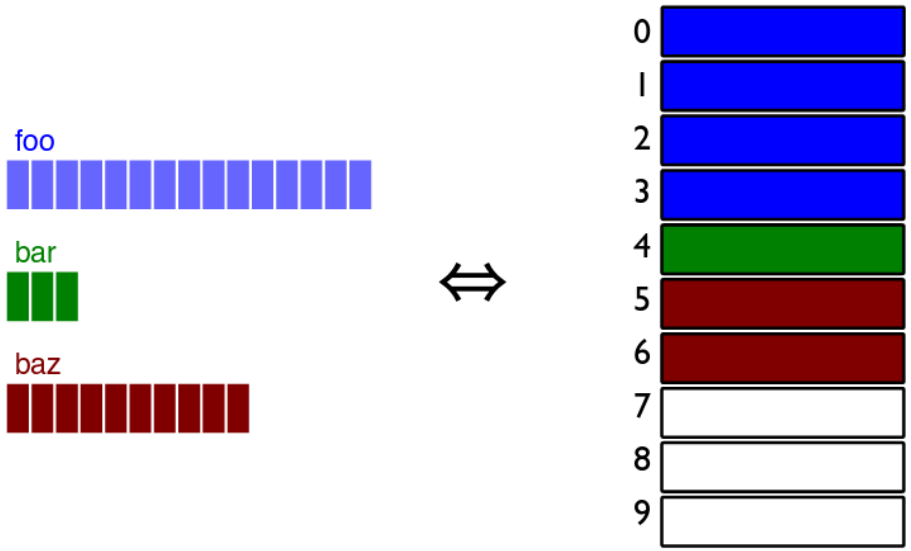
Chaque fichier est stocké sur des blocs contigus.



source : Rich Wolski

1 - Allocation contigue

Chaque fichier est stocké sur des blocs contigus.

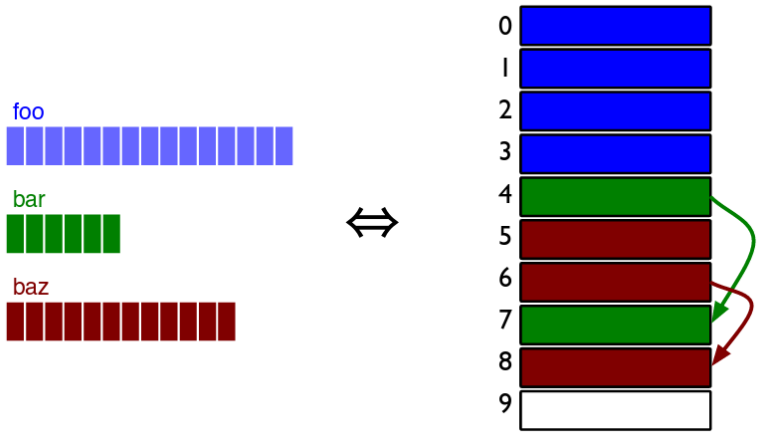


source : Rich Wolski

- Avantage : lecture des données rapide
- Inconvénients :
  - Nouveaux fichiers : il faut trouver un "trou" assez grand
  - Si la taille fichier augmente, il faut copier le fichier ailleurs.

2 - Allocation chaînée

- Les fichiers peuvent être découpés (”fragmentés”), on ajoute à la fin de chaque bloc un **lien** indiquant la localisation de la suite du fichier.
- Le répertoire contient pour un fichier la localisation du 1er bloc.



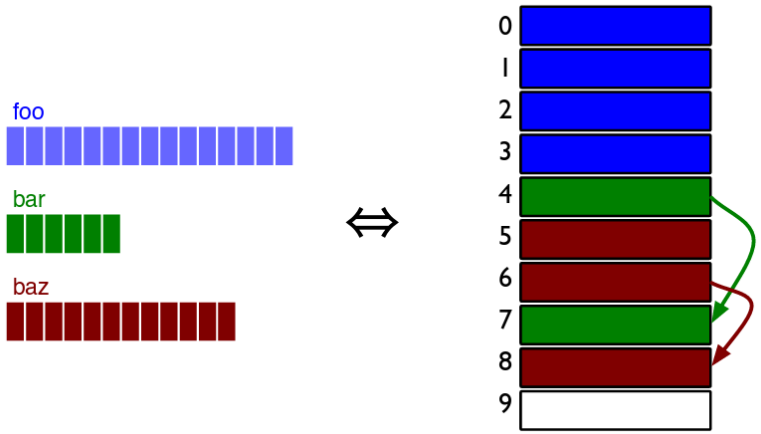
source : Rich Wolski

- Avantage : plus besoin de copie de fichier si plus de place
- Inconvénient : impossible d'acceder directement à un endroit quelconque du fichier : il faut partir du début

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

2 - Allocation chaînée

- Les fichiers peuvent être découpés (”fragmentés”), on ajoute à la fin de chaque bloc un **lien** indiquant la localisation de la suite du fichier.
- Le répertoire contient pour un fichier la localisation du 1er bloc.



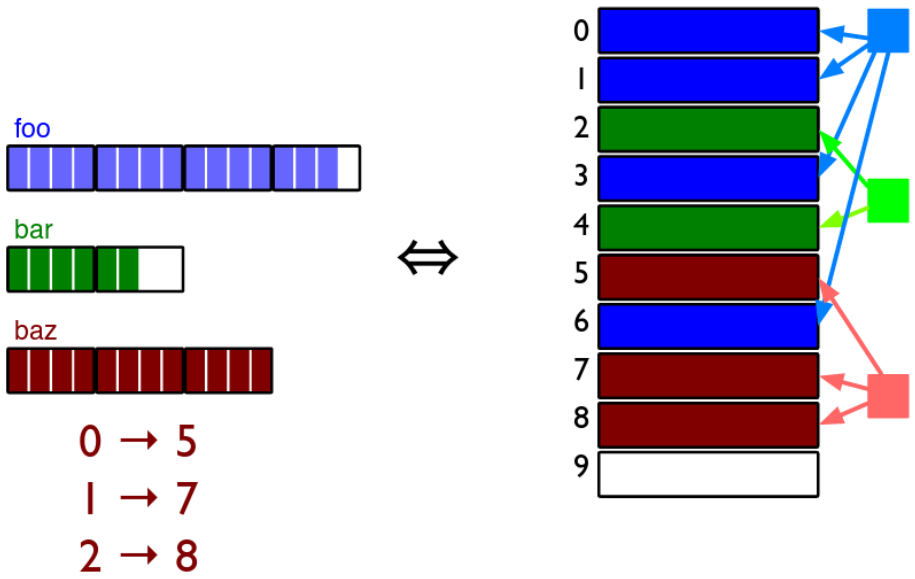
source : Rich Wolski

- Avantage : plus besoin de copie de fichier si plus de place
- Inconvénient : impossible d'acceder directement à un endroit quelconque du fichier : il faut partir du début

Implémentations : FAT (*File Allocation Table*)

3 - Allocation indexée

Une structure d'index mémorise pour chaque fichier la liste et l'ordre des blocs le composant.

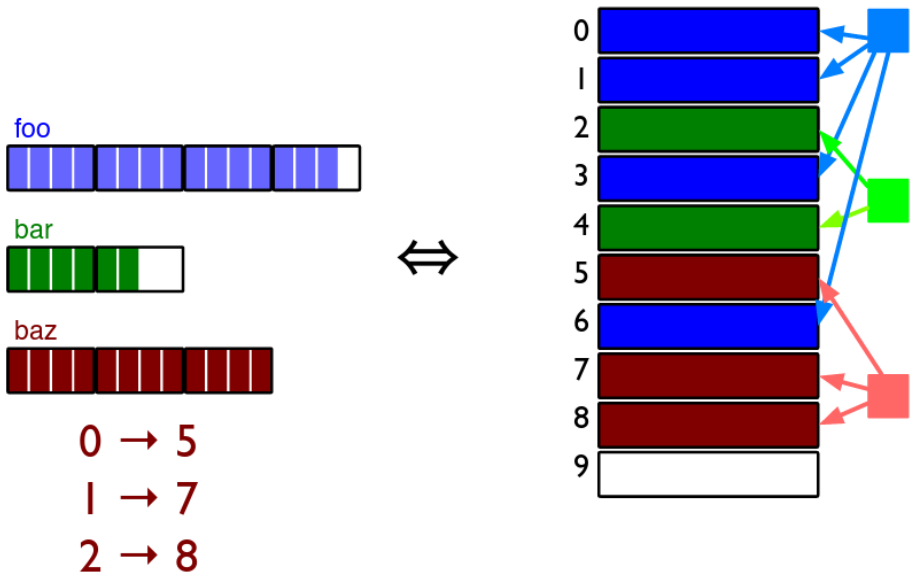


source : Rich Wolski

- Avantage : fragmentation réduite et accès direct à un endroit quelconque du fichier.
- Inconvénient : reduction de l'espace utile du disque.

3 - Allocation indexée

Une structure d'index mémorise pour chaque fichier la liste et l'ordre des blocs le composant.



source : Rich Wolski

- Avantage : fragmentation réduite et accès direct à un endroit quelconque du fichier.
- Inconvénient : reduction de l'espace utile du disque.

Implémentations : Linux ext2, ext3, ext4, ...

Sommaire

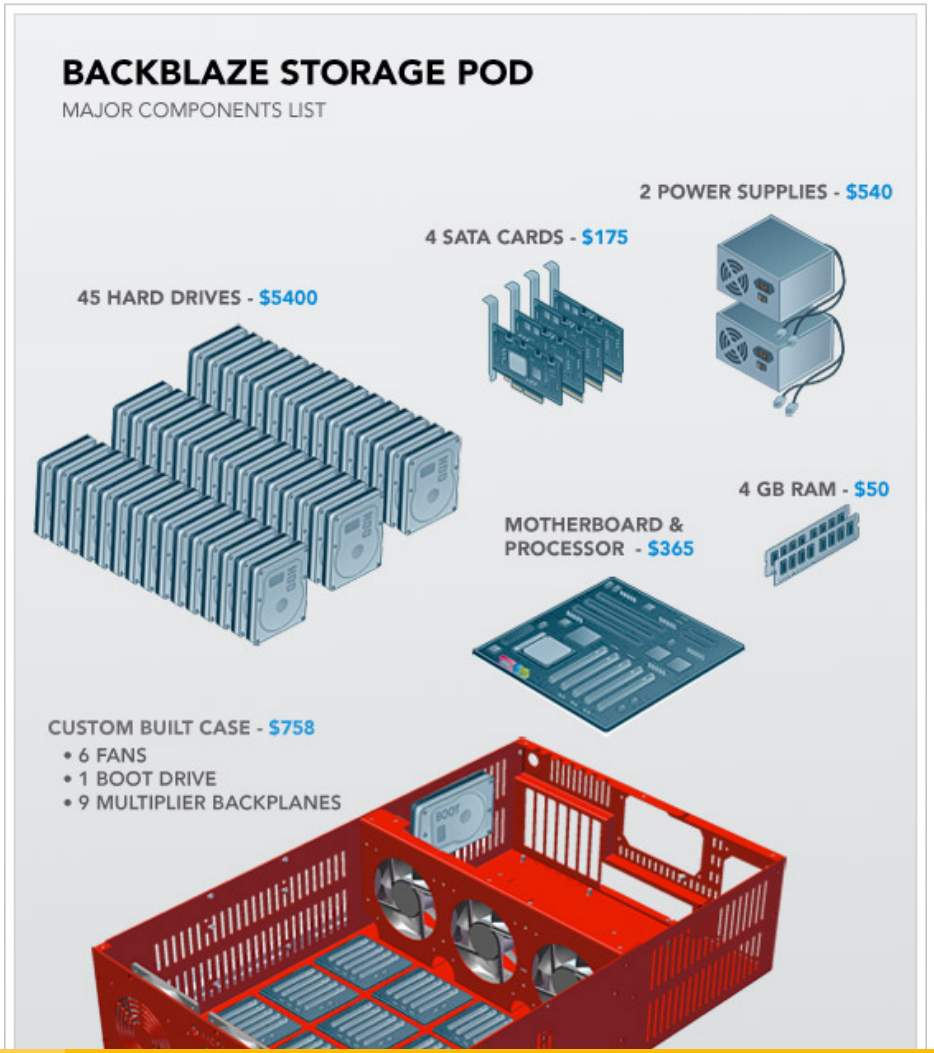
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Fiabilité

- Un disque dur classique (mécanique) est susceptible de tomber à n'importe quel moment

Fiabilité

- Un disque dur classique (mécanique) est susceptible de tomber à n'importe quel moment



Solutions ?

- Solution 1 : sauvegardes (très) régulières
  Question : quel intervalle ? une par jour ? par heure ? par minute ?
  inconvénient : double perte de temps :
  - durée de la copie (même si copie **incrémentale**)
  - durée de la **restauration** des données en cas de panne

Solutions ?

- Solution 1 : sauvegardes (très) régulières
  Question : quel intervalle ? une par jour ? par heure ? par minute ?
  inconvénient : double perte de temps :
  - durée de la copie (même si copie **incrémentale**)
  - durée de la **restauration** des données en cas de panne

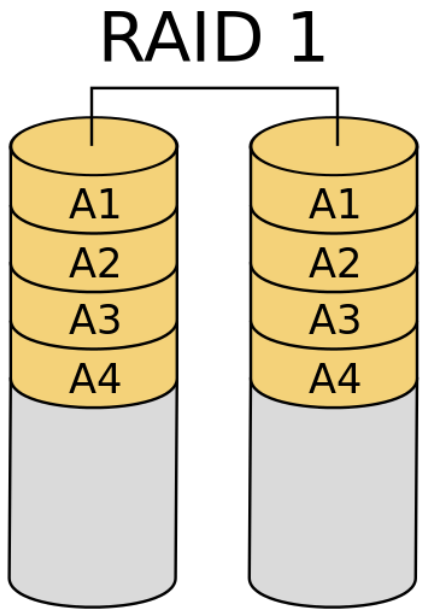
- Solution 2 : système de **redondance** des données : en cas de panne, aucune perte de données.
  Remplacement du DD défaillant sans interruption de production.
  - L'OS ne voit que un seul disque logique.
  - La redondance est gérée au niveau de la baie de stockage.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Solutions ?

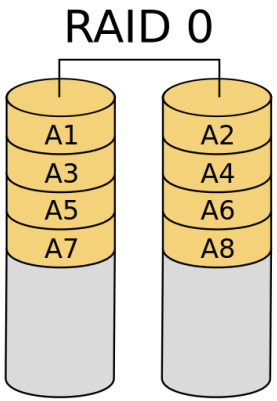
- Solution 1 : sauvegardes (très) régulières
  Question : quel intervalle ? une par jour ? par heure ? par minute ?
  inconvénient : double perte de temps :
  - durée de la copie (même si copie **incrémentale**)
  - durée de la **restauration** des données en cas de panne

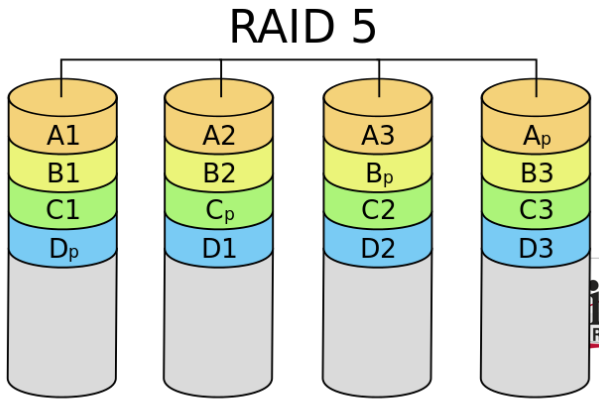
- Solution 2 : système de **redondance** des données : en cas de panne, aucune perte de données.
  Remplacement du DD défaillant sans interruption de production.
  - L'OS ne voit que un seul disque logique.
  - La redondance est gérée au niveau de la baie de stockage.



Techniques RAID : *Redundant Array of Independent Disks*

- Idée : utiliser plusieurs disques gérés comme un disque unique
- Objectifs : augmentation
  - de la performance, et/ou
  - de la fiabilité, et/ou
  - de la capacité, et/ou
  - de la tolérance aux pannes.
- Niveaux de RAID standard :
  - RAID-0 : augmentation de performance, en utilisant n disques en parallèles. Aucune sécurité.
  - RAID-1 : augmentation de fiabilité : réplication totale des données sur les disques
  - RAID-5 : technique plus évoluée : augmentation de fiabilité avec optimisation de l'espace, mais minimum 3 disques.





INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Données SMART

- *Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology* : données fournies par les disques.
- Des dizaines d'attributs mesurables, ainsi qu'un seuil indicatif : en dessous (ou au dessus, selon l'attribut), la probabilité de panne **augmente**.
- Les contrôleurs de disques proposent aussi des tests permettant d'évaluer son état.

Device: /dev/sda **Model:** ST500LM000-1EJ162

Identity | Attributes | Capabilities | Error Log | Self-test Logs | Perform Tests

SMART Attributes Data Structure revision number: 10

ID	Name	Failed	Norm-ed value	Worst	Threshold	Raw value	Type	Upda
1	**Raw Read Error Rate**	never	113	99	6	56523016	**pre-failure**	contir
3	**Spin-Up Time**	never	98	98	85	0	**pre-failure**	contir
4	**Start / Stop Count**	never	99	99	20	1651	old age	contir
5	**Reallocated Sector Count**	never	100	100	10	0	**pre-failure**	contir
7	**Seek Error Rate**	never	73	60	30	23012513	**pre-failure**	contir
9	**Power-On Time**	never	96	96	0	3847	old age	contir
10	**Spin-Up Retry Count**	never	100	100	97	0	**pre-failure**	contir
12	**Power Cycle Count**	never	99	99	20	1577	old age	contir
184	**End to End Error**	never	100	100	99	0	old age	contir
187	**Reported Uncorrectable**	never	100	100	0	0	old age	contir
188	**Command Timeout**	never	100	99	0	4	old age	contir
189	**High Fly Writes**	never	100	100	0	0	old age	contir

TITUT UNIVERSITAIRE TECHNOLOGIE

Données SMART

- Attention : les données SMART sont indicatives :
  Etude (2016/10) :23% de disques tombent en panne sans erreur préalable !
  A lire :
  - http://www.hardware.fr/news/14806/pannes-disques-durs-donnees-smart.html
  - http://www.tomshardware.fr/articles/fiabilite-disque-dur-ssd,2-762.html

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

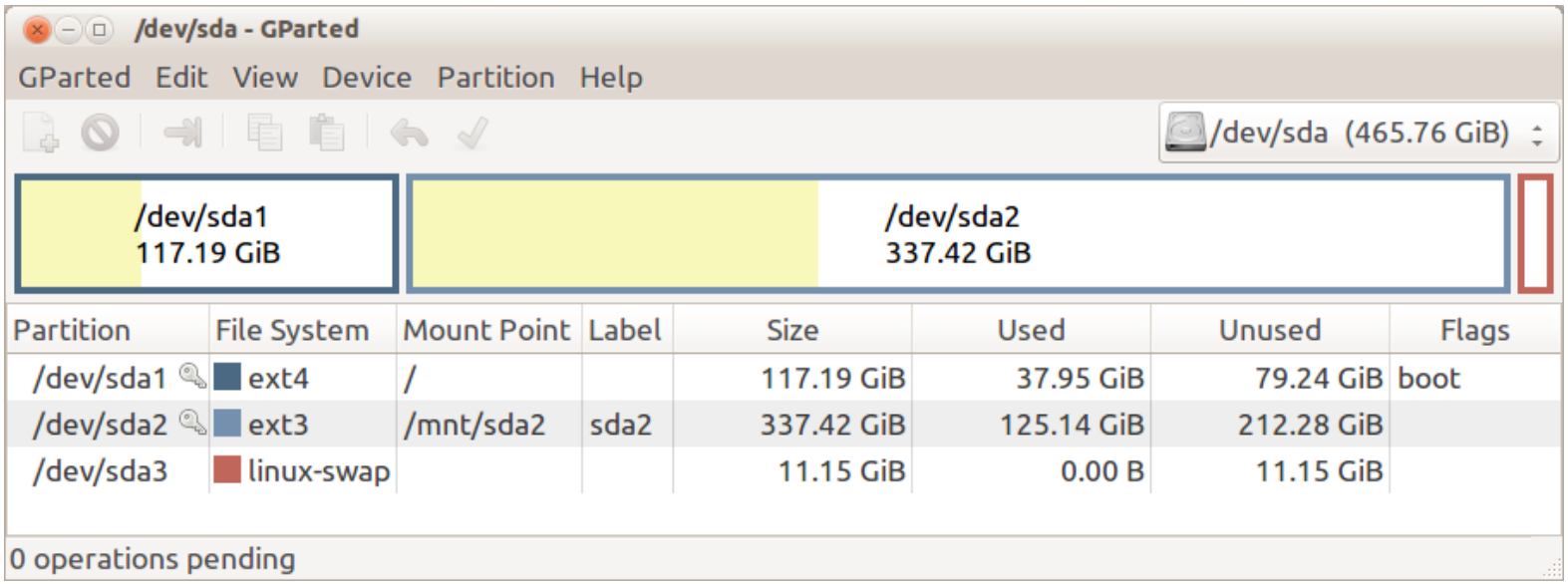
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Organisation en partitions

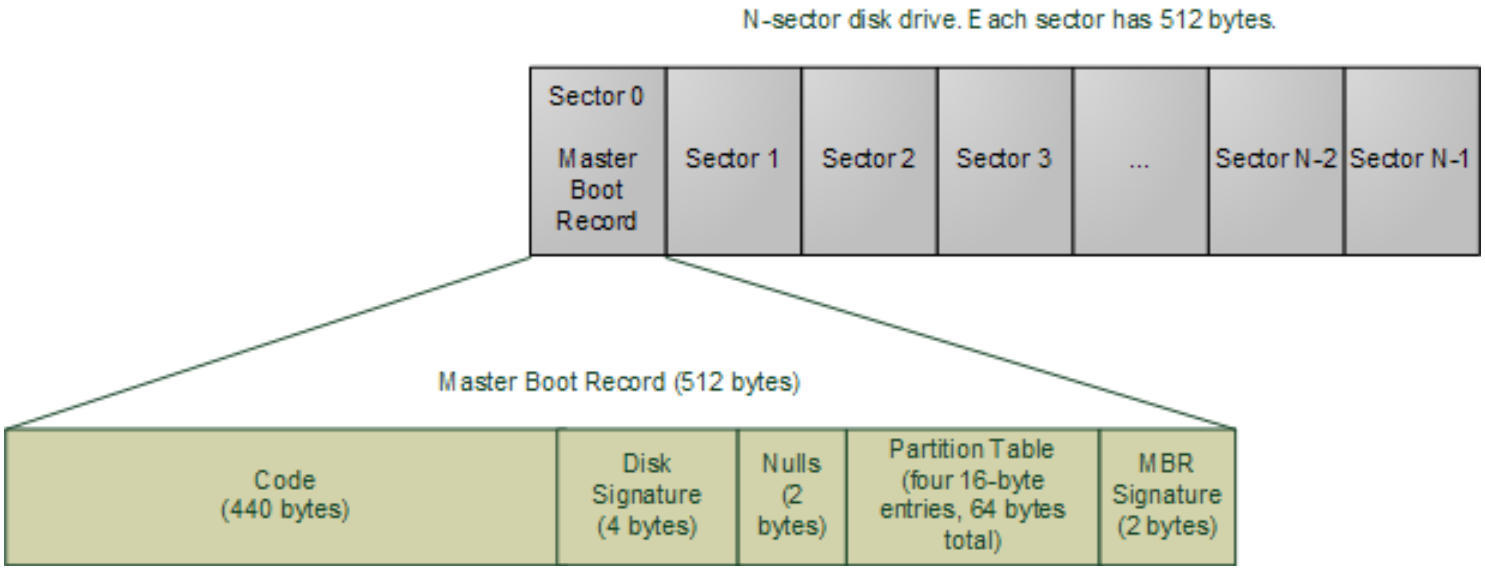
- Un disque est découpé en **partitions**, pouvant être formatées indépendamment.



- Chaque partition sera considérée par le système de fichier comme un disque distinct et doit être **formatée**.
  - Linux : on lui associe un **point de montage**
  - Windows : on lui associe une lettre de lecteur logique (C :, D :, ...)

Partitions et MBR/GPT

- Les informations sur les partitions sont stockées dans une zone spéciale du disque (LBA 0) :
  - depuis 1980 : **MBR** (*Master Boot Record*) 512 octets, contenant du code exécutable et la table des partitions ;
  - Remplacé aujourd'hui par **GPT** (*GUID Partition Table*[1]) : autorise des partitions de plus grande taille.



1. GUID : *Globally Unique identifier* : Identifiant unique

Sommaire

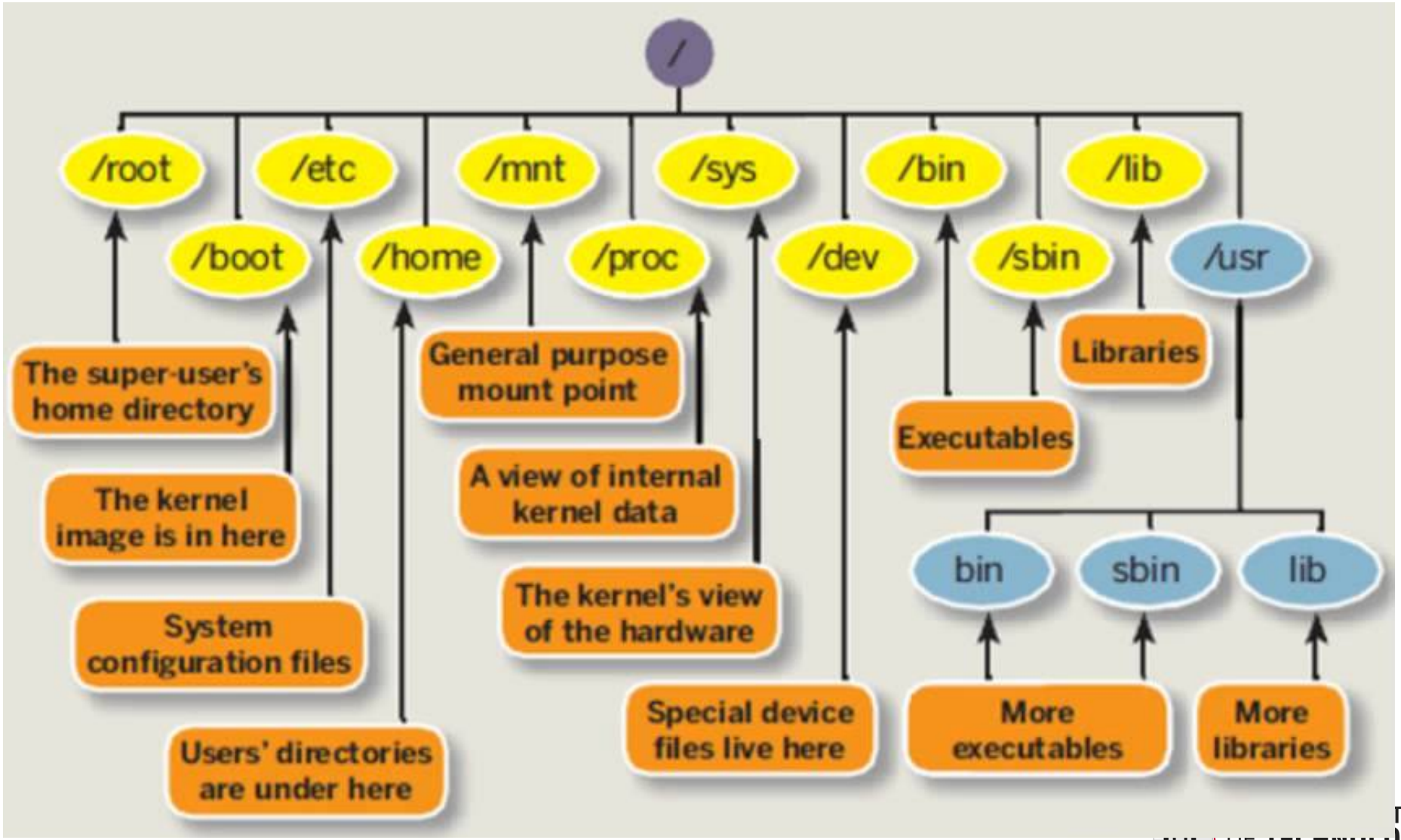
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Vu de l'utilisateur

- Système de fichier = structure hierarchique codifiée, de type "arbre".
- Chaque interaction d'un utilisateur (via GUI ou CLI) se fait à **un** emplacement dans cet arbre (notion de "répertoire courant").
- Certains répertoires sont
  - réservés à l'OS ;
  - disponibles pour l'utilisateur.
- Chaque OS a son organisation propre :
  - Linux : le *Filesystem Hierarchy Standard* (FHS) normalise les noms des différents répertoires.
  - Windows : MS impose son organisation, mais laisse beaucoup de libertés. (`"C:\Program Files"`, `"C:\Program Files (x86)"`, ...)
- Attention : séparateur différent !
  - Linux & Mac : `un/chemin`
  - Windows : `un\chemin`

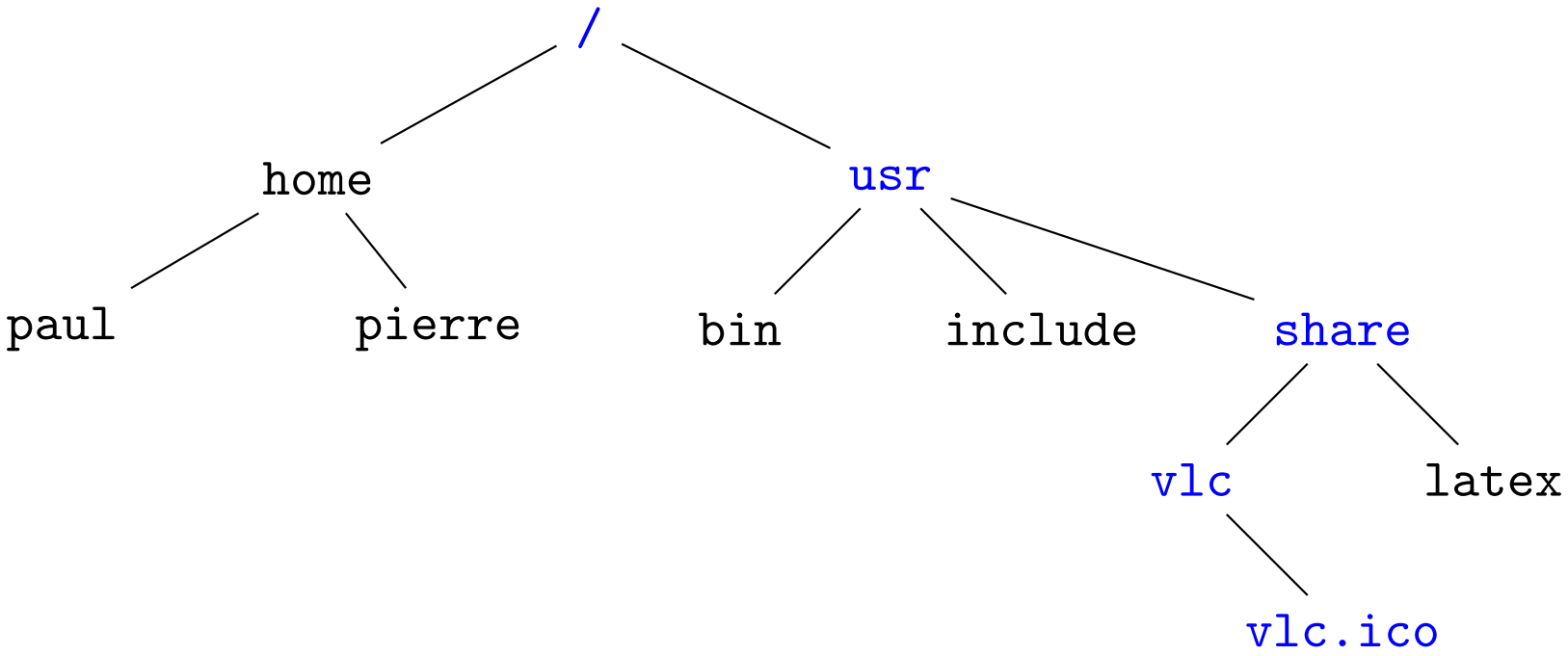
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Linux : FHS


/
/root
/etc
/mnt
/sys
/bin
/lib
/boot
/home
/proc
/dev
/sbin
/usr
The super-user's home directory
General purpose mount point
Libraries
Executables
The kernel image is in here
A view of internal kernel data
bin
sbin
lib
System configuration files
The kernel's view of the hardware
Special device files live here
More executables
More libraries
Users' directories are under here

Chemin absolu

- Chaque fichier ou répertoire est désigné de façon unique par son **chemin absolu** qui part de la racine.

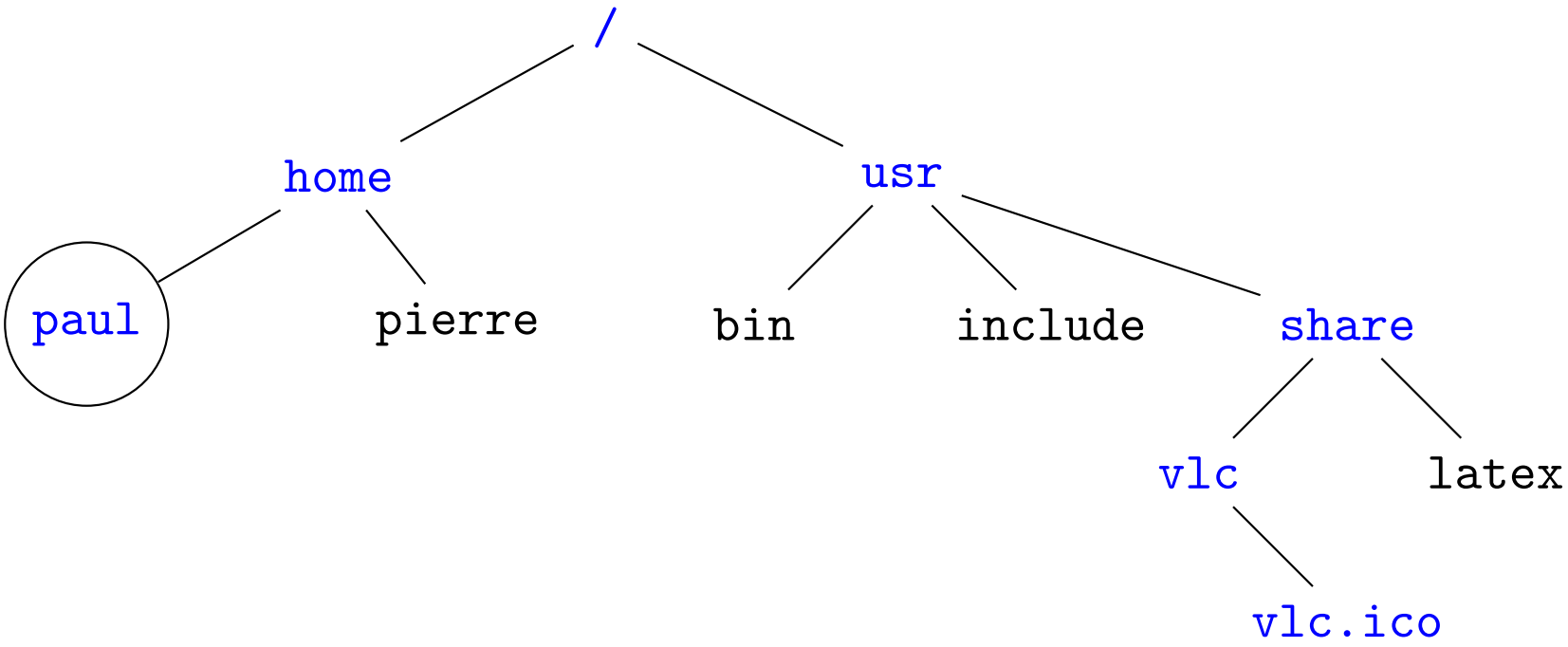


⇒ Le fichier `vlc.ico` est accessible via le chemin `/usr/share/vlc/vlc.ico`

- Windows : le chemin absolu **doit** inclure une lettre d'unité : `c:\Program Files\Microsoft\bidule\truc\bin\machin.exe`

Chemin relatif

- Depuis un dossier courant quelconque, on peut **remonter** dans la hierarchie avec `..`

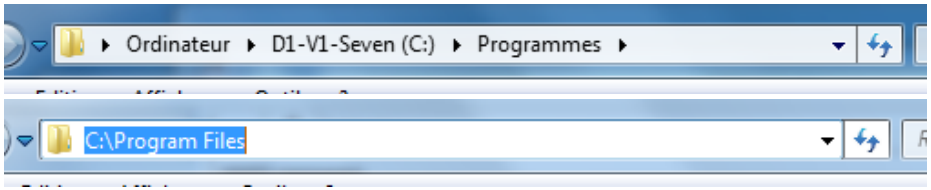


⇒ Depuis le dossier `paul`, on accède au fichier `vlc.ico` avec le chemin `../../usr/share/vlc/vlc.ico`

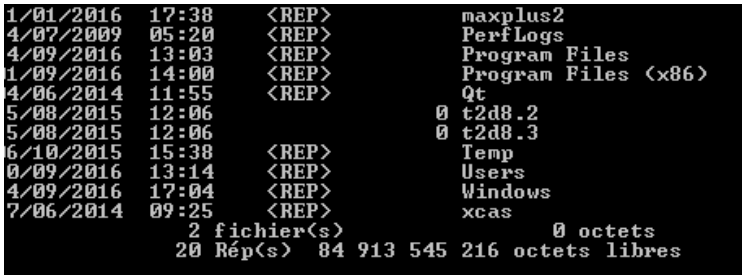
- Windows : pas de chemins relatifs entre unité disques...

Visualisation : attention !

- Certains OS/explorateurs de fichier **travestissent** la réalité : certains dossiers sont montrés avec un nom différent :
- Exemple :
- Nom affiché / Nom réel



- la seule réalité fiable :



- on peut aussi "cacher" des fichiers
  - Linux : nom commencant par un " ."
  - Windows : attribut "hidden" (métadonnées)

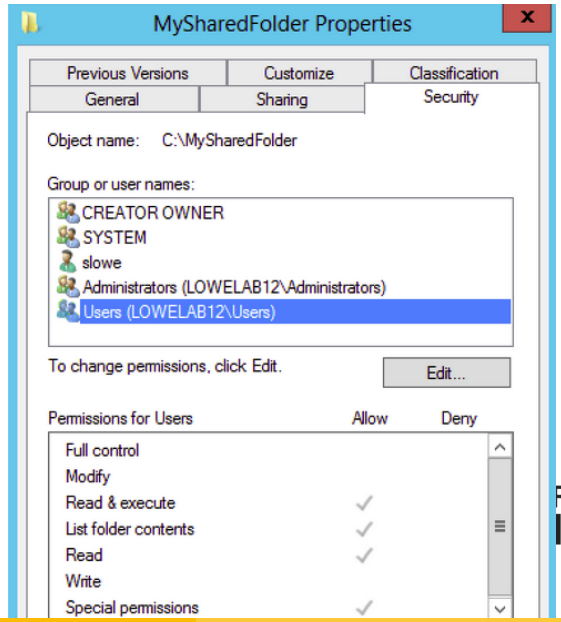
INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Permissions sur les fichiers

- Un système de fichiers peut mémoriser des autorisations sur les fichiers.
- Implique que les utilisateurs soient **authentifiés**.
- Les utilisateurs sont regroupés dans des groupes et les permissions peuvent être définies pour des groupes.

Historiquement :

- Windows et FAT32 : pas de possibilité de gestion des permissions
- Linux : implémentation d'un système simple hérité de UNIX :
  - permissions : lire/écrire/exécuter
  - utilisateurs : propriétaire, groupe et tout le monde



- Ajourd'hui : *Access Control List* (ACL), activé en standard (Windows : NTFS, Linux : ext3/ext4).
- Système permettant une gestion plus fine des permissions (autoriser et interdire, autorisation par groupes, etc.)

Identification du type de fichier par l'OS

- Les fichiers ne sont pas tous du même type : programme exécutable, texte, son, vidéo, fichier de données binaire ou textuel, etc.
- La nature du fichier permet d'y associer des applications par défaut (GUI).
  - fichier texte → éditeur texte, type "bloc notes"
  - fichier son ou vidéo → lecteur multimédia
  - document type bureautique → application bureautique (traitement de texte, tableur, ...)
  - fichier pdf → lecteur pdf
  - ...
- Windows : identification du type de fichier **uniquement** par l'extension → si on change l'extension, l'OS ne sait plus quoi faire !
- Linux : identification du type de fichier par l'extension **ET** par le contenu (premiers octets du fichier)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Sommaire

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Fichier sous Linux/Unix

- La commande `ls -l` affiche toutes les informations sur les fichiers du dossier courant.

```
drwxr-xr-x  3 skramm   users      4096 avril  8 10:48 websites
-rw-r--r--  1 skramm   users      4542 mai    3 14:19 weka.log
```

Dans l'ordre :

1. Codification des permissions
   Le premier bit indique si c'est un dossier (d), un lien (l) ou un fichier regulier (-)
2. Nombre de fichiers (pour les répertoires)
3. Propriétaire & groupe
4. Taille (pour les fichiers)
5. Date de dernière modification & nom.

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Droits des fichier sous Linux/Unix

- Les droits sont codifiés par 3 vecteurs de 3 bits.
- 3 vecteurs pour :
  - *User* (u) : propriétaire du fichier,
  - *Group* (g) : le groupe auquel appartient le propriétaire,
  - *Others* (o) : les autres, tout le monde.
- 3 bits pour chaque droit :
  - r : droit en lecture (*Read*)
  - w : droit en écriture (*Write*)
  - x : droit en exécution (*eXecute*) [2]
- Ces droits peuvent être encodés avec une valeur exprimée en **octal** (3 symboles dans {0,...,7}

User			Group			Others		
r	w	x	r	w	x	r	w	x
1	1	1	1	0	1	0	0	1
7			5			1		

2. Pour les répertoires, donnera le droit de "traverser"

Edition des permissions

- La commande `chmod` permet de modifier les permissions.
- Deux façons de l'utiliser :
  1. forme octale (binaire) : fixe les permissions de façon globale pour le fichier.
     Exemple : `chmod 764 fichier` → fixe les droits à `rwxrw-r--`
  2. forme symbolique : édite qu'une partie des permissions en spécifiant quelle permission et à qui on les donne avec la syntaxe
     `chmod [u g o a] [+ - =] [r w x] fichier`
     - Exemple 1 :
     `chmod u+x fichier` → "ajouter le droit d'exécution au propriétaire du fichier"
     - Exemple 2 : on peut regrouper les catégories :
     `chmod ug+x fichier` → "ajouter le droit d'exécution au propriétaire et au groupe"
- Les deux peuvent être équivalents. Exemple :
  `chmod 764 fichier` ↔ `chmod u=rwx,g=rw,o=r fichier`

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Fichiers et *i-nodes*

- Les partitions Linux contiennent une table d'index de taille prédéfinie, qui contient les **i-nodes** :
- **i-node** : structure de données contenant
  - l'emplacement du fichier sur le disque
  - les métadonnées du fichiers (droits d'accès, timestamps, taille fichier, ...)
  - *User* (UID) et *Group* (GID) d'appartenance
  - Un compteur de liens
- Le **nom** du fichier est stocké dans le répertoire
- En pratique, un fichier est une **association** nom $\leftrightarrow$ *i-node*

Conséquence de cette approche :

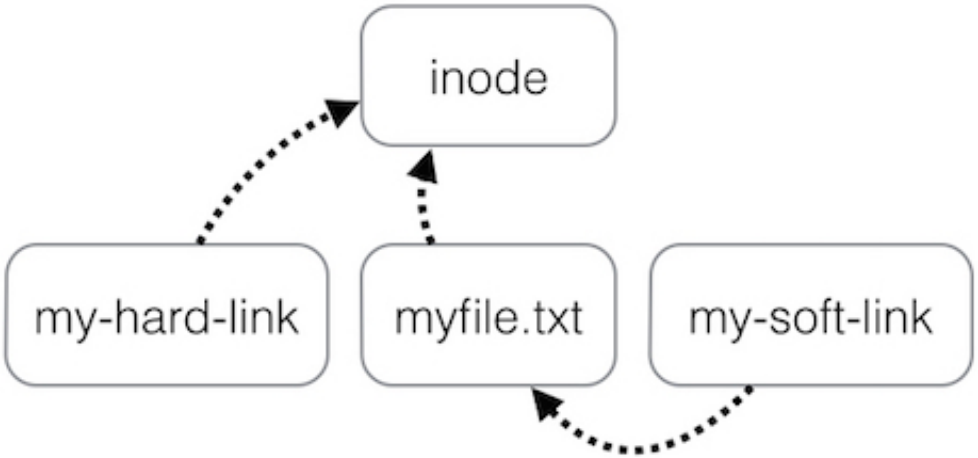
- un fichier peut avoir plusiers noms (*hardlinks*) : noms différents associés avec le même *i-node*.
- on peut définir des liens symboliques sur un fichier (*softlinks*).

```
sk@PORT-LITIS-SKRAMM:~$ ls -l /bin
total 9924
-rwxr-xr-x 1 root root 1021112 oct.   7  2014 bash
-rwxr-xr-x 1 root root   31152 oct.  21  2013 bunzip2
-rwxr-xr-x 1 root root 1918032 nov.  14  2013 busybox
-rwxr-xr-x 1 root root   31152 oct.  21  2013 bzcat
lrwxrwxrwx 1 root root       6 mars  10  2015 bzcmp -> bzdiff
-rwxr-xr-x 1 root root    2140 oct.  21  2013 bzdiff
lrwxrwxrwx 1 root root       6 mars  10  2015 bzegrep -> bzgrep
-rwxr-xr-x 1 root root    4877 oct.  21  2013 bzexe
lrwxrwxrwx 1 root root       6 mars  10  2015 bzfgrep -> bzgrep
-rwxr-xr-x 1 root root    3642 oct.  21  2013 bzgrep
-rwxr-xr-x 1 root root   31152 oct.  21  2013 bzip2
```

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE iut ROUEN

Liens sur des fichiers

- Conséquence de cette approche : on peut définir des **liens** sur un fichiers
- deux types de liens :
  - lien symbolique (*soft link*) : pointe sur le nom du fichier
  - lien physique (*hard link*) : pointe sur le inode

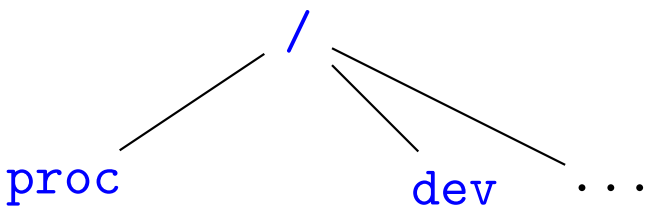


INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE

Systèmes de fichiers virtuels

Dans le FHS, certains répertoires de la racine sont **virtuels**

- Ne correspondent à aucun fichier réel (taille : 0 sur le disque)
- Sert d'**interface** pour accéder aux données du noyau.



- `/dev` : contient les pilotes de périphériques. Permet d'envoyer et recevoir via le concept de fichier.
  Deux types : "octet" (*Character*) et "bloc"
- `/proc` : Information sur les processus et le noyau

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE