Système d'Exploitation

GNU Linux
Système de Fichiers
Machine virtuelle

Juan Angel Lorenzo del Castillo
Florent Devin

ING1 GI-GM
2020-2021

Plan

Présentation de GNU/Linux

Caractéristiques

- Code source disponible (Licence GPL, General Public License)
- Distributions (packaging) multiples
- Système multi-tâches et multi-utilisateurs
- Multi-plateformes (Intel x86, SPARC, . . .)
- Gestion du multi-processeur (option SMP, Symetric Multi-Processing)
- Compatible POSIX

Caractéristiques

- Gestion de consoles virtuelles
- Support d'un grand nombre de systèmes de fichiers
- Implémentation complète de la pile TCP/IP
- Services réseaux : SLIP, PPP, NFS, SMB, ...
- Interface graphique : X-Window (1987)

Architecture d'un système Linux

Trois couches :

- Couche "physique" : Périphériques, BIOS
- Couche "système" : Noyau et processus
- Couche "interface" : Shell et interface graphique (X-Window)

Éléments d'interaction

Shell

- Interpréteur de commande : lecture et exécution des commandes
- Propose contrôle des processus
- Redirection des entrées / sorties
- Plusieurs types disponibles

X-Window

- Interface graphique d'Unix
- Repose sur un processus : serveur X
- Utilise un gestionnaire de fenêtres : KDE, Gnome, WindowMaker, Fluxbox, Twm, Xfce, ...
- Possibilité de déporter l'affichage graphique via le réseau

Plan

Système de gestion des fichiers

Partiellement tiré du cours de Stefan Bornhofen

Gestion des fichiers

Stockage persistant, non volatile. Un **système de fichiers** est une structure de données permettant de stocker les informations et de les organiser dans des fichiers sur des mémoires secondaires.

Les fichiers sont gérés par le système d'exploitation.

La manière dont ils sont

- structurés
- nommés
- utilisés
- protégés

est à la charge du SE.

Types d'accès

- **Accès séquentiel** (bande magnétique)
  - Les premiers SE n'offraient qu'un seul type d'accès aux fichiers
  - Un processus pouvait lire tous les octets dans l'ordre à partir du début du fichier, mais pas dans le désordre
  - Un fichier pouvait être rembobiné donc être lu plusieurs fois
  - Utilisé aujourd'hui pour la sauvegarde à long terme (backup)

- **Accès aléatoire «Random Access File»** (disque dur)
  - L'arrivée des DD a autorisé la lecture dans le désordre des octets
  - Les fichiers à accès aléatoire sont indispensables à de nombreuses applications comme les systèmes de gestion de base de données (accès à un enregistrement sans parcourir tous les enregistrements mémorisés).

Droits d'accès

- Chaque fichier a un ensemble d'attributs, et en particulier des droits d'accès pour tous les utilisateurs du système.
- Sous Unix, il existe 3 niveaux de confidentialité :
  - propriétaire (user)
  - groupe (group)
  - autres (others)
- Le propriétaire peut distribuer ou restreindre les droits sur le fichier (commande `chmod`).

Attributs des fichiers

- Chaque fichier possède un nom et des données.
- Tous les SE y associent des informations complémentaires. Exemples:

Champ	Signification
Protection	Qui peut accéder au fichier et de quelle façon
Mot de passe	Mot de passe requis pour accéder au fichier
Créateur	Personne qui a créé le fichier
Propriétaire	Propriétaire courant
Indicateur lecture seule	0 pour lecture/écriture, 1 pour lecture seule
Indicateur fichier caché	0 pour fichier normal, 1 pour ne pas l'afficher dans les listages
Indicateur fichier système	0 pour fichier normal, 1 pour fichier système
Indicateur d'archivage	0 le fichier a été archivé, 1 il doit être archivé
Indicateur fichier ASCII/binaire	0 pour fichier ASCII, 1 pour fichier binaire
Indicateur d'accès aléatoire	0 pour accès séquentiel, 1 pour accès aléatoire
Indicateur fichier temporaire	0 pour fichier normal, 1 pour supprimer le fichier lorsque le processus se termine
Indicateur de verrouillage	0 pour fichier non verrouillé, 1 pour fichier verrouillé
Longueur d'enregistrement	Nb d'octets dans l'enregistrement
Position de la clé	Position relative de la clé dans chaque enregistrement
Longueur de la clé	Nb d'octets du champ clé
Date de création	Date et heure de création du fichier
Date du denier accès	Date et heure du dernier accès au fichier

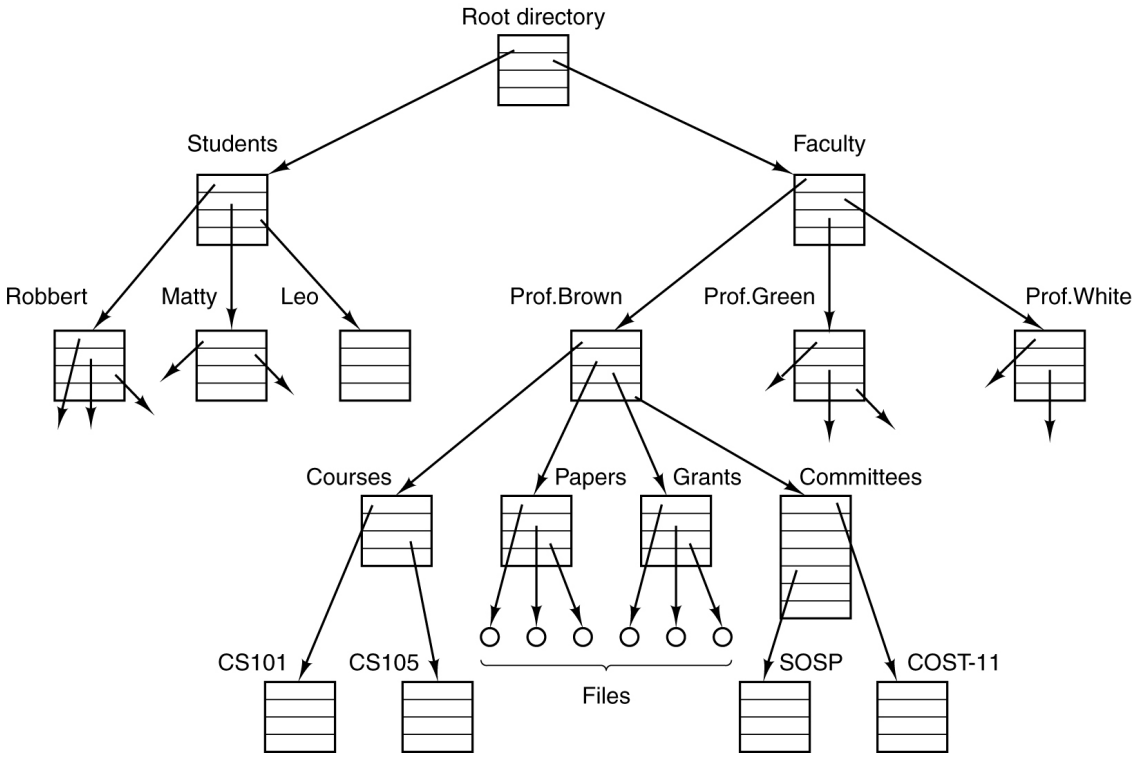
... mais pas le nom !

Répertoires

- Le lien entre le nom d'un fichier et sa localisation sur disque est réalisé à l'aide d'une table de correspondance appelée répertoire (directory).
- Lorsqu'un fichier est effacé, il est effacé de la table de correspondance
- On peut concevoir des répertoires à un seul niveau, i.e. contenant le nom de tous les fichiers du disque, ou hiérarchique au moyen de sous-répertoires.
- Sous Unix, une partition contient la racine du système de fichier, qu'on note « / »
- D'autres partitions, des clés USB, des CD-ROM, etc., peuvent être montés dans des répertoires (commande `mount`).

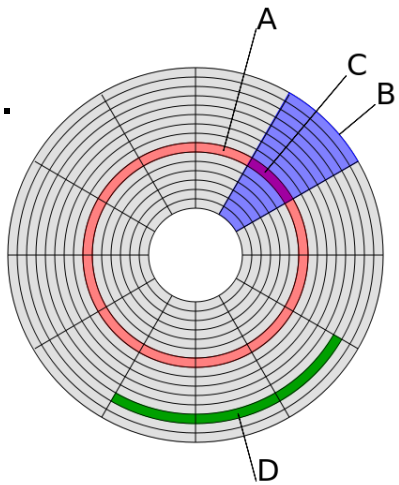
Hierarchie de fichiers

- Le SE masque les spécificités des disques.
- Modèle de programmation “unique”, indépendant.
- Appels systèmes pour la création, suppression, lecture écriture, ouverture, fermeture.
- Regroupé en hiérarchie arborescente (répertoires + fichiers).
- Assure la protection des fichiers.



Structuration du disque

- Un enregistrement physique, aussi appelé bloc, est la plus petite unité de stockage manipulée par le système.
- Un fichier est un ensemble de blocs
- Les blocs sont numérotés par le système
- Le système doit connaître l'emplacement sur disque (numéro de cylindre, piste et secteur) de chaque bloc.



Méthodes possibles:

- contiguë
- chaînée
- indexée

Structure d'un disque:

A) piste
B) secteur géométrique
C) secteur de piste
D) bloc

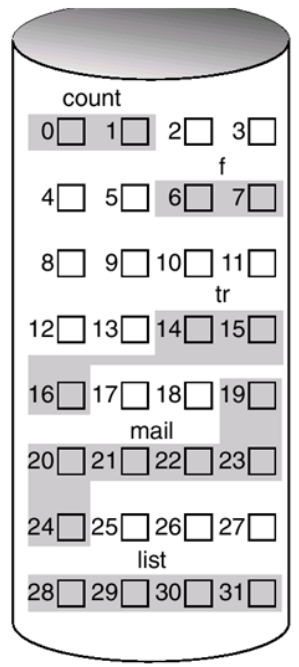
Allocation contiguë

Stocker chaque fichier dans une suite de bloc consécutifs.

- Un fichier de N Ko occupe N blocs consécutifs sur un disque dont la taille d'un bloc est de 1Ko.

directory

file	start	length
count	0	2
tr	14	3
mail	19	6
list	28	4
f	6	2



Avantages

- simple, il suffit de mémoriser un seul nombre, l'adresse du premier bloc pour localiser le fichier.
- performance excellente car le fichier peut être lu en une seule opération.

Inconvénients

- si la taille du fichier doit être connu au moment de leur création et peut difficilement grandir.
- fragmentation du disque (le compactage peut y remédier mais il est coûteux).

Adapté aux systèmes de fichiers en lecture seule (CD-ROM)

Allocation chaînée

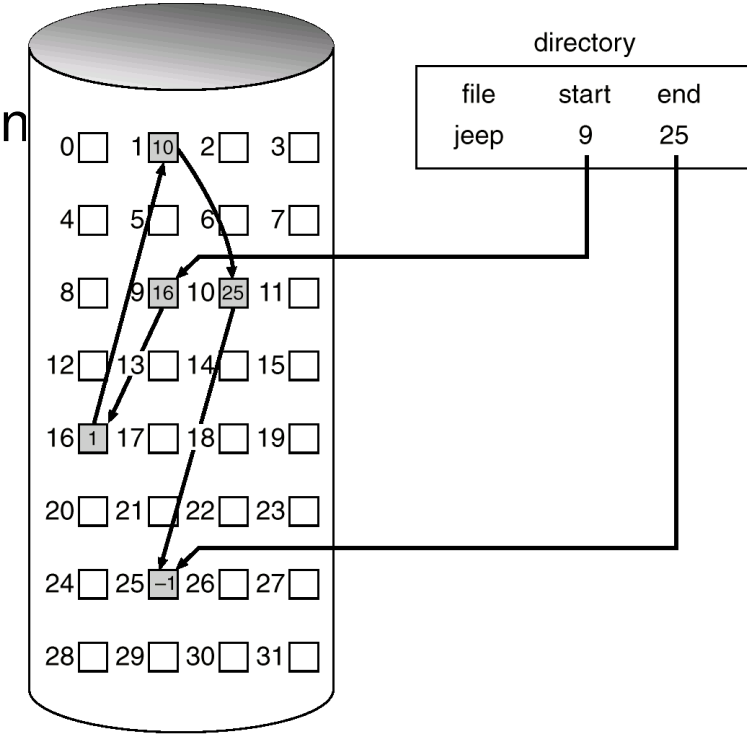
Le premier mot de chaque bloc est un pointeur sur le bloc suivant. Le reste contient les données.

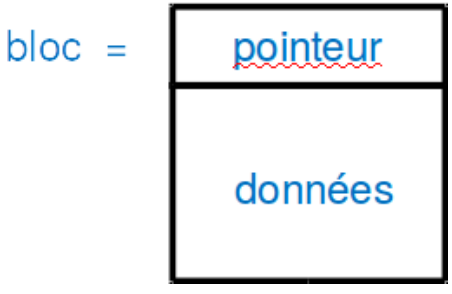
Avantages

- facilite les modifications et l'accroissemen

Inconvénients

- alourdit la recherche d'une donnée
- pas d'accès aléatoire mais séquentiel





Allocation indexée

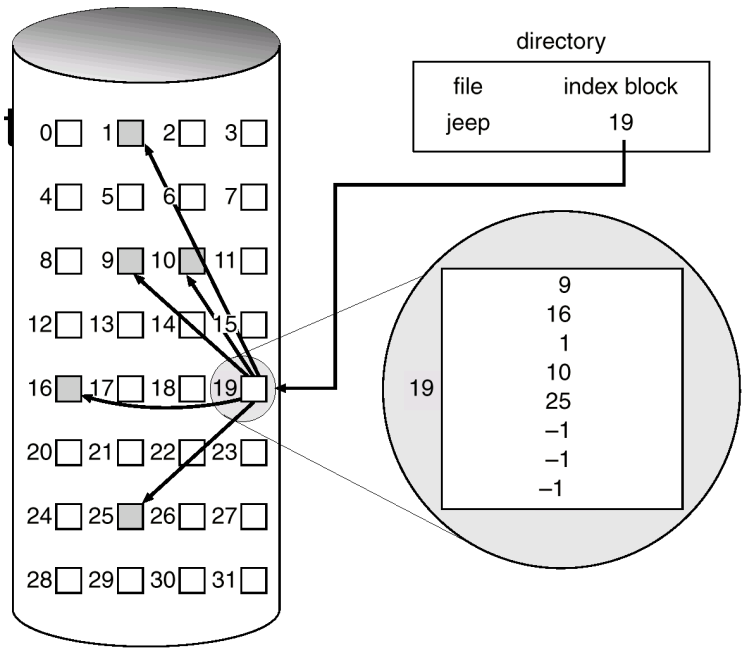
Tous les pointeurs sont regroupés dans un tableau (index block).

Avantages

- facilite les modifications et l'accroissement
- accès aléatoire

Inconvénients

- les index prennent de l'espace
- taille du fichier limitée



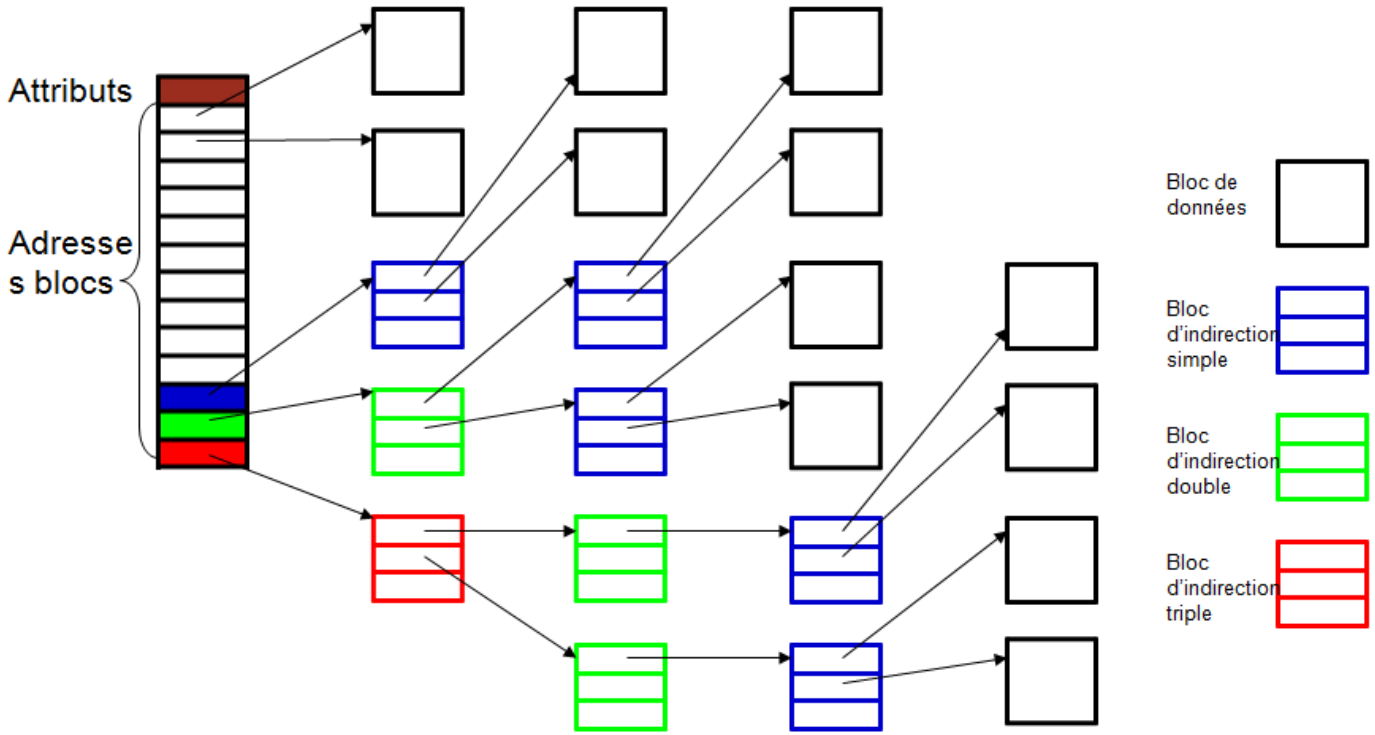
I-node

Mémoriser les blocs grâce à une petite table appelé nœud d'information.

Unix utilise cette méthode.

Les informations stockées dans un i-node disque sont :

- Les attributs du fichier (type, propriétaire, droits, date de modification, etc.)
- 13 adresses de blocs contenant le fichier (10x direct, 3x indirect)



I-node

Question

Numéro de bloc sur 32 bits (4 octets), et bloc de 1 Ko.
Quelle est la taille maximale d'un fichier?

I-node

Question

Numéro de bloc sur 32 bits (4 octets), et bloc de 1 Ko.
Quelle est la taille maximale d'un fichier?

Réponse

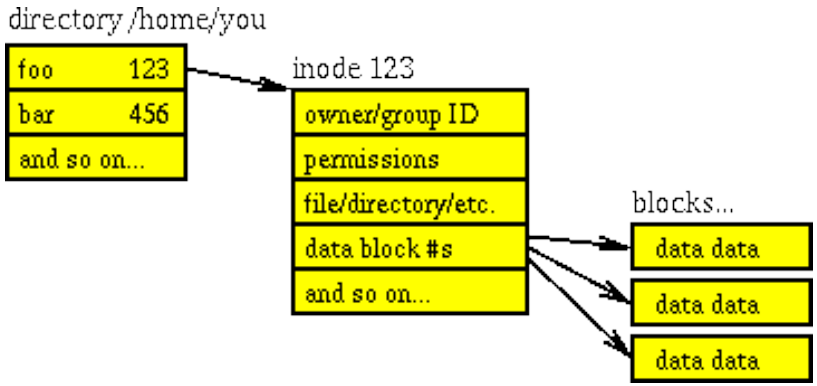
On peut donc mettre 1Ko / 4 = 256 numéros de blocs dans un bloc.

- blocs directs : 10 blocs,
- bloc indirect_1 : 256 blocs,
- bloc indirect_2 : 256^2 blocs,
- bloc indirect_3 : 256^3 blocs.

Nombre maximum de blocs dans un fichier : $10 + 256 + 256^2 + 256^3 \sim 16$ Go

Gestion des i-nodes

- L'i-node ne contient pas le nom du fichier
  - Un fichier peut avoir plusieurs noms
  - Les noms sont stockés dans la structure d'information des dossiers



- Référence d'un fichier se fait par l'i-node (unique)
- I-node 0 : jamais utilisé
- I-node 1 : gestion des blocs (disques) défectueux
- I-node 2 : racine du disque (généralement)
- . : lien sur le répertoire lui-même
- .. : lien sur le répertoire parent, numéro d'i-node
- Fichier ouvert : copie de l'i-node en mémoire dans le table des i-nodes

Rappels sur les disques

- Niveau physique
  - Composé de plateaux reliés à un moteur central
  - Têtes de lecture de chaque côté du plateau
  - Plateau : pistes cylindriques découpées en secteurs
  - **MBR** (Master Boot Record) : ensemble de secteurs au début du disque : très petit divisé en deux parties :
    - ★ Table des partitions : zone d'information sur l'emplacement taille et propriétés des partitions
    - ★ Système d'amorçage : lance le SE

Partitions

- À l'installation un disque dur n'est pas partitionné, ni formaté
- Vocabulaire :
  - *Partitionner* : définir des espaces réservés
  - *Formatter* : initialiser les espaces réservés
  - Une *Partition* a un type, emplacement de début et taille
  - Le partitionnement est réversible
- Une seule partition activable : démarrage du système

Utilité :

- Permettent d'installer plusieurs systèmes
- Permettent la sauvegarde des données
- Permettent une séparation logique des répertoires (système, utilisateur, log, . . .)

Types de partitions

Schéma ***Master Boot Record*** **(MBR)**

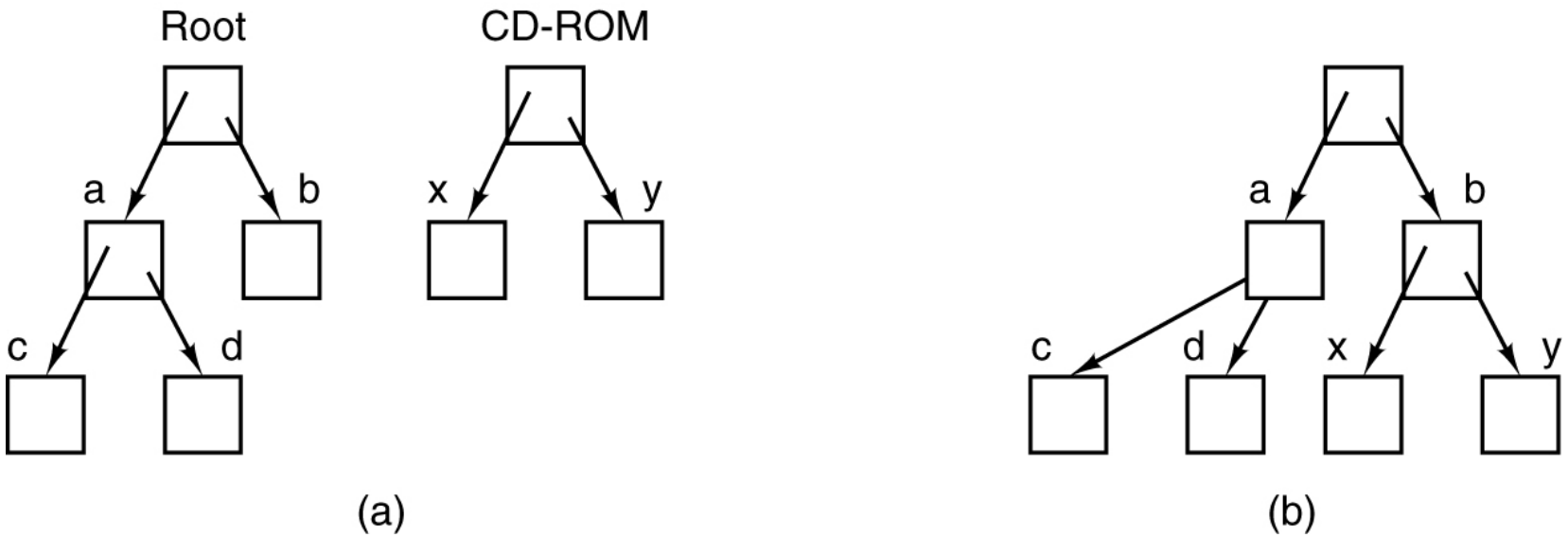
- **partition principale :** au maximum quatre, accepte tout type de système de fichiers
- **partition étendue :** ne peut contenir que des partitions logiques, ne peut pas recevoir de système de fichiers, ne peut exister que s'il existe une partition principale
- **partition logique :** contenue dans une partition étendue, pas de limitation en nombre, accepte tout type de système de fichiers.

Schéma ***Globally Unique IDentifier Partition Table*** **(GPT)**

- Créé pour le standard *Unified Extensible Firmware Interface* (UEFI) : replacement de la BIOS traditionnelle
- Supporté aussi par Linux dans la BIOS traditionnelle
- Nombre illimité de partitions (Microsoft : 128)
- Taille maximale théorique : 9.4 zettabytes (9.4 billion terabytes).

Montage d'un système de fichiers

- Exemple de fonctionnement :
  (a) Avant montage les fichiers du CD ne sont pas accessibles.
  (b) Après montage, ils font partie de la hiérarchie des fichiers.



Montage

Accès aux partitions en Linux

- Pointeurs stockés dans `/dev/xxyz`
- `xx`: type du bus (`hd` : IDE, `sd` : SCSI, `fd` : floppy)
- `y` : lettre de périphérique
- `z` : numéro de partition
- `hda1` : Première partition (`1`), du premier disque (`a`), du bus IDE (`hd`)

Adressage par *Universally Unique IDentifier* (UUID)

- Identificateur de 128 bits
- À consulter en Linux avec `blkid`

Montage

La commande `mount`

- Monter un périphérique : le rattacher au système de fichiers
- Permet d'accéder aux données
- Commande de "montage" : `mount`
- Synopsis : `mount -t <type> <periph> <point>`
- Accessible par *root*
- Tout périphérique doit être démonté en fin d'utilisation (E/S bufferisée)
- Point de montage usuelle dans `/etc/fstab`
- Permet d'être utilisé par d'autre utilisateur

Swap

- Système de fichiers particulier : Consacré à l'utilisation de la mémoire virtuelle
- Utilisé comme mémoire complémentaire lorsque la RAM est saturée
- On conseille d'avoir une taille 2x la taille de la RAM
- Utilisé intensivement par le système

File Allocation Table (FAT)

- Format de Microsoft à l'origine
- Un des plus simples
- Repose sur une table d'allocation
- Limitations :
  - Racine : stocké sur un emplacement fixe de la partition
  - Mise à jour de la table d'allocation non efficace
  - Pas d'organisation de la structure de répertoire $\Rightarrow$ fragmentation importante
  - Taille des blocs variables en fonctions de la taille des partitions

New Technology File System (NTFS)

- Par Microsoft
- Peu documenté
- Respecte la norme POSIX
- Pas de taille maximum d'un fichier (taille de la partition)
- Système journalisé
- Gestion des droits

Journalisation

- Système qui permet d'éviter la corruption d'un fichier afin de garantir l'intégrité des données en cas d'arrêt brutal de l'écriture
- Les opérations d'écriture sont tracés tant qu'elles ne sont pas terminées
- Au lieu d'écrire directement les données : écriture dans un journal des modifications
- Traitement en arrière plan pour réaliser ces modifications
- Puis effacement dans le journal
- Inconvénient : prend assez de place dans le disque

Extended File System Version 2 (Ext2fs)

- Système original de linux
- Quatre catégories de fichiers
  - Fichiers normaux (textes, exécutables)
  - fichiers répertoires
  - Fichiers spéciaux, contenus dans le répertoire `/dev`
  - Fichiers liens symboliques qui font référence à d' autres fichiers.
- Sensible à la casse
- Fichiers cachés commencent par " . "
- Défragmentation inutile

Extended File System Version 2 (Ext2fs)

- Comporte : un secteur d'amorçage, et le reste
- Secteur d'amorçage : secteur 0 (1Ko), pas utilisé
- Super bloc : informations sur la structure du système de fichiers (nb d'i-node, de blocs de disques, début de la liste des blocs vides, . . .)
- Liste d'i-node
- Données

Extended File System Version 3 (Ext3fs)

- Extension de l'ext2fs : Ajout d'un journal
- Compatible avec ext2fs
- Système journalisé partiellement

Extended File System Version 4 (Ext4fs)

- Complètement nouveau, ce n'est pas une évolution d'ext3fs
- Minimise la fragmentation.
- Compatible avec ext3fs
- Système journalisé

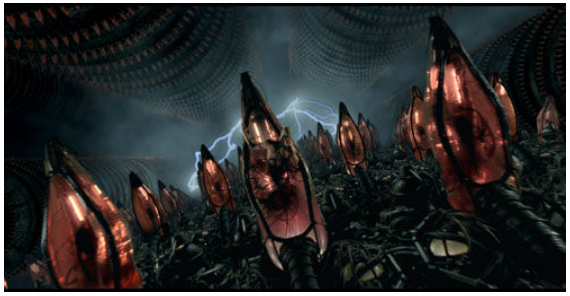
B-tree file system (Btrfs)

- Successeur d'ext4fs
- Il permet de redimensionner à chaud la taille du système de fichiers
- Snapshots : *photographie* à un instant donné pour sauvegarder le système de fichiers dans un état cohérent tout en continuant à travailler.
- Checksum

Plan

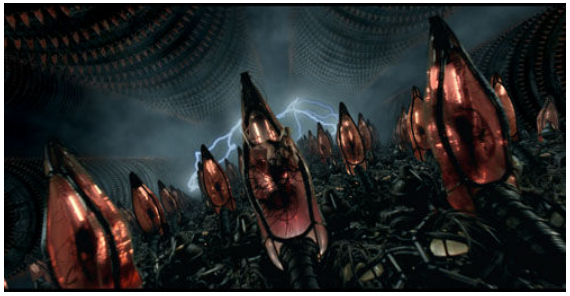
Virtualisation

Virtualisation



Infrastructure Matérielle

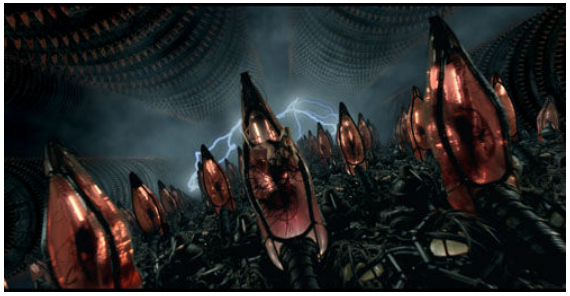
Virtualisation



Infrastructure Matérielle

Guest OS

Virtualisation

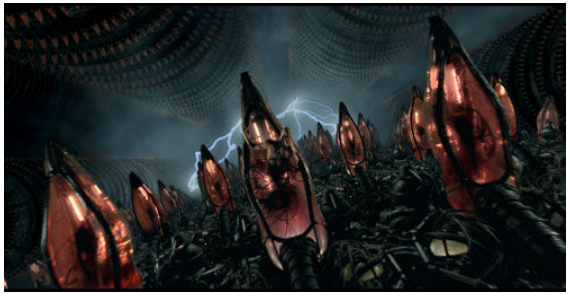


Infrastructure Matérielle

Guest OS

Environnement Virtualisé

Virtualisation



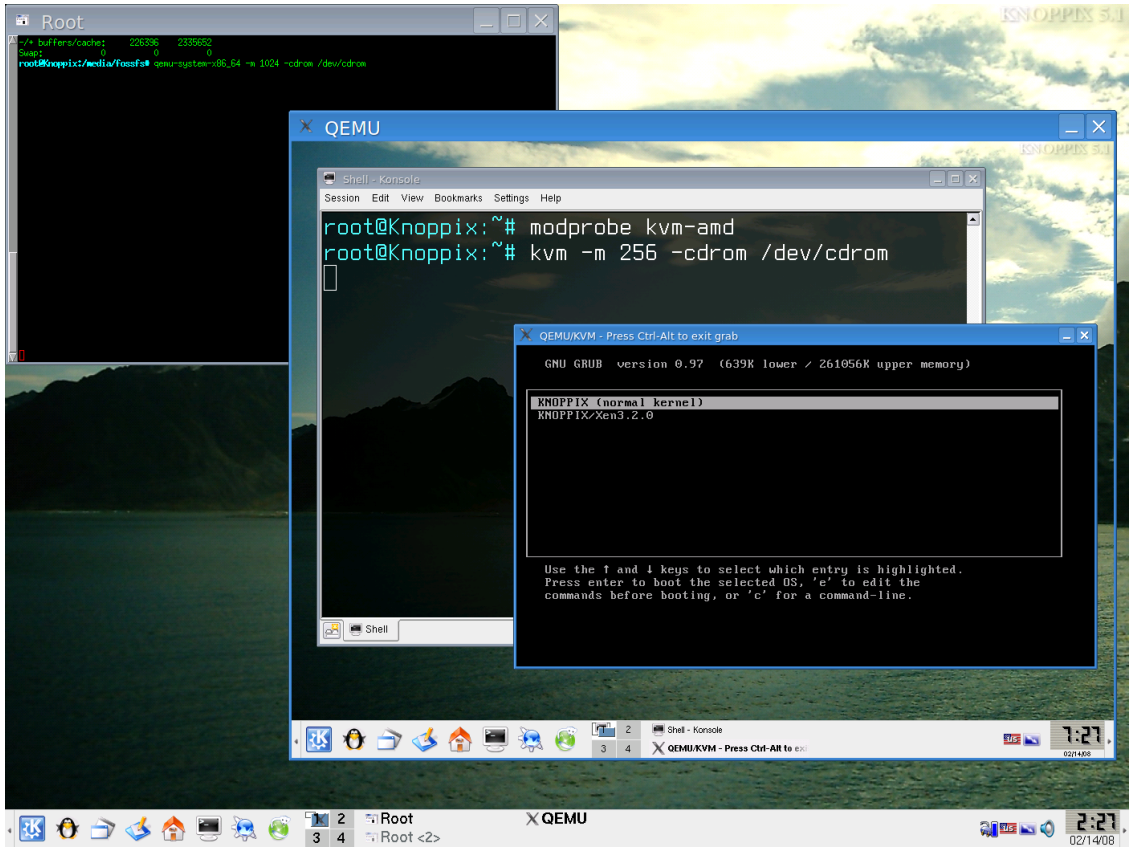
Infrastructure Matérielle

Guest OS

Environnement Virtualisé

Création d'une version virtuelle (par rapport à une réelle) de quelque chose, tel que une plate-forme matérielle, système d'exploitation, dispositif de stockage, ou ressources du réseau (Wikipedia).

Hyperviseur

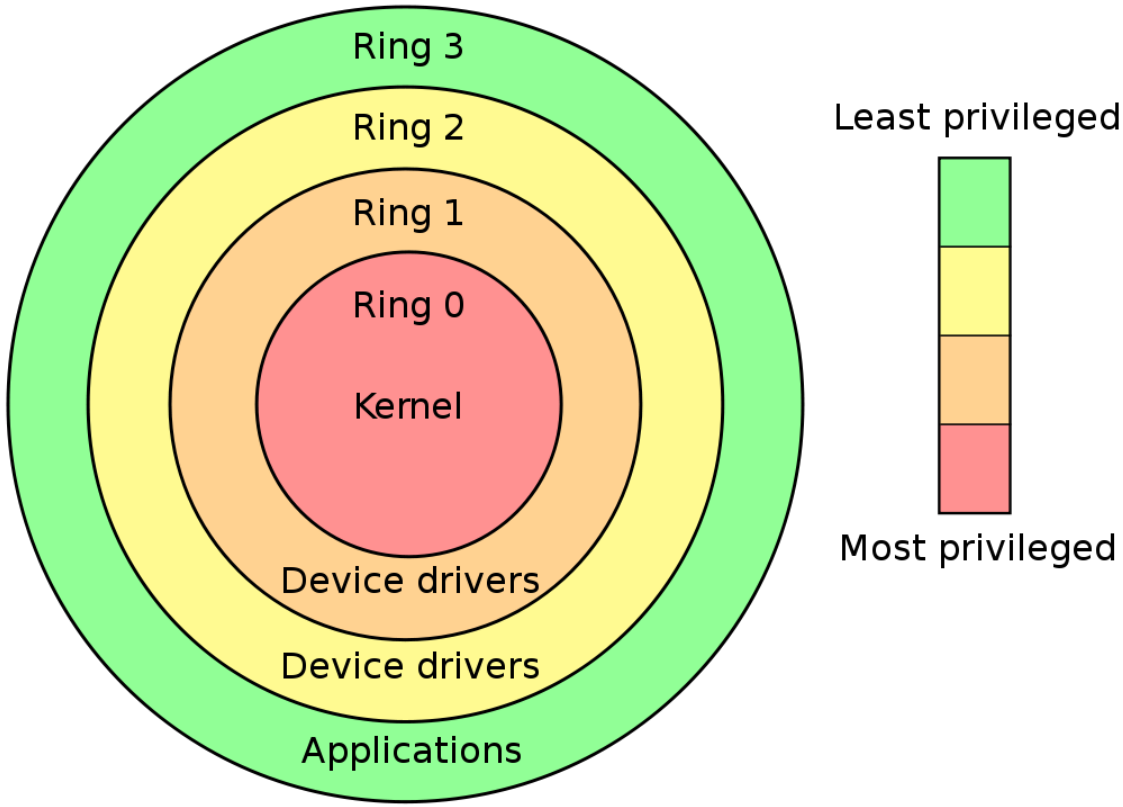


Types de Virtualisation

Traduction Binaire
Paravirtualisation
Virtualisation Matérielle

Types de Virtualisation

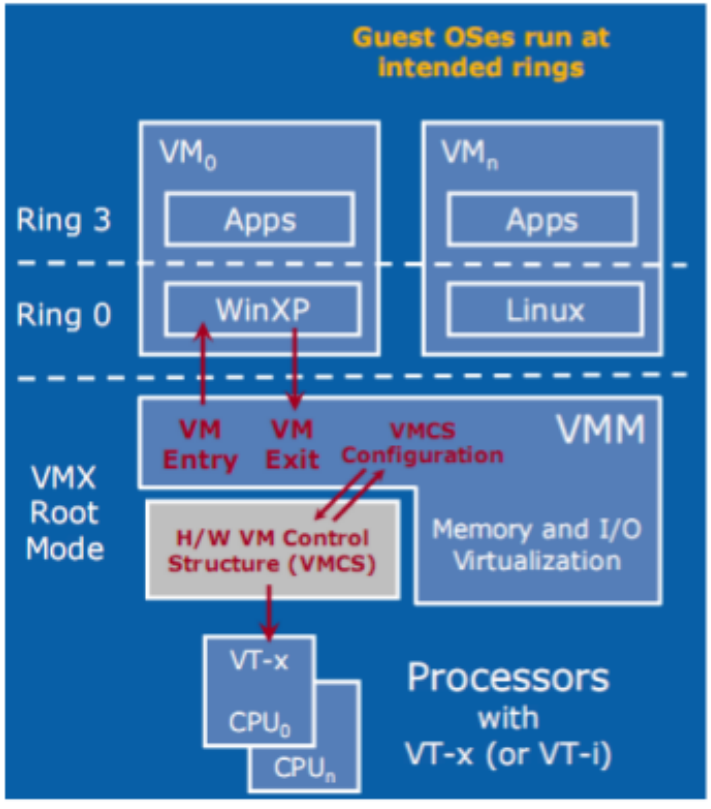
Anneaux de Privilèges



Anneaux de privilèges pour les processeurs x86 disponibles en mode protégé (source: Wikipedia).

Types de Virtualisation

Virtualisation Matérielle



(*Source:: VmWare*)

Types de Virtualisation

Types d'hyperviseurs

Type I (Bare Metal)

Type II