

R108 : Bases des systèmes d'exploitation

Emmanuel Hainry

<https://members.loria.fr/ehainry/cours/r108/>

2022–2023



1/50

Première partie

Introduction

Contenu

Fonctions d'un ordinateur

2/50

Programme national – Compétences

Compétences et apprentissages critiques :

- ▶ Maîtriser les rôles et les principes fondamentaux des systèmes d'exploitation afin d'interagir avec ceux-ci pour la configuration et l'administration des réseaux et services fournis.
- ▶ Installer un poste client, expliquer la procédure mise en place.
- ▶ Utiliser un système informatique et ses outils.
- ▶ Lire, exécuter, corriger et modifier un programme.

3/50

Programme national – Contenus

- ▶ systèmes d'exploitations Windows/Linux, Interface-Homme-Machine et ligne de commande
- ▶ arborescence des répertoires, déplacement, consultation, chemins
- ▶ manipulation de fichiers avec un éditeur de texte
- ▶ permissions, droits
- ▶ gestion des processus et flux (redirection, pipe...)
- ▶ se documenter sur le détail des commandes en français/anglais (commande man)
- ▶ consulter et modifier les variables d'environnement
- ▶ commandes réseau (wget, curl, ping, traceroute, netstat, nmap)
- ▶ initiation aux scripts pour l'automatisation de séquences de commandes, aux structures de contrôle

4/50

Un peu d'histoire

- 1642 Blaise Pascal crée la pascaline.
- 1800 Joseph-Marie Jacquard invente le métier à tisser.
- 1833 Charles Babbage conçoit la machine à différences.
- 1885 Hermann Hollerith crée une machine à cartes perforées.
- 1931 Kurt Gödel formule le théorème d'incomplétude.
- 1936 Alan Turing imagine une machine capable de réaliser les tâches d'un cerveau.
- 1946 John P. Eckert et John Mauchly fabriquent l'ENIAC.
- 1946 John von Neumann conçoit EDVAC.
- 1972 Brian Kernighan et Dennis Ritchie : le langage C.
- 1977 Ordinateur personnel (Apple, Commodore, Tandy).
- 1997 Assistant personnel (Apple, Palm) et smartphone (Nokia)
- 2010 Informatique nuagique (Amazon, Google)

5/50

Qu'est-ce qu'un ordinateur ?

- ▶ Une machine à calculer ?
- ▶ Un prouveur de théorèmes ?
- ▶ Un bidule relié au réseau ?
- ▶ Un truc qu'on peut programmer ?
- ▶ Un automate programmable universel

6/50





Qu'est-ce qu'un ordinateur

L'ordinateur est un appareil

- ▶ programmable
Un ordinateur se programme : on peut lui ajouter de nouvelles fonctionnalités.
- ▶ universel.
Toute fonctionnalité d'un ordinateur peut être ajoutée à mon ordinateur.

7/50

Ordinateur ou non ?

	 by Brad Montgomery	 ©Hewlett Packard	 by Glenn Fleishman	 by shawnc
Programmable	✓	✓	✗	✗
Universel	✗	✓	✓	✗

8/50

Fonctions d'un ordinateur

Les ordinateurs ont par définition trois fonctions :

- ▶ Calculer
- ▶ Gérer des données
- ▶ Communiquer

9/50

Deuxième partie

Architecture d'un ordinateur

Composants matériels d'un ordinateur

Composants logiciels d'un ordinateur

 Système

 Pilotes

 Applications

10/50

Architecture

L'architecture de Von Neumann distingue 3 parties :

- ▶ La mémoire
- ▶ L'Unité Arithmétique et Logique
- ▶ L'Unité de Contrôle

L'architecture matérielle est aujourd'hui simplifiée :

- ▶ Le microprocesseur (Arithmétique et Contrôle)
- ▶ La mémoire

11/50

Matériel

Un ordinateur est constitué d'un certain nombre de composants matériels

- ▶ internes
 - ▶ Microprocesseur (CPU = Central Processing Unit)
 - ▶ Mémoire vive et mémoire morte (RAM et ROM)
 - ▶ Carte mère (motherboard)
 - ▶ Carte/processeur graphique (Video card/GPU)
 - ▶ Carte réseau (Network Interface Card)
 - ▶ etc.
- ▶ périphériques (écran, imprimante, clavier, souris...)
- ▶ de gestion de données (internes ou externes)
 - ▶ disque dur
 - ▶ lecteur, graveur de DVD
 - ▶ clef USB, carte mémoire

12/50

Unités et multiples

- ▶ La vitesse du microprocesseur
- ▶ La capacité d'un disque dur
- ▶ Le débit réseau

- ▶ Fréquence en Hz (et kHz, MHz, GHz)
- ▶ Stockage en **b** (bit), **o** (octet)
- ▶ Multiples Système international : **ko**, **Mo**, **Go**, **To**...
- ▶ Multiples Binaires : **Kio**, **Mio**, **Gio**, **Tio**...
- ▶ Débit en **b/s**

Attention : les bits ne peuvent pas être divisés. **mb n'a aucun sens.**
En anglais, octet se dit *byte*, noté **B**...

13/50

Logiciel

Pour manipuler le matériel, l'ordinateur dispose d'un certain nombre de composants logiciels :

- ▶ le système d'exploitation
- ▶ les pilotes
- ▶ les applications

14/50

Exemples de systèmes d'exploitation



Les logos proviennent de wikipedia, ils appartiennent à leurs propriétaires respectifs et sont utilisés à titre informatif.

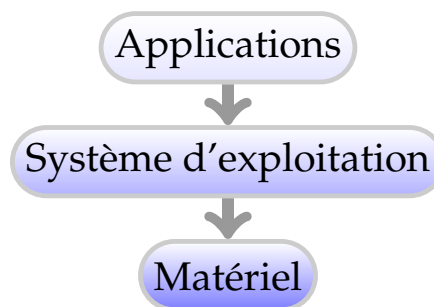
- ▶ Systèmes à destination des micro-ordinateurs *vs* des smartphones/tablettes.
- ▶ Interfaces graphiques peuvent être les mêmes.
- ▶ Applications identiques.

15/50

Système d'exploitation

- ▶ gère les ressources matérielles
- ▶ les rend disponibles pour les applications

Par exemple écriture sur le disque dur, envoi d'une information dans le câble réseau.



16/50

Système d'exploitation

- ▶ Windows¹, Mac OS X, GNU/Linux², NetBSD², Symbian OS...
- ▶ multi-utilisateur / mono-utilisateur
- ▶ multi-tâches / séquentiel

-
1. Gratuit pour les étudiants
 2. Libre et gratuit

17/50

UNIX et dérivés

UNIX est une famille de systèmes d'exploitation définies par la norme POSIX.

1969 Création Unics

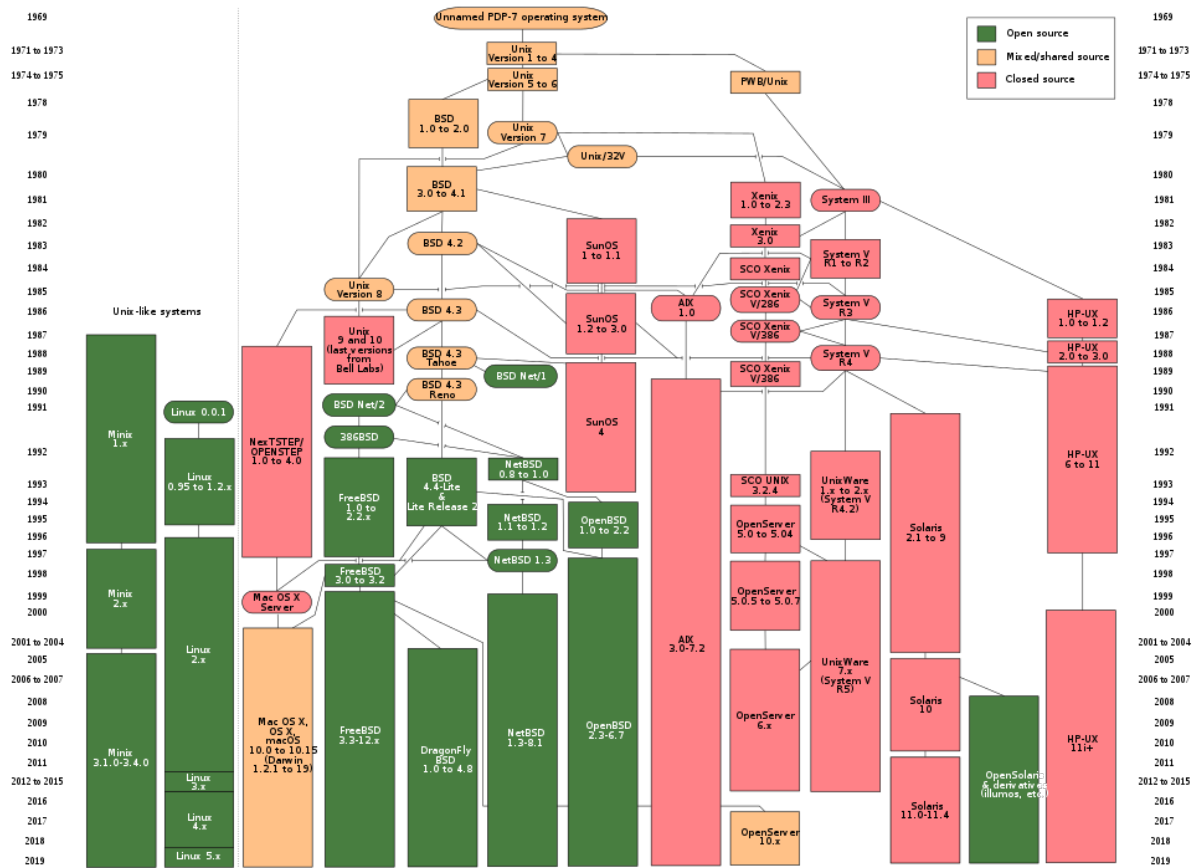
1977 Version BSD (V5). BSD se ramifiera en openBSD, netBSD, freeBSD, PC-BSD, Dragonfly-BSD...

1991 Linux. Donnera naissance à Android.

1999 Mac OS X. Forké en iOS.

18/50

Historique d'UNIX



Source : wikipedia

19/50

POSIX (Portable Operating System Interface)

La norme POSIX spécifie un certain nombre de commandes et de fonctions qui doivent être présentes dans un système.

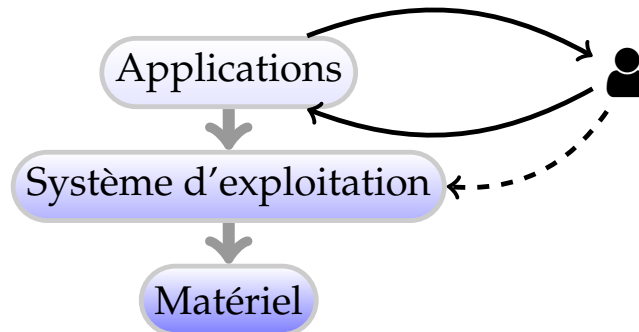
Par exemple

- ▶ Comment créer et contrôler des processus.
- ▶ Reprise sur erreur.
- ▶ Accès fichiers.
- ▶ Commandes man, apropos, at, grep...

20/50

Systeme d'exploitation

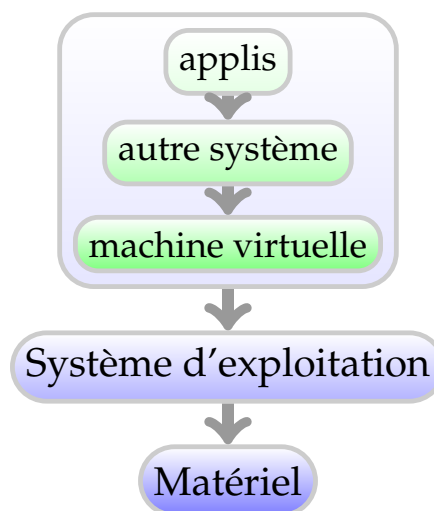
Couche entre le materiel et les applications



21/50

Cas des machines virtuelles

Une machine virtuelle est une application se faisant passer pour un materiel à part entière.



- ▶ Migration d'un serveur sans rupture de service
- ▶ Test de la compatibilité ascendante sans casse
- ▶ Services independants simultanément accessibles

Note : les machines virtuelles sont différentes des émulateurs.

22/50

Machines virtuelles

- ▶ Exemples : VMWare, VirtualBox, Xen, Parallels, KVM...
- ▶ Application classique
- ▶ Choix du Système d'Exploitation à démarrer
- ▶ L'“image” du système peut être sauvegardée ou non après la session
- ▶ Protection contre les malwares
- ▶ Faire tourner des applications linux sous windows et inversement

23/50

Pilotes (drivers)

Les pilotes sont les logiciels dont se sert le noyau pour utiliser le matériel.

Chaque périphérique nécessite son pilote.

Les pilotes peuvent être intégrés au noyau, en être des modules ou être externes.

24/50

Applications

Les applications sont les programmes que l'utilisateur manipule.
Chacune a son utilité, sa configuration, les données qu'elle manipule.

UNIX : *chaque programme ne fait qu'une seule chose mais il la fait bien.*

25/50

Applications : exemple

Navigateur internet

- ▶ Plusieurs existent (Mozilla firefox, Microsoft Internet Explorer, Opera, Safari...)
- ▶ Plusieurs tâches simples : accès au réseau, téléchargement page html, interprétation html, affichage page, interaction utilisateur (clavier/souris)
- ▶ Des logiciels complexes
- ▶ Données : Configuration utilisateur, page web, images, plugins...

26/50

Troisième partie

Manipuler un ordinateur

Interface Homme Machine

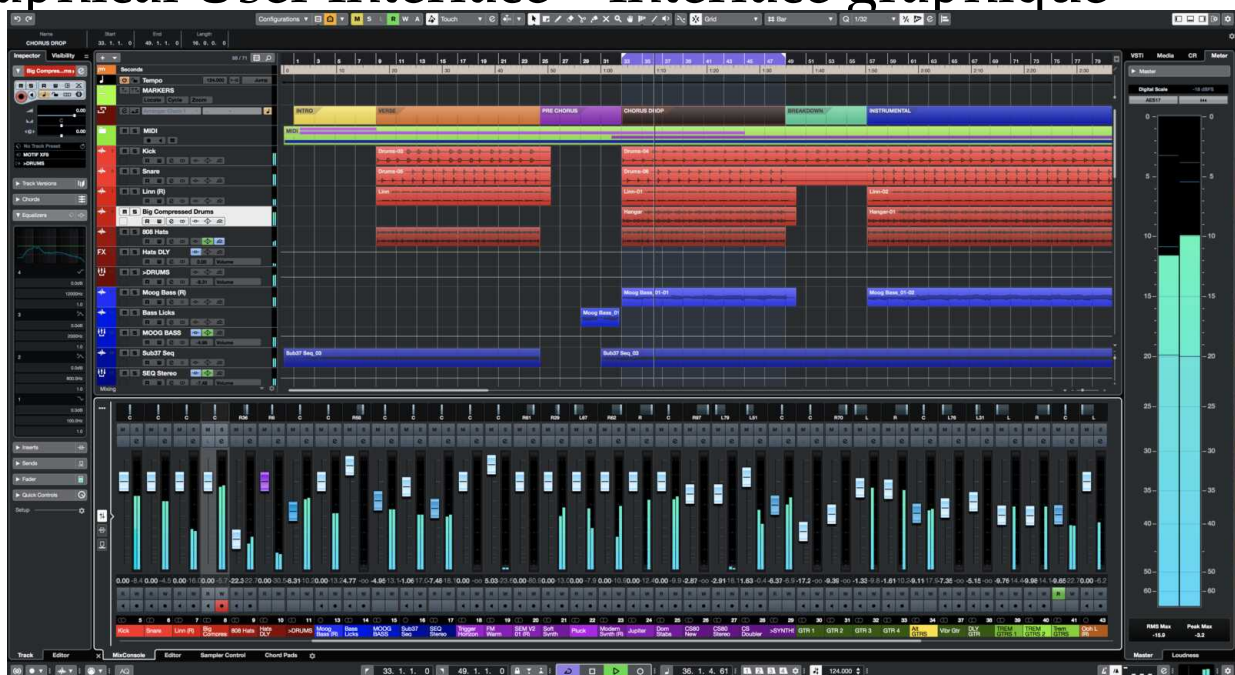
Système de fichiers

Droits

Gestion des processus

27/50

Graphical User Interface – Interface graphique



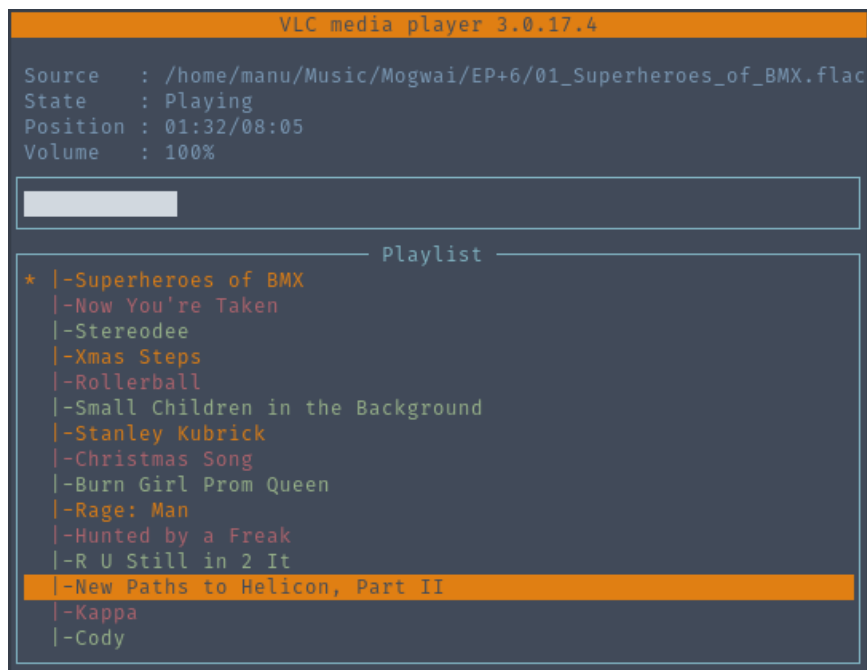
28/50

Textual UI – Terminal

```
manu@moonbeam:/tmp/demo$ ls
r107 r108 r209 sae23 todo.md
manu@moonbeam:/tmp/demo$ cd r108
manu@moonbeam:/tmp/demo/r108$ ls -l
total 156
-rw-r--r-- 1 manu manu 697 nov. 3 2021 algo.md
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:33 colleth
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:09 colletp
drwxr-xr-x 4 manu manu 4096 janv. 26 09:10 poly
-rw-r--r-- 1 manu manu 124757 nov. 7 2021 td.pdf
-rw-r--r-- 1 manu manu 13034 nov. 7 2021 td.tex
manu@moonbeam:/tmp/demo/r108$ cd ..
manu@moonbeam:/tmp/demo$ mkdir r405
manu@moonbeam:/tmp/demo$ ls
r107 r108 r209 r405 sae23 todo.md
manu@moonbeam:/tmp/demo$
```

29/50

Textual UI – Terminal



VLC media player 3.0.17.4

Source : /home/manu/Music/Mogwai/EP+6/01_Superheroes_of_BMX.flac
State : Playing
Position : 01:32/08:05
Volume : 100%

Progress bar

Playlist

- * |-Superheroes of BMX
- |-Now You're Taken
- |-Stereodee
- |-Xmas Steps
- |-Rollerball
- |-Small Children in the Background
- |-Stanley Kubrick
- |-Christmas Song
- |-Burn Girl Prom Queen
- |-Rage: Man
- |-Hunted by a Freak
- |-R U Still in 2 It
- |-New Paths to Helicon, Part II
- |-Kappa
- |-Cody

30/50

Textual UI – Terminal

```
Open Cubic Player v0.2.95[FastTracker II plugin] (c) 1994-2022 St
vol: ██████████ surround: o pan: l...m...r bal: l...I...r spd: 100%
row: 2F/3F order: 01/18 speed: 8 tempo/bpm: 125 global volume: 4
file: bdignity .mod title: beneath dignity
80x26 01234+
peak power level: [..... ██████ -- ███.....]
2: mr.man/andromeda 1991      G-4 40 L | .....
   B-4 30 R | .....
↓ 3: piano                   B-4 10 R | .....
instruments (long): press i to select mode
## instrument name / song message length replen bit base ft
█01: mr.man/andromeda 1991      █000: 26670 - 8 C-4 00
█02: piano                   █001: 19618 - 8 C-4 00
█03: basspia                  █002: 22298 - 8 C-4 00
spectrum analyser, step: 21Hz, max: 2756Hz, master channel, ste
[
pattern view: order 001, 4 channels, (ins, note, vol, fx, fx)
row global          1          2          3
2E .....          .....          .....          02 B-4 10 .....          01 C
2F> .....          .....          .....          .....          .....          .....
30 .....          03 G-4 .....          01 B-4 30 .....          .....          01 D
31 .....          .....          .....          .....          .....          .....
32 .....          .....          .....          .....          03 D-5 30 .....
```

31/50

Ligne de commande

```
manu@moonbeam:/tmp/demo$ ls
r107 r108 r209 sae23 todo.md
manu@moonbeam:/tmp/demo$ cd r108
manu@moonbeam:/tmp/demo/r108$ ls -l
total 156
-rw-r--r-- 1 manu manu 697 nov. 3 2021 algo.md
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:33 colleth
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:09 colletp
drwxr-xr-x 4 manu manu 4096 janv. 26 09:10 poly
-rw-r--r-- 1 manu manu 124757 nov. 7 2021 td.pdf
-rw-r--r-- 1 manu manu 13034 nov. 7 2021 td.tex
manu@moonbeam:/tmp/demo/r108$ cd ..
manu@moonbeam:/tmp/demo$ mkdir r405
manu@moonbeam:/tmp/demo$ ls
r107 r108 r209 r405 sae23 todo.md
manu@moonbeam:/tmp/demo$
```

Neumann07

r107 r108 r209 sae203 todo.md

cd r108

ls -l

total 156

```
-rw-r--r-- 2 manu manu 697 nov. 3 2021 algo.md
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:33 colleth
drwxr-xr-x 2 manu manu 4096 janv. 26 09:09 colletp
drwxr-xr-x 4 manu manu 12288 janv. 26 09:10 poly
-rw-r--r-- 3 manu manu 124757 nov. 7 2021 td.pdf
-rw-r--r-- 1 manu manu 13034 nov. 7 2021 td.tex
```

cd ..

mkdir r405

ls

r107 r108 r209 r405 sae203 todo.md

Input command Send

32/50

Système de fichiers

In UNIX, everything is a file.

Tout est fichier :

- ▶ les fichiers
- ▶ les programmes
- ▶ les processus
- ▶ les disques durs
- ▶ les ports réseau
- ▶ le clavier
- ▶ la carte son

33/50

Système de fichier

- ▶ Un disque dur peut être vu comme une simple suite de bits (▶ binaire).
- ▶ Fichiers apparaissent rangés dans des dossiers rangés dans des dossiers...
- ▶ Fichier : nom et dossier le contenant
- ▶ Dossier : nom et dossier le contenant

⇒ chemin complet : suite des dossiers puis nom du fichier

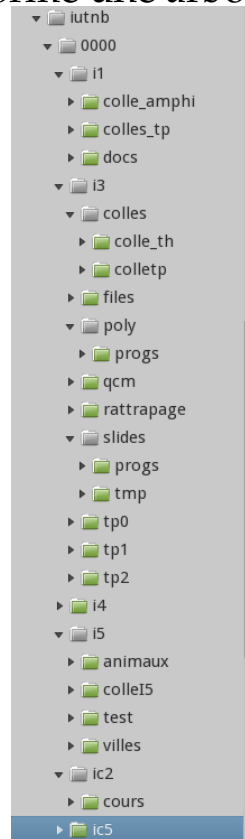
C:\Documents and Settings\Roger\Desktop\image.png
/home/roger/Desktop/image.png.

34/50

Système de fichiers

L'ensemble des fichiers et dossiers forme une arborescence.

```
.
|-- Downloads
|   |-- B1.pdf
|   |-- wien.ps
|   '-- zeno.jpg
|-- alire
|   |-- Athlon-Powersaving.gz
|   |-- BLUEBOOK.PDF
|   |-- Bash-prog.gz
|   |-- LN402chap1.pdf
|   |-- LN402debut.pdf
|   |-- MSMF_1984_2_13__1_0.pdf
|   |-- SDPP_1973-1974__15_2_A3_0.pdf
|   |-- SDPP_1975-1976__17_2_A6_0.pdf
|   |-- Troff
|       |-- cmus.pdf
|       |-- groff.pdf
|       |-- groff7.pdf
|       |-- groff_man.html
|       '-- screen.pdf
|   '-- langII.pdf
|-- cerisier.JPG
|-- comptes.xhb
|-- games.tc
|-- garrft.pdf
|-- temp
|   |-- Hiragana Practice.pdf
|   '-- texlive_port_doc-20070717.pdf
```



35/50

Représentation sur le disque

Un disque dur est constitué de plusieurs *plateaux*, chacun comprenant plusieurs *cylindres* découpés en *secteurs*.

Chaque secteur représente en général 512 octets.

- Adresse physique \approx inode (*i-nœud*).

36/50

Stocker un fichier

- ▶ Une fois le fichier converti en nombre binaire
- ▶ On doit écrire ce nombre sur le disque
- ▶ Début à un inode donné
- ▶ Si ça dépasse, les changements de secteur sont indiqués

⇒ Derniers octets de chaque secteur réservés pour pointer sur secteur suivant.

37/50

Dans l'exemple précédent, le dossier considéré contient 3 dossiers (Downloads, alire et temp) et 4 fichiers réguliers. Il pourra être représenté par

Downloads	123
alire	124
cerisier.JPG	137
comptes.xhb	155
games.tc	917
garrft.pdf	223
temp	199

Si je cherche le secteur 123, j'y trouverai le contenu de Downloads. Il s'agit d'un dossier, donc d'une liste de fichiers et dossiers, etc.

38/50

Arborescence

Dans l'exemple précédent, ils manque deux choses :

- ▶ qu'est-ce qui est un dossier, qu'est-ce qui est un fichier.
- ▶ comment remonter dans l'arborescence

On ajoutera quelques informations (type de fichier, droits) en plus du nom et de la localisation.

On ajoutera aussi un "pointeur" vers le dossier parent.

39/50

Système de fichiers

La séparation de fichiers sur des secteurs qui ne se suivent pas est appelé la fragmentation. Elle ralentit la lecture des fichiers.

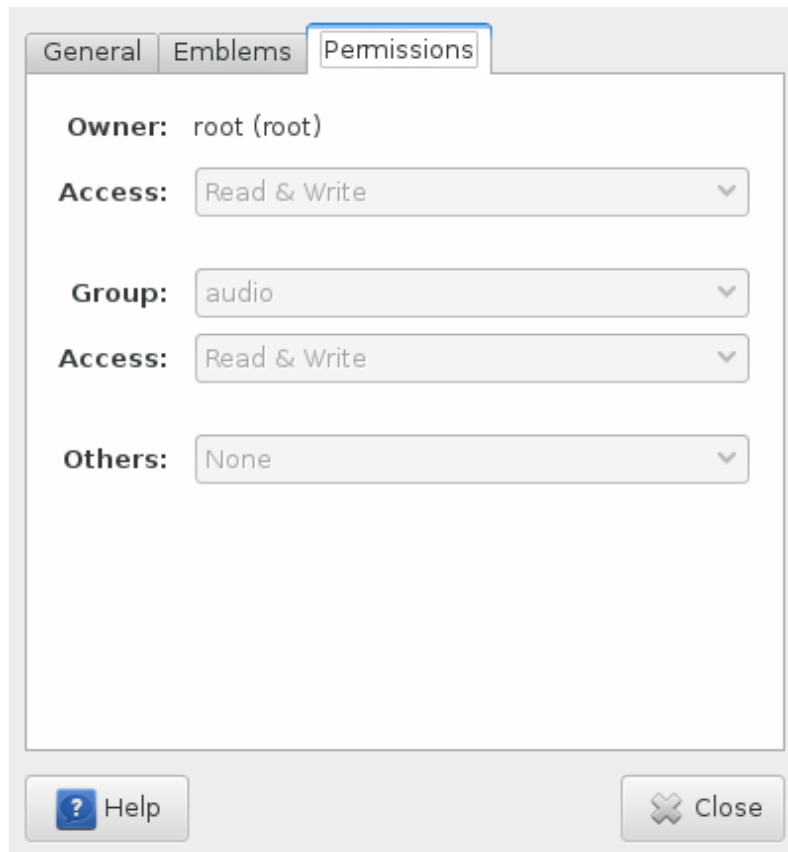
Il existe des stratégies différentes pour stocker les fichiers en évitant la fragmentation ⇒ différents systèmes de fichiers (FS)

- ▶ FAT12, FAT16, FAT32 : systèmes utilisés historiquement par DOS et compris par tous les SE modernes.
- ▶ NTFS : système utilisé par les Windows récents.
- ▶ ext2, ext3, ext4 : FS développé pour GNU/Linux.
- ▶ HFS, HFS+, HFSX : FS choisi par Mac OS X.
- ▶ NFS, CIFS, AFS : FS en réseau.
- ▶ ZFS : FS développé pour les très gros disques durs.

Fonctionnalités spécifiques : droits, fragmentation, noms longs, systèmes de fichiers à base de données, déduplication, FS spécialisés pour mémoire flash....

40/50

Droits



41/50

Droits (mode symbolique)

- rw- r- --

42/50

Droits (mode octal)

640

▶ octal

43/50

Processus

- ▶ Un processus est une tâche exécutable par l'ordinateur. Chaque application peut utiliser plusieurs processus.
- ▶ Un processus peut lui-même lancer des processus.
- ▶ Les processus s'exécutent en théorie en parallèle.
- ▶ Différents états : Exécution, Attente, terminé...

44/50

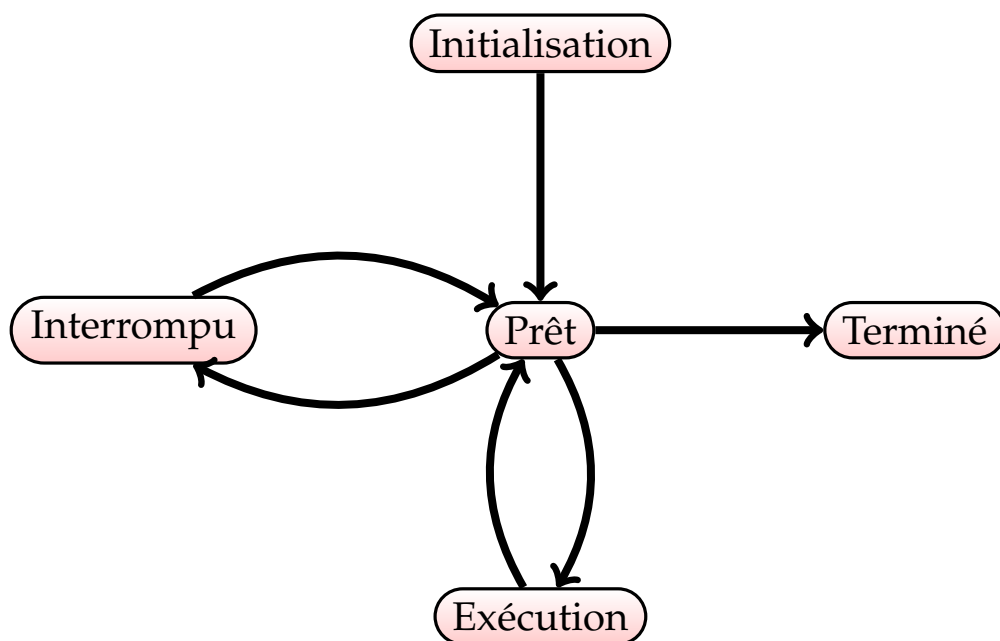
Analogie

Un cuisinier monoprocesseur prépare un plat (processus 1).
Il se blesse et donc interrompt le processus 1 pour lancer une tâche de soin (processus 2).
Pour se soigner, il lance une sous-tâche : désinfecter la plaie (processus 3).
Une fois le processus 2 achevé, il reprend le processus 1 où il l'avait laissé.

- ▶ Notion de priorité entre les processus.
- ▶ Contexte d'exécution, données, pointeur de programme conservés en cas d'interruption.
- ▶ Arbre des processus.

45/50

États d'un processus



46/50

Arborescence des processus

Chaque processus est lancé par un processus père et peut lancer des processus fils.

- ▶ Arborescence des processus.

Pour qu'un père termine, tous ses fils doivent se terminer (et pour qu'ils se terminent, tous leurs fils doivent se terminer, et pour...)

Dans le cas où un processus père meurt pour cause d'erreur, qu'arrive-t-il aux fils ?

- ▶ Cas des zombies

Il est possible d'interagir avec les processus (leur envoyer des signaux).

Quatrième partie

Annexes

Représentation binaire

► Conversion binaire/décimal

$$\begin{aligned} & 10101101_2 \Leftrightarrow 173_{10} \\ 2^7 + 2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^0 & \Leftrightarrow 10^2 + 7 \times 10^1 + 3 \times 10^0 \end{aligned}$$

► Conversion binaire/octal

$$10\ 101\ 101 \Rightarrow 2\ 5\ 5$$

◀ Back

Représentation numérique des caractères

- ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- ISO-8859-15 (8-bit single-byte coded graphic character sets Part 15 : Latin alphabet No. 9)
- UTF-8 (UCS transformation format 8 bits)

Codage	taille	caractères
ASCII	7 bits	alphanumériques
ISO-8859-15	8 bits	é, à, ù, ç, æ
UTF-8	1, 2, 3 ou 4 octets	∞, ±, α, 北, ض

	ASCII	ISO-8859-15	UTF-8
A	100 0001	0100 0001	0100 0001
e	110 0101	0110 0101	0110 0101
é	–	1110 1001	1100 0011
北	–	–	0101 0011 0001 0111

◀ Back