

---

## Informatique Générale



Guillaume Hutzler  
Laboratoire IBISC  
(Informatique Biologie Intégrative et Systèmes Complexes)  
[guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr](mailto:guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr)  
Cours Dokeos 625  
<http://www.ens.univ-evry.fr/modx/dokeos.html>

---

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Plan et objectifs du cours

- Objectifs du cours
  - Donner une vue d'ensemble de l'informatique
    - du point de vue **historique**
    - du point de vue des **concepts**
    - du point de vue des **techniques**
  - Donner un aperçu des métiers de l'informatique
- Séances
  - 1-2 : Histoire de l'informatique
  - 3-4 : Fondements mathématiques de l'informatique
  - 5-6 : Architecture des ordinateurs et des micro-processeurs
  - 7-8 : Systèmes d'exploitation
  - 9-10 : Langages de programmation
  - 11-12 : Réseaux

---

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Informatique Générale Systèmes d'exploitation



Guillaume Hutzler  
Laboratoire IBISC  
(Informatique Biologie Intégrative et Systèmes Complexes)  
[guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr](mailto:guillaume.hutzler@ibisc.univ-evry.fr)

---

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le système d'exploitation

- Le **système d'exploitation** (SE, en anglais *Operating System* ou *OS*) est un ensemble de programmes responsables de la liaison entre les ressources matérielles d'un ordinateur et les applications de l'utilisateur (traitement de texte, jeu vidéos, etc.). Il assure le démarrage de l'ordinateur, et fournit aux programmes applicatifs des interfaces standardisées pour les périphériques.
- Typiquement, un Système d'Exploitation est composé :
  - d'un noyau ;
  - de bibliothèques dynamiques ;
  - d'un ensemble d'outils système ;
  - de programmes applicatifs de base.



Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

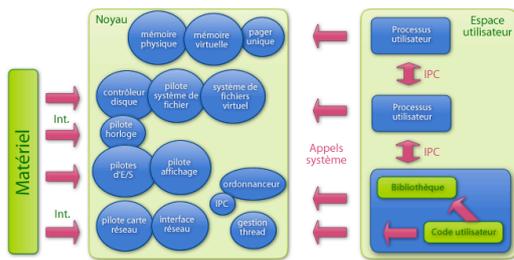
---

---

---

---

## Le système d'exploitation Le noyau



Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le système d'exploitation Le noyau

- gestion des périphériques (au moyen de pilotes)
- gestion des processus :
  - attribution de la mémoire à chaque processus
  - ordonnancement des processus (répartition du temps d'exécution sur le ou les processeurs)
  - synchronisation et communication entre processus (services de synchronisation, d'échange de messages, mise en commun de segments de mémoire, etc.)
- gestion des fichiers (au moyen de systèmes de fichiers)
- gestion des protocoles réseau (TCP/IP, IPX, etc.)

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Le système d'exploitation

### Autres composantes de l'OS

- Les **bibliothèques dynamiques** regroupent les opérations les plus utilisées dans les programmes informatiques
  - éviter la redondance de ces opérations dans tous les programmes
  - certains systèmes ne proposent pas de bibliothèques dynamiques
- Les **outils système** permettent :
  - de configurer le système
  - de passer le relais aux applications proposant des services à un ou plusieurs utilisateurs ou à d'autres ordinateurs
- Les **programmes applicatifs** de base offrent des services à l'utilisateur (calculatrice, éditeur de texte, navigateur web, etc.)

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Quelques OS...



Mais aussi :

- Unix,
- Solaris,
- VMS,
- OS/400,
- MVS
- ...

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Petit retour historique

- 1ère génération (1945-1955)
  - Tubes à vides
  - Tableaux d'interrupteurs, cartes perforées
- 2ème génération (1955-1965)
  - Transistors
  - Traitements par lots
- 3ème génération (1965-1980)
  - Circuits intégrés
  - Mini-ordinateurs, faible rapport qualité/prix
- 4ème génération (1980-aujourd'hui)
  - Microprocesseurs (circuits intégrés à haute densité)
  - Micro-ordinateurs, peu chers

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### J. Mauchly / J. P. Eckert – ENIAC (1943–1945)

- Moore School (Université de Pennsylvanie)
  - Electronic Numerical Integrator And Computer
  - destiné au calcul de tables balistiques
  - souvent considéré comme le premier ordinateur
- Caractéristiques
  - 30 tonnes / 150 KW / 18000 tubes à vide / 200 KHz
  - programmation par recablage
  - utilise la base 10
  - accumulateurs
- Fonctionne jusqu'en 1952
  - fragile (1 panne / 3 jours)



Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Du point de vue du système...

- Protocole classique d'utilisation de la machine
  - Le programmeur demande une réservation de la machine pour une certaine durée
  - Il insère son programme dans la machine en manipulant le tableau d'interrupteurs
  - Dans les heures qui suivent, il prie pour qu'aucun des quelques 20.000 tubes ne grille pendant l'exécution
- Protocole amélioré avec les cartes perforées
  - Un programme est écrit sur des cartes
  - Les cartes sont lues par la machine au lieu d'utiliser des tableaux d'interrupteurs pour 'programmer la machine'
- Système d'exploitation
  - pas de système d'exploitation...

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1947 : invention du transistor

- Le **transistor** est le composant électronique actif fondamental en électronique utilisé principalement comme interrupteur commandé et pour l'amplification, mais aussi pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que de nombreuses autres utilisations
- Supplante le tube à vide
  - plus petit
  - plus fiable
- ordinateurs de deuxième génération
  - IBM 1401 (59) / 1620 (60) / 7000 (60)
  - DEC PDP-1 (60)
    - 1er ordinateur interactif



Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Du point de vue du système...

- Protocole d'utilisation de la machine
  - Le programmeur apporte son paquet de cartes dans la salle de soumission des *jobs* (tâches, programmes à exécuter)
  - L'opérateur fait lire et exécuter les cartes par la machine
  - L'opérateur récupère la trace d'exécution sur une imprimante et la stocke dans la salle des résultats pour que le programmeur la récupère
  - L'opérateur prend ensuite un autre paquet de cartes soumis et répète le processus précédent
  - De plus, si le compilateur FORTRAN est nécessaire, l'opérateur doit également le charger dans la machine
- Systèmes d'exploitation
  - FMS (*Fortran Monitor System*)
  - IBYS (1er système d'exploitation de l'IBM 7094)

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

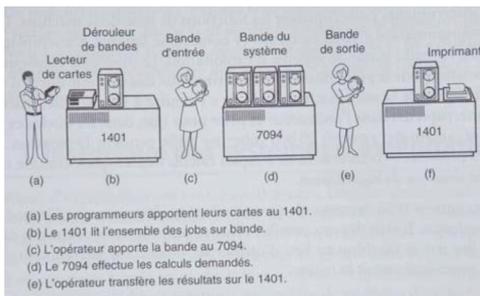
---

---

---

---

### Protocole d'utilisation de la machine



[A. Tanenbaum. *Systèmes d'exploitation – 2ème édition. Pearson Education, 2003*]

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 1958 : invention du circuit intégré

• Le **circuit intégré**, aussi appelé **puce électronique**, est un composant électronique reproduisant une ou plusieurs fonctions électroniques plus ou moins complexes, intégrant souvent plusieurs types de composants électroniques de base dans un volume réduit, rendant le circuit facile à mettre en oeuvre



- Ordinateurs de 2ème génération
  - 1964 : IBM série 360
    - 1ère gamme d'ordinateurs compatibles entre eux
  - 1964 : DEC PDP-8
    - beaucoup plus compact
  - 1969 : Data General Nova
    - bon marché (50000 exemplaires vendus)

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Nouvelles techniques dans les systèmes d'exploitation

- Multiprogrammation
  - possibilité de faire co-exister plusieurs programmes simultanément en mémoire, et de mettre à profit les "temps morts" d'un programme (par exemple les opérations d'entrée-sortie) pour "faire avancer" les autres programmes
    - Mémoire partagée
    - Mécanismes de protection
- Spool (*Simultaneous Peripheral Operation On-Line*)
  - Processus de communication de données entre programmes par l'intermédiaire d'une zone de travail temporaire
    - rendu possible grâce au fait de pouvoir réaliser des opérations de lecture et d'écriture de manière simultanée sur le disque
    - IBM 1401 n'est plus nécessaire
    - Manipulations de bandes ont disparu

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Exemples de systèmes d'exploitation

- MULTICS, du MIT, Bell Labs et General Electric
  - Système capable de supporter des centaines d'utilisateurs simultanés
- Systèmes pour mini-ordinateurs, DEC PDP
  - PDP-1 ... PDP-11
  - Peu d'espace mémoire (4 K-mots de 18 bits)
  - Performants pour des tâches non scientifiques
- UNIX
  - Ken Thompson de Bell Labs, qui a travaillé sur MULTICS, a écrit une version allégée de MULTICS pour un PDP-7
  - Norme POSIX
- Linux (Linus Torvalds)
  - Proche d'Unix
  - Version commerciale

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

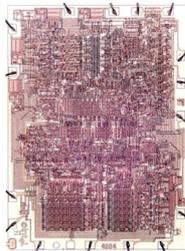
---

---

---

### 1971 : invention du microprocesseur

- 1971 : Intel 4004
- Ordinateurs de 4ème génération
  - 1973 : Micral
  - 1975 : Altair (ordinateur en kit, Intel 8080)
  - 1976 : Apple I (S. Wozniak / S. Jobs)
  - 1977 : Apple II (S. Wozniak / S. Jobs)
    - architecture ouverte
    - lecteur de disquette
    - écran graphique en couleur
  - 1981 : IBM PC (Intel 8088)
  - 1982 : IBM PC/AT (Intel 80286)
  - Commodore 64
  - 1983 : Apple Lisa (interface graphique)
  - 1984 : Apple Macintosh (Motorola 68000, interface graphique & souris)
  - 1985 : Commodore Amiga



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Du point de vue du système (1)

- CP/M (*Control Program for Microcomputers*)
  - En 1974, CP/M est conçu pour Intel par leur consultant Gary Kildall pour le processeur Intel 8080
  - Comprend un contrôleur pour le tout récent lecteur de disquettes 8''
  - En 1977, Digital Research est fondé par G. Kildall pour commercialiser des CP/M
- MS-DOS (MicroSoft-Disk Operating System)
  - En 1980, IBM propose l'IBM PC
    - demande à Digital Research de porter CP/M sur PC
    - demande à Microsoft
      - achète QDOS (Quick and Dirty Operating System)
      - le revend à IBM après quelques modifs (PC-DOS / MS-DOS)
      - obtient qu'il soit facturé avec chaque PC vendu (taxe Microsoft)

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Du point de vue du système (2)

- Macintosh d'Apple
  - Steve Jobs (co-inventeur d'Apple) visite le centre de recherche de Xerox par cet découvre l'invention du concept d'IHM graphique
  - construit un Apple avec une IHM graphique
    - Lisa, trop cher, échec commercial
    - Macintosh, beaucoup moins cher, très convivial
    - Destiné à des utilisateurs qui ne connaissent rien aux ordinateurs et qui n'avaient aucunement l'intention d'en apprendre quoi que ce soit
- Windows de Microsoft (3.1/95/98/NT/2000/XP/Vista)
  - Successeur de MS-DOS
  - Influencé par le succès de Macintosh (Intègre une IHM graphique)
- UNIX/Linux
  - Intégration de l'IHM graphique
  - Système de fenêtres appelé X-Window (MIT)
  - IHM complète telle que Motif au-dessus de X-Window

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### La gestion des fichiers

- Un **système de fichiers** (*FS* ou *FileSystem* en anglais) est une méthode d'organisation des données persistantes sur un médium durable (disque dur, disquette, CD-ROM, clé USB, etc.).
- Le système de fichiers offre une vue abstraite des données.
  - l'unité de stockage est le **fichier**, qui est une séquence d'**octets** ;
  - les fichiers sont groupés dans des collections nommées **répertoires** ;
  - les répertoires sont organisés en arborescence
- Chaque objet (répertoire, fichier, etc.) est identifié par un nom et possède des propriétés qui dépendent du système de fichier
  - ce nom est une chaîne de caractères de taille parfois limitée dans laquelle certains caractères peuvent être interdits
  - des propriétés concernant notamment la protection d'accès en lecture et/ou en écriture, le propriétaire du fichier, etc.

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les fonctions du SGF

- API pour manipulation des fichiers par les programmes d'application
  - créer/détruire des fichiers
  - insérer, supprimer et modifier un article dans un fichier.
- Allocation de la place sur mémoires secondaires
  - les fichiers étant de taille différente et cette taille pouvant être dynamique, le SGF alloue à chaque fichier un nombre variable de blocs
- Localisation des fichiers
  - chaque fichier possède un ensemble d'informations descriptives (nom, adresse...) regroupées dans un inode.
- Sécurité et contrôle des fichiers
  - le SGF permet le partage des fichiers par différents programmes d'applications tout en assurant la sécurité et la confidentialité des données
  - nom et clé de protection associés à chaque fichier

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

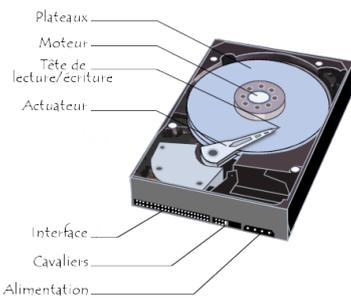
---

---

---

---

## La lecture sur le disque



[[www.commentcamarche.net/pc/disque.php3](http://www.commentcamarche.net/pc/disque.php3)]

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

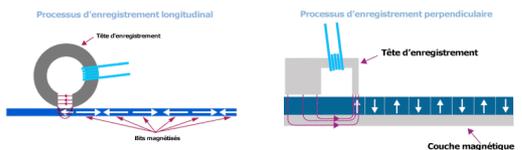
---

---

---

## Lecture / écriture de données

- Principe
  - les plateaux tournent à très haute vitesse (entre 3600 et 15000 tours/min)
  - la tête de lecture flotte au-dessus du plateau grâce au coussin d'air induit (à 10 nm de la surface)
  - lecture / écriture
    - écriture : le courant électrique dans la tête génère un champ magnétique qui magnétise la surface
    - lecture : la magnétisation du support induit un courant électrique dans la tête



[[www.vulgarisation-informatique.com/disque-dur.php](http://www.vulgarisation-informatique.com/disque-dur.php)]

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Formatage physique du disque

- Architecture physique
  - plusieurs plateaux empilés les uns au-dessus des autres
  - têtes de lecture solidaires
    - une tête de lecture par face
    - fixées au bout d'un bras qui pivote



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Formatage physique du disque

- Géométrie
  - les plateaux sont composés de pistes concentriques (numérotées à partir du bord)
  - les pistes au-dessus les unes des autres sont accessibles sans bouger les têtes de lecture ; elles forment un cylindre
  - les pistes sont découpées en secteurs (blocs)
  - repérage des données
    - le numéro de la tête de lecture (choix de la surface)
    - le numéro de la piste (détermine le déplacement de la tête)
    - le numéro du bloc (ou secteur) sur cette piste (détermine à partir de quand il faut commencer à lire les données)



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Capacité d'un disque

- Taille d'une piste  
= nb de secteurs par piste \* taille d'un secteur
- Taille d'un cylindre  
= nb de faces \* taille d'une piste
- Taille d'un plateau  
= nb de pistes par face \* taille d'une piste \* 2
- Taille du disque  
= nb de cylindres \* taille d'un cylindre  
= nb de plateaux \* taille d'un plateau

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

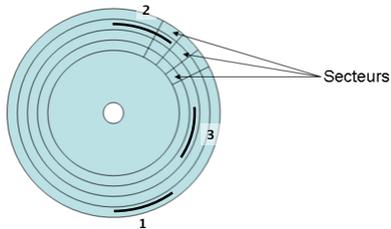
---

---

---

### Qu'est-ce qu'un fichier ?

- Une suite de secteurs
  - l'ordre est essentiel !!!



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Qu'est-ce qu'un répertoire ?

- une collection de noms de fichiers
- + un accès à la liste de leurs secteurs
- un répertoire est lui-même un fichier (rangé dans une suite de secteurs)

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Les temps d'accès

- Quand on demande à lire un secteur, la carte d'interface va
  1. Placer les têtes de lecture sur le bon cylindre
  2. Attendre que le secteur cherché arrive sous la tête
  3. Copier le secteur sur la carte d'interface.
  4. Envoyer les données de la carte à l'ordinateur.

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Temps de lecture

- Temps de lecture d'un secteur
  - = durée de 1 tour / nombre de secteurs par piste
    - Durée constante (ex : 0,5 ms)
- Débit
  - = le nombre d'octets lus par seconde *si on lisait sans arrêt*
  - = le nombre d'octets qui passent sous la tête en 1 seconde
- Temps de latence
  - = durée moyenne d'attente d'un secteur = durée d'un 1/2 tour
- Exemple
  - secteurs de 512 octets, 32 secteurs par piste, 7200 tours/min
    - 16 ko par piste, 120 tours / s
    - débit max = 1920 ko/s = 1,875 Mo/s
    - temps de lecture d'un secteur =  $1/(120 \cdot 32) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{s} = 0,25 \text{ms}$
    - temps de latence =  $1/(120 \cdot 2) = 4,2 \text{ms}$

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Changer de piste

- Dans le meilleur des cas
  - déplacement vers la piste voisine
  - temps de déplacement minimal
- Dans le pire des cas
  - déplacement entre la piste intérieure et la piste extérieure
  - temps de déplacement maximal
- En moyenne
  - temps de déplacement ~ moyenne des 2
  - ex: 9,5 ms

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Lire un fichier dans l'ordre

- Si les secteurs sont n'importe comment sur le disque :
  - pour chaque secteur, il faut
    - placer les têtes (durée = temps de déplacement moyen)
    - attendre le secteur (durée = temps de latence)
    - Lire (durée fixe)
- Solution = fichiers séquentiels
  - Principe
    - tous les secteurs du fichier *dans le même cylindre, dans l'ordre*
    - quand un cylindre est plein, on passe au voisin
  - Avantage
    - dans une lecture du début à la fin, on économise les temps de latence et les temps de déplacement (sauf aux changements de cylindre)
  - Inconvénients :
    - souvent, la taille du fichier est fixée une fois pour toutes à la création
    - on ne peut lire que dans l'ordre

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Formatage logique

- On divise le disque en partitions formées de cylindres consécutifs
  - Chaque partition est utilisée par le système comme un disque
  - un peu moins de déplacement de têtes
  - on peut mettre un système par partition (double boot)

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

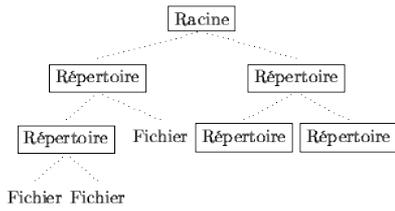
---

---

---

---

### Arborescences de fichiers



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

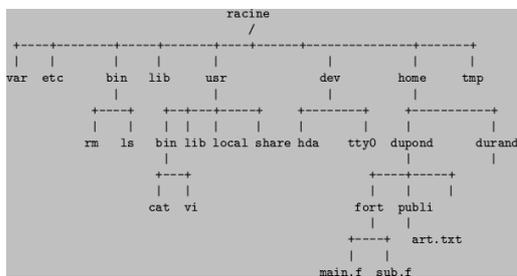
---

---

---

---

### Ex : le système Unix



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Les noms de fichiers sous Unix

- une suite de caractères
  - en nombre variable
  - à l'exception de \ / | < > \$ ? & [ ] \*
  - minuscule et majuscules distinguées
  - espaces déconseillés
  - les fichiers commençant par . sont cachés (ls -l)
- les fichiers sont désignés par
  - leur nom
    - plusieurs fichiers sur le disque peuvent avoir le même nom
  - leur chemin absolu
    - Ex : /home/dupond/fort/main.f
    - nécessairement unique
  - un chemin relatif, à partir du nœud où l'on se trouve dans l'arborescence
    - Ex : fort/main.f si l'on se trouve dans /home/dupond

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

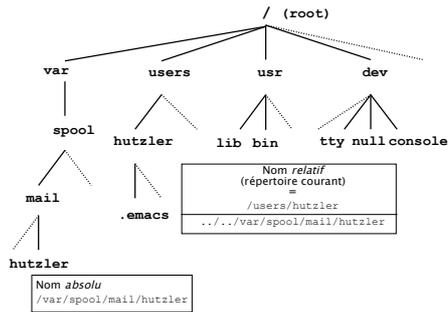
---

---

---

---

## Le système de gestion de fichiers Unix



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Caractéristiques des fichiers

```

getz:~ hutzler$ ls -l /bin/ls
-r-xr-xr-x 1 root wheel 32460 Mar 21 2005 /bin/ls
getz:~ hutzler$
    
```

permissions	nb liens	propriétaire	groupe	taille	date	nom
-r-xr-xr-x	1	root	wheel	32460	Mar 21 2005	/bin/ls

- Permissions : -r-xr-xr-x
  - premier caractère = type de fichier (-, d, l, c, b, ...)
  - 3 blocs de 3 caractères
    - droits en lecture (r), écriture (w), exécution (x)
    - pour le propriétaire du fichier, son groupe, tout le monde
  - chmod 777 fichier
    - donne tous les droits à tout le monde

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### La notion d'inode

- À tout fichier est associé un *i-node*. Un *i-node* est un bloc de 128 octets du *SGF* qui comporte :
  - le numéro d'*i-node*
  - les liens avec les blocs du fichier
  - les caractéristiques du fichier :
    - type '-', 'd', ...
    - mode = permissions
    - nombre de liens physiques
    - propriétaire et groupe propriétaire du fichier
    - taille en octets
    - date dernier accès au fichier *last access time*
    - date dernière modification du contenu du fichier *last modification time*
    - date dernière modification du *i-node* (contenu, propriétaire, groupe, permissions) *last change time*

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

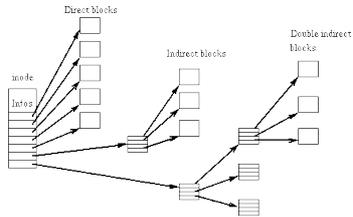
---

---

---

### Le système de fichiers ext2

- chaque inode contient environ 64 champs dont 13 contiennent des blocs de 2 types
  - des blocs de données qui contiennent les données du fichier
  - des blocs d'adresse qui contiennent des pointeurs vers d'autres blocs



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Opérations sur les répertoires

- Nom du répertoire courant  
`$ pwd => /users/hutzler`
- Changement de répertoire
  - chemin absolu `$ cd /users/hutzler/.emacs`
  - chemin relatif `$ cd .emacs`
- Retour au répertoire de login  
`$ cd`  
`$ cd $HOME`  
`$ cd ~hutzler`  
`$ cd ~`
- Création d'un répertoire  
`$ mkdir sousdir`
- Suppression d'un répertoire vide  
`$ rmdir sousdir`
- Liste le contenu d'un répertoire  
`$ ls => .emacs`

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Opérations sur les fichiers (1)

- **Création d'un fichier**  

```
$ cat > test
L1
annee 2006
^D
$ touch test
```
- **Visualisation du contenu d'un fichier**  

```
$ cat test
L1
annee 2006
$ more test
L1
annee 2006
$ head -1 test (juste la première ligne)
L1
$ tail -1 test (juste la dernière ligne)
annee 2006
```
- **Méta-données du fichier (contenu de l'inode)**  

```
$ stat test
```
- **Suppression d'un fichier**  

```
$ rm test
```

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## Opérations sur les fichiers (2)

- **Changement du nom d'un fichier**  

```
$ mv test fichier
$ ls -F
sousdir/ fichier
```
- **Création d'un lien symbolique**  

```
$ ln -s /usr/bin/gcc-4.0 ~/bin/gcc
$ ls -l ~/bin
lrwxr-xr-x 1 root wheel 7 Sep 4 16:18 gcc -> gcc-4.0
```
- **Copie d'un fichier**  

```
$ cp fichier nouveau (ou cp fichier /users/hutzler/nouveau)
$ ls -F
sousdir/ fichier nouveau
```
- **Copie d'un répertoire et de son arborescence**  

```
$ cp -r sousdir repertoire
$ ls -F
sousdir/ repertoire/ nouveau
```

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## La gestion des processus

- Un **processus** (en anglais, *process*), est défini par :
  - un ensemble d'instructions à exécuter (un programme)
  - un espace mémoire pour les données de travail
  - éventuellement, d'autres ressources, comme des descripteurs de fichiers, des ports réseau, etc.
- Un ordinateur équipé d'un système d'exploitation à temps partagé est capable d'exécuter plusieurs processus de façon « quasi-simultanée ».
- S'il y a plusieurs processeurs, l'exécution des processus est distribuée de façon équitable sur ces processeurs
  - c'est le rôle de l'ordonnanceur

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ordonnanceur

- Objectif = utiliser efficacement les ressources de la machine.
- Rôles de l'ordonnanceur
  - détermine quelle tâche doit s'exécuter en priorité et sur quel processeur
  - gère l'ordre dans lequel les instructions de *différentes* tâches sont exécutées
  - est responsable de la commutation de contexte
    - sauvegarde et restauration du contexte des tâches
    - ce contexte est constitué des registres processeurs
- Types d'ordonnancement
  - « coopératif » : chaque processus doit suspendre de lui-même son exécution pour permettre aux autres de s'exécuter
  - « préemptif » : l'ordonnanceur a la responsabilité de l'interruption des tâches et du choix de la prochaine à exécuter

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

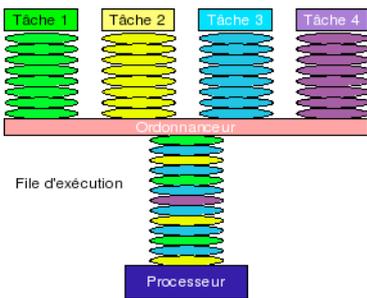
---

---

---

---

### Ordonnanceur



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

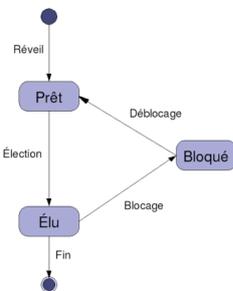
---

---

---

---

### Diagramme d'état d'un processus



Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

## La gestion des processus sous Unix (1)

- Afficher la liste des processus (1)

```
$ ps -a
PID TT STAT TIME COMMAND
6202 p1 Ss+ 0:00.02 bash
6203 p1 S 0:00.07 xterm
6205 p2 Ss 0:00.02 bash
```

- Afficher la liste des processus (2)

```
$ top
Processes: 70 total, 2 running, 68 sleeping... 234 threads 20:55:49
Load Avg: 1.11, 0.53, 0.36 CPU usage: 62.7% user, 9.5% sys, 27.8% idle
SharedLibs: num = 197, resident = 25.3M code, 2.63M data, 3.00M LinkEdit
MemRegions: num = 35516, resident = 677M + 7.56M private, 188M shared
PhysMem: 111M wired, 595M active, 304M inactive, 1011M used, 12.1M free
VM: 10.3G + 144M 189901(0) pageins, 328936(0) pageouts

PID COMMAND %CPU TIME #TH #PRTS #MREGS RPRVT RSHRD RSIZE VSIZE
3449 top 13.4% 0:05.53 1 18 22 1008K 288K 1.41M 27.0M
3427 bash 0.0% 0:00.04 1 14 17 228K 740K 864K 27.2M
3426 login 0.0% 0:00.02 1 16 37 124K 320K 564K 26.9M
3424 Terminal 1.1% 0:02.02 4 91 145 1.89M 9.93M 7.98M 217M
```

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## La gestion des processus sous Unix (2)

- Tuer un processus

```
$ kill -9 6203
```

- Communiquer entre processus |

```
$ ps -aux | grep hutzler
```

- la sortie de `ps -aux` est redirigée vers l'entrée de `grep hutzler`
- affiche la liste des processus appartenant à hutzler

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le gestionnaire de mémoire (1)

- Rôle

- allouer de la mémoire à des processus lorsqu'ils en ont besoin
  - Cette mémoire allouée est par défaut propre au processus qui en fait la demande.

- Principe de fonctionnement

- masque la localisation physique de la mémoire (en mémoire vive ou sur disque dur, dans l'espace de mémoire paginée)
- présente au programme une *mémoire globale* uniforme dite *mémoire virtuelle*
- tout processus croit manipuler une mémoire qui a les propriétés :
  - la mémoire allouée commence systématiquement à l'adresse 0
  - la mémoire peut être étendue jusqu'aux capacités théoriques de la machine
  - la mémoire est privée (protégée), un processus ne peut pas accéder à la mémoire d'un autre

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

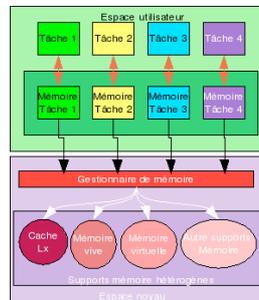
---

---

---

## Le gestionnaire de mémoire (2)

- Les programmes dans l'espace utilisateur
  - doivent demander au noyau de la mémoire
  - le noyau fait appel à son gestionnaire de mémoire pour allouer (ou non) la mémoire au processus qui la demande
  - si un programme tente d'utiliser des zones de mémoire ne lui appartenant pas, il est évincé automatiquement



Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gestion du matériel

- Se fait par l'intermédiaire de pilotes de périphériques
  - petits logiciels légers dédiés à un matériel donné qui permettent de faire communiquer ce matériel
  - les plus sollicités sont généralement inclus dans l'espace noyau et communiquent avec l'espace utilisateur via les appels système.
    - interactions basiques avec le périphérique dans l'espace noyau
    - les programmes utilisent ces périphériques au travers d'un nombre restreint d'appels système.
  - de nombreux périphériques lents (certains appareils photographiques numériques, outils sur liaison série, etc.) sont pilotés depuis l'espace utilisateur, le noyau intervenant au minimum
- Abstraction
  - principe = présenter la même interface à l'espace utilisateur
    - simplifient le travail des développeurs d'applications
  - sous Unix, l'abstraction utilisée est le système de fichiers :
    - les primitives *open*, *close*, *read* et *write* sont présentées à l'espace utilisateur pour manipuler toutes sortes de périphériques. On parle dans ce cas de système de fichiers *synthétique*.

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Différents types de noyaux

- Noyaux monolithiques non modulaires (vieux Unix ou Linux, etc.)
  - l'ensemble des fonctions du système et des pilotes sont regroupées dans un seul bloc de code et un seul bloc binaire généré à la compilation
  - pb = la prise en compte du chargement à chaud entraîne une inflation de la taille du noyau
- Noyaux monolithiques modulaires (Linux, BSD, Solaris, etc.)
  - seules les parties fondamentales du système sont regroupées dans un bloc de code unique (monolithique)
  - Les autres fonctions, comme les pilotes matériel, sont regroupées en différents modules qui peuvent être séparés tant du point de vue du code que du point de vue binaire
- Systèmes à micro-noyaux (Windows NT, MacOSX, etc.)
  - cherchent à minimiser les fonctionnalités dépendantes du noyau en plaçant la plus grande partie des services du système d'exploitation à l'extérieur de ce noyau, c'est-à-dire dans l'espace utilisateur. Ces fonctionnalités sont alors fournies par de petits serveurs indépendants possédant souvent leur propre espace d'adressage.

Informatique générale – Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Sources**

- Andrew Tanenbaum, *Systèmes d'exploitation*, Pearson Education France, 2003, 2e éd.
- <http://fr.wikipedia.org>
- Internet et le Web

Informatique générale - Systèmes d'exploitation

---

---

---

---

---

---

---

---