



Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

Systèmes d'Exploitation

Systèmes de fichiers

Didier Verna

didier@lrde.epita.fr
<http://www.lrde.epita.fr/~didier>



Table des matières

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- 1 Généralités
- 2 Structure des fichiers
- 3 Structure des répertoires
- 4 Protection et sécurité



Répondre aux problèmes suivants

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- Besoin d'espace largement plus grand que la taille de l'espace d'adresses virtuelles (ex. systèmes de réservation, systèmes bancaires *etc.*)
- Persistance de l'information (ex. bases de données)
- Partage de l'information (ex. bases de données)

D'où la notion de fichier :

- Espace de stockage important
- Stockage statique de l'information
- Information indépendante des processus



Systèmes de fichiers

Mécanisme du système d'exploitation

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

■ Structure

- ▶ **Fichiers** : unité logique de stockage d'information
- ▶ **Répertoires** : organisation logique de l'information
- ▶ **Partitions** : organisation de plus haut niveau

■ Caractéristiques

- ▶ Vision logique et uniformisée de l'information
- ▶ Abstraction des caractéristiques physiques du stockage
- ▶ Formats, types, sémantiques définies par le créateur



Notion de fichier

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Nom** : identificateur symbolique unique
- **Format** : indication sur la structuration interne des fichiers
- **Type** : indication sur leur utilisation
- **Emplacement** : périphérique, adresse(s) sur ce périphérique
- **Attributs** : très variable selon les systèmes (dates, propriétaire, contrôle d'accès, archive, caché...)

Remarque : informations stockées dans les structures de répertoire



Organisation

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Pas de structure** : fichier = séquence d'octets (Unix, Windows)
- **Structure de blocs** : séquence de blocs de taille fixe. `read` et `write` travaillent sur des blocs. Mainframes : 80 / 132 caractères (cartes, imprimantes).
- **Structure arborescente** : enregistrements indexés par des « clés ». Tri par clé. `read` et `write` travaillent sur les clés. Le système se charge de l'organisation interne.



Types de fichiers

Ne pas confondre format et type

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **MS-DOS** : seuls les fichiers `.com`, `.exe` et `.bat` sont exécutables
- **TOPS-20** : recompilation automatique d'un exécutable (si besoin) à chaque tentative d'exécution
- **Mac OS** : information sur l'application qui a créé le fichier. Réouverture de cette application par double clic.
- **Unix** : pas de type de fichier véritable (exceptions : répertoires, « character special » et « block special »). Convention de nommage par extension, « magic number ».

Remarque : une gestion trop forte des types fini par être une nuisance plutôt qu'une aide . . .



- **Accès Séquentiel** : modèle de bande magnétique
 - ▶ Pointeur de lecture / écriture (« offset ») automatiquement incrémenté
 - ▶ Primitives de positionnement (« seek »)
- **Accès Direct /relatif** : (« random access ») modèle de disque dur
 - ▶ Un fichier doit être vu comme un enregistrement de blocs de taille fixe
 - ▶ Les primitives de lecture / écriture sont paramétrées par un numéro de bloc relatif
- **Remarques**
 - ▶ Certains systèmes fournissent plusieurs méthodes d'accès (IBM)
 - ▶ Le mode d'accès peut faire partie du type du fichier
 - ▶ Il est trivial d'implémenter l'accès séquentiel à partir de l'accès direct



Opérations sur les fichiers

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Création / destruction** : gestion de l'espace libre et d'une entrée dans un répertoire
- **Lecture / écriture** : recherche de l'emplacement du fichier, maintenance et actualisation d'un pointeur de lecture / écriture
- **Positionnement** (seek) : recherche de l'emplacement du fichier et mise à jour du pointeur. Pas d'entrée / sortie nécessaire.
- **Autres** : ajout d'information en fin de fichier (append), tronquage, renommage, copie, lecture / modification des attributs *etc.*

Remarque : Certains systèmes tamponnent les opérations sur les fichiers.



Table de fichiers (ouverts)

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- Mise en cache des descripteurs de fichiers actuellement utilisés
- Recherche de l'emplacement physique du fichier une fois pour toute (liaison d'adresse)
- **Ouverture** : (`open`) avant la première utilisation. Ajout d'un élément (descripteur de fichier) dans la table des fichiers ouverts.
- **Fermeture** : (`close`) suppression du descripteur dans la table de fichiers ouverts.

Remarque : Certains systèmes font de l'ouverture / fermeture implicite.



Tables de fichiers ouverts à deux niveaux

Utile en cas de concurrence d'accès aux fichiers

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Processus** : données locales (pointeur de position) et pointeur vers la table système
- **Système** : données globales (emplacement, attributs), compteur d'utilisation



Mapping en mémoire

Association logique entre mémoire virtuelle et fichier

Systemes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- Analogue aux mapping d'E/S
- Intéressant avec segmentation (et pagination)
- Simplification de la programmation (pas d'E/S explicites)

Mais :

- Le système d'exploitation perd la trace de la taille du fichier
- Problèmes de cohérence entre accès traditionnel et accès en mémoire concurrents
- Limitation de la taille (taille des segments ou de la mémoire virtuelle)



Macro-niveaux d'organisation

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Partition** : « mini-disque » (IBM) ou « volume » (Mac).
Selon les systèmes, plusieurs partitions par disques, ou plusieurs disques par partition.
- **Répertoire** : analogue à une table des symboles.
Contient des informations sur les fichiers sous-jacents (nom, emplacement, taille, type. . .)



Niveaux de répertoires

Systemes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **1 niveau** : structure simpl(ist)e d'un unique répertoire (racine). Problème de l'unicité des noms (MS-DOS : 11 caractères, Unix : 255). Exemple : CDC 6600.
- **2 niveaux** : un répertoire principal (« MFD ») contient des répertoires utilisateurs (« UFD »). Accès implicite à son propre UFD.
 - ▶ Nécessité d'identification (session : login + passwd)
 - ▶ Problème de l'accès global (programmes systèmes) ou aux autres utilisateurs

⇒ Nommage par chemin d'accès :

- **MS-DOS** : `C:\dupont\test.exe`
- **Unix** : `/var/spool/mail/dupont`
- **VAX-VMS** : `u:[dir1.dir2]foo.com;1`



Structure arborescente

Permet aux utilisateurs de créer leurs propres répertoires

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

■ Répertoire

- ▶ Ensemble de fichiers ou de sous-répertoires
- ▶ Fichier spécial (bit de type). Appels systèmes spécifiques pour la création / destruction (`mkdir`, `rmdir`).
- ▶ Un répertoire « courant » par utilisateur. Appel système pour changer de répertoire courant (`pwd`, `cd`).
- ▶ Spécification de chemin d'accès relatif ou absolu (`/`, `..`, `..`).

■ **Remarque** : attention à votre `PATH` !



Structure de graphe acyclique

Permettre le partage logique de fichiers ou répertoires

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

■ Implémentation

- ▶ Duplication de l'information dans les deux répertoires. Problèmes de maintien et cohérence de l'information en cas de modification.
- ▶ Entrées spéciales dans les répertoires : liens. Parcours de l'arborescence plus complexe.

■ Types de lien

- ▶ **Symboliques** : fichiers spéciaux contenant un chemin d'accès au fichier d'origine. Fonctionnement analogue à celui des pointeurs.
- ▶ **Physiques** : référence au même emplacement physique. Utilisation d'un compteur de références.



Structure de graphe cyclique

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Algorithmes de parcours** de graphe : risque de boucle infinie
Solution : limite arbitraire du nombre de répertoires parcourus
- **Problème de la destruction** : compteur de références non nul mais fichiers non accessibles
Solution : technique de ramasse-miettes (« garbage collector »). Très coûteux.



Protection des (systèmes de) fichiers

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

■ Fonctionnalités

- ▶ Contrôle d'accès en fonction du type d'opération demandée : lecture, écriture, exécution, destruction *etc.*
- ▶ Contrôle sur les opérations élémentaires uniquement (ex. droit de lecture \implies droit de copie)
- ▶ Sémantique de protection différente pour les répertoires

■ Implémentation

- ▶ **Listes d'accès** : (VAX/VMS) associée à chaque fichier. Ensemble d'utilisateurs avec leurs droits d'accès. Écriture et maintenance fastidieuse. Contrôle d'accès plus coûteux. Nécessite des entrées de répertoire de taille variable.
- ▶ **Groupes d'accès** : (Unix) version réduite des listes d'accès. Groupes d'utilisateurs (ex. Propriétaire, Groupe de travail et Autres).
- ▶ **Mots de passe** : (TOPS-20, VM/CMS) associés à chaque fichier et / ou aux modes d'accès.



Sémantiques de cohérence

Comportement des accès concurrents aux mêmes fichiers

Systèmes
d'Exploitation

Didier Verna
EPITA

Généralités

Fichiers

Répertoires

Sécurité

- **Sémantique Unix** : toute écriture effectuée sur un fichier ouvert est vue par tous les autres processus ayant ouvert ce même fichier. Accès mutuellement exclusif à une ressource physique unique.
- **Sémantique de Session** : session = open / ... / close
 - ▶ Les modifications ne sont pas vues par les autres processus tant que la session est en cours.
 - ▶ Une fois la session terminée, les modifications ne sont vues que par les sessions commençant plus tard.
- **Sémantique de fichier inaltérable** : une fois un fichier déclaré partageable, son contenu est gelé.