

GNU - Linux // Système de fichiers

Le concept clé : "Tout est fichier".....	2
L'Arbre vs La Forêt (Linux vs Windows).....	2
La Hiérarchie Standard (FHS).....	3
Les Essentiels (Démarrage et Commandes).....	3
Les Espaces de Vie (Utilisateurs et Config).....	3
Le Matériel et le Système.....	3
Les technologies FS (File System).....	4
EXT4 (Fourth Extended Filesystem).....	4
XFS (eXtents FileSystem).....	4
ZFS (Zettabyte FileSystem).....	4
Tableau Récapitulatif.....	4
La Distinction Fondamentale.....	5
Les Types de Fichiers (Le premier bit).....	5
L'Inode (Index Node).....	6
Précision sur les Liens (Links).....	7
Le Lien Symbolique (Symbolic Link).....	7
Le Lien Physique (Hard Link).....	7
Navigation et Sécurité.....	8
Les Chemins (Se repérer).....	8
Les Permissions (La Sécurité).....	8

Le concept clé : "Tout est fichier"

C'est la règle d'or de la philosophie Unix ("The Unix way of computing"). Sous Linux, presque tout ce que le système manipule est représenté comme un fichier. Cela inclut évidemment tes documents (images, textes), mais aussi :

- **Le matériel** : Ton disque dur, ta carte son ou ta souris sont accessibles via des fichiers spéciaux (souvent situés dans le dossier /dev).
- **Les processus** : Les programmes en cours d'exécution.
- **Les répertoires** : Ce sont simplement des fichiers qui contiennent des listes d'autres fichiers.

Analogie : Imagine que ton ordinateur est un immense classeur. Sous Linux, même l'imprimante est une "feuille" dans ce classeur sur laquelle on peut écrire pour imprimer.

L'Arbre vs La Forêt (Linux vs Windows)

C'est la différence la plus visible pour un nouvel utilisateur.

- **Windows (La Forêt)** : Il utilise plusieurs racines. Chaque partition ou périphérique de stockage est un arbre indépendant avec sa propre lettre (C:, D:, E:).
- **Linux (L'Arbre Unique)** : Il n'y a qu'une seule et unique racine, notée simplement /. Tout le reste (disques durs supplémentaires, clé USB, fichiers système) part de ce point unique. C'est une structure hiérarchique stricte.

La Hiérarchie Standard (FHS)

L'organisation suit une norme précise appelée **FHS (Filesystem Hierarchy Standard)**. C'est ce qui permet de s'y retrouver, quelle que soit la version de Linux utilisée (Ubuntu, Debian, CentOS, etc.).

Les Essentiels (Démarrage et Commandes)

- **/ (Racine)** : Le point de départ unique de tout le système.
- **/bin (Binaires)** : Contient les commandes de base vitales pour tout le monde (comme ls, cp, cat).
- **/sbin (System Binaries)** : Similaire à /bin, mais pour les commandes d'administration réservées au "super-utilisateur" (root).
- **/boot** : Contient tout ce qui est nécessaire pour démarrer l'ordinateur (le noyau Linux, le bootloader).

Les Espaces de Vie (Utilisateurs et Config)

- **/home** : C'est le quartier résidentiel. Chaque utilisateur y a son propre dossier (ex: /home/jean) pour stocker ses documents personnels.
- **/root** : La "tour de contrôle". C'est le dossier personnel exclusif de l'administrateur système (l'utilisateur "root"). Attention, il ne se trouve pas dans /home !
- **/etc (Editable Text Configuration)** : Le centre de configuration. Il contient les fichiers de configuration du système (souvent des fichiers texte modifiables).

Le Matériel et le Système

- **/dev (Devices)** : Contient les fichiers spéciaux qui représentent le matériel (disque dur, souris, webcam).
- **/media** : C'est le répertoire utilisé pour les points de montage **automatiques** gérés par le système pour l'utilisateur.
- **/mnt (Mount)** : Ce dossier sert de point de montage pour les systèmes de fichiers temporaires (par exemple, si l'administrateur monte manuellement un disque dur ou une clé USB pour une courte durée).
- **/var (Variable)** : Pour les fichiers qui changent tout le temps (journaux d'événements "logs", mails, files d'attente d'impression).
- **/tmp (Temporaire)** : Pour les fichiers provisoires. Son contenu est généralement effacé au redémarrage.
- **/usr (Unix System Resources)** : C'est là que sont installés la majorité des logiciels et bibliothèques pour les utilisateurs (c'est un peu l'équivalent de "Program Files" sous Windows).
- **/opt (Optional)** : C'est le répertoire utilisé pour l'installation de logiciels additionnels ou "optionnels" (souvent des gros paquets logiciels qui ne font pas partie de la distribution de base).
- **/srv (Service)** : Il contient les données spécifiques aux services offerts par le système, comme les fichiers d'un site web (serveur HTTP) ou les fichiers d'un serveur FTP.

Les technologies FS (File System)

Maintenant, comparons les technologies.

EXT4 (Fourth Extended Filesystem)

Ce n'est pas sexy, ça ne vole pas, mais ça démarre tous les matins, qu'il pleuve ou qu'il vente. C'est le standard historique de Linux (avant RHEL 7).

- **Points Forts** : Ultra stable, compatible avec tout, on peut réduire ou agrandir la taille de la partition (resize2fs).
- **Le bémol** : Il commence à vieillir sur les très gros volumes de données (pétaoctets).

XFS (eXtents FileSystem)

C'est le standard par défaut chez Red Hat (RHEL/CentOS) depuis la version 7. Il est conçu par Silicon Graphics pour gérer des fichiers massifs et des performances élevées.

- **La Règle d'Or** : On ne peut PAS réduire une partition XFS. Tu peux l'agrandir (xfs_growfs), mais jamais la rétrécir. Si tu te trompes dans ton partitionnement LVM, c'est *Game Over*.

ZFS (Zettabyte FileSystem)

Ce n'est pas juste un système de fichiers, c'est aussi un gestionnaire de volume (il remplace le RAID matériel et LVM).

- **Points Forts** :
 - **Snapshots instantanés** : Tu peux "sauvegarder" l'état du système en 0 seconde.
 - **Intégrité des données** : Il vérifie constamment que tes fichiers ne sont pas corrompus (bit rot).
 - **Compression à la volée**.
- **Le bémol** : Il est gourmand en RAM (très gourmand). Et à cause de sa licence, il n'est pas intégré nativement dans le noyau Linux (il faut souvent l'ajouter).

Tableau Récapitulatif

Caractéristique	EXT4	XFS	ZFS
Type	Classique / Robuste	Haute Performance	Avancé / "Tout-en-un"
Usage Type	Debian, Ubuntu, Home	RHEL, CentOS, Serveurs Pro	NAS (TrueNAS), Proxmox
Redimensionnement	Agrandir & Réduire	Agrandir UNIQUEMENT	Flexible (Pools)
Complexité	Faible	Moyenne	Élevée (Demande de l'étude)

La Distinction Fondamentale

FHS (Filesystem Hierarchy Standard) : C'est **L'ORDRE**. C'est une norme, une convention. Elle dit "Les logs vont dans /var/log et les configs dans /etc". C'est le plan de l'Étoile Noire : peu importe le vaisseau, le compacteur à ordures est toujours au même endroit.

Système de Fichiers (FS - File System) : C'est la **TECHNOLOGIE**. C'est la méthode utilisée pour écrire les 0 et les 1 sur le disque. C'est la différence entre écrire sur du papier (FAT32), graver dans la pierre (EXT4) ou utiliser de la nanotechnologie liquide (ZFS).

En résumé : Le FHS dit *où* ranger tes chaussettes. Le FS (EXT4/XFS) détermine *comment* le tiroir est fabriqué.

Les Types de Fichiers (Le premier bit)

Sous Linux, "Tout est fichier" (ou processus). Pour différencier la nature de ces éléments, le système utilise un code d'une lettre au début de la ligne de permissions.

Voici les 5 principaux types que tu rencontreras :

- **(Tiret)** : **Fichier ordinaire** C'est le cas le plus courant. Il s'agit d'un fichier standard : texte, image, vidéo, programme exécutable, archive, etc.

d : **Directory (Répertoire)** C'est un dossier. Pour Linux, un répertoire est simplement un fichier spécifique qui contient la liste d'autres fichiers.

l : **Link (Lien symbolique)** C'est un raccourci qui pointe vers un autre fichier ou répertoire.

- *Note* : Il permet de traverser les partitions, contrairement aux liens physiques.

b : **Block device (Périphérique de type Bloc)** Ce fichier représente un matériel de stockage de données, où l'on écrit par "blocs".

- *Exemple* : Les disques durs (/dev/sda), les clés USB ou les CD-ROM.

c : **Character device (Périphérique de type Caractère)** Ce fichier représente un matériel qui transmet les données caractère par caractère (flux continu, sans stockage tampon).

- *Exemple* : La carte son (/dev/dsp), le clavier, la souris ou les ports série.

Pour aller plus loin (Les plus rares)

Bien que tes documents ne les détaillent pas spécifiquement, il existe deux autres types que tu pourrais croiser un jour :

p (Pipe/Tube nommé) : Un fichier utilisé pour faire communiquer deux processus entre eux (similaire au concept des tubes | mais sous forme de fichier).

s (Socket) : Un fichier utilisé pour la communication réseau ou entre processus au niveau local.

L'Inode (Index Node)

Il faut savoir comment Linux stocke les fichiers.

Chaque fichier est identifié par un numéro unique appelé **Inode** (Index Node). C'est la véritable carte d'identité du fichier.

- **L'Inode contient** : La taille, les permissions, le propriétaire, et l'adresse des données sur le disque.
- **L'Inode NE contient PAS** : Le nom du fichier.

Analogie : L'Inode est le **numéro de sécurité sociale** d'une personne. Le nom du fichier est juste son **prénom**. Une personne a un seul numéro de sécu (Inode unique), mais elle peut avoir plusieurs surnoms (Liens physiques).

Comment vérifier ? Utilise la commande `ls -li` pour afficher le numéro d'inode (le chiffre tout à gauche).

- **Pour un Lien Physique** : Tu verras que le fichier original et son lien ont **le même numéro d'inode**. C'est la preuve qu'ils sont le même fichier.
- **Pour un Lien Symbolique** : Le lien a son propre numéro d'inode, différent de celui de l'original. C'est un nouveau fichier à part entière.

Précision sur les Liens (Links)

Il existe deux manières de créer des liens sous Linux, mais elles ne s'affichent pas de la même façon :

Le Lien Symbolique (Symbolic Link)

- **Indicateur** : La lettre **l** au début de la ligne (ex: lrwxrwxrwx).

```
lrwxrwxrwx 1 pawn pawn    24 Jan 12 10:27 lienSymbolic -> dossier_test/fichier.txt
```

- **Commande** :

```
ln -s <cible> <nom_du_lien>
```

- **Description** : C'est un raccourci, similaire à ceux de Windows. Il pointe vers l'emplacement du fichier.
- **Avantages** :
 - Il peut traverser les partitions (aller d'un disque dur à un autre).
 - Il fonctionne aussi pour les répertoires.

Le Lien Physique (Hard Link)

- **Indicateur** : La lettre **-** (il est vu comme un fichier ordinaire). On le repère si le "nombre de liens" (affiché par `ls -l`) est supérieur à 1.

```
-rw-rw-r-- 2 pawn pawn    0 Jan 12 10:26 fichier.txt
```

- **Commande** : (sans le `-s`)

```
ln <cible> <nom_du_lien>
```

- **Description** : C'est un "alias" ou un autre nom pour le *même* fichier sur le disque. Si tu modifies l'un, tu modifies l'autre instantanément.
- **Limitations** :
 - Ne fonctionne pas pour les répertoires.
 - Ne peut pas traverser les partitions (doit rester sur le même disque).
- **Suppression** : Le fichier n'est réellement effacé du disque que lorsque **tous** ses liens physiques (y compris l'original) sont supprimés.

Navigation et Sécurité

Il ne suffit pas de savoir où sont les dossiers, il faut savoir comment s'y rendre et qui a le droit d'y toucher.

Les Chemins (Se repérer)

Il y a deux façons d'indiquer une adresse sous Linux :

- **Le chemin absolu** : C'est l'adresse complète. Il commence **toujours** par la racine /. Il décrit le trajet complet depuis le départ.
 - *Exemple* : /home/user/cours/tp1.tex.
- **Le chemin relatif** : C'est une adresse partielle, qui dépend de l'endroit où tu te trouves actuellement (le répertoire courant). Il ne commence **pas** par /.
 - *Exemple* : Si tu es déjà dans /home/user, le chemin relatif pour atteindre le fichier est simplement cours/tp1.tex.

Les Permissions (La Sécurité)

C'est un point critique sous Linux. L'accès aux fichiers est strictement réglementé selon trois niveaux d'utilisateurs et trois types d'actions.

- Pour QUI ? (3 niveaux)
 - **User (u)** : Le propriétaire du fichier.
 - **Group (g)** : Le groupe d'utilisateurs associé au fichier.
 - **Others (o)** : Tous les autres (le reste du monde).
- QUOI ? (3 actions)
 - **Read (r)** : Droit de lecture (valeur 4).
 - **Write (w)** : Droit d'écriture/modification (valeur 2).
 - **Execute (x)** : Droit d'exécution (pour lancer un programme ou traverser un dossier) (valeur 1).

Note : Pour plus d'informations sur les permissions, aller voir la doc correspondante.