UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Systèmes de (Gestion de) Fichiers UNIX/LINUX

PARTIE 1

Professeur

Jocelyne Elias

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Systèmes de Fichiers (SF) UNIX/LINUX

Systèmes de Fichiers (SF) :

- La partie du système d'exploitation qui gère les fichiers est connue comme le système de fichiers.
- Ensemble des structures de données sur support adressable permettant la structuration des données en fichiers.
- De quoi sont constitués les fichiers ? Comment sont-ils nommés et protégés ? Quelles opérations sont autorisées sur ces fichiers …

Systèmes de Gestion de Fichiers (SGF) :

Ensemble des primitives permettant de mettre en œuvre la notion de fichier.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Systèmes de Fichiers (SF) UNIX/LINUX

- Le fichier (file) est l'unité d'information qui est créée par un processus.
- Un disque peut contenir des milliers et parfois des millions, chaque fichier étant indépendant des autres.
- Les processus peuvent lire les fichiers existants ou en créer de nouveaux si nécessaire.
- Les fichiers sont un mécanisme d'abstraction; possibilité d'écrire des informations sur le disque et de les lire plus tard.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

SF Linux

1. **MINIX 1**
2. **EXT**
3. EXT2
4. EXT3

Le SF initial était MINIX 1

- Conçu sur une architecture de micronoyau (système en couches).
- Les noms des fichiers sont limités à 14 caractères.
- La taille maximale du fichier est 64 MO.

SF Linux EXT

- Nom du fichier : 255 caractères.
- Taille maximale du fichier : 2 GO.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

SF Linux

1. MINIX 1
2. EXT
3. **EXT2**
4. EXT3

SF Linux EXT2

- Il devient le principal SF Linux
- Noms de fichiers longs
- Fichiers volumineux
- Meilleures performances

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

SF Linux

1. MINIX 1
2. EXT
3. EXT2
4. **EXT3**

- EXT3 est le successeur du SF EXT2
- EXT3 est un système de fichiers journalisé; une version améliorée (plus robuste) de EXT2
- EXT3 = EXT2 + journal;
- L'idée est de conserver un journal qui décrit toutes les opérations du SF selon leur ordre séquentiel.
- Les opérations sont des modifications des données ou des méta-données du SF (i-nodes, superbloc, etc.)
- Le journal permet d'accélérer la phase de récupération lors d'un arrêt brutal de la machine.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

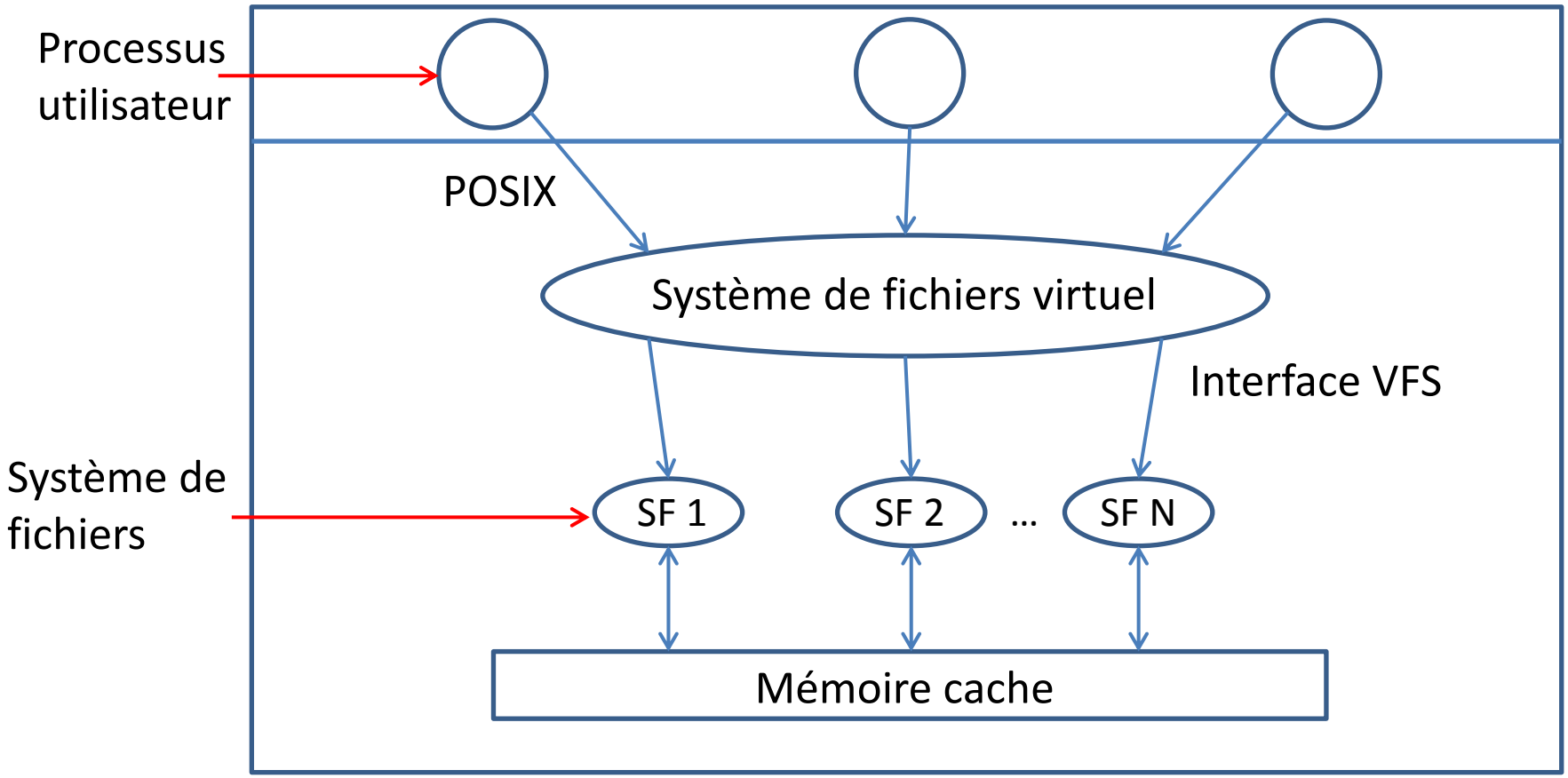
SF Linux

- EXT3 est compatible avec EXT2; La conversion des partitions EXT2 en EXT3 se fait directement, sans création de nouvelles partitions, sans formatage et sans pertes de données.

- EXT3 peut être configuré de manière à conserver un journal de toutes les modifications disque ou seules méta-données. Pas de garantie contre la corruption des données de fichiers dans ce dernier cas.

Virtual File System (VFS)

- Permet d'intégrer différents systèmes de fichier dans une structure ordonnée.



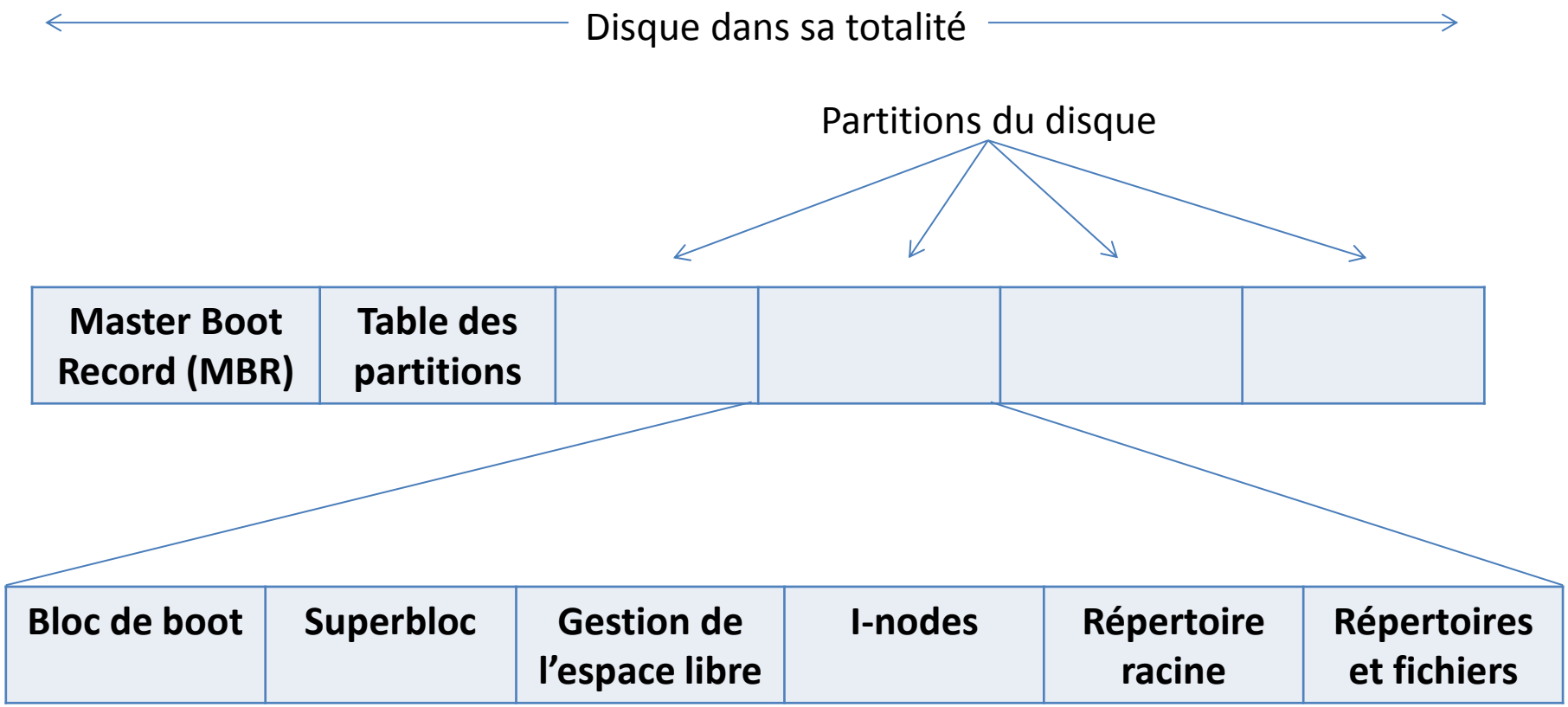
UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Structure générale du SF

- Description du support et du Système de Fichiers (taille, date de création, version, etc...)
- Répertoires et fichiers
- Descripteurs de fichiers (i-nodes) : caractéristiques, méthodes d'accès (accès *aléatoire/direct* et accès *séquentiel*), permissions d'accès (protection), etc...
- Description de l'occupation du support (les emplacements libres et occupés)
- Emplacements pour les données

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Structure générale du SF



UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Structure de disque du SF Linux EXT2

- Un bloc ‘‘système’’ dit ‘‘de boot’’ : utilisé lors du démarrage de l’ordinateur
- Un nombre de groupes de blocs comprenant chacun :
  - Super-bloc : informations sur la structure du SF; nombre d’i-nodes, nombre de blocs disque, le début de la liste des blocs libres, …
  - Descripteur de groupe : informations sur l’emplacement des bitmaps (tables de bits), le nombre de blocs et d’i-nodes libres et de répertoires dans le groupe.
  - Une table (ou une liste) des emplacements libres et des i-nodes libres
  - i-nodes
  - Blocs de données (tous les fichiers et les répertoires)

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Structure de disque du SF Linux EXT2

Structure d'un disque de SF Linux EXT2:

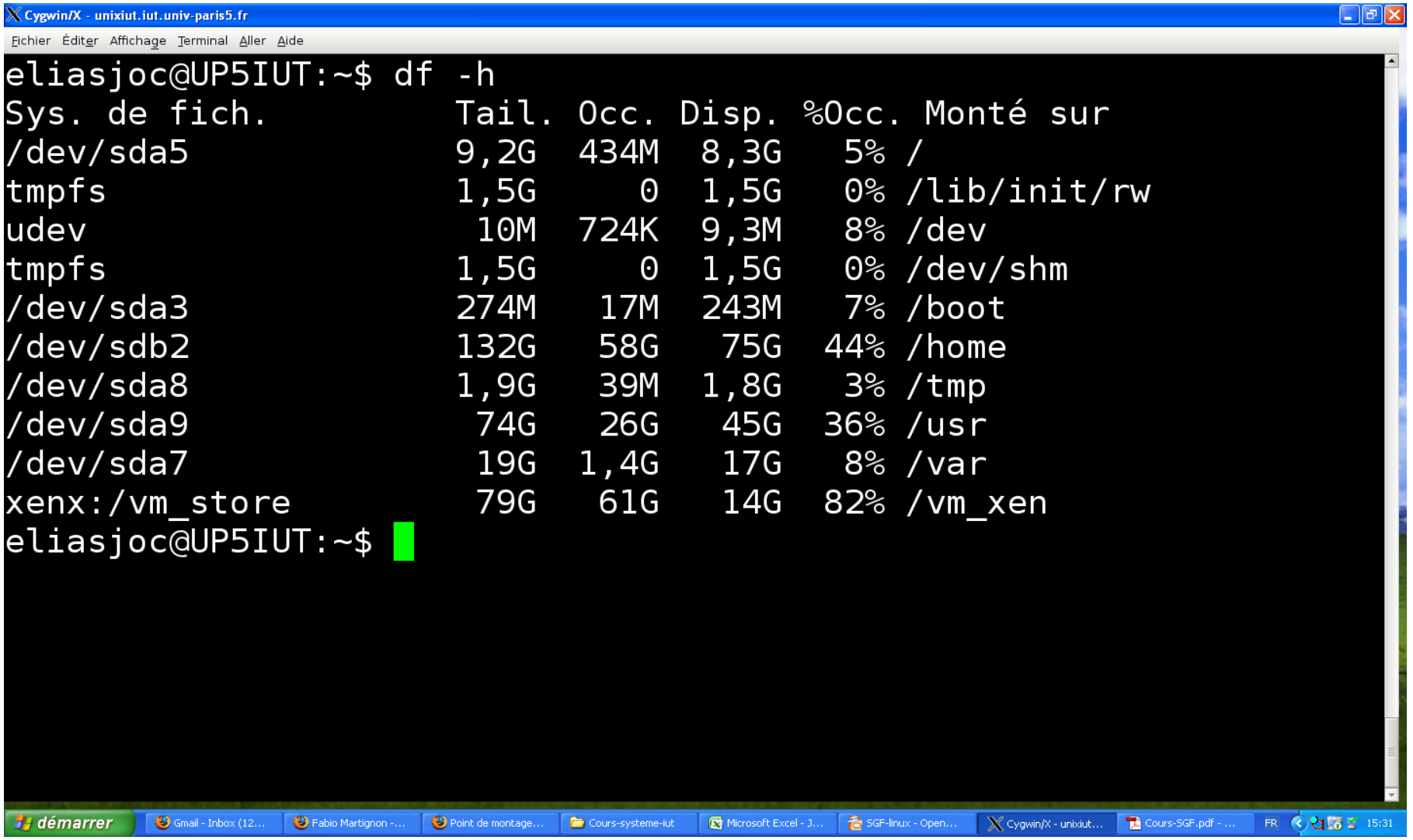
| Boot | Groupe de blocs 0 | Groupe de blocs 1 | Groupe de blocs 2 | Groupe de blocs 3 | Groupe de blocs 4 | …

Structure d'un groupe de blocs :

| Super bloc | Descripteur du SF | Bitmap des blocs | Bitmap des descripteurs (i-nodes) | Tableau des i-nodes | Blocs de données |

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

df : affiche la liste des volumes montés et l'espace libre/occupé sur chacun.



UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

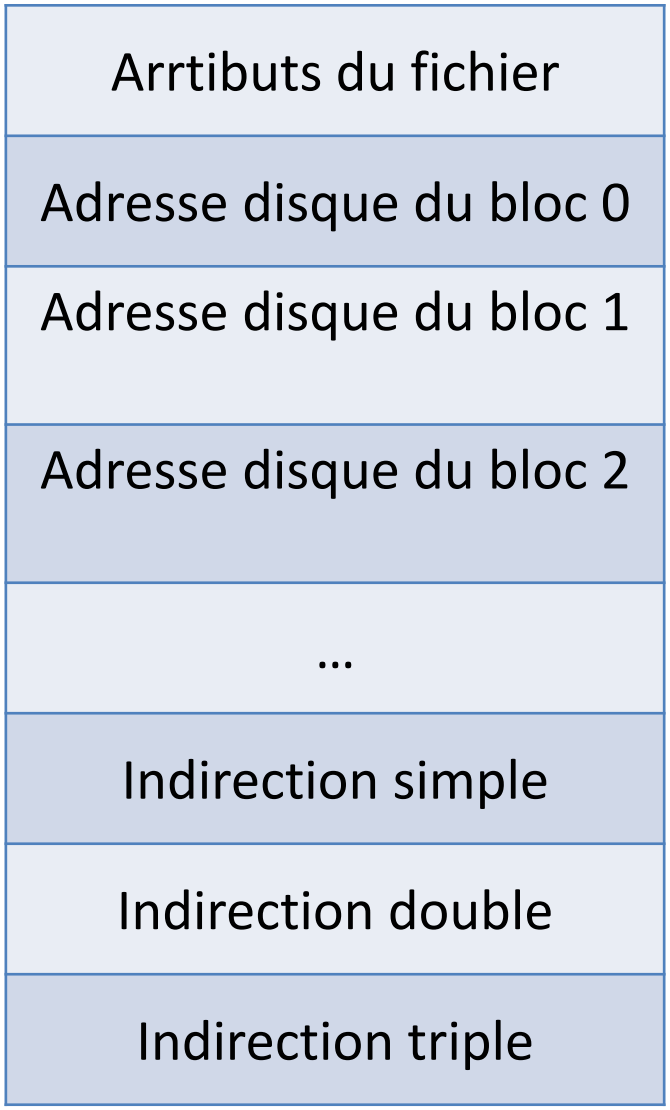
Mise en œuvre des fichiers

- Mémorisation des adresses de tous les blocs utilisés par un fichier.
- Différentes méthodes sont employées suivant les SEs.
  - Allocation contigüe : stocker le fichier dans une suite de blocs consécutifs
  - Allocation par liste chaînée : le premier mot de chaque bloc sert de pointeur sur le bloc suivant
  - Allocation par liste chaînée utilisant une table en mémoire (FAT, File Allocation Table)
  - L'i-node : structure de données associée à chaque fichier (Système UNIX)

Les i-nodes

- Associer à chaque fichier une structure de données appelée nœud d'index ou i-node.
- L'i-node inclut les attributs du fichier et les adresses disque des blocs du fichier.
- *Indirection : adresse d'un bloc de pointeurs*

- *L'i-node est chargé en mémoire quand le fichier correspondant est ouvert.*



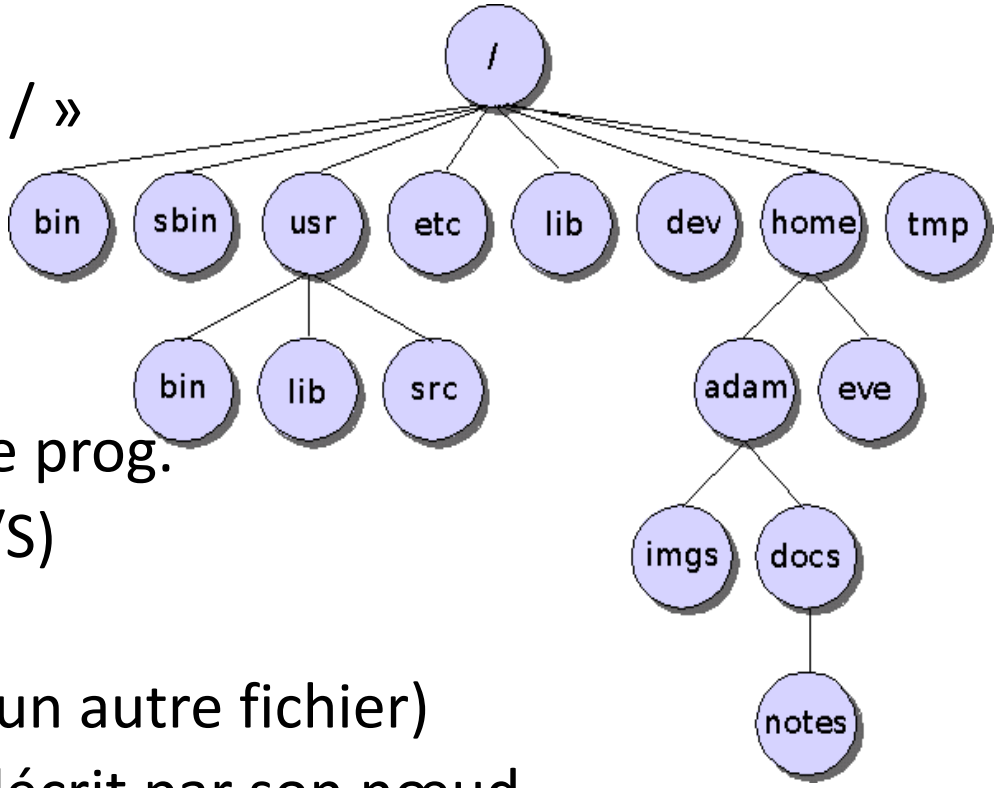
UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Caractéristiques principales

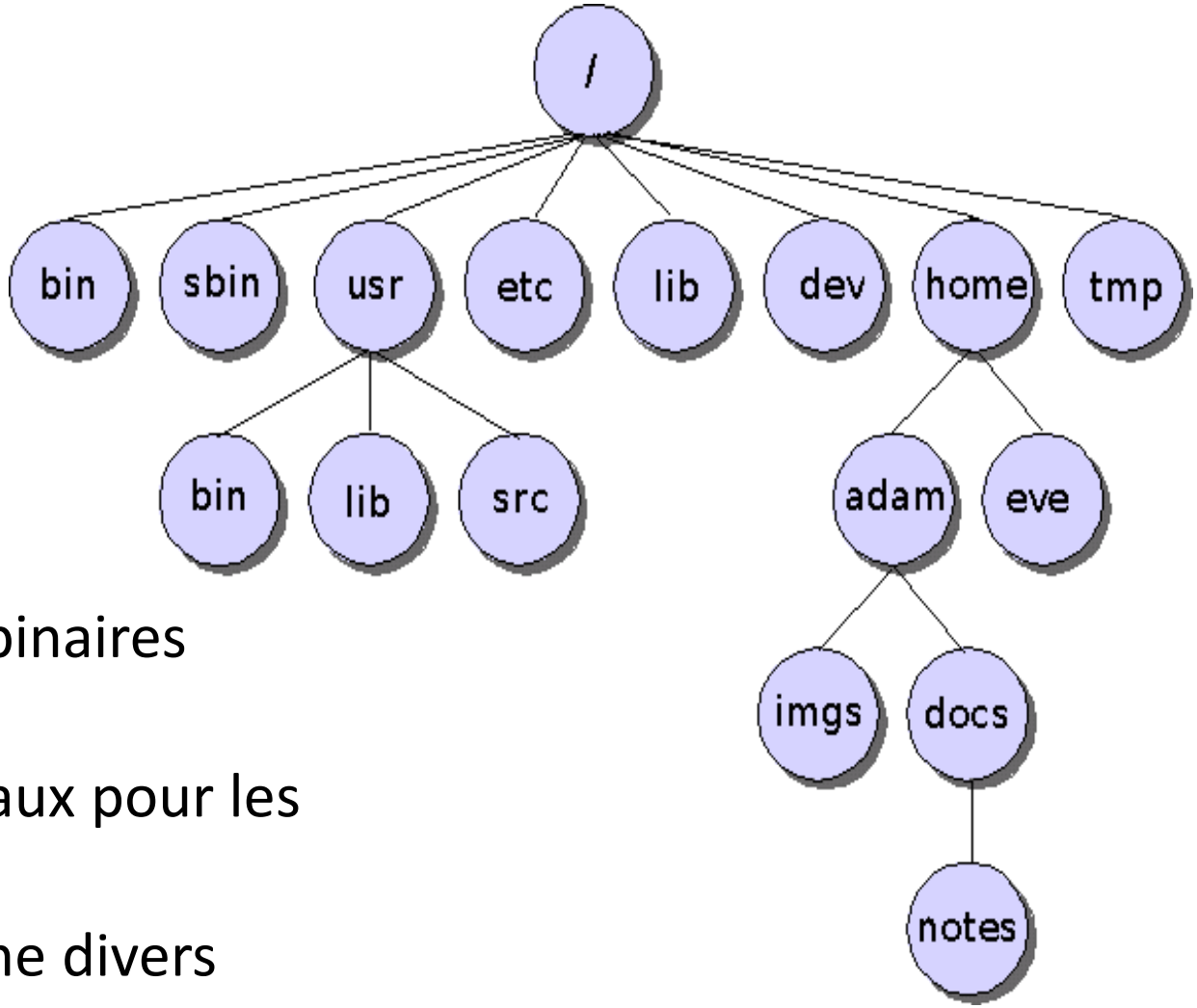
- Tout objet permanent du système est considéré comme un *fichier*
- Le contenu du fichier est entièrement défini par son créateur
- Un fichier est considéré comme une suite adressable ou un flux d'octets
- Méthodes d'accès :
  - accès séquentiel (***read***, ***write***, …)
  - accès direct par primitive spécifique (***seek, lseek*** avec ses options)
  - …

Caractéristiques principales

- Le système de fichiers est hiérarchique
  - la structure des répertoires est une arborescence de hauteur quelconque
  - Le rép. ***racine*** est notée « / »
- 4 types de fichier :
  - ordinaires
  - spéciaux
  - (nécessitent l'utilisation de prog.
  - spécifiques --> pilotes d'E/S)
  - répertoire
  - lien symbolique (lien vers un autre fichier)
- un fichier est entièrement décrit par son nœud d'index (i-node)



Quelques répertoires des sys. Linux



- **bin** : programmes binaires exécutables
- **dev** : fichiers spéciaux pour les périphériques
- **etc** : fichiers système divers
- **lib** : bibliothèques
- **usr** : répertoires utilisateur

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Les attributs d'un fichier

Un fichier possède, par exemple, les attributs suivants :

- **Nom** : nom symbolique du fichier (format compréhensible)
- **Identifiant** : nombre qui identifie le fichier à l'intérieur du système d'exploitation
- **Type** : texte, binaire, etc.
- **Emplacement** : pointeur sur un périphérique et sur l'emplacement du fichier sur ce périphérique
- **Taille** : la taille actuelle, la taille maximum autorisée
- **Protection** : le contrôle d'accès en lecture, écriture, et exécution, etc.
- **Heure, date, et identification de l'utilisateur** : la création, la dernière modification et le dernier accès au fichier
- Fonctions/commandes ***stat*** et ***fstat***
- La liste des attributs varie considérablement d'un système à un autre.

La structure stat (fct. stat/fstat)

```
struct stat {
dev_t     st_dev;      /* ID du périphérique contenant le fichier */
ino_t     st_ino;       /* Numéro i-noeud */
mode_t    st_mode;  /* Protection */
nlink_t   st_nlink;     /* Nb liens matériels */
uid_t     st_uid;       /* UID propriétaire */
gid_t     st_gid;       /* GID propriétaire */
dev_t     st_rdev;  /* ID périphérique ( si périphérique i-noeud ) */
off_t     st_size;        /* Taille totale en octets */
blksize_t st_blksize;  /* Taille de bloc pour E/S */
blkcnt_t  st_blocks;   /* Nombre de blocs alloués au fichier */
time_t    st_atime;     /* Heure dernier accès */
time_t    st_mtime;     /* Heure dernière modification */
time_t    st_ctime;     /* Heure dernier changement état */
};
```

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

STAT – État d'un fichier ou SF

$ stat /usr/bin/passwd (affiche l'état d'un fichier ou d'un système de fichiers)

File: '/usr/bin/passwd'

Size: 25604 Blocks: 64 IO Block: 4096 fichier régulier

Device: fd07h/64775d Inode: 854280 Links: 1

Access: (4755/-rwsr-xr-x) Uid: (0/ root) Gid: (0/ root)

Access: 2008-09-20 13:40:05.000000000 +0200

Modify: 2007-04-05 10:54:29.000000000 +0200

Change: 2007-12-17 10:33:29.000000000 +0100

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Appels système pour la gestion des fichiers

- **df** = ***creat***(nom, mode) : création d'un fichier
- **df** = ***open***(nom, mode, …) : ouverture en lecture et/ou en écriture
  - df: descripteur du fichier
- n = ***read***(**df**, buffer, nOctets) : lecture depuis un fichier dans un buffer
- n = ***write***(**df**, buffer, nOctets) : écriture depuis un buffer dans un fichier
- s = ***close***(**df**) : fermeture d'un fichier ouvert
- *Pour savoir la syntaxe exacte de chaque appel système => tapez man creat/open/read …*

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Appels système pour la gestion des fichiers

- pos = ***lseek***(**df**, offset, org) : déplacement du pointeur de fichier
- s = ***stat***(nom,&buf) : obtention d'informations sur le statut du fichier
- s = ***fstat***(**df**, &buf) : idem, à partir d'un descripteur de fichier
- s = ***flock***(**df**, options) : verrouillage du fichier
- s = ***fcntl***(**df**, cmd, …) : verrouillage du fichier et autres opérations

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Création d'un fichier

Création de fichiers :

le plus simple (création d'un fichier vide) :

> monfichier

avec contenu :

echo « creation de fichier » > monfichier
cat fichier1 > monfichier
cp fichier1 monfichier
gcc monfichiersource.c -o monfichier
etc.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

ls, chmod, file …

- Visualisation des caractéristiques : ls -l

- Changement des droits : chmod <droits> <fichier>

$ chmod o-r monfichier
$ chmod g+w monfichier
$ chmod 660 monfichier

- type de fichier : file

$ file /bin/ls
/bin/ls: ELF 32-bit LSB executable, Intel 80386, version 1 (SYSV), for GNU/Linux 2.2.5, dynamically linked (uses shared libs), stripped

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Le répertoire

- Le répertoire permet de référencer tous les fichiers du SF avec leur nom et leurs caractéristiques principales
- La plupart des systèmes qui possèdent une structure hiérarchique de répertoires (un arbre de répertoires) ont deux entrées particulières dans chaque répertoire :
  - « . » ⟹ répertoire courant
  - « .. » ⟹ répertoire parent
- Le répertoire est formé d'un nombre entier de cellules (ou blocs), dont chacune contient entre autres :
  - le numéro de descripteur (i-node)
  - le nom local du fichier

Par exemple, pour le SF ***EXT2***, la taille de la cellule et la taille du nom sont variables :

Num. i-node	Taille Cellule	Taille Nom	Nom Fichier	Num. i-node	Taille Cellule	Taille Nom	Nom Fichier	… …

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Appels Système relatifs aux répertoires

- s = ***mkdir***(chemin, mode) : crée un nouveau répertoire
- s = ***rmdir***(chemin) : supprime un répertoire vide
- s = ***link***(fichier, lien) : crée un lien vers un fichier existant
- s = ***unlink***(chemin) : supprime un lien (et éventuellement le fichier)
- s = ***chdir***(chemin) : modifie le répertoire de travail
- dir = ***opendir***(chemin) : ouvre un répertoire en lecture
- s = ***closedir***(chemin) : ferme un répertoire
- dirent=***readdir***(chemin) : lit une entrée de répertoire
- ***rewinddir***(dir) : retourne au début du répertoire pour pouvoir le parcourir à nouveau
- Pour avoir la syntaxe exacte, je vous recommande d'utiliser « man » => ***man nom_de_la commande***

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Le répertoire (suite)

Création de répertoire : *mkdir*

$ mkdir monrepertoire

Visualisation des caractéristiques : *ls* …

$ ls -ld monrepertoire

***d**rwxr-xr-x 2 elias rprofi 4096 jan 12 16:15 monrepertoire*

$ ls -la monrepertoire

total 8

***d**rwxr-xr-x 2 elias rprofi 4096 jan 12 16:15 .*

***d**rwx------ 63 elias rprofi 4096 jan 12 16:15 ..*

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Liens sur un fichier

Il existe 2 moyens d'effectuer un lien sur un fichier existant :

- recopier le lien sous un autre nom ou dans un autre répertoire du SF (commande ***ln*** : synonyme ou lien ‘‘dur’’)
- créer une indirection (un fichier particulier) vers la désignation du fichier (commande ***ln -s*** : lien symbolique ‘‘doux’’)
- Le lien dur et le fichier ont le même numéro d'i-node. Ce n'est pas le cas pour un lien symbolique. Le lien symbolique a son propre i-node.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Liens - Exemple

```
[root@…]# ls /bin/ls
/bin/ls
[root@...]# ln /bin/ls /bin/ll
[root@...]# ls -li /bin/ls /bin/ll
  38342 -rwxr-xr-x    2 root     root       67884 sep  2  2012 /bin/ll
  38342 -rwxr-xr-x    2 root     root       67884 sep  2  2012 /bin/ls
[root@...]# ll /bin/ls
-rwxr-xr-x    2 root     root       67884 sep  2  2012 /bin/ls
[root@...]# ln -s /bin/ls /bin/li
[root@...]# ls -l /bin/li
lrwxrwxrwx    1 root     root      4 sep  12 13:27 /bin/li -> /bin/ls
[root@...]# li /bin/ls
    /bin/ls
```

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Gestion des droits et Protection

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Les droits élémentaires

- L'accès à un fichier se fait au moyen de droits
- Les droits élémentaires sont au nombre de 3 :
  - Lecture : **r**
  - Écriture ou modification : **w**
  - Exécution ou utilisation : **x**
- Les destinataires sont répartis en 3 espaces :
  - Le propriétaire : **u**
  - Le groupe propriétaire : **g**
  - Tous les autres : **o** (others)

Les droits - exemple

Exemple :

```
ls -l /var/cache/
total 5
drwxr-xr-x    4 root     root         1024 jui 11  2002 alchemist
drwxr-xr-x    3 root     root         1024 sep  3 16:50 apt
drwxr-xr-x    4 root     root         1024 aou  9  2002 foomatic
drwxr-xr-x   14 root      root         1024 mar 27 04:02 man
drwxr-xr-x    2 root     root         1024 sep  8 11:00 samba
```

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

CHMOD : changer les droits

Commande : *chmod (Change mode)* droits fichier

Exemples : chmod go+r monfichier1

chmod 600 monfichier2

monrepertoire1

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Les droits spéciaux

Certains fichiers possèdent des droits d'exécution particuliers :

- Substitution du propriétaire : ***suid s***
  - Ce droit s'applique aux fichiers exécutables.
  - Il permet d'allouer temporairement à un utilisateur les droits du propriétaire du fichier, durant son exécution.
  - Un utilisateur peut jouir du droit SUID lorsqu'il détient les droits d'exécution du programme.
- Substitution du groupe propriétaire : ***sgid s***
  - Ce droit fonctionne comme le SUID, mais appliqué aux groupes.
  - Il donne à un utilisateur les droits du groupe auquel appartient le propriétaire de l'exécutable.
- Fixation : ***sticky t (bit collant)***
  - Permet d'empêcher la suppression de fichiers par d'autres utilisateurs dans certains répertoires.
  - Est utile lorsqu'on partage un répertoire entre plusieurs utilisateurs.

Les droits spéciaux

Exemples :

SUID et SGID :

ls -l /usr/bin/smbmnt

-rwsr-sr-x 1 root root 554129 août 28 2012 /usr/bin/smbmnt

Sticky bit :

ls -l /usr/bin/emacs

-rwxr-xr-t 2 root root 4316074 août 29 2012 /usr/bin/emacs

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Liste de Contrôle d'Accès (ACL)

- L'ACL permet de mettre en œuvre un mécanisme de protection.
- L'ACL désigne 2 choses en sécurité informatique :
  - ***en SYSTÈME* : une méthode permettant de faire une gestion plus fine des droits d'accès aux fichiers que ne le permet la méthode employée par les systèmes UNIX.**
  - en *RÉSEAU* : une liste des adresses et ports autorisés ou interdits par un pare-feu.
  - Sous UNIX, les ACL ne remplacent pas la méthode habituelle des droits, mais s'y ajoutent au sein de la norme POSIX.

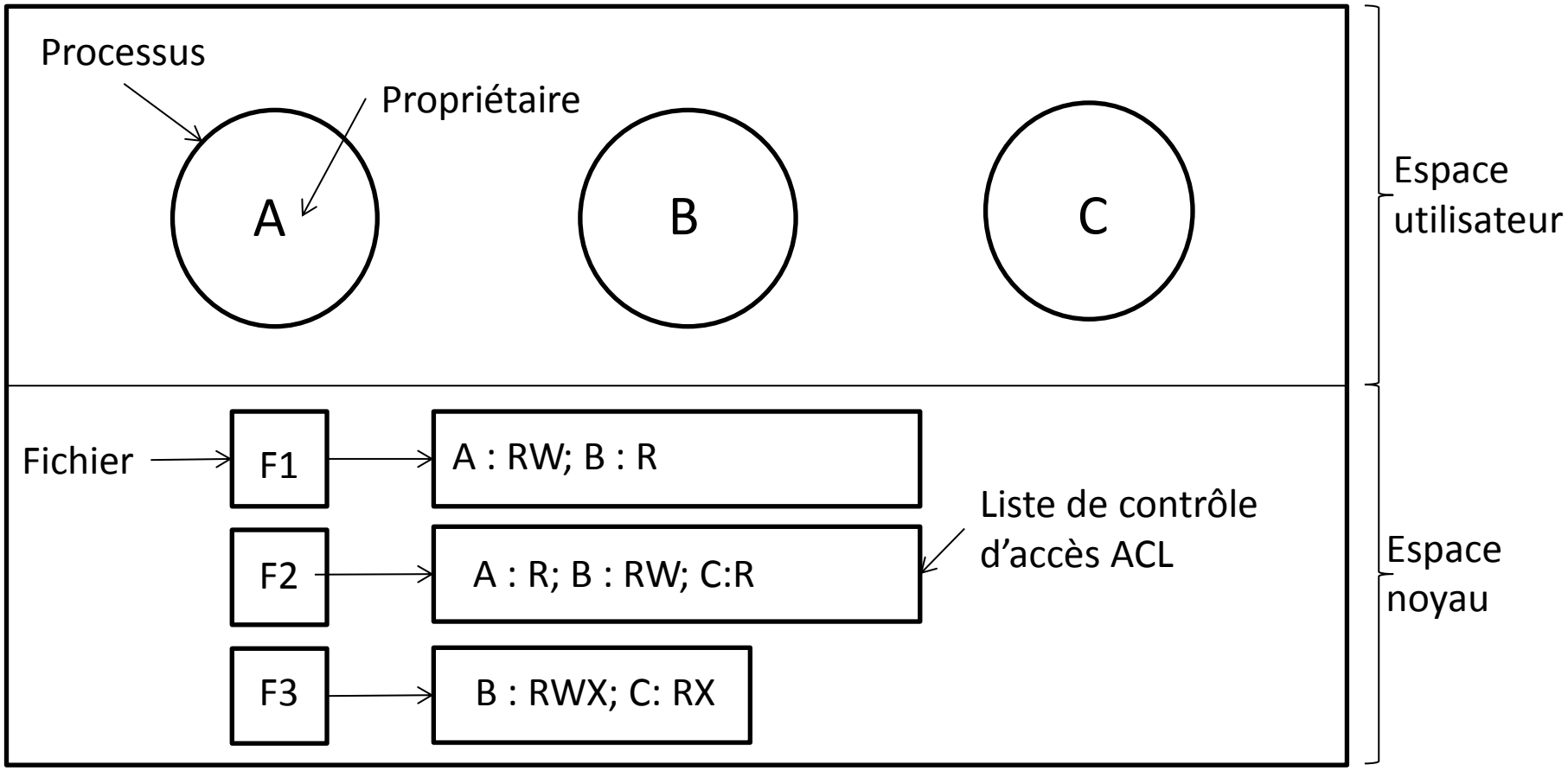
UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Liste de Contrôle d'Accès (ACL)

- Conformes à POSIX 1003.1e draft 17 (IEEE)
- Extension des droits de base (rwx) à des utilisateurs et/ou à des groupes d'utilisateurs spécifiés.
- **ACL** consiste à associer à chaque objet (fichier) une liste classée contenant tous les domaines susceptibles d'accéder à l'objet et la manière de le faire.
- Utilisables en ligne de commande :
  - ***setfacl*** -> set file access control list
  - ***getfacl***-> get file access control list
  - Exemple : *setfacl -m g:entite1:rwx /var/Public/* ➡
    spécifier au groupe entite1 les droits d'accès en lecture, écriture et exécution au répertoire /var/Public (m : modify).

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

ACL



Utilisation des listes de contrôle d'accès pour gérer les accès aux fichiers.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES

Fin de la **PARTIE 1**