

Introduction à l'Informatique

Le système Unix

Cours 1

kn@lmf.cnrs.fr <https://usr.lmf.cnrs.fr/~kn>

La science informatique

Informatique (*computer science*): ensemble des sciences qui ont pour objet d'étude **l'information** et les **procédés** de traitement **automatique** de celle-ci.
Quelques exemples de champs d'étude couverts par cette définition :

- ◆ L'architecture matérielle des machines
- ◆ Les systèmes d'exploitation
- ◆ Les réseaux informatiques
- ◆ Les systèmes de gestion de bases de données
- ◆ Les langages de programmation
- ◆ Le génie logiciel
- ◆ L'algorithmique
- ◆ La complexité et la calculabilité
- ◆ La logique
- ◆ Les interfaces et l'interaction Humains-Machines
- ◆ ...

2 / 38

Plan

- 1 Présentation du cours ✓
- 2 Le système Unix
 - 2.1 Principes des systèmes d'exploitation
 - 2.2 Système de gestion de fichiers

Système d'exploitation

Quelques systèmes:

- ◆ Windows XP/NT/2003/7/8/10/11, ...
- ◆ Linux, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, ...
- ◆ MacOS X (basé sur une variante de FreeBSD), ...
- ◆ Unix, AIX, Solaris, HP-UX, ...
- ◆ iOS, Android, ...

4 / 38

Programme

Un *programme* est une suite *d'instructions* réalisant une certaine *tâche* sur un *ordinateur*.

Exemple de programmes :

- ◆ Le navigateur Web Firefox est un programme
- ◆ DOTA (jeux vidéo) est un programme
- ◆ La partie logicielle du système de navigation d'une voiture est un programme
- ◆ La suite d'instructions qui fait vibrer le téléphone quand on reçoit un message est un programme.

Parfois, un programme est appelé *app* (diminutif de *application*), de façon complètement *ridicule*, à des fins de marketing.

5 / 38

Système d'exploitation

Qu'est-ce qu'un système d'exploitation ?

- ◆ c'est un *programme*
- ◆ qui *organise* l'accès aux *ressources* de la machine

Quelles sont les ressources d'une machine?

- ◆ Processeur (temps d'exécution)
- ◆ Mémoire
- ◆ Accès aux périphériques de stockage
- ◆ Accès aux périphériques d'entrées/sorties
- ◆ ...

6 / 38

Système d'exploitation

Haut niveau *Applications (programmes utilisateurs)*: navigateur Web, éditeur de texte, anti-virus, jeu, compilateur, ...

Système d'exploitation:

- ◆ Gestion des ressources
- ◆ Interface avec le matériel (pilotes)

Bas niveau *Matériel*: processeur, mémoire, périphériques, ...

7 / 38

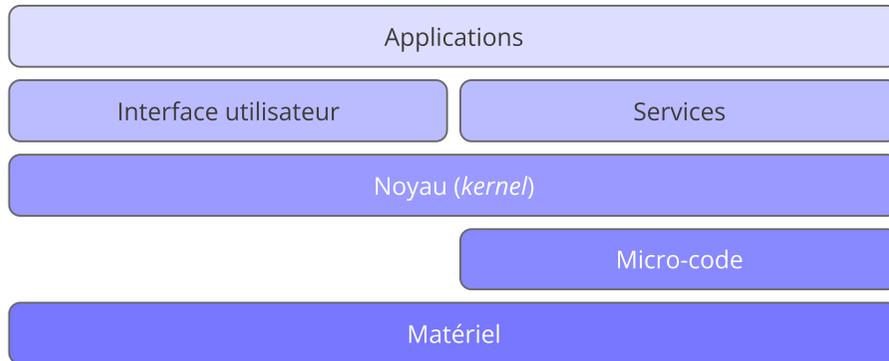
Le système Unix

- 1965 :** MultICS: *Multiplexed Information and Computing Service* (Bell & MIT)
- 1969 :** Unix: 1^{ère} version en assembleur (AT&T)
- 1972-73 :** Unix réécrit en C
- 1976 :** Invention de TCP/IP
- 1977 :** *Berkeley Software Distribution* (BSD)
- 1985 :** Unix System V
- 1988 :** Minix
- 1992 :** Linux

Linux sera le système principalement utilisé en TP d'informatique, du L1 au M2

8 / 38

Unix : architecture



9 / 38

Le Shell Unix

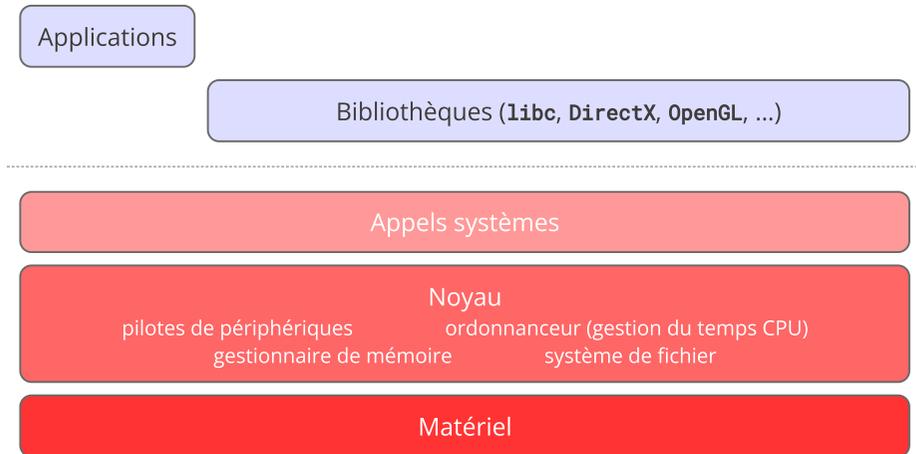
◆ Interface utilisateur *en mode texte*

L'utilisateur écrit des commandes dont le résultat est affiché à l'écran

- ◆ Interface « historique » sous Unix
- ◆ Expose à l'utilisateur certains concepts Unix (permissions, propriétaires, processus, ...)
- ◆ Ces concepts sont importants pour pouvoir concevoir des programmes (lire et écrire dans des fichiers, effectuer des connexions réseaux, ...)

11 / 38

Zoom sur le noyau



10 / 38

Le Shell Unix

Exemple de session *shell*:

```
$ ls
Documents Downloads Public Person
$ cd Documents
$ ls
compte_rendu.txt
$ mv compte_rendu.txt cr.txt
$ ls
cr.txt
```

12 / 38

- 1 Présentation du cours ✓
- 2 Le système Unix
 - 2.1 Principes des systèmes d'exploitation ✓
 - 2.2 Système de gestion de fichiers

- ◆ *Organise* les données sur le support physique
- ◆ Protège contre les *corruptions de données*
- ◆ Gestion optimale de l'espace disponible
- ◆ *Accès efficace* aux données
- ◆ *Abstraction* du support physique (Disque optique, mémoire flash, disque réseau, ...)
- ◆ Enregistrement des *méta-données* (date de création, propriétaire, taille, ...)

14 / 38

Le concept de *fichier*

Un fichier est une *collection d'informations numériques* réunies sous un même *nom* et enregistrée sur un support de stockage

- ◆ Manipulable comme une unité
- ◆ Selon les systèmes, le *nom* a plus ou moins d'importance
- ◆ possède un type

15 / 38

Le concept de *fichier*

Ne pas confondre:

- ◆ type du fichier: il influe sur le comportement du système (fichier « normal », répertoire, lien (raccourcis), fichier système, ...). C'est une méta-donnée conservée par le système de fichier
- ◆ type du contenu: le type des *données* contenues dans le fichier:
 - ◆ DOS puis Windows: l'extension (les 3 derniers caractères après le « . ») détermine le type de contenu
 - ◆ MacOS puis OS X/iOS: les premiers octets du fichier déterminent son type
 - ◆ Premiers octets ou extension, selon les interfaces utilisées

16 / 38

- Nom :**
- Propriétaire :** utilisateur qui possède ce fichier
- Groupe :** groupe d'utilisateurs qui possède ce fichier
- Emplacement :** localisation du fichier sur le support physique
- Taille :** en octet (peut être la taille réelle ou la taille occupée sur le support)
- Permissions :** « qui a quel droit » sur le fichier (lecture, écriture, exécution, ...)
- Type :**
- Dates :** dernier accès, dernière modification, création, ...

Un chemin est une *liste de répertoire* à traverser pour atteindre un fichier ou répertoire donné. Sous Unix, le séparateur de chemin est le « / »

Les chemins absolus commencent par un / et dénotent des fichiers à partir de la racine. Exemple:

```
/home/kim/Documents/IntroInfo/cours01.pdf
```

Les chemins relatifs dénotent des fichiers à partir du répertoire courant. Exemple:

```
Documents/IntroInfo/cours01.pdf
```

si on se trouve dans le répertoire `/home/kim`

Les noms spéciaux:

- ◆ `.` : dénote le répertoire courant
- ◆ `..` : dénote le répertoire parent
- ◆ `~` : dénote le répertoire de l'utilisateur courant
- ◆ `~toto` : dénote le répertoire de l'utilisateur `toto`

Usuellement, les fichiers sont regroupés en *répertoires*. Les répertoires sont imbriqués les uns dans les autres de manière à former une *arborescence*.

Sous Unix il y a un répertoire racine, « / » (*slash*) qui contient toute l'arborescence du système.

Chaque utilisateur possède aussi un répertoire personnel

Le *shell* affiche un *invite de commande* (*prompt*). Exemple:

```
kim@machine $
```

On peut alors saisir une commande:

```
kim@machine $ ls *.txt
```

Le shell affiche la *sortie* de la commande:

```
fichier1.txt fichier2.txt
```

Certains caractères doivent être précédés d'un « \ » (échappés):

```
kim@machine $ ls mon\ fichier\#1.txt
```

La ligne de commande

Une ligne de commande a la forme :

```
prog item1 item2 item3 item4 ...
```

1. Si **prog** est un chemin il doit dénoter *un fichier exécutable*
2. Si **prog** est un simple nom, il doit dénoter un fichier exécutable se trouvant dans un des *répertoires prédéfinis* (`/bin`, `/usr/bin`, ...)
3. Pour chaque `itemi` (séparés par un ou plusieurs espaces non échappés) le *shell* fait une *expansion de nom*
4. La liste de toutes les chaînes de caractères expansées est passée comme argument au programme **prog**

21 / 38

Motifs glob

Règles d'expansion: ***** n'importe quelle chaîne

? n'importe quel caractère

[ab12...] un caractère dans la liste

[^ab12...] un caractère absent de liste

[a-z] un caractère dans l'intervalle

[^a-z] un caractère absent de l'intervalle

?(m₁|...|m_n)@(m₁|...|m_n)*(m₁|...|m_n)+(m₁|...|m_n)

k motifs parmi les *m_i* :

◆ **?**: $0 \leq k \leq 1$

◆ **@**: $k = 1$

◆ *****: $k \geq 0$

◆ **+**: $k \geq 1$

!(m₁|...|m_n): ni *m₁*, ..., ni *m_n*

23 / 38

Expansion des noms / Motifs glob

Certains caractères sont *interprétés* de manière spéciale par le *shell*. Ces caractères sont « expansés » selon des règles. Si la forme *expansée* correspond à un ou plusieurs fichiers existants, alors leurs noms sont placés sur la ligne de commande. Sinon la chaîne de caractère de départ garde sa valeur textuelle.

22 / 38

Motifs glob : exemples

On suppose que le répertoire courant contient les fichiers :

```
fichier1.txt  fichier2.txt  PERS0.txt  une_image.jpeg
```

◆ **ls *.txt**

```
fichier1.txt  fichier2.txt  PERS0.txt
```

(n'importe quel nom qui termine par **.txt**)

◆ **ls *[0-9]***

```
fichier1.txt  fichier2.txt
```

(n'importe quel nom de fichier qui contient un chiffre)

◆ **ls [a-z]***

```
fichier1.txt  fichier2.txt  une_image.jpeg
```

(n'importe quel nom de fichier qui commence par une minuscule)

24 / 38

On suppose que le répertoire courant contient les fichiers :

```
fichier1.txt  fichier2.txt  PERSO.txt  une_image.jpeg
```

◆ `ls *([a-z])`

`ls: cannot access '*([a-z])': No such file or directory`
(tous les noms contenant uniquement des minuscules. Il n'y en a pas, donc le shell pass littéralement le nom de fichier `*([a-z])` en argument à la commande `ls` qui affiche un message d'erreur.)

◆ `ls +([A-Z]).+([a-z])`

```
fichier1.txt  fichier2.txt  une_image.jpeg
```

(tous les noms contenant un point et tel qu'avant le point il y a une suite de caractères non vide dont aucun n'est une majuscule et après le point il y a une suite non vide de minuscules)

25 / 38

Droits et propriétés des fichiers

Sous Unix un utilisateur est identifié par son *login* (ou nom d'utilisateur). Chaque utilisateur est dans un *groupe principal*.

Au SIF (Service Informatique des Formations, bât. 336) :

- ◆ Votre login Unix est de la forme `prenom.nom` (le même que votre adresse email sans le `@universite-paris-saclay.fr`, avec le même mot de passe).
- ◆ Il existe aussi un alias plus court (généralement première lettre du prénom, partie du nom de famille puis un chiffre). Cela permet de taper :
`gdehom7`

plutôt que

```
guillaume-emmanuel.de-homem-christo
```

avant de commencer son TP (cf. feuille de TP pour récupérer son login court).

27 / 38

- ◆ `cd chemin` : *chemin* devient le répertoire courant. Si absent, utilise le répertoire personnel
- ◆ `ls chemin1 ... cheminn` : affiche le nom des *n* fichiers. Si *n=0* affiche le contenu du répertoire courant. Avec l'option `-l` affiche la liste détaillée.
- ◆ `cp chemin1 chemin2` : copie de fichier
- ◆ `mv chemin1 chemin2` : déplacement de fichier (et renommage)
- ◆ `rm chemin1 ... cheminn` : supprime les fichiers (définitif)
- ◆ `mkdir nom` : crée le répertoire *nom*
- ◆ `mkdir -p chemin` : crée le répertoire dénoté par le *chemin* ainsi que tous les répertoires intermédiaires.

26 / 38

Droits et propriétés des fichiers (suite)

Chaque fichier appartient à un utilisateur et à un groupe.

Chaque fichier possède 3 permissions pour son propriétaire, son groupe et tous les autres. Les permissions sont lecture, écriture, exécution (plus d'autres non abordées dans ce cours).

| Permission | fichier | répertoire |
|----------------------|---|--|
| <i>lecture</i> (r) | lire le contenu du fichier | lister le contenu du répertoire |
| <i>écriture</i> (w) | écrire dans le fichier | supprimer/renommer/créer des fichiers dans le répertoire |
| <i>exécution</i> (x) | exécuter le fichier (si c'est un programme) | rentrer dans le répertoire |

```
$ ls -l
drwxr-x--- 9 kim prof 4096 Sep  7 21:31 Documents
```

28 / 38

La commande *chmod*

```
chmod permissions chemin1 ... cheminn
```

modifie les permissions des fichiers 1 à n. La chaîne *permissions* est soit une suite de modifications de permissions *symbolique* soit l'ensemble des permissions données de manière *numérique*:

```
chmod 755 fichier.txt
chmod u-w,a+x,g=w fichier.txt
```

29 / 38

Permissions symboliques

cible modifieur permission

- ◆ *cible* : u (utilisateur), g (groupe), o (others), a (all)
- ◆ *modifieur* : + (autorise), - (interdit), = (laisse inchangé)
- ◆ *permission* : r (lecture), w (écriture), x (exécution)

Exemple:

```
chmod u+rw,u-x,g+r,g-wx,o-rwx fichier.txt
```

31 / 38

Permissions numériques

On groupe les *bits* de permissions par trois puis on convertit en décimal:

| Utilisateur | | | Groupe | | | Autres | | |
|-------------|---|---|--------|---|---|--------|---|---|
| r | w | x | r | w | x | r | w | x |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | | | 4 | | | 0 | | |

Dans cet exemple 110_2 (lu en base 2) fait 6 en base 10, 100_2 fait 4 et 000_2 fait 0.

Rappel : $110_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 6$

Le fichier est lisible et modifiable mais pas exécutable par son propriétaire, lisible pour le groupe. Les autres ne peuvent ni le lire ni le modifier.

30 / 38

Liens symboliques (1)

Pour des raisons d'organisation, on veut pouvoir « voir » le même fichier ou répertoire sous deux noms différents (ou à deux endroits différents). Par exemple:

```
$ ls -l Documents/Cours
total 8
drwxr-xr-x 3 kim prof 4096 Sep  9 11:30 Licence
drwxr-xr-x 3 kim prof 4096 Sep  9 11:30 Master
```

```
$ cd Documents/Cours/Master; ls
Compilation  LangagesDynamiques
```

```
$ cd LangagesDynamiques; ls
cours01 cours02 cours03 cours04 cours05 cours06 Prereq
```

```
$ ls -l Prereq
lrwxrwxrwx 1 kim prof 28 Sep  9 11:30 Prereq -> ../../Licence/IntroInfo/
```

32 / 38

La commande **ln** permet de créer des *liens symboliques*. Un lien est un petit fichier qui contient un *chemin* vers un fichier de destination.

Exemple d'utilisation

```
$ ln -s ../foo/bar/baz/toto.txt rep/titi.txt
```

crée un lien vers le fichier **toto.txt** sous le nom **titi.txt** (chacun placé dans des sous/sur répertoires)

- ◆ Ouvrir/modifier le lien ⇒ ouvre/modifie la cible
- ◆ Supprimer le lien ⇒ supprime le lien mais pas la cible
- ◆ Si la cible est un répertoire, faire **cd** nous place « dans » la cible, mais le répertoire parent est celui d'où l'on vient

Cela permet de créer l'illusion que la cible a été copiée à l'identique, sans les inconvénients

Sous Windows : les liens s'appellent des « raccourcis »

Obtenir de l'aide sur une commande

La commande **man** permet d'obtenir de l'aide sur une commande. Lors qu'une page d'aide est affichée, on peut la faire défiler avec les touches du clavier, la quitter avec « **q** » et rechercher un mot avec la touche « **/** »

```
LS(1L)          Manuel de l'utilisateur Linux          LS(1L)
NOM
  ls, dir, vdir - Afficher le contenu d'un répertoire.
SYNOPSIS
  ls [options] [fichier...]
Options POSIX : [-1acdilqrstuCFR]
Options GNU (forme courte) : [-1abcdfgiklmnopqrstuxABCD
FGLNQRSUX] [-w cols] [-T cols] [-I motif] [--full-time]
[--format={long,verbose,commas,across,vertical,single-col
umn}]
[--sort={none,time,size,extension}]
[--time={atime,access,use,ctime,status}]
[--color={none,auto,always}] [--help] [--version] [--]
DESCRIPTION
  La commande ls affiche tout d'abord l'ensemble de ses
arguments fichiers autres que des répertoires. Puis ls
affiche l'ensemble des fichiers contenus dans chaque
répertoire indiqué. dir et vdir sont des versions de ls
affichant par défaut leurs résultats avec d'autres for
mats.
```

La commande **rm fichier** efface un fichier définitivement

La commande **rm -d rep** efface un répertoire s'il est vide

La commande **rm -r rep** efface un répertoire récursivement mais demande confirmation avant d'effacer des éléments

La commande **rm -rf rep** efface un répertoire récursivement et sans confirmation

Toute suppression est définitive

Gag classique :

```
$ mkdir \~
...
$ ls
Documents Photos Musique ~
$ rm -rf ~
👻 👻 👻 👻 👻 👻
```

Recherche de fichiers

La commande **find rep critères** permet de trouver tous les fichiers se trouvant dans le répertoire **rep** (ou un sous répertoire) et répondant à certains critères. Exemples de critères :

- ◆ **-name '*toto*** dont le nom contient **toto**
- ◆ **-iname '*toto*** pareil, mais insensible à la casse
- ◆ **-size +200M** dont la taille sur le disque est supérieure à 200 Mo
- ◆ **c₁ -a c₂** pour lesquels les critères **c₁** et **c₂** sont vrais
- ◆ **c₁ -o c₂** pour lequel l'un au moins des critères **c₁** et **c₂** est vrais
- ◆ **-user toto** qui appartiennent à l'utilisateur **toto**
- ◆ **-exec cmd {} \;** pour exécuter **cmd** sur chaque fichier trouvé. La chaîne **{}** est remplacée par le nom de fichier et **\;** sert à marquer la fin de commande.

Comment trouver toutes les options de la commande **find** ? **man find**

Recherche de fichiers (exemples)

Trouver tous les fichiers (dans un sous-répertoire) du répertoire courant dont le *nom se finit par .jpg* et dont la taille *est supérieure à 1 Mo*

```
find . -name '*.jpg' -a -size +1M
```

Trouver tous les fichiers (dans un sous-répertoire) du répertoire courant dont le *nom se finit par .mpg* (sans tenir compte de la casse) et dont la taille *est supérieure à 10 Mo*, et *rajouter l'extension .bak à ces fichiers*

```
find . -iname '*.mpg' -a -size +10M -exec mv {} {}.bak \;
```

Quelques commandes utiles

- ◆ **cat fichier** : permet d'afficher le contenu d'un fichier dans le terminal
- ◆ **less fichier** : permet de lire le contenu d'un fichier (avec défilement en utilisant les flèches du clavier si le fichier est trop grand)
- ◆ **sort fichier** : permet d'afficher les lignes d'un fichier triées (on peut spécifier des options de tri)
- ◆ **file fichier** : permet de connaître le type d'un fichier
- ◆ **wc fichier** : permet de compter le nombre de caractères/mots/lignes d'un fichier
- ◆ **head fichier** : permet de garder les *n* premières lignes d'un fichier

On verra comment composer ces commandes pour exécuter des opérations complexes