I2181-B
LINUX :
APPELS SYSTÈME

IO

QUOI ?

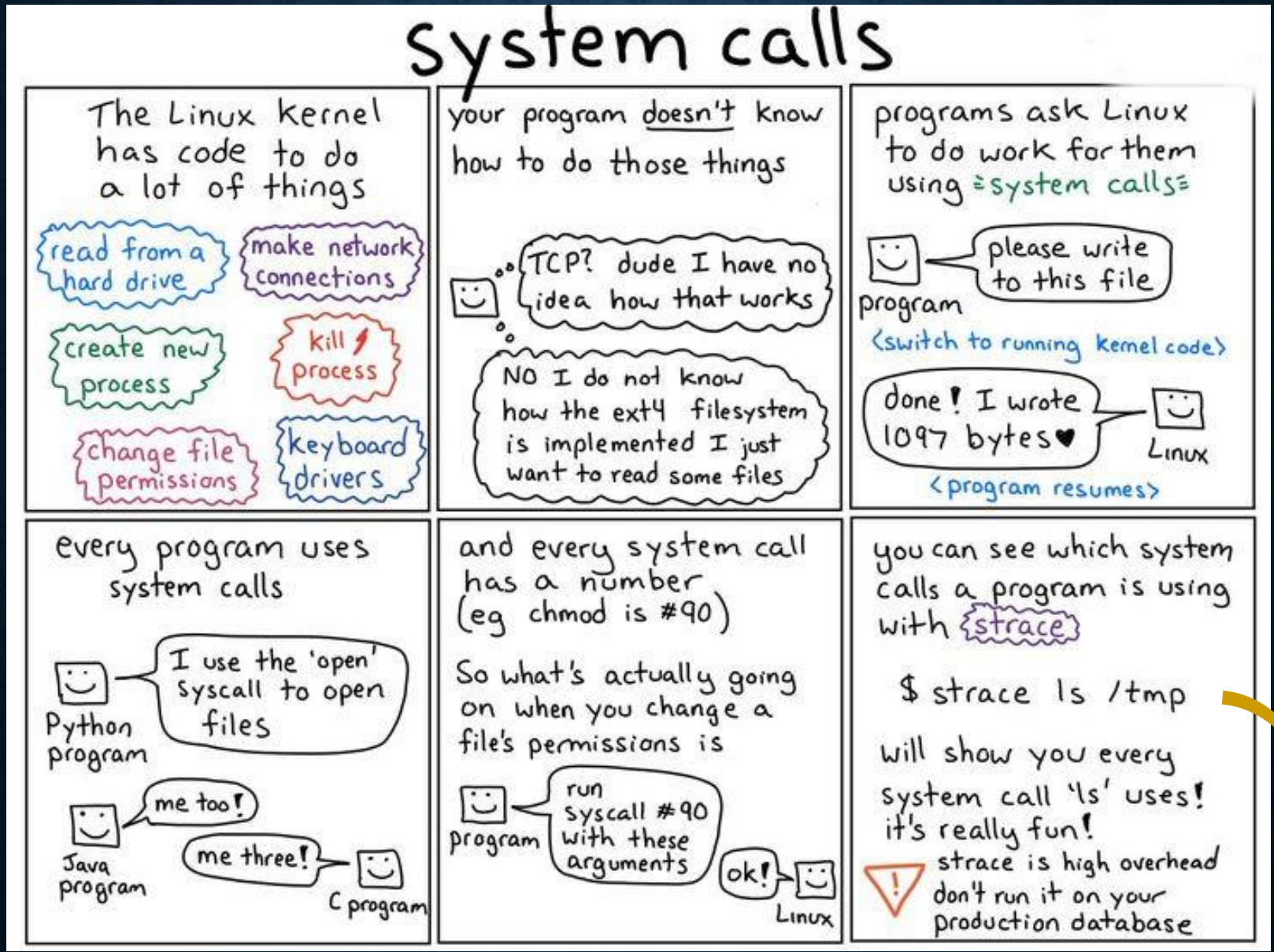
- Appels système (*system calls* ou *syscalls*) :

  « En informatique, un appel système désigne le moment où un programme s'interrompt pour demander au système d'exploitation d'accomplir pour lui une certaine tâche. »

- En Linux (UNIX System V version)

  → manuel : `man 7 standards`

- Programmes écrits en langage C



Cfr. script *lastrace.sh* qui n'affiche que les syscalls présentés à ce cours

GÉNÉRALITÉS

- Manuel Linux :

  tous les appels système: `man 2 syscalls`

  appel système *name*: `man 2 name`

  Thèmes : `open/close - read/write - fork - exec - pipe - signals - shared memory - semaphores - poll - sockets`

- **Vérifier systématiquement le retour des syscalls**

  → éviter un arrêt brutal

  (utiliser les fonctions *check* du module *utils* fourni)

GÉNÉRALITÉS

- On vous demande de travailler uniquement en Linux
- Distribution Linux Ubuntu ≥ LTS 22.04

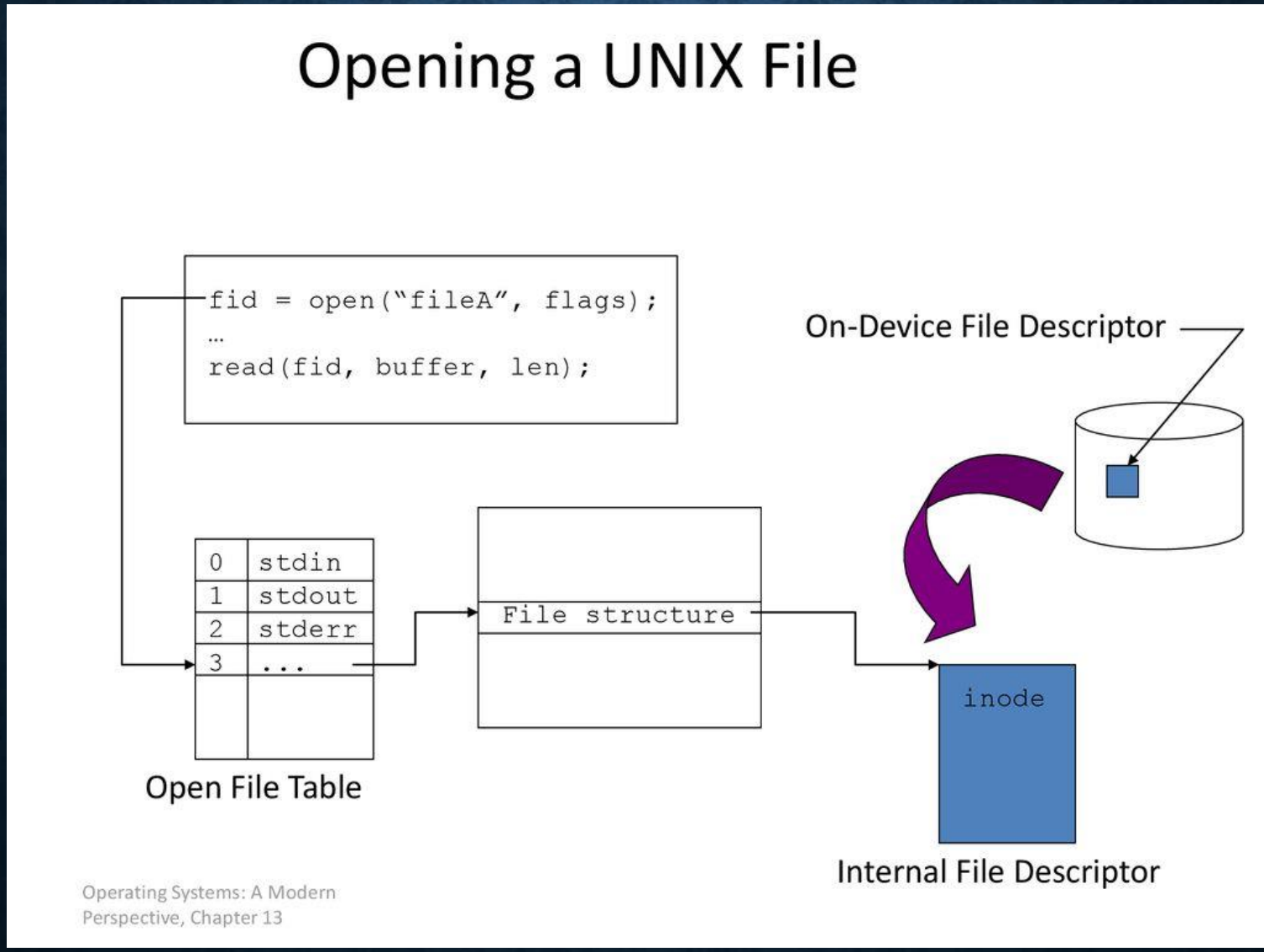
  Après installation, commande shell :

  ```
  sudo apt install build-essential
  ```

- *makefile* **obligatoire**
- Compilation en C :

  ```
  gcc -std=c11 -pedantic -Wall -Wvla -Werror
      -Wno-unused-variable
      -D_DEFAULT_SOURCE
  ```

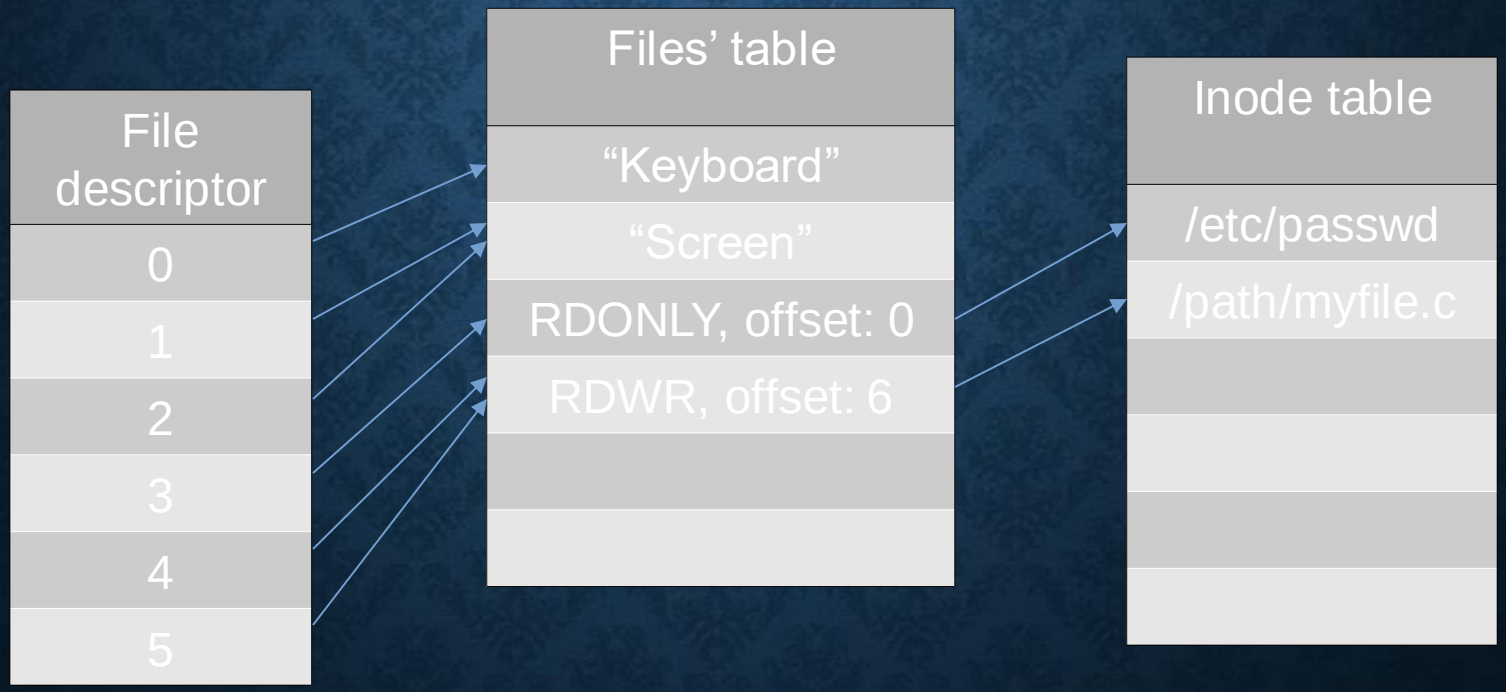
LES FICHIERS EN LINUX



GESTION DES FILE DESCRIPTORS

- Gestion des file descriptors (fd) utilise trois tables :
  - Table des fd : nb entiers positifs, une table par processus
  - Table des fichiers : permissions et offset de chaque fd utilisé, table globale
  - Inode table : "path" des fichiers, table globale

GESTION DES FILE DESCRIPTORS



GESTION DES FILE DESCRIPTORS

- Appel système `open` associe un fd vers une ressource (table des fichiers)
- Plusieurs fd peuvent pointer la même ressource dans la table des fichiers
- Appel système `close` libère le fd. Si c'est la dernière référence vers une ressource, celle-ci est libérée

OPEN

- Commande l'ouverture d'un fichier.

  Création du fichier optionnelle.

- ```
  int open (const char *pathname,
            int flags, mode_t mode)
  ```

  où **pathname** : absolute or relative name

  flags : access mode | creation | file status

  mode : définir droits d'accès (optionnel)
  ```

HEADERS

```
#include <sys/types.h>

#include <sys/stat.h>

#include <fcntl.h>
```

PATHNAME

- Chaîne de caractères
- Absolu : commence par « / » → chemin complet à partir de la racine
- Relatif : ne commence pas par « / » → chemin à partir du répertoire de travail courant

FLAGS

- Nombre entier
- Constantes séparées par opérateur **|** (« bitwise or »)
- Mode d'accès : `O_RDONLY` ou `O_WRONLY` ou `O_RDWR`
- Création : `O_CREAT` crée le fichier s'il n'existe pas
- Effacement du contenu : `O_TRUNC`, le fichier est vidé (pas supprimé)
- …

MODE

- Type `mode_t` défini dans `<stat.h>`
- *bitwise or* de masques binaires de permissions, définis dans `<stat.h>`
- Soient « r » = read permission – valeur 4
  « w » = write permission – valeur 2
  « x » = execute permission – valeur 1

MODE

- Chaque permission est octroyée pour le propriétaire (*user*), son groupe (*group*) et les autres (*others*)
- Mode = nb octal de 4 chiffres

  1er chiffre = 0

  2ième chiffre = somme des permissions « user »

  3ième chiffre = somme des permissions « group »

  4ième chiffre = somme des permissions « others »

MODE

- Exemples :

  0644 signifie

  6 = 4 + 2 + 0, soit rw_ pour *user*

  4 = 4 + 0 + 0, soit r__ pour *group*

  4 = 4 + 0 + 0, soit r__ pour *others*

  0750 signifie

  7 = 4 + 2 + 1, soit rwx pour *user*

  5 = 4 + 0 + 1, soit r_x pour *group*

  0 = 0 + 0 + 0, soit ___ pour *others*

MODE

- Mode a un effet uniquement lorsqu'un nouveau fichier est créé, p.ex. avec `O_CREAT`
- Doc : *man 2 chmod*

RESULTAT

- *open* renvoie un nouveau *file descriptor* (*fd*) vers le fichier, ou -1 en cas d'erreur.
- Le *fd* identifie un canal de communication avec le fichier.
- Trois valeurs standards (`<unistd.h>`) :

  fd = 0 pour le flux d'entrée standard (`STDIN_FILENO`)

  fd = 1 pour le flux de sortie standard (`STDOUT_FILENO`)

  fd = 2 pour le flux d'erreur standard (`STDERR_FILENO`)

RESULTAT

- En cas d'erreur, la variable `int errno` (définie dans `<errno.h>`) identifie l'erreur.
- Par exemple, `errno=EACCES` si problème d'autorisation d'accès à la ressource.
- Cf. `man errno`
- `Cf. man perror`

CLOSE

- Commande la fermeture d'un *fd*.

  Attention, une ressource est « libérée » lorsque tous les *fd* ouverts ont été fermés !

- « Libération » d'un fd aussi quand dernier processus qui utilise le fichier se termine, MAIS **mauvaise pratique** !

CLOSE

```
#include <unistd.h>

int close(int fd)
```

- Renvoie 0 si ok, -1 si erreur.
- Par exemple, `errno=EIO` si erreur I/O.

READ

```
#include <unistd.h>

ssize_t read(int fd, void *buf,
             size_t count)
```

- Lecture de max `count` bytes sur `fd` et stockage dans `*buf`.
- Renvoie le nombre d'octets lus. Renvoie 0 si fin de fichier (**EOF**). Renvoie -1 si erreur.
- **Pas de bufferisation**

READ

- `size_t` est un type entier non signé, plate-forme dépendant, permettant de représenter toute taille d'un objet stocké en mémoire.
- `ssize_t` équivaut à un signed `size_t`, permettant de recevoir un nombre négatif en cas d'erreur.

WRITE

```
#include <unistd.h>

ssize_t write(int fd, const void *buf,
              size_t count)
```

- Écriture de max `count` bytes sur `fd` à partir de `*buf`.
- Renvoie le nombre d'octets écrits. Renvoie -1 si erreur.
- **Pas de bufferisation**

READ/WRITE

- En cas d'erreur, `errno` identifie l'erreur.
- Par exemple, `errno=EIO` si erreur I/O.

  D'autres erreurs seront passées en revue plus tard …

EXEMPLE

- Ouvrir fichier (nom = « test ») en le vidant
- Créer fichier si nécessaire
- Lire lignes sur entrée standard et écrire dans fichier
- Fermer le fichier
- Rouvrir le fichier
- Lire lignes dans fichier et écrire sur sortie standard

→ **Voir archive *`LAS_01_exemple`* et *`lastrace.sh`***

`wget http://courslinux.vinci.be/~alegrand/lastrace.sh`