

# Systemes d'exploitation, réseaux, virtualisation : concepts de base

Sergiu IVANOV

`sergiu.ivanov@u-pec.fr`

Les diapos disponibles en ligne :

`http://lacl.fr/~sivanov/doku.php?id=fr:  
cours\_de\_systemes\_et\_reseaux`



# Concepts de base

- ▶ Système d'exploitation
  - ▶ gère les ressources matériel et logiciel
  - ▶ offre des services communs aux applications utilisateur
  
- ▶ Réseau
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- ▶ Virtualisation

# Concepts de base

- ▶ Système d'exploitation
  - ▶ gère les ressources matériel et logiciel
  - ▶ offre des services communs aux applications utilisateur
- ▶ Réseau
  - ▶ ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations
- ▶ Virtualisation

# Concepts de base

- ▶ **Système d'exploitation**
  - ▶ **gère** les **ressources** matériel et logiciel
  - ▶ **offre** des **services** communs **aux applications** utilisateur
  
- ▶ **Réseau**
  - ▶ ensemble d'équipements **reliés** entre eux pour **échanger** des **informations**
  
- ▶ **Virtualisation**
  - ▶ création des **machines virtuelles** (plus ou moins)

# Concepts de base

- ▶ Système d'exploitation
  - ▶ gère les ressources matériel et logiciel
  - ▶ offre des services communs aux applications utilisateur

# Systèmes d'exploitation : exemples

Linux, Mac OS, Windows, Ubuntu 15.10, Ubuntu 12.10,  
CentOS, Windows 8, Windows 10, ...

Sont-ce des systèmes d'exploitation ?

# Systèmes d'exploitation : exemples

Linux, Mac OS, Windows, Ubuntu 15.10, Ubuntu 12.10, CentOS, Windows 8, Windows 10, ...

Sont-ce des systèmes d'exploitation ?

- ▶ Familles de systèmes
  - ▶ Linux, Windows, Mac OS

# Systèmes d'exploitation : exemples

Linux, Mac OS, Windows, Ubuntu 15.10, Ubuntu 12.10, CentOS, Windows 8, Windows 10, ...

Sont-ce des systèmes d'exploitation ?

- ▶ Familles de systèmes
  - ▶ Linux, Windows, Mac OS
- ▶ Versions du même système
  - ▶ Ubuntu 15.10, Windows 10

# Systèmes d'exploitation : exemples

Linux, Mac OS, Windows, Ubuntu 15.10, Ubuntu 12.10, CentOS, Windows 8, Windows 10, ...

## Sont-ce des systèmes d'exploitation ?

- ▶ Familles de systèmes
  - ▶ Linux, Windows, Mac OS
- ▶ Versions du même système
  - ▶ Ubuntu 15.10, Windows 10
- ▶ Distributions de Linux
  - ▶ Ubuntu, CentOS, ArchLinux

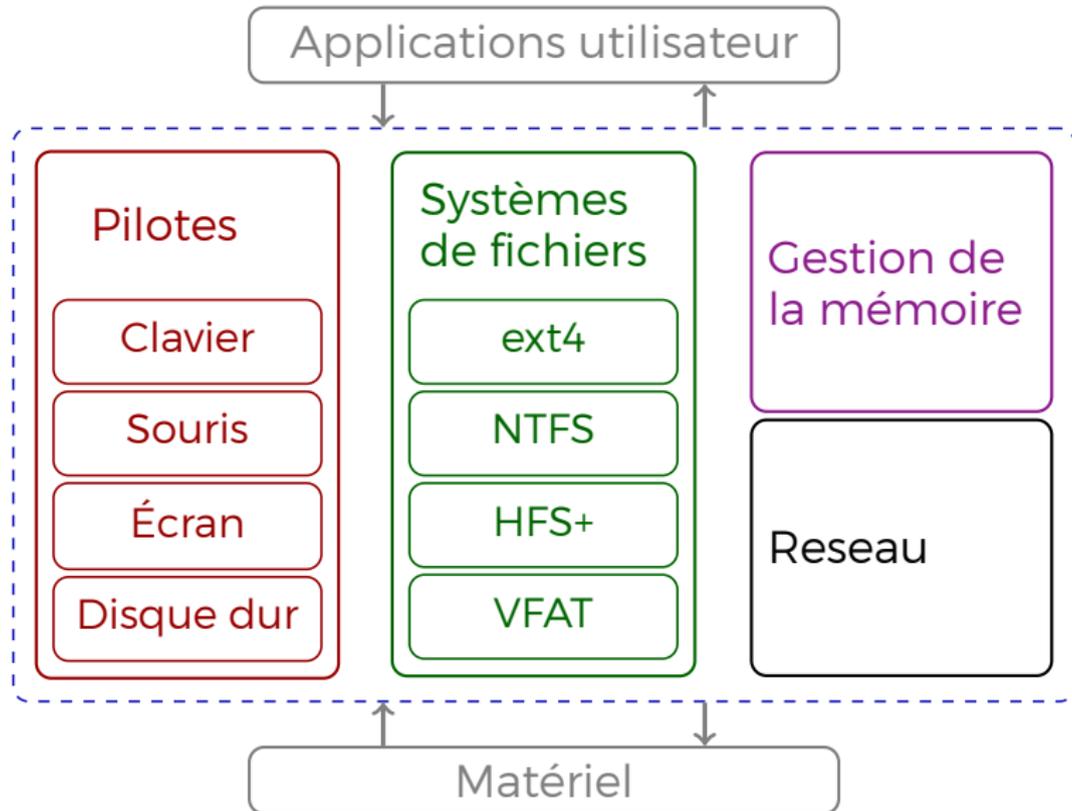
## Systèmes d'exploitation : questions pièges

Pourquoi avoir des systèmes d'exploitation ?

Pourquoi y en a autant ?

Quelles sont les différences ?

# Les composants d'un système d'exploitation



# Pilotes : gestion des périphériques

Instructions logiciel  $\implies$  signaux électroniques

Signaux électroniques  $\implies$  instructions logiciel

## Pilotes : gestion des périphériques

Instructions logiciel  $\implies$  signaux électroniques

Signaux électroniques  $\implies$  instructions logiciel

Instructions logiciel  $\neq$  signaux électroniques ?

## Pilotes : gestion des périphériques

Instructions logiciel  $\implies$  signaux électroniques

Signaux électroniques  $\implies$  instructions logiciel

Instructions logiciel  $\neq$  signaux électroniques ?

Un pilote offre un modèle abstrait (logiciel)  
du périphérique

Deux flux d'objets: en entrée et en sortie

# Pilotes : dispositifs caractère et bloc

(terminologie Unix)

## Dispositifs caractère

- ▶ vus comme des flux de d'octets
- ▶ souris, clavier, écran, ...

# Pilotes : dispositifs caractère et bloc

(terminologie Unix)

## Dispositifs caractère

- ▶ vus comme des flux de d'octets
- ▶ souris, clavier, écran, ...

## Dispositifs bloc

- ▶ vus comme des flux de blocs d'octets
- ▶ tous les blocs ont la même taille
- ▶ dispositifs de stockage

# Pilotes : dispositifs caractère et bloc

(terminologie Unix)

## Dispositifs caractère

- ▶ vus comme des flux de d'octets
- ▶ souris, clavier, écran, ...

## Dispositifs bloc

- ▶ vus comme des flux de blocs d'octets
- ▶ tous les blocs ont la même taille
- ▶ dispositifs de stockage

Comment une webcam sera-t-elle représentée ? :-)

# Pilotes : dispositifs caractère et bloc

(terminologie Unix)

## Dispositifs caractère

- ▶ vus comme des flux de d'octets
- ▶ souris, clavier, écran, ...

## Dispositifs bloc

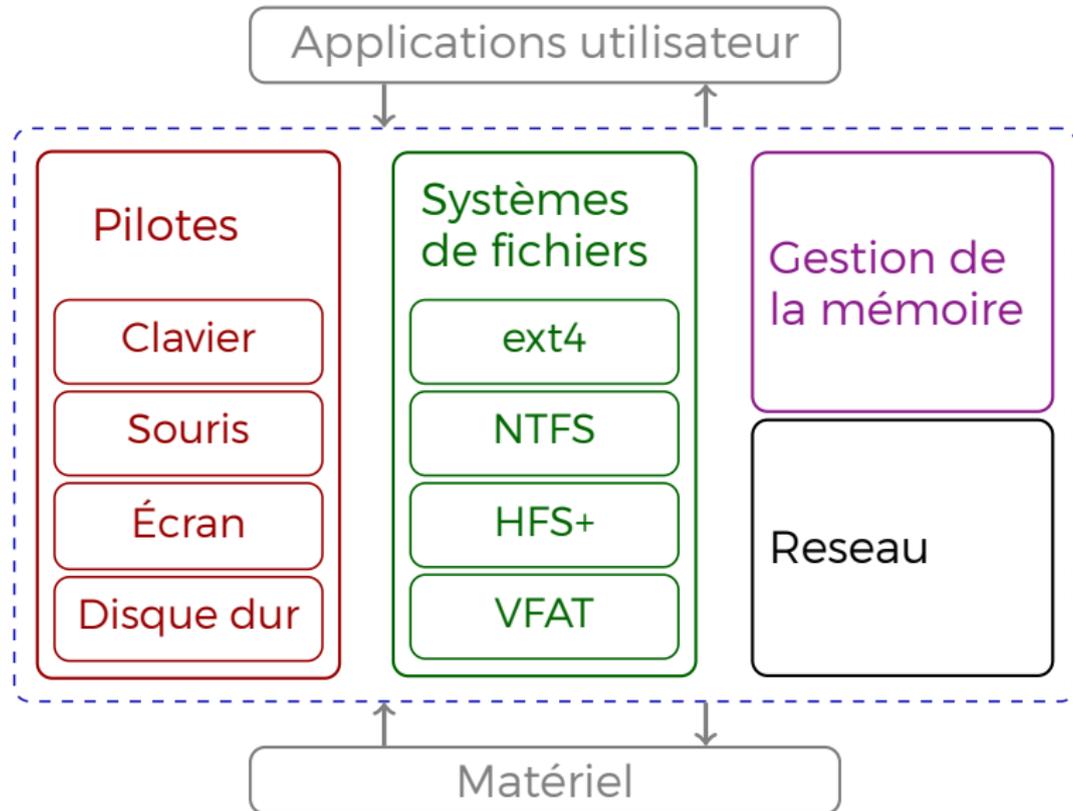
- ▶ vus comme des flux de blocs d'octets
- ▶ tous les blocs ont la même taille
- ▶ dispositifs de stockage

Comment une webcam sera-t-elle représentée ? :-)  
(dispositif caractère)

# Pilotes : question piège

Qu'est-ce qu'un pilote ?

# Rappel : les composants d'un OS



# Systèmes de fichiers : vue générale

Comment les **données** sont-elles stockées ?

# Systèmes de fichiers : vue générale

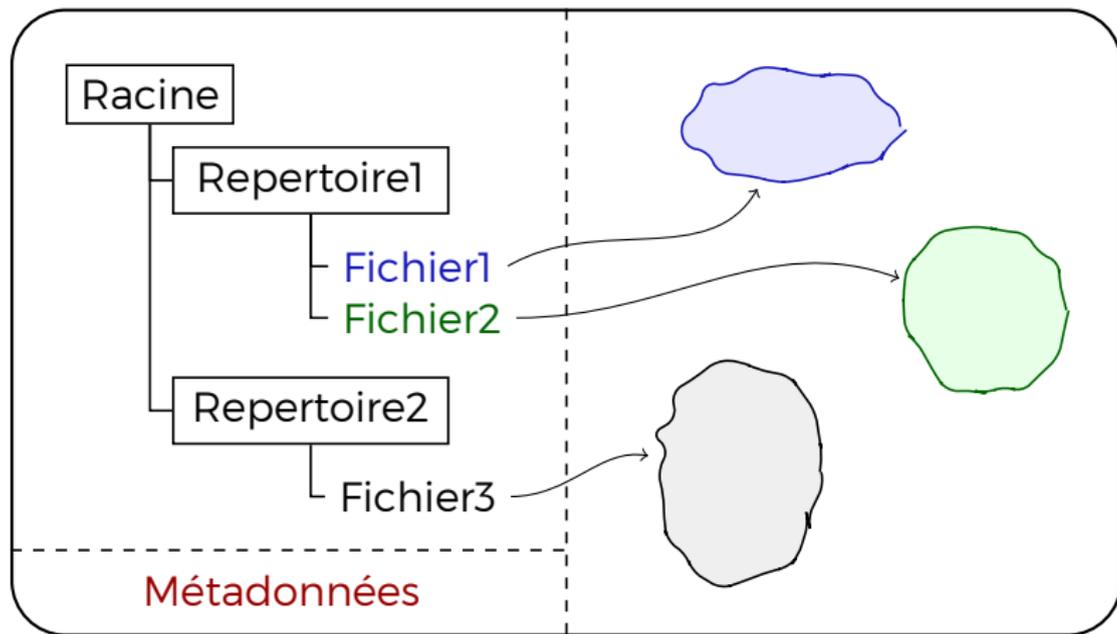
Comment les **données** sont-elles stockées ?

Qu'est-ce qu'un **fichier** ?

# Systemes de fichiers : vue generale

Comment les **donnees** sont-elles stockees ?

Qu'est-ce qu'un **fichier** ?



# Systèmes de fichiers : concepts de base

Un système de fichiers est une structure sur un support de stockage.

# Systèmes de fichiers : concepts de base

Un système de fichiers est une structure sur un support de stockage.

- ▶ représentation de l'arbre des répertoires
- ▶ le contenu des fichiers
- ▶ les métadonnées

# Systèmes de fichiers : concepts de base

Un **système de fichiers** est une **structure** sur un support de stockage.

- ▶ représentation de l'**arbre** des répertoires
- ▶ le **contenu** des fichiers
- ▶ les **métadonnées**

La partie d'un système d'exploitation qui s'occupe de systèmes de fichiers est le **gestionnaire de systèmes de fichiers** (surprise).

# Systèmes de fichiers : métadonnées

- ▶ **Type** du système de fichiers
- ▶ **Nombre** de fichiers/répertoires
- ▶ **Position** à partir de laquelle le contenu des fichiers est localisé

# Systèmes de fichiers : métadonnées

- ▶ **Type** du système de fichiers
- ▶ **Nombre** de fichiers/répertoires
- ▶ **Position** à partir de laquelle le contenu des fichiers est localisé
- ▶ **Journal**
  - ▶ écrire ce que l'on **compte** faire

# Systèmes de fichiers : métadonnées

- ▶ **Type** du système de fichiers
- ▶ **Nombre** de fichiers/répertoires
- ▶ **Position** à partir de laquelle le contenu des fichiers est localisé
- ▶ **Journal**
  - ▶ écrire ce que l'on **compte** faire
  - ▶ en cas de **panne**, **refaire** les actions qui étaient censées être faites

# Systèmes de fichiers : métadonnées

- ▶ **Type** du système de fichiers
- ▶ **Nombre** de fichiers/répertoires
- ▶ **Position** à partir de laquelle le contenu des fichiers est localisé
- ▶ **Journal**
  - ▶ écrire ce que l'on **compte** faire
  - ▶ en cas de **panne**, **refaire** les actions qui étaient censées être faites
  - ▶ éviter des **inconsistances**

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

**Pourquoi** les nom de fichiers ont-ils des extensions ?

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

**Pourquoi** les nom de fichiers ont-ils des **extensions** ?

Une **extension** est une **indication** du type du fichier.

Cette indication **n'est pas contractuelle** !

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

**Pourquoi** les nom de fichiers ont-ils des **extensions** ?

Une **extension** est une **indication** du type du fichier.

Cette indication **n'est pas contractuelle** !

Un nom de fichier peut-il avoir **plusieurs extensions** ?

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

**Pourquoi** les nom de fichiers ont-ils des **extensions** ?

Une **extension** est une **indication** du type du fichier.

Cette indication **n'est pas contractuelle** !

Un nom de fichier peut-il avoir **plusieurs extensions** ?

archive.tar.bz2

## Extensions de noms de fichiers: courte remarque

windows.exe, big.jpg, me.mp4

**Pourquoi** les nom de fichiers ont-ils des **extensions** ?

Une **extension** est une **indication** du type du fichier.

Cette indication **n'est pas contractuelle** !

Un nom de fichier peut-il avoir **plusieurs extensions** ?

archive.tar.bz2

Y a-t-il des noms de fichier **sans extension** ?

# Systèmes de fichiers : quelques exemples

## Linux

- ▶ ext4
- ▶ Btrfs
- ▶ ReiserFS

## Windows

- ▶ NTFS
- ▶ FAT32

## MacOS

- ▶ HFS
- ▶ HFS+

# Systèmes de fichiers : quelques exemples

## Linux

- ▶ ext4
- ▶ Btrfs
- ▶ ReiserFS

## Windows

- ▶ NTFS
- ▶ FAT32

## MacOS

- ▶ HFS
- ▶ HFS+

## Différences?

- ▶ taille maximale de fichier
- ▶ métadonnées
- ▶ organisation du contenu
- ▶ organisation de l'arbre

# Systèmes de fichiers : quelques exemples

## Linux

- ▶ ext4
- ▶ Btrfs
- ▶ ReiserFS

## Windows

- ▶ NTFS
- ▶ FAT32

## MacOS

- ▶ HFS
- ▶ HFS+

## Différences?

- ▶ taille maximale de fichier
- ▶ métadonnées
- ▶ organisation du contenu
- ▶ organisation de l'arbre

Les différences sont **bas niveau**.

## Grosse question dure

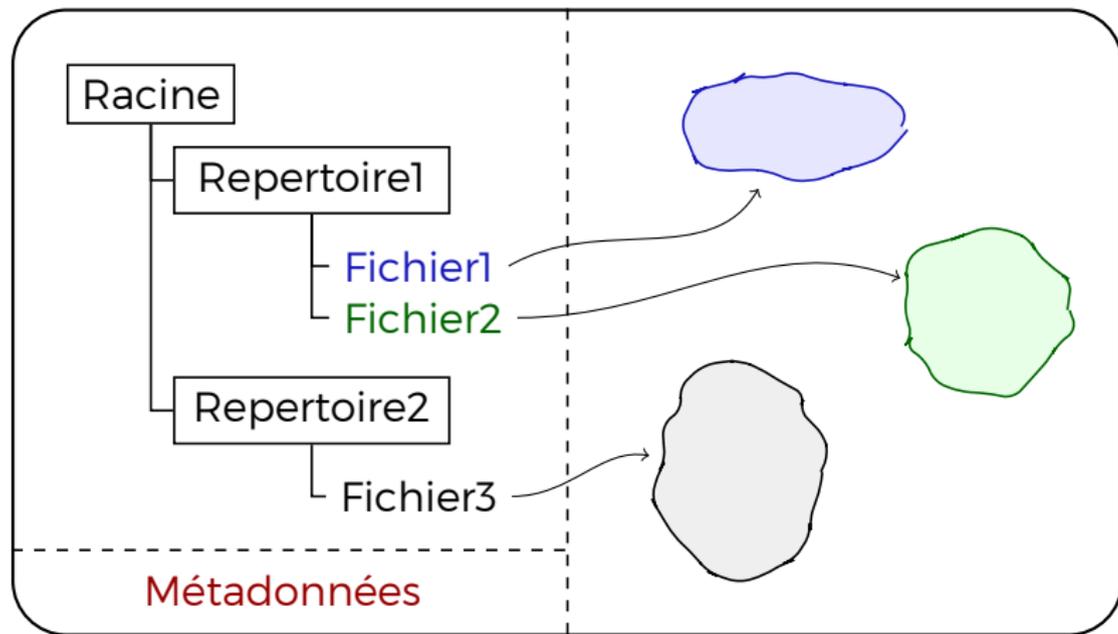
Que veut dire « formater un disque » ?

## Grosse question dure

Que veut dire « formater un disque » ?

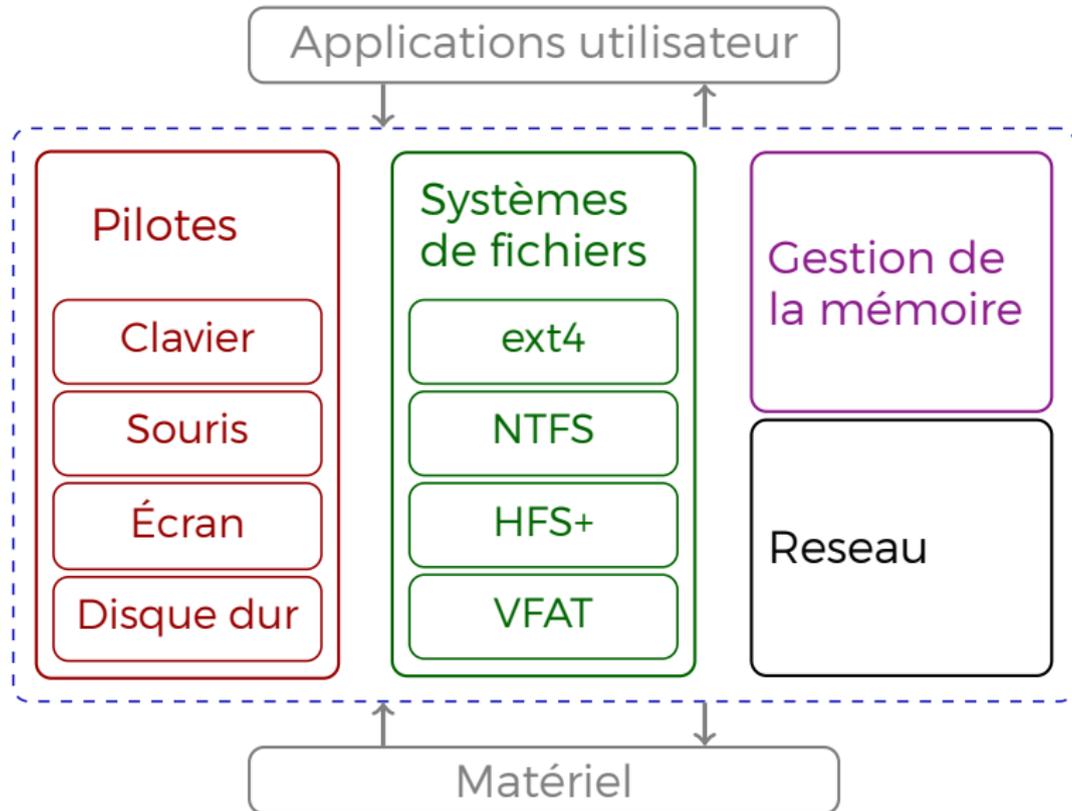
(réinitialiser le système de fichiers)

## Systemes de fichiers : **rappel** et question **piège**



Et si on stockait les données **directement** ?  
(c'est-à-dire **sans** système de fichiers)

## Rappel : les composants d'un OS



# Gestion de la mémoire : quésaco

# Gestion de la mémoire : quésaco

- ▶ Allouer des régions de mémoire aux applications
- ▶ Assurer l'isolation des régions

# Gestion de la mémoire : quésaco

- ▶ Allouer des régions de mémoire aux applications
- ▶ Assurer l'isolation des régions

Qu'est-ce que la mémoire ?

# Gestion de la mémoire : quésaco

- ▶ Allouer des régions de mémoire aux applications
- ▶ Assurer l'isolation des régions

Qu'est-ce que la mémoire ?

- ▶ Mémoire vive (RAM)

# Gestion de la mémoire : quésaco

- ▶ Allouer des régions de mémoire aux applications
- ▶ Assurer l'isolation des régions

Qu'est-ce que la mémoire ?

- ▶ Mémoire vive (RAM)
- ▶ Disque dur

# Gestion de la mémoire : quésaco

- ▶ Allouer des régions de mémoire aux applications
- ▶ Assurer l'isolation des régions

Qu'est-ce que la mémoire ?

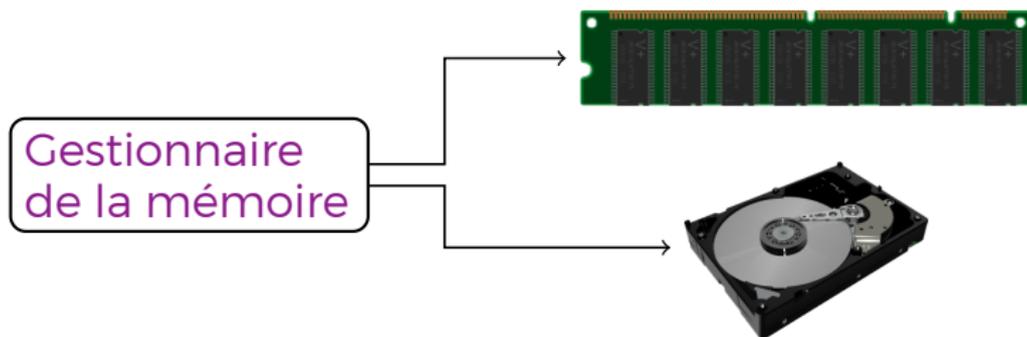
- ▶ Mémoire vive (RAM)
- ▶ Disque dur
- ▶ Supports externes de stockage (clefs et serrures USB)

# Gestion de mémoire : mémoire virtuelle

Que se passe-t-il lorsque la mémoire vive déborde ?

# Gestion de mémoire : mémoire virtuelle

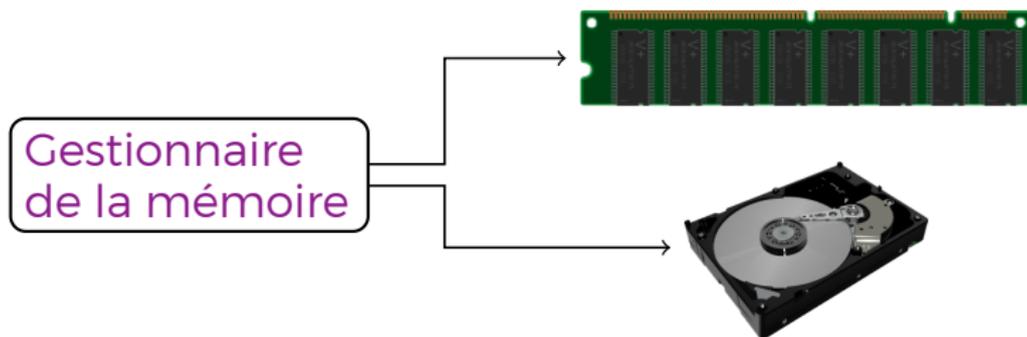
Que se passe-t-il lorsque la mémoire vive déborde ?



Le gestionnaire de la mémoire utilise le disque dur comme extension de la mémoire vive (swapping).

# Gestion de mémoire : mémoire virtuelle

Que se passe-t-il lorsque la mémoire vive déborde ?

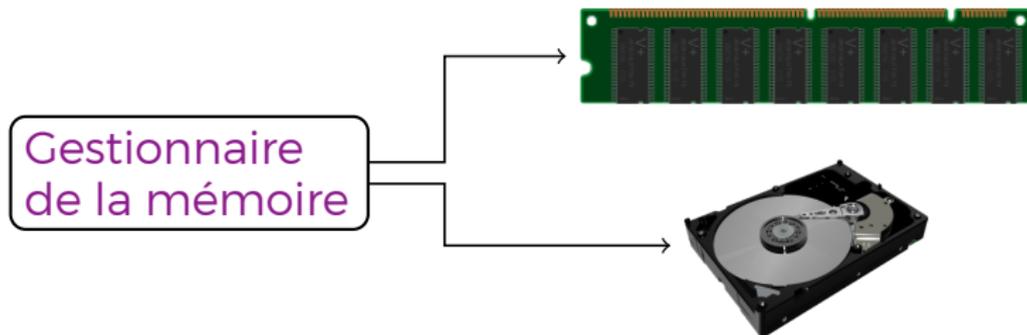


Le gestionnaire de la mémoire utilise le disque dur comme extension de la mémoire vive (swapping).

L'ensemble de régions isolées allouées aux applications sur les deux types de supports est la mémoire virtuelle.

# Gestion de mémoire : mémoire virtuelle

Que se passe-t-il lorsque la mémoire vive déborde ?



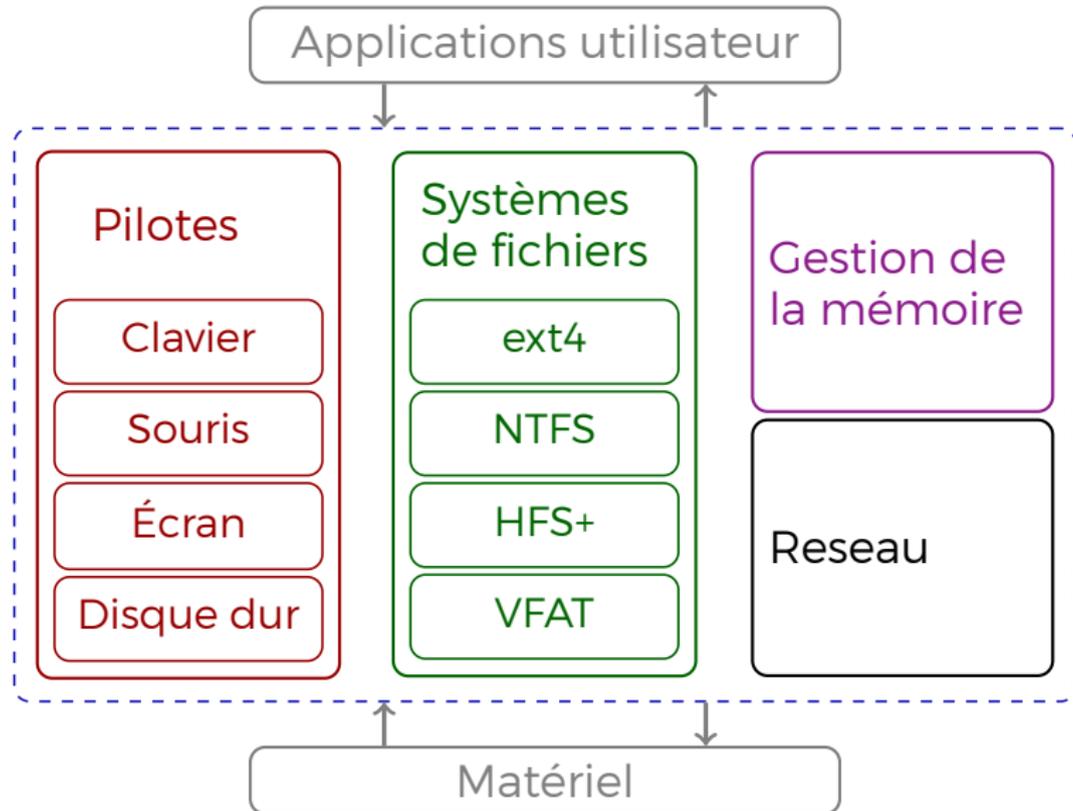
Le gestionnaire de la mémoire utilise le disque dur comme extension de la mémoire vive (swapping).

L'ensemble de régions isolées allouées aux applications sur les deux types de supports est la mémoire virtuelle.

**Attention :** Il ne s'agit pas de la gestion de fichiers sur le disque !

Merci openclipart pour les images !

## Rappel : les composants d'un OS



# Rappel : concepts de base

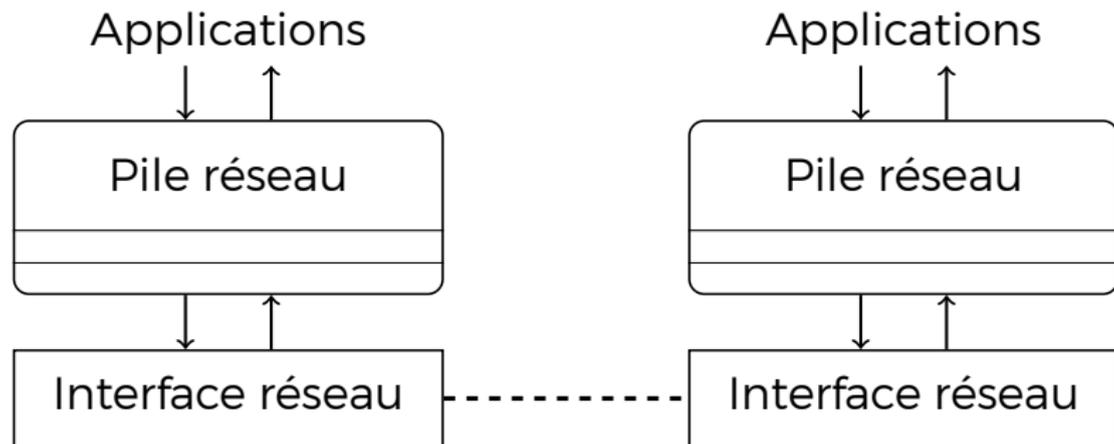
- ▶ **Système d'exploitation**
  - ▶ **gère** les **ressources** matériel et logiciel
  - ▶ **offre** des **services** communs **aux applications** utilisateur
  
- ▶ **Réseau**
  - ▶ ensemble d'équipements **reliés** entre eux pour **échanger** des **informations**
  
- ▶ **Virtualisation**
  - ▶ création des **machines virtuelles** (plus ou moins)

# Rappel : concepts de base

## ▶ Réseau

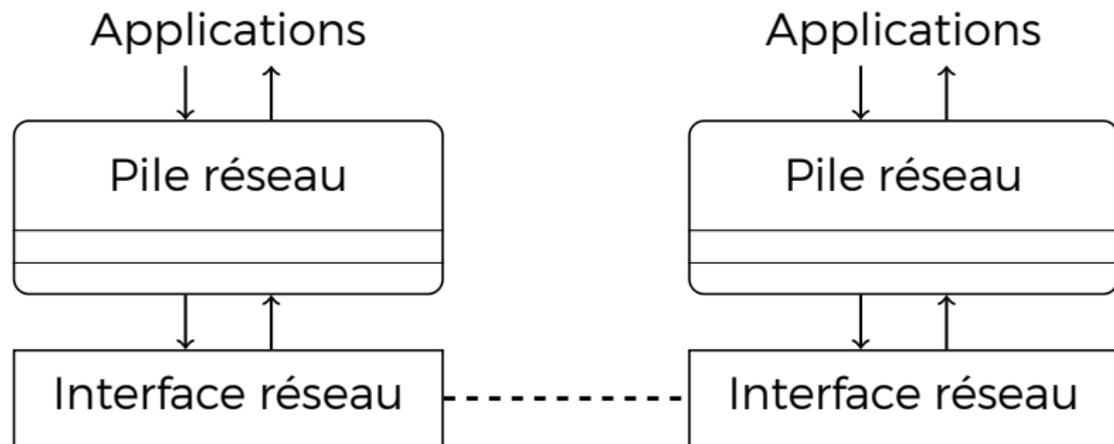
- ▶ ensemble d'équipements **reliés** entre eux pour **échanger** des **informations**

# Réseaux : vision générale



- ▶ câblé
- ▶ sans fil (Wi-Fi)

# Réseaux : vision générale



- ▶ câblé
- ▶ sans fil (Wi-Fi)

Détails sur **pile réseau** un poil **plus tard**.

# Réseaux : échelles

- ▶ Réseau **local** (LAN—Local Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs localisés sur une **superficie** relativement **petite**
  - ▶ échelle locale (foyer, école)

# Réseaux : échelles

- ▶ Réseau **personnel** (PAN—Personal Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs **personnels**
  - ▶ échelle personnelle
  - ▶ Bluetooth
- ▶ Réseau **local** (LAN—Local Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs localisés sur une **superficie** relativement **petite**
  - ▶ échelle locale (foyer, école)

# Réseaux : échelles

- ▶ Réseau **personnel** (PAN—Personal Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs **personnels**
  - ▶ échelle personnelle
  - ▶ Bluetooth
- ▶ Réseau **local** (LAN—Local Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs localisés sur une **superficie** relativement **petite**
  - ▶ échelle locale (foyer, école)
- ▶ Réseau **étendu** (WAN—Wide Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs situés sur une **superficie étendue**
  - ▶ échelle d'une multinationale, un pays, un FAI
    - ▶ FAI = fournisseur d'accès à Internet

# Réseaux : échelles

- ▶ Réseau **personnel** (PAN—Personal Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs **personnels**
  - ▶ échelle personnelle
  - ▶ Bluetooth
- ▶ Réseau **local** (LAN—Local Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs localisés sur une **superficie** relativement **petite**
  - ▶ échelle locale (foyer, école)
- ▶ Réseau **étendu** (WAN—Wide Area Network)
  - ▶ interconnecte des dispositifs situés sur une **superficie étendue**
  - ▶ échelle d'une multinationale, un pays, un FAI
    - ▶ FAI = fournisseur d'accès à Internet
- ▶ **Internet**
  - ▶ le plus grand réseau étendu

# Rappel : concepts de base

- ▶ **Système d'exploitation**
  - ▶ **gère** les **ressources** matériel et logiciel
  - ▶ **offre** des **services** communs aux applications utilisateur
  
- ▶ **Réseau**
  - ▶ ensemble d'équipements **reliés** entre eux pour **échanger** des **informations**
  
- ▶ **Virtualisation**
  - ▶ création des **machines virtuelles** (plus ou moins)

# Rappel : concepts de base

- ▶ Système d'exploitation
  - ▶ gère les ressources matériel et logiciel
  - ▶ offre des services communs aux applications utilisateur

# Systèmes d'exploitation : processus et privilèges

# Systèmes d'exploitation : processus et privilèges

Un processus est un programme en cours d'exécution.

# Systèmes d'exploitation : processus et privilèges

Un processus est un programme en cours d'exécution.

## Processus privilégiés

- ▶ priorité élevée
- ▶ accès à des zones mémoire protégées

# Systemes d'exploitation : processus et privilèges

Un processus est un programme en cours d'exécution.

## Processus privilégiés

- ▶ priorité élevée
- ▶ accès à des zones mémoire protégées

## Processus non privilégiés

- ▶ priorité normale
- ▶ accès restreint à la mémoire
  - ▶ la région associée au processus uniquement

# Systèmes d'exploitation : processus et privilèges

Un processus est un programme en cours d'exécution.

## Processus privilégiés

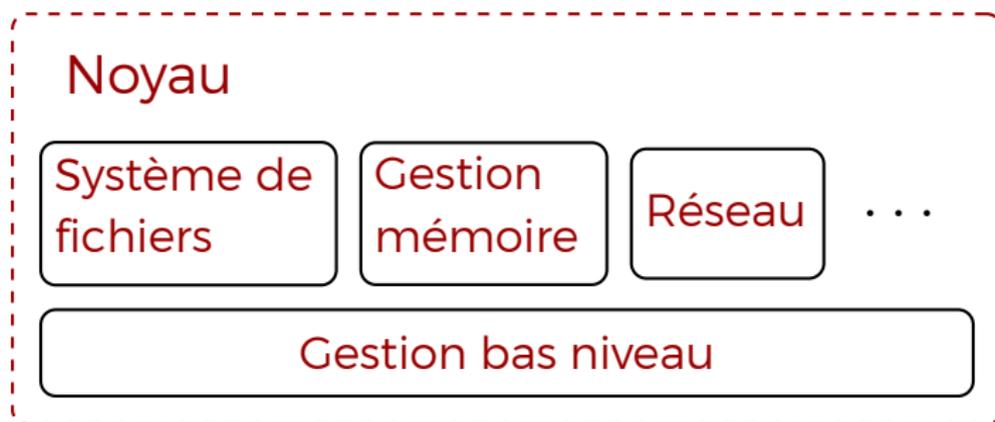
- ▶ priorité élevée
- ▶ accès à des zones mémoire protégées

## Processus non privilégiés

- ▶ priorité normale
- ▶ accès restreint à la mémoire
  - ▶ la région associée au processus uniquement

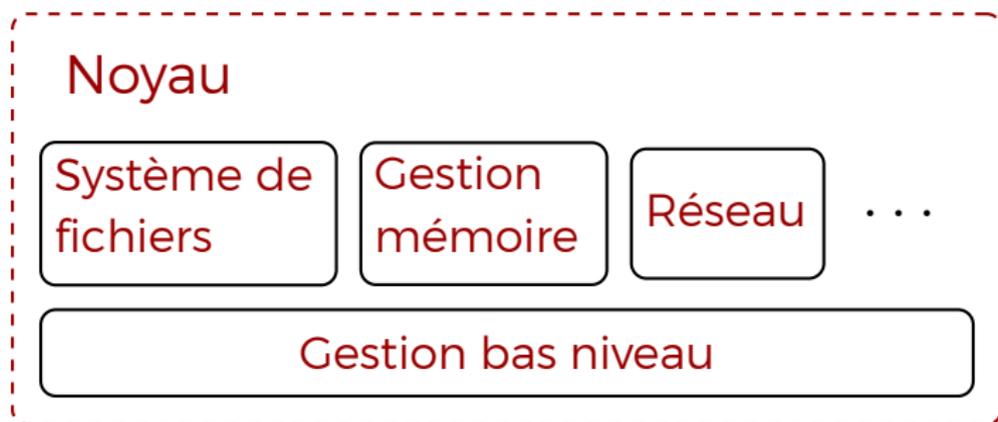
Les processus privilégiés forment le noyau du système d'exploitation.

# Systèmes d'exploitation : noyau monolithique



Tous les composants tournent en **mode privilégié**.

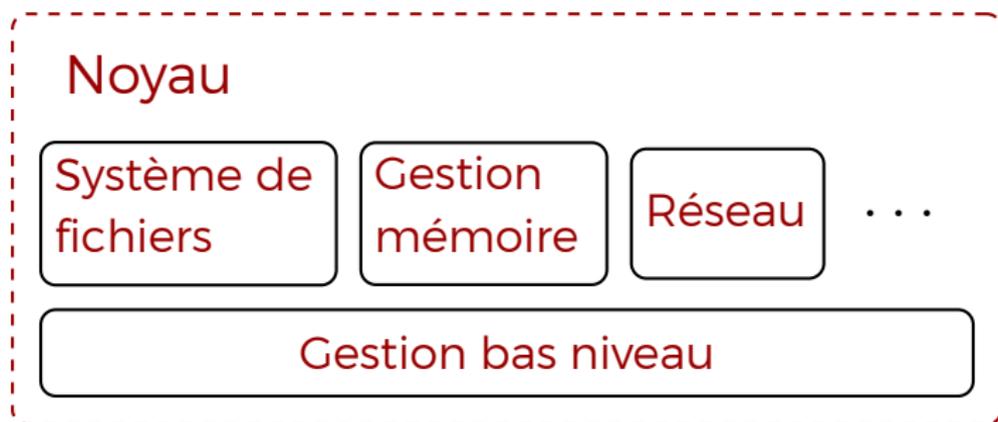
# Systèmes d'exploitation : noyau monolithique



Tous les composants tournent en **mode privilégié**.

- ▶ Communication **directe**  $\implies$  plus **rapide** :-)
- ▶ **Beaucoup** de processus privilégiés  $\implies$  plus **fragile** :-)

# Systèmes d'exploitation : noyau monolithique



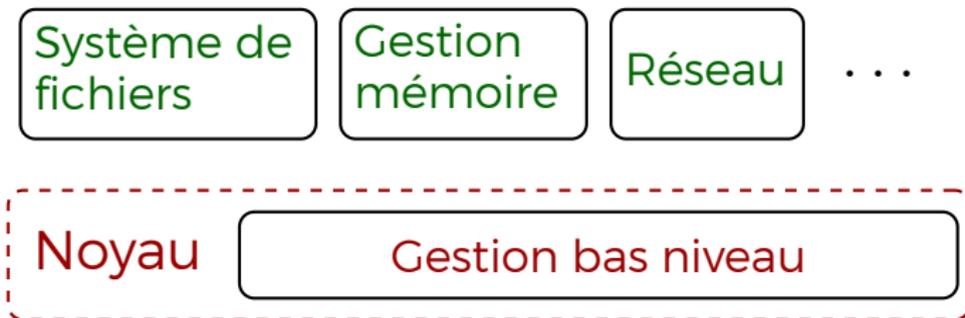
Tous les composants tournent en **mode privilégié**.

- ▶ Communication **directe**  $\implies$  plus **rapide** :-)
- ▶ **Beaucoup** de processus privilégiés  $\implies$  plus **fragile** :-)

(Linux, BSD, systèmes embarqués)

# Systèmes d'exploitation : micronoyau

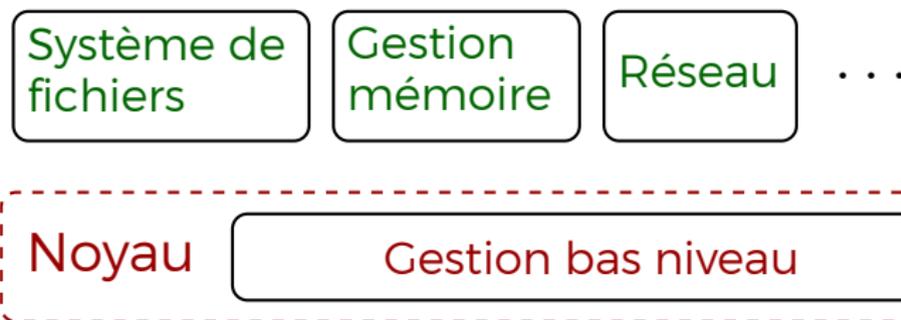
## Mode non privilégié



Tous les composants non critiques tournent en mode non privilégié (grosso modo).

# Systèmes d'exploitation : micronoyau

## Mode non privilégié

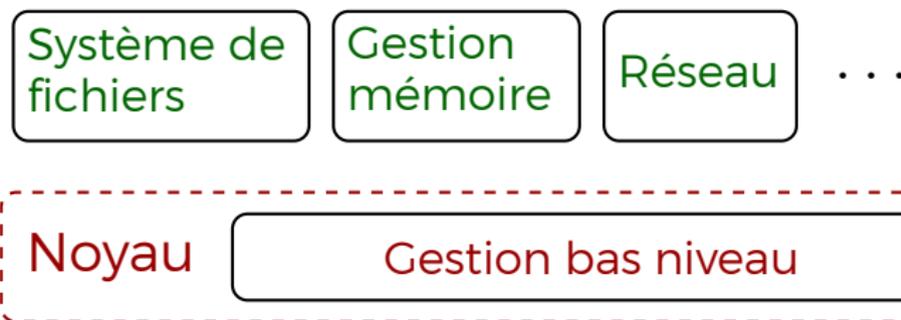


Tous les composants **non critiques** tournent en **mode non privilégié** (grosso modo).

- ▶ Peu de processus privilégiés  $\implies$  plus de **robustesse** :-)
- ▶ Communication **via le noyau**  $\implies$  plus **lente** :-)

# Systèmes d'exploitation : micronoyau

## Mode non privilégié



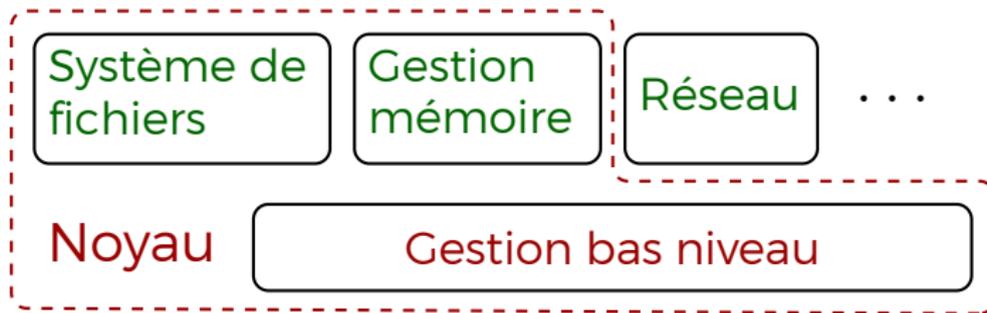
Tous les composants **non critiques** tournent en **mode non privilégié** (grosso modo).

- ▶ Peu de processus privilégiés  $\implies$  plus de **robustesse** :-)
- ▶ Communication **via le noyau**  $\implies$  plus **lente** :-)

(MINIX, QNX, GNU Hurd)

# Systèmes d'exploitation : noyau hybride

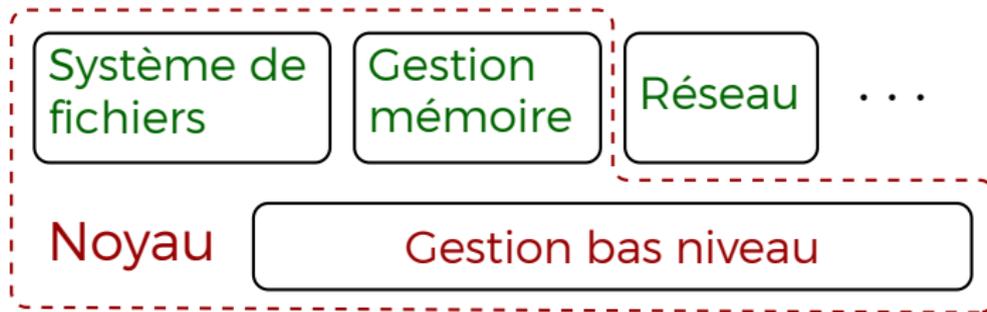
## Mode non privilégié



Certains composants tournent en **mode privilégié**.

# Systèmes d'exploitation : noyau hybride

## Mode non privilégié

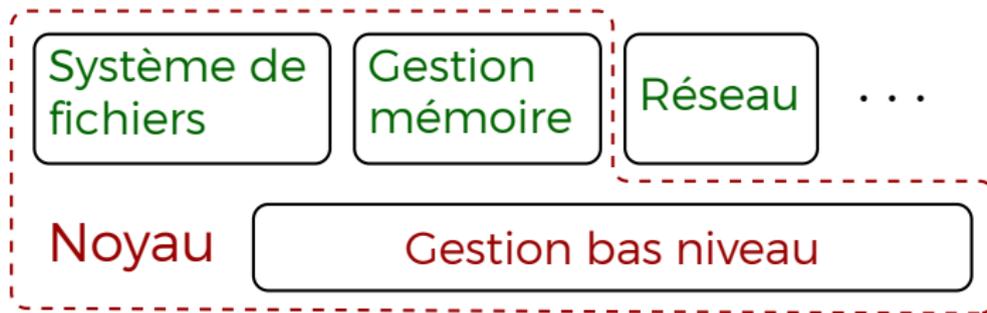


Certains composants tournent en **mode privilégié**.

Un essai de **combiner les avantages** des deux approches.

# Systèmes d'exploitation : noyau hybride

## Mode non privilégié



Certains composants tournent en **mode privilégié**.

Un essai de **combiner les avantages** des deux approches.

(Windows, MacOS)

# Choix de système d'exploitation pour ce cours



- ▶ logiciel **libre** avec le code source **ouvert**

"Tux" dessiné par Larry Ewing, Simon Budig, Anja Gerwinski

# Choix de système d'exploitation pour ce cours



- ▶ logiciel **libre** avec le code source **ouvert**
- ▶ écosystème **dynamique**

"Tux" dessiné par Larry Ewing, Simon Budig, Anja Gerwinski

# Choix de système d'exploitation pour ce cours



- ▶ logiciel **libre** avec le code source **ouvert**
- ▶ écosystème **dynamique**
- ▶ populaire sur les **serveurs**

(et oui, nous allons gérer des serveurs !)

"Tux" dessiné par Larry Ewing, Simon Budig, Anja Gerwinski

# Rappel : concepts de base

- ▶ Système d'exploitation
  - ▶ gère les ressources matériel et logiciel
  - ▶ offre des services communs aux applications utilisateur
  
- ▶ Réseau
  - ▶ ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations
  
- ▶ Virtualisation
  - ▶ création des machines virtuelles (plus ou moins)

# Rappel : concepts de base

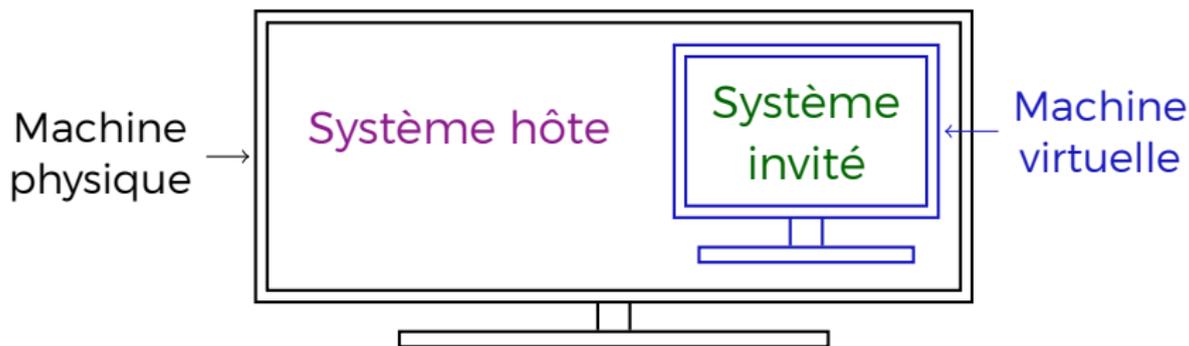
- ▶ Virtualisation
  - ▶ création des **machines virtuelles** (plus ou moins)

# Virtualisation : mots clefs

Une **machine virtuelle** est un processus qui **simule** l'activité d'un ordinateur physique.

Le **système hôte** est celui qui **fait tourner** une **machine virtuelle**.

Le **système invité** est celui qui **tourne** dans une **machine virtuelle**.



# Virtualisation : types

Virtualisation complète

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé
- ▶ forte isolation :-)

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé
- ▶ forte isolation :-)
- ▶ vitesse réduite :-)

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé
- ▶ forte isolation :-)
- ▶ vitesse réduite :-)

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé
- ▶ forte isolation :-)
- ▶ vitesse réduite :-)

## Virtualisation légère

- ▶ le système accède à certaines ressources directement
- ▶ simulation plus rapide :-)
- ▶ isolation plus faible :-)

# Virtualisation : types

## Virtualisation complète

- ▶ tout l'ordinateur est simulé
- ▶ forte isolation :-)
- ▶ vitesse réduite :-)

## Virtualisation légère

- ▶ le système accède à certaines ressources directement
- ▶ simulation plus rapide :-)
- ▶ isolation plus faible :-)
- ▶ sandbox

# Virtualisation : hyperviseurs

Un **hyperviseur** est un système d'exploitation dédié à la virtualisation (plus ou moins).

# Virtualisation : hyperviseurs

Un **hyperviseur** est un système d'exploitation dédié à la virtualisation (plus ou moins).

Un **hyperviseur** ne fait que **virtualiser**.

- ▶ permet aux **plusieurs systèmes** de tourner sur le même matériel.

# Virtualisation : hyperviseurs

Un **hyperviseur** est un système d'exploitation dédié à la virtualisation (plus ou moins).

Un **hyperviseur** ne fait que **virtualiser**.

- ▶ permet aux **plusieurs systèmes** de tourner sur le même matériel.

Nous allons utiliser un hyperviseur pendant nos TP !