

# Introduction aux Systèmes d'exploitation



*« Il est plus facile de définir un système d'exploitation par ce qu'il fait que par ce qu'il est. »  
J.L. Peterson.*

*« Un système d'exploitation est un ensemble de procédures cohérentes qui a pour but de gérer la pénurie de ressources. » J-l. Stehlé P. Hochard.*

## Operating System

*« Unix est convivial. Cependant Unix ne précise pas vraiment avec qui. »  
Steven King*

*« Unix ne dit jamais 's'il vous plaît'. »  
Rob Pike*

*« Unix n'a pas été conçu pour empêcher ses utilisateurs de commettre des actes stupides, car cela les empêcherait aussi des actes ingénieux. »  
Doug Gwyn*

*« Unix est simple. Il faut juste être un génie pour comprendre sa simplicité. »  
Denis Ritchie*

# Objectifs

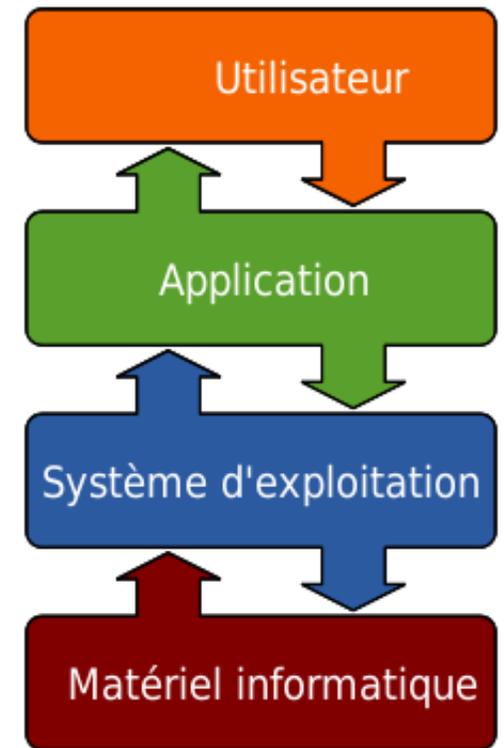


- Se familiariser avec les concepts fondamentaux utilisés dans les systèmes d'exploitation
- Acquérir les capacités d'auto-formation nécessaires pour suivre les évolutions à venir

# Définitions



- Le système d'exploitation (SE ou OS pour *operating system*) est l'ensemble de programmes central d'un équipement informatique qui sert d'interface entre le matériel et les logiciels applicatifs.
- C'est donc une couche logicielle (*software*) qui permet et coordonne l'utilisation du matériel (*hardware*) entre les différents programmes d'application.
- Un système d'exploitation est typiquement composé : d'un noyau, de bibliothèques, d'un ensemble d'outils système et de programmes applicatifs de base.



# De nos jours ...



- En 2010 les deux familles de systèmes d'exploitation les plus populaires sont Unix (dont Mac OS X et Linux) et Windows.
- La gamme des systèmes Windows équipe aujourd'hui 38 % des serveurs et 90 % des ordinateurs personnels, ce qui la place en situation de monopole notamment auprès du grand public. En 2008 ses parts de marché sont descendues en dessous de 90 % pour la première fois depuis 15 ans.
- La famille de systèmes d'exploitation Unix compte plus de 25 membres et les parts de marché de ces systèmes d'exploitation Unix sont de presque 50% sur les serveurs. La famille Unix anime 60 % des sites web dans le monde et Linux équipe 95 % des 500 super-ordinateurs du monde.
- On dénombre plus d'une centaine de systèmes d'exploitation dans le monde (voir [http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_des\\_syst%C3%A8mes\\_d'exploitation](http://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_syst%C3%A8mes_d'exploitation))

# Typologie

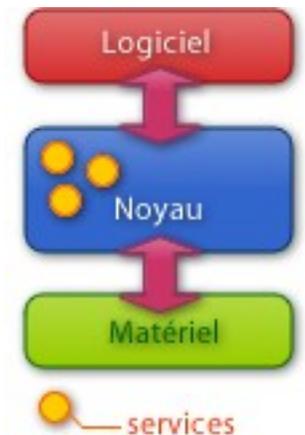


- Un système d'exploitation est dit **multi-tâches** quand il permet l'exécution simultanée de plusieurs programmes. Tous les systèmes d'exploitation actuels sont multi-tâches.
- Il est dit **multi-utilisateurs** quand il est conçu pour être utilisé simultanément par plusieurs usagers, souvent à travers un réseau informatique (notion de serveurs). Ils sont multi-tâches et en général sécurisés, c'est-à-dire qu'il vont refuser d'exécuter toute opération pour laquelle l'utilisateur n'a pas préalablement reçu une permission.
- Il est dit **multi-processeurs** quand il est conçu pour exploiter un ordinateur équipé de plusieurs processeurs. Dans de tels systèmes d'exploitation, plusieurs programmes sont exécutés simultanément par les différents processeurs.
- Il est dit **temps réel** quand il garantit que les opérations seront effectuées en respectant des délais stricts, et ce quelles que soient les conditions d'utilisation (charge du système). De tels systèmes d'exploitation sont utilisés dans l'industrie, l'aéronautique ou l'électronique pour créer des systèmes temps réel (souvent embarqué).

# Fonctionnalités



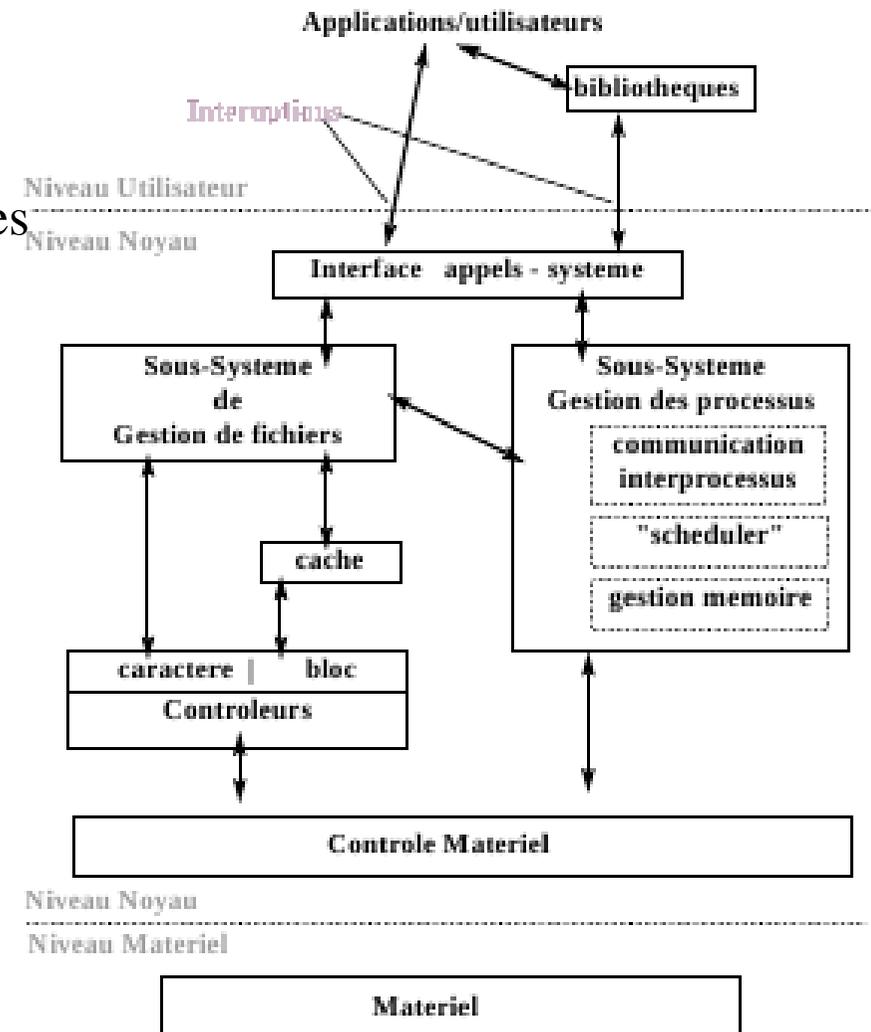
- Le système d'exploitation :
  - permet l'exploitation des périphériques matériels dont il coordonne et optimise l'utilisation
  - propose aux logiciels applicatifs des interfaces de programmation standardisées qui simplifient l'utilisation des matériels et des services qu'il offre
  - réalise enfin différentes fonctions visant à assurer la fiabilité (tolérance aux pannes, isolation des fautes) et la sécurité informatique (traçabilité, confidentialité, intégrité et disponibilité)
- Un système d'exploitation peut servir aussi :
  - à coordonner l'utilisation du ou des processeur(s), et accorder un certain temps pour l'exécution de chaque processus
  - à réserver de l'espace dans les mémoires pour les besoins des programmes
  - à organiser le contenu des disques durs ou d'autres mémoires de masse en fichiers et répertoires (dossiers)
  - à fournir les interfaces homme-machine des différents programmes
  - à recevoir les manipulations effectuées par l'utilisateur via le clavier, la souris ou d'autres périphériques, et les transmettre aux différents programmes.



# Architecture



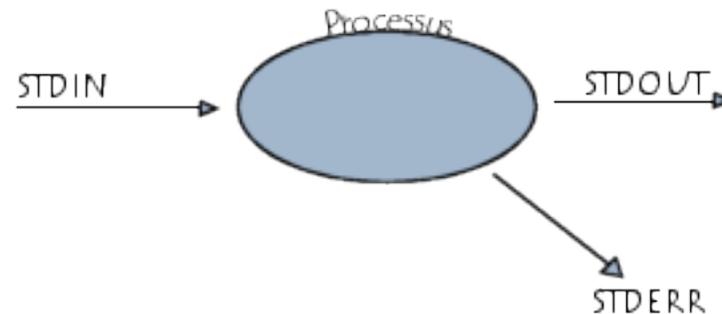
- Un système d'exploitation est typiquement organisé en couches distinctes.
- La couche supérieure est l'interface de programmation avec les logiciels applicatifs (dont font partie les logiciels utilitaires et les bibliothèques fournis avec le système d'exploitation).
- Au centre, on trouve une ou plusieurs couches qui contiennent les composants principaux du système d'exploitation tels que : la gestion des systèmes de fichiers et du réseau, la gestion de mémoire, les pilotes, l'ordonnanceur, le gestionnaire d'interruption.
- La couche inférieure, appelée couche d'abstraction matérielle HAL (*Hardware Abstraction Layer*), est chargée de masquer les particularités matérielles.



# Structure User/Kernel



- *User* : Espace d'exécution des processus  
Un processus (*process*) est l'exécution d'un programme (binaire exécutable) dans un environnement, pour le compte d'un utilisateur.



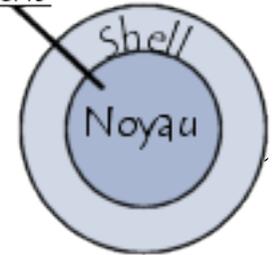
- *Kernel* : Espace d'exécution de l'OS  
Le noyau (*kernel*) est un espace mémoire isolé et protégé, dans lequel est placé tout ou partie du système d'exploitation. Dans le langage courant le terme *kernel* désigne l'emplacement ainsi que l'ensemble des programmes qu'il contient et qui forment le cœur rigide du système d'exploitation. On distinguera plus tard : noyau monolithique, micro-noyau, noyau hybride, exo-noyau et noyau temps réel.

# Interface utilisateur



- L'interface homme-machine (IHM) permet à un utilisateur de dialoguer avec la machine.
- Le *shell* (coquille) est la partie la plus externe du système d'exploitation, l'interface utilisateur du système d'exploitation.
- On distingue deux types d'IHM ou de *shell* :
  - GUI (*Graphical User Interface*) ou « interface utilisateur graphique » : les parties les plus typiques de ce type d'environnement sont le pointeur de souris, les fenêtres, le bureau, les icônes, les boutons, les menus, les barres de défilement, ... Les systèmes d'exploitation grand public (Windows, MacOS, GNU/Linux, etc.) sont pourvus d'une interface graphique qui, dans un souci d'ergonomie, se veut conviviale, simple d'utilisation et accessible au plus grand nombre pour l'usage d'un ordinateur personnel.
  - CLI (*Command Line Interface*) ou « interface en ligne de commande » est encore utilisée en raison de sa puissance, de sa grande rapidité, son uniformité, sa stabilité et du peu de ressources nécessaires à son fonctionnement. Le système d'exploitation permet cette possibilité par l'intermédiaire d'un interpréteur de commandes (le *shell*). Beaucoup de serveurs ne s'administrent qu'en ligne de commande.

Utilisateurs



# Interpréteur de commande UNIX/Linux



- Souvent nommé le *shell*, c'est un utilitaire qui sert d'interface entre la saisie des commandes et le noyau du SE. Il fait office d'IHM (Interface Homme-Machine).
- On parle aussi d'interpréteur de commandes du fait de sa fonction de base (lit et interprète les commandes).
- Il existe de nombreux *shell* sous UNIX/Linux. Dans la plupart des distributions, le *shell* par défaut est *bash* (*Bourne Again Shell*).
- Le shell permet :
  - l'exécution de commandes
  - la redirection des entrées et des sorties
  - la gestion des variables d'environnement
  - la possibilité de réaliser des scripts (programmation) pour l'automatisation de tâches (par exemple la sauvegarde)

# Shell UNIX



- Sous UNIX/Linux, la ligne de commande a toujours été le moyen privilégié de communication avec l'ordinateur. Le Bourne shell (sh) est l'interpréteur originel de l'environnement UNIX.
- Celui-ci est utilisable en conjonction avec un terminal (souvent virtuel). A l'origine, l'interpréteur de commandes par défaut était sh, qui évolua en de nombreuses versions, dont csh, étendu en tcsh, ou ksh, ou encore rc... Mais aujourd'hui bash est le shell le plus répandu, bien qu'il existe d'autres interpréteurs de commandes, comme zsh, ou ash.
- L'invite (*prompt*) consiste en quelques caractères en début de ligne (généralement, le nom de compte de l'utilisateur, et/ou l'unité logique par défaut, et/ou le chemin par défaut, et/ou date, ...) se terminant par un caractère bien connu (souvent « \$ », « # » ou « > »), invitant l'utilisateur à taper une commande.
- D'autres langages de scripts tels que Perl, Python ou Ruby, remplacent progressivement les interpréteurs qui sont encore prédominants dans les environnements de démarrage de systèmes UNIX.

# Philosophie UNIX



- Résumer la philosophie d'UNIX n'est pas chose évidente. Il s'agit d'un ensemble de principes. Nombreux sont ceux qui ont essayé de les résumer ou les lister (taper « philosophie UNIX » ou « less is more » dans un moteur de recherche).
  - Des programmes qui effectuent une seule chose et qui le font bien
  - Le silence est d'or
  - Des programmes qui collaborent
  - Des programmes pour gérer des flux texte

*« L'univers a 40 ans »*

# Systemes de fichiers



- Un système de fichiers (*file system*) définit l'organisation d'un disque (ou partition d'un disque).
- C'est une structure de données permettant de stocker les informations et de les organiser dans des fichiers sur ce que l'on appelle des mémoires secondaires (disque dur, disquette, CD-ROM, clé USB, disques SSD, etc.).
- Un système de fichiers offre à l'utilisateur une vue abstraite sur ses données (fichiers) et permet de les localiser à partir d'un chemin d'accès.
- Le fichier est la plus petite entité logique de stockage sur un disque.
- Le formatage (action de formater) prépare un support de données de stockage en y inscrivant un système de fichiers, de façon à ce qu'il soit reconnu par le système d'exploitation de l'ordinateur.
- Une partition est une partie d'un disque dur destinée à accueillir un système de fichiers.
- Il existe de nombreux systèmes de fichiers différents : FAT, NTFS, HFS, ext2, ext3, UFS, etc.

# Systeme de gestion des fichiers



- Le système de gestion des fichiers (SGF) assure plusieurs fonctions :
  - Manipulation des fichiers : des opérations sont définies pour permettre la manipulation des fichiers par les programmes d'application.
  - Allocation de la place sur mémoires secondaires : les fichiers étant de taille différente et cette taille pouvant être dynamique, le SGF alloue à chaque fichier un nombre variable de blocs de taille fixe.
  - Localisation des fichiers : il est nécessaire de pouvoir identifier et retrouver les données ; pour cela, chaque fichier possède un ensemble d'informations descriptives regroupées dans un descripteur de fichier.
  - Sécurité et contrôle des fichiers : le SGF permet le partage des fichiers par différents programmes d'applications tout en assurant la sécurité et la confidentialité des données. Le SGF se doit aussi de garantir la conservation des fichiers en cas de panne du matériel ou du logiciel.
- Remarque : il existe d'autres façons d'organiser les données, par exemple les bases de données et les fichiers indexés.

# Fonctionnalités supplémentaires des FS



- Les systèmes de fichiers peuvent inclure :
  - la compression
  - le chiffrement automatique des données
  - une gestion plus ou moins fine des droits d'accès aux fichiers
  - une journalisation des écritures (robustesse en cas de défaillance du système)
  - une distribution ou répartition réseau
  - une virtualisation
  - des fonctionnalités pour le temps réel
  - des restrictions de nommage pour les fichiers

# Notion de fichier



- Un fichier est une suite d'octets portant un nom et conservé dans une mémoire.
- Le contenu du fichier peut représenter n'importe quelle donnée binaire : un programme, une image, un texte, etc.
- Les fichiers sont classés dans des groupes appelés répertoires, chaque répertoire peut contenir d'autres répertoires, formant ainsi une organisation arborescente appelée système de fichiers.
- Les fichiers sont la plupart du temps conservés (stockés) sur des mémoires de masse tels que les disques durs.
- Dans un système d'exploitation multi-utilisateurs, les programmes qui manipulent le système de fichier effectuent des contrôles d'accès (notion de droits).

# Caractéristiques des fichiers



- Quelques caractéristiques de base des fichiers :
  - Le nommage et ses restrictions (nombre de caractères, caractères autorisés)
  - Le chemin d'accès est une "formule" qui sert à indiquer l'emplacement où se trouve un fichier dans l'arborescence du système de fichier. La syntaxe diffère d'un système d'exploitation à l'autre.
  - La taille du fichier indique la quantité d'informations conservée (exprimée en octets) en sachant que la taille physique (réellement occupée) est légèrement supérieure à la taille du fichier en raison de l'utilisation de blocs d'allocation de taille fixe.
  - L'extension est un suffixe ajouté au nom du fichier pour indiquer la nature de son contenu. L'usage des extensions est une pratique généralisée sur les systèmes d'exploitation Windows et une pratique courante sur les systèmes d'exploitation Unix.
  - Les données descriptives : la date de création et de modification, le propriétaire du fichier ainsi que les droits d'accès

# Types de fichiers



- On distingue en général deux types de fichiers : texte et binaire
- Les fichiers texte ont un contenu pouvant être interprété comme du texte (une suite de bits représentant un caractère), la plupart du temps en codage ASCII. On utilise généralement un éditeur de texte pour manipuler ce type de fichiers. Quelques exemples de fichiers textes : code source d'un programme, fichiers de configuration, etc .
- Le contenu d'un fichier binaire correspond souvent à un format précis lié à l'usage d'un logiciel applicatif spécifique. Voici quelques exemples de formats binaires usuels : code machine (exécutable), fichier de base de données, fichiers multimédias : images, sons, vidéos, traitement de texte, etc.
- Un fichier (texte ou binaire) qui a subi une transformation par un algorithme en vue de diminuer sa taille est appelé fichier compressé. Le fichier transformé est un fichier binaire.
- Une archive est un fichier dans lequel se trouve regroupé des fichiers/répertoires ou tout le contenu d'une arborescence. Le but principal d'une archive est de tout contenir (données + descriptions) en un seul fichier. Les archives sont souvent compressés.

# Le fichier dans son FS



- Chaque fichier est vu par le système de fichiers de plusieurs façons :
  - un descripteur de fichier (souvent un entier unique) permettant de l'identifier
  - une entrée dans un répertoire permettant de le situer et de le nommer
  - des métadonnées sur le fichier permettant de le définir et de le décrire
  - un ou plusieurs blocs (selon sa taille) permettant d'accéder aux données du fichier (son contenu)
- Métadonnées : des données servant à définir ou décrire d'autres données

# Inode



- Le terme inode désigne le descripteur d'un fichier sous UNIX/Linux. Les inodes (contraction de « index » et « node », en français : nœud d'index) sont des structures de données contenant des informations concernant les fichiers stockés dans certains systèmes de fichiers (notamment de type Linux/Unix). À chaque fichier correspond un numéro d'inode (*i-number*) dans le système de fichiers dans lequel il réside, unique au périphérique sur lequel il est situé.
- Les métadonnées les plus courantes sous UNIX sont :
  - droits d'accès en lecture, écriture et exécution selon l'utilisateur, le groupe, ou les autres ;
  - dates de dernier accès, de modification des métadonnées (*inode*), de modification des données (*block*) ;
  - propriétaire et groupe propriétaire du fichier ;
  - taille du fichier ;
  - nombre d'autres inodes (liens) pointant vers le fichier ;
  - nombre et numéros de blocs utilisés par le fichier ;
  - type de fichier : fichier simple, lien symbolique, répertoire, périphérique, etc.
- Sur la plupart des systèmes Unix, la commande *stat* permet d'afficher l'intégralité du contenu de l'inode.

# Arborescence



- Pour l'utilisateur, un système de fichiers est vu comme une arborescence : les fichiers sont regroupés dans des répertoires (concept utilisé par la plupart des systèmes d'exploitation).
- Ces répertoires contiennent soit des fichiers, soit d'autres répertoires. Il y a donc un répertoire racine et des sous-répertoires.
- Une telle organisation génère une hiérarchie de répertoires et de fichiers organisés en arbre.
- Sous Unix/Linux, les utilisateurs voient une arborescence de fichiers unique (/). Cet arbre est en fait l'unification de plusieurs systèmes de fichiers.
- Dans un système Windows, les périphériques de stockage de données et les partitions sont affichés comme des lecteurs indépendants (C:, D:, ...) en haut de leur propre arborescence (\).

# Chemin d'accès



- Le chemin d'accès (*PATH*) permet d'atteindre un fichier dans son système de fichiers (FS).
- On distingue :
  - Chemin absolu : à partir de la racine du FS
  - Chemin relatif : à partir du répertoire courant
- Il y a deux répertoires particuliers : le répertoire courant (.) et le répertoire parent (..)
- Exemple sous Windows :  
C:\WINNT\system\sys.ini : désignation absolue du fichier sys.ini se trouvant dans le répertoire C:\WINNT\system\  
sys.ini : désignation relative du fichier sys.ini, lorsque l'utilisateur se trouve dans le répertoire C:\WINNT\system\.
- Exemple sous Unix/Linux :  
/var/spool/mail/r4f : désignation absolue du fichier r4f se trouvant dans le répertoire /var/spool/mail ;  
./mail/r4f : désignation relative du fichier r4f lorsque l'utilisateur se trouve dans le répertoire /var/spool/.

# Bibliographie



- "Linux Administration" Formation Tsoft © Ed. Eyrolles
- "Systèmes d'exploitation" Andrew Tanenbaum © Pearson Education France
- "Les Systèmes d'exploitation des ordinateurs" Laurent Bloch © Vuibert 2003
- Système d'exploitation, [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me\\_d%27exploitation&oldid=55163952](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me_d%27exploitation&oldid=55163952) (Page consultée le juillet 13, 2010).
- Noyau de système d'exploitation, [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Noyau\\_de\\_syst%C3%A8me\\_d%27exploitation&oldid=55167354](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Noyau_de_syst%C3%A8me_d%27exploitation&oldid=55167354) (Page consultée le juillet 13, 2010).
- Images wikipedia : Golftheman, Raphael Javaux, Vatekor, Cedric77, Tolrem et Romainhk
- Histoire des ordinateurs : <http://www.computerhistory.org/>
- Unix History : <http://www.levenez.com/unix/>

© Copyright 2010 tv <thierry.vaira@orange.fr>

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the **GNU Free Documentation License**, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover.

You can obtain a copy of the GNU General Public License :  
write to the Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA