

# Chapitre 1 : Introduction aux Systèmes d'Exploitation

**Dr Mandicou BA**

mandicou.ba@esp.sn

<http://www.mandicouba.net>

Diplôme D'Ingénieur de Conception (DIC, 1<sup>e</sup> année)  
en Informatique / Télécommunications-Réseaux  
Licence Professionnelle  
en Génie Logiciel et Systèmes d'Information (GLSI)



ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE

[www.esp.sn](http://www.esp.sn)



# Plan du Chapitre

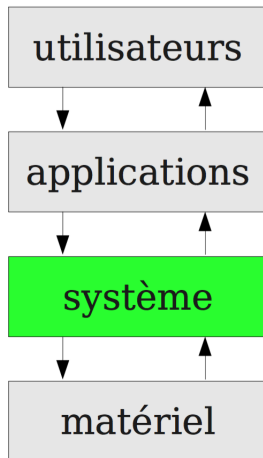
- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus

# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus

# Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)

- ☛ Interface entre les applications et le matériel physique



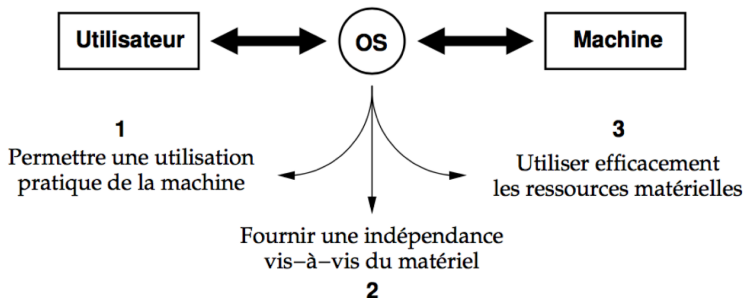
# Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)

- ❶ Un système d'exploitation est un programme qui sert d'interface entre un utilisateur et un ordinateur.
- ❷ Un système d'exploitation est un ensemble de procédures manuelles et automatiques qui permet à un groupe d'utilisateurs de partager efficacement un ordinateur. [Brinch Hansen]
- ❸ Il est plus facile de définir un système d'exploitation par ce qu'il fait que par ce qu'il est. [J.L. Peterson]
- ❹ Un Un système d'exploitation est un ensemble de procédures cohérentes qui a pour but de gérer la pénurie de ressources. [J-I. Stehlé P. Hochard]

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

## Définition 1

- ☛ Programme qui permet d'exploiter les ressources matérielles
- ☛ fournit au programmeur d'application un environnement avec facilité d'emploi et utilisation efficace des ressources.



# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)**
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus

# Missions du Système d'Exploitation (SE)

- ☞ Permettre d'accéder au matériel de façon transparente :
  - un programme n'a pas à savoir s'il écrit sur un disque ext3 ou une clé USB fat32
- ☞ Gérer les ressources (accès physiques, mémoire, CPU) :
  - optimiser l'usage de la machine :
    - ➡ taux d'occupation du CPU
    - ➡ minimisation des mouvements des têtes de lecture des disques
    - ➡ minimiser le swap
    - ➡ gestion de l'énergie sur les systèmes portables
- ☞ Veiller à la sécurité des applications et des données
- ☞ Fournir une qualité de service :
  - éviter les famines, garantir un accès prioritaire à root, temps de réponse sur un OS temps réel, etc



# Missions du Système d'Exploitation (SE)

👉 Être robuste :

- éviter de planter !
- tolérance à l'erreur (blocs disques défectueux, reboot sauvage, etc)

# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)**
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus

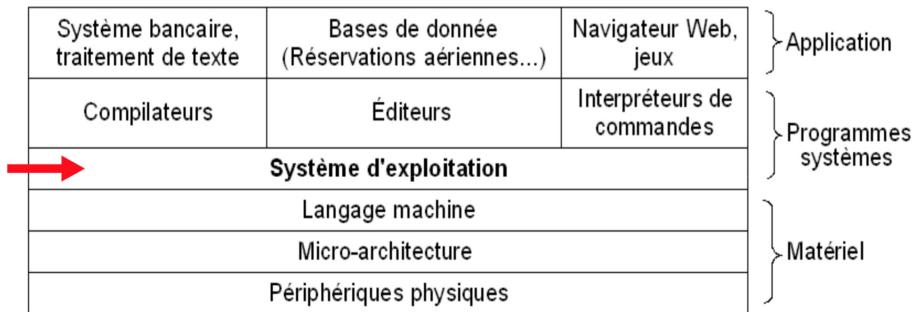
# Modèle en couches

## De haut en bas

- 1 Les programmes applicatifs
- 2 Les programmes utilitaires (compilateurs, éditeurs, shells, etc.)
- 3 Les fonctions de bibliothèques
- 4 Les appels système
- 5 Le noyau
- 6 Les pilotes de périphériques
- 7 Le matériel (CPU, contrôleurs, ...)

 **Le SE est constitué des 3 à 6**

# Structuration du système d'exploitation



Positionnement du système d'exploitation dans la couche des programmes  
qui contribuent à l'utilisation d'un ordinateur

# Les types de système

- ☞ Mono vs Multi-utilisateurs
  - un OS de téléphone peut être mono-utilisateur
- ☞ Mono vs Multi-tâches
- ☞ Mono vs Multi-processeurs
- ☞ temps réel : garantit un délai maximal d'exécution quelles que soient les conditions

# Le multi-utilisateurs

- ☛ Suppose de pouvoir protéger les données de chacun sur les supports de stockage
- ☛ Nécessite la notion de droits d'accès
- ☛ Protège les utilisateurs entre eux
- ☛ Protège le système :
  - Impossible de détruire le système en supprimant par accident une DLL !

# Le multi-tâches

- ☛ Suppose de pouvoir protéger les processus les uns des autres
- ☛ Nécessite la notion de protection de la mémoire
- ☛ Rendu possible par le mode protégé et la mémoire virtuelle paginée
  - seul le noyau peut accéder à tout
  - les processus ne peuvent physiquement pas sortir de leurs pages mémoire

# Le noyau

- ☞ Espace mémoire protégé et ensemble de programmes (primitives) qui forment la base minimale du SE
- ☞ Tout ce qui n'est pas un appel système fonctionnera dans l'espace utilisateur
- ☞ Exemple de choix de conception : l'interface graphique
  - dans le système sous Windows
  - programme utilisateur (serveur X) sous Linux



# Les types de noyau

- ☞ **Monolithique**: tout est dans le noyau (système de fichiers, pilotes, etc)
  - Linux, FreeBSD
- ☞ **Micro-noyau** : seulement le strict minimum (ordonnanceur+mémoire virtuelle)
  - Minix, Mac OS X
- ☞ **Hybride** (Windows NT)
- ☞ **Exo-noyau**: rien n'est protégé

# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)**
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus

# Rôle du Système d'Exploitation (SE)

## Plusieurs composants

- ☛ Gestion des processus
- ☛ Gestion mémoire (principale et secondaire)
- ☛ Gestion des Entrée/Sortie (fichier et réseau)

## Deux dimensions

- ☛ Étendre la machine (ajout de fonctionnalités)
- ☛ Abstraire la machine (indépendance par rapport au matériel)

# Gestion des processus

## Plusieurs composants

- ☛ Création et suppression
- ☛ Ordonnancement (allocation du processeur à un processus)
- ☛ Synchronisation (accès aux données/ressources partagées)
- ☛ Communication (échange d'informations entre processus)
- ☛ Prévention, détection et résolution des inter-blocages

# Gestion de la mémoire principale

## Plusieurs composants

- ☛ Maintien d'une carte des zones occupées par processus
- ☛ Allocation/libération mémoire
- ☛ Stratégie d'allocation (pagination, segmentation, etc.)

# Gestion de la mémoire secondaire

## Plusieurs composants

- ☛ Deux tâches: mémoire virtuelle et stockage des fichiers
- ☛ Gestion des blocs disponibles
- ☛ Ordonnancement des requêtes au disque

## Attention 1

*Grande différence de performances :*

- *Accès fichier :  $10^{-3}s$*
- *Accès mémoire :  $10^{-9}s$*

# Gestion des Entrée/Sortie

☛ Le SE comprend :

- une interface standard pour les pilotes de périphériques (haut niveau);
- des pilotes liés à un matériel donné (bas niveau);
- des programmes de gestion des interruptions;
- des procédures de gestion des erreurs.

# Opération des Entrée/Sortie

- ☞ Le programme utilisateur demande une lecture (par exemple sur CD-ROM)
- ☞ L'interface transmet la demande au pilote de CD
- ☞ Le pilote place le code de l'opération (ici, lecture) dans les registres du contrôleur
- ☞ Le contrôleur effectue l'opération
- ☞ Si OK, le contrôleur envoie une interruption au pilote.
- ☞ Sinon :
  - le contrôleur tente de résoudre le problème
  - en cas d'échec, il demande au pilote de le faire (ex: relecture)
  - en cas d'échec, le pilote renvoie une erreur



# Gestion des fichiers / du réseau

## Fichiers :

- ☛ Vision uniforme et organisée des données (arborescence)
- ☛ Masquage des détails de l'organisation physique

## Réseau :

- ☛ Connexion à distance
- ☛ Partage de fichiers / périphériques
- ☛ Envoi / réception de messages

# Modes d'exécution

## Mode utilisateur

- ☛ Restrictions d'accès aux ressources,
- ☛ Jeu d'instructions processeur réduit

## Mode noyau (ou super-utilisateur)

- ☛ Accès libre aux ressources
- ☛ Jeu d'instructions complet

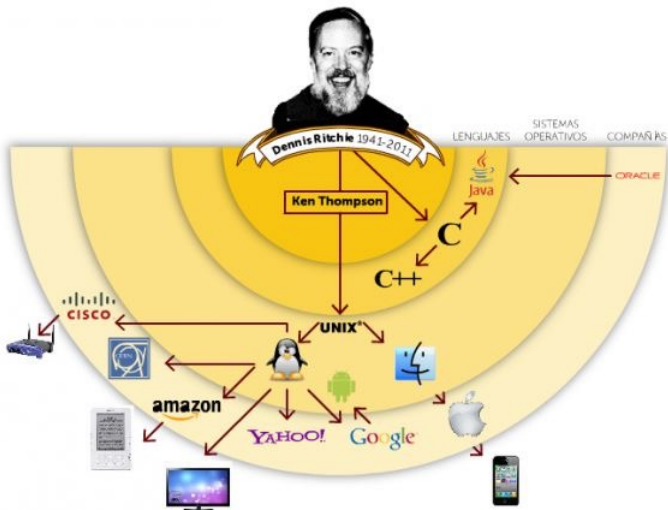
## Typologie des OS

- ☛ Mono(multi)-tache, mono(multi)-utilisateur

# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX**
- 6 Notions de processus

# Le cas du système d'exploitation UNIX : origine et évolution



# Le cas du système d'exploitation UNIX

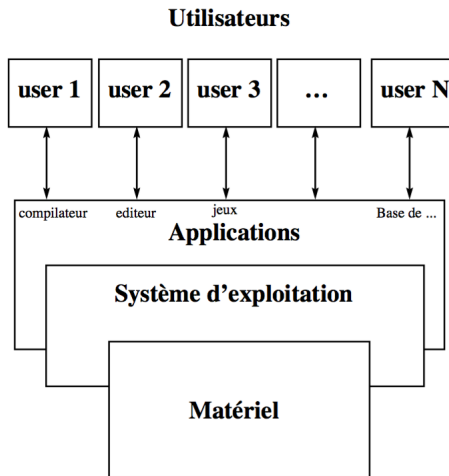


Figure: Vue générale du système

# Le cas du système d'exploitation : UNIX

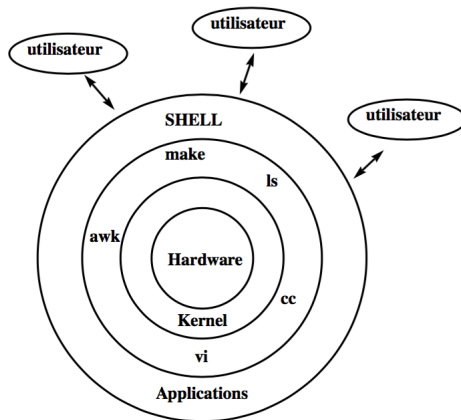


Figure: Point de vue utilisateur

# Le cas du système d'exploitation : UNIX

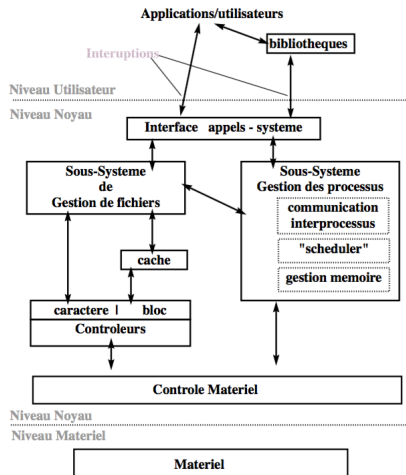


Figure: Architecture Noyau

# Sommaire

- 1 Qu'est qu'un Système d'Exploitation (SE)
- 2 Missions du Système d'Exploitation (SE)
- 3 Structuration du Système d'Exploitation (SE)
- 4 Rôle du Système d'Exploitation (SE)
- 5 Le cas du système d'exploitation UNIX
- 6 Notions de processus**



# Idée de base

- ☛ Faire croire à un programmeur C qu'il dispose de toute la machine, pour qu'il n'ait pas à changer sa façon de travailler
- ☛ pour donner cette illusion, le système doit disposer d'un type d'objet particulier: le processus (process)

# Rappels sur la multi-programmation

## Mono-programmation

- ☛ Un seul programme (processus) s'exécute sans interruption :
  - Si le processus contient une instruction d'E/S, restera inactif durant une « longue période » en attendant que cette instruction se termine

## Multi-programmation

- ☛ Plusieurs programmes (processus) se partagent les ressources (mémoire, périphérique, etc.) de l'ordinateur :
  - problème de protection, de concurrence et contrôle
- ☛ Le processeur exécute un autre processus au lieu de rester inactif pendant tout le temps pris par l'instruction d'E/S du 1<sup>er</sup> processus
- ☛ Cela donne à l'utilisateur que tous les processus s'exécutent en même temps : pseudo-parallélisme
  - sur une machine mono-processeur, un seul processus est exécuté à un instant donné

# Processus

## Définition 2

- ☞ Processus = instance d'exécution d'un programme créée par le SE ou l'utilisateur
  - ▢ il possède son compteur ordinal, ses registres et ses variables en mémoire
- ☞ Ne pas confondre **processus** et **programme** !
  - Un même programme peut avoir plusieurs exécutions simultanées
- ☞ Les processus sont protégés les uns des autres par le système
- ☞ Pour communiquer, ils doivent passer par des appels système (IPC)
- ▢ Composants d'un processus
  - le code (texte) : programme
  - les données : variables globales
  - pile d'exécution
  - registres internes

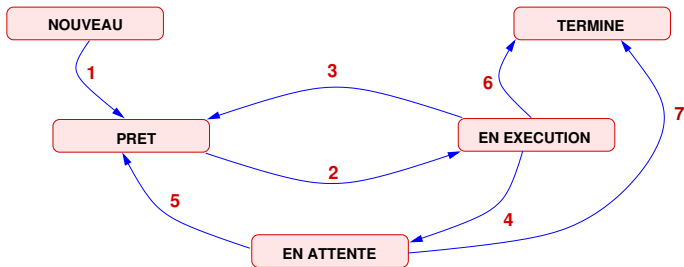
# Les processus ça sert à quoi ?

- ☞ Faire plusieurs activités « **en même temps** ». Exemples :
  - ▢ Faire travailler plusieurs utilisateurs sur la même machine. Chaque utilisateur a l'impression d'avoir la machine à lui tout seul
  - ▢ Compiler tout en lisant son mail
- ☞ **Problème** : Un processeur ne peut exécuter qu'une seule instruction à la fois.
- ☞ L'exécution d'un processus doit progresser séquentiellement, i.e, à n'importe quel moment une seule instruction au plus est exécutée au nom du processus
- ☞ **BUT**: Partager un (ou plusieurs) processeur entre différents processus
- ☞ Attention!!! Ne pas confondre **processus** et **processeur**

# États d'un processus

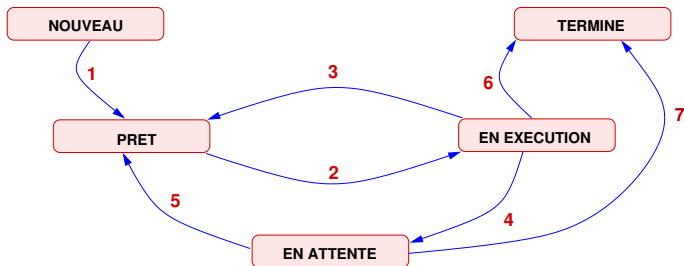
- ☛ Quand un processus s'exécute, il change d'état.
- ☛ Chaque processus peut se trouver dans chacun des états suivants :
  - ▢ En **exécution** ((process)): Les instructions sont en cours d'exécution (en train d'utiliser la CPU)
  - ▢ En **attente** : Le processus attend qu'un événement se produise.
  - ▢ **Prêt** : Le processus attend d'être affecté à un processeur.
- ☛ Un seul processus peut être en exécution sur n'importe quel processeur à tout moment.
- ☛ Toutefois, plusieurs processus peuvent être prêts et en attente

# Transitions entre les états d'un processus 1/2



- 1 **Nouveau**  $\mapsto$  **Prêt** : Tout nouveau processus créé est « admis d'abord dans la file d'attente des **prêts** »
- 2 « **Prêt**  $\longrightarrow$  **En Exécution (actif)** » : se produit quand le SE sélectionne le processus en question pour l'exécuter
- 3 « **En Exécution (actif)**  $\longrightarrow$  **Prêt** » : se produit si le **quantum** alloué est épuisé ou si un processus plus prioritaire (processus urgent ou processus système) arrive

# Transitions entre les états d'un processus 2/2



- 4 « **En Exécution**  $\longrightarrow$  **En Attente (bloqué)** » : se produit quand le processus est en cours d'exécution et a besoin d'une ressource non disponible
- 5 « **En Attente**  $\longrightarrow$  **Prêt** » : se produit quand l'événement externe attendu par le processus se produit
- 6 « **En Attente**  $\longrightarrow$  **Terminé** » : se produit quand l'événement externe attendu par le processus ne peut se réaliser (ex. inter-blocage)
- 7 « **En Exécution**  $\longrightarrow$  **Terminé** » : Le processus a fini son exécution

# Interruption d'un processus

## Interruption

- ☛ Dans le cas des transitions « **actif**  $\longrightarrow$  **bloqué** » et « **actif**  $\longrightarrow$  **prêt** » on parle d'**interruption (IT)**

## D'où viennent les IT

- ☛ Quand le processus à atteint une instruction d'E/S
- ☛ Le quantum attribué au processus est écoulé
- ☛ Un processus plus urgent doit être exécuté
- ☛ Un processus nécessite une ressource (matérielle ou logicielle) ou une donnée (un résultat calculé par un autre processus, ou un ensemble d'instructions qui ne sont pas encore chargées en chargé en mémoire) détenue par un autre processus (elle n'est pas encore disponible)



# Interruption d'un processus

## Traitement d'une IT

- 1 Arrivée d'une IT : Le processus en cours est interrompu et un **gestionnaire d'IT** est chargé dans les registres du processeurs et s'exécute pour traiter l'IT en question
- 2 Une fois le signal IT reconnu, le gestionnaire d'IT accède à la table des vecteurs d'IT et recherche l'adresse du programme associé et l'exécute
- 3 Une fois l'IT traitée, le SE charge un autre processus à partir de la file d'attente et l'exécute

# Interruption d'un processus

## Traitement d'une IT

- ❶ Une IT est provoquée par un signal généré soit par un événement interne soit par un événement externe :
  - ☞ **Événement interne** : lié au processus
    - Appel système
    - Déroutement : dû généralement aux erreurs telles que division par zéro, débordement de la mémoire, exécution d'une instruction non autorisée, etc
  - ☞ **Événement externe** : panne, intervention de l'utilisateur à l'aide d'une frappe au clavier. C'est l'exemple de «Ctrl+Alt+supp», bouton «reset», etc.

# Interruption d'un processus

## Traitement d'une IT

- ❶ Deux sortes d'interruptions : Matérielles et Logicielles
  - ☛ **IT Matérielles (IRQ)** : générées par les périphériques. Parviennent au processeur par l'intermédiaire d'un contrôleur d'IT
  - ☛ **IT Logicielles** : des IT internes, c'est le processus qui appelle cette IT à l'aide du numéro d'IT.
    - : Par exemple, pour appeler une IT DOS, appeler l'IT N°21H
  - ☛ Si plusieurs interruptions arrivent au même temps, alors celle qui a le plus petit numéro qui a la plus grande priorité :
    - Exemple : IRQ horloge système = 0, IRQ port parallèle = 7

# Structure de données pour la gestion d'un processus 1/4

## Structure de données

👉 Pour générer un processus, le SE manipule deux structures de données :

- 1 Le **bloc contexte** d'un processus
- 2 La **table des processus**

# Structure de données pour la gestion d'un processus 2/4

## Contexte d'un processus

- ☛ Structures de données qui décrivent un processus en cours d'exécution
- ☛ info sauvegardées par le SE lors d'une IT d'un processus
- ☛ Créés au même temps que le processus et sont mises à jours lors d'une IT d'un processus
- ☛ Les données d'un contexte d'un processus sont :
  - le compteur ordinal adresse la prochaine instruction
  - le contenu des registres généraux
  - les registres d'occupation mémoire
  - le registre de variable d'état
  - la valeur d'horloge d'un processus
  - la priorité du processus

# Structure de données pour la gestion d'un processus 3/4

## Bloc de contrôle d'un processus

- ☛ Un processus est un programme en cours d'exécution dans un ordinateur.
- ☛ C'est une entité active avec son propre compteur ordinal (instruction pointer) et l'ensemble des ressources qui lui sont associées.
- ☛ Ces informations sont stockées, pour chaque processus dans le PCB (Process Control Block)

PCB	
Pointeur	État du processus
Numéro du processus	
Compteur d'instructions	
Registres	
Limite de la mémoire	
Liste des fichiers ouverts	
...	

# Structure de données pour la gestion d'un processus 4/4

## Table des processus

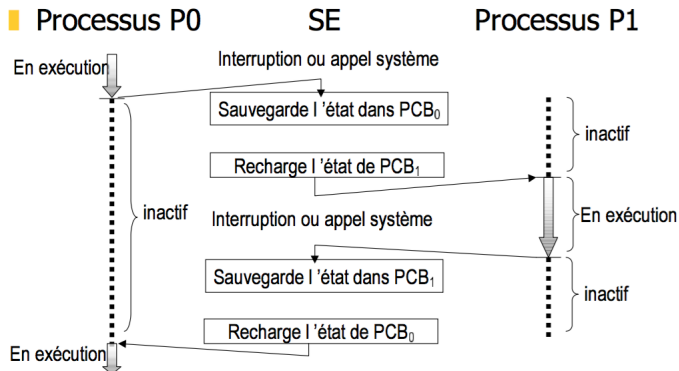
- ☛ Tout processus contient une entrée dans cette table
- ☛ Cette table contient toutes les informations indispensable au SE pour assurer une gestion cohérente des processus
- ☛ Ces informations sont :
  - Un pointeur vers le bloc de contexte du processus
  - l'identifiant du processus
  - son lien de parenté
  - les fichiers qu'il a ouvert
  - Occupation mémoire (pointeur sur le segment de code, de données et de pile)
- ☛ Cette table est stockée dans l'espace mémoire du SE
  - ☛ Donc **aucun processus ne peut y accéder**

# Commutation de contexte (context switch) 1/2

- ☛ Lorsque le SE change le processus auquel est alloué le processeur, **une commutation de contexte** se produit.
- ☛ le SE doit sauvegarder le contexte du processus qui tourne sur le CPU afin d'être en mesure de le restaurer par la suite
- ☛ Le contexte est représenté par le PCB du processus, et c'est lui qui est sauvegardé, puis restauré
- ☛ La commutation de contexte est une opération relativement coûteuse (quelques millisecondes, habituellement) et qui ne fait pas « avancer » les processus eux-mêmes
- ☛ Chaque processus dispose donc de son propre processeur virtuel
- ☛ La commutation entre les différents processus en cours d'exécution dans la mémoire donne cette « impression de virtualité »



# Commutation de contexte (context switch) 2/2



7

- Un **algorithme d'ordonnancement** détermine à quel moment il faut suspendre un processus et à quel moment en repartir un autre

# Chapitre 1 : Introduction aux Systèmes d'Exploitation

**Dr Mandicou BA**

mandicou.ba@esp.sn

<http://www.mandicouba.net>

Diplôme D'Ingénieur de Conception (DIC, 1<sup>e</sup> année)  
en Informatique / Télécommunications-Réseaux  
Licence Professionnelle  
en Génie Logiciel et Systèmes d'Information (GLSI)



ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE

[www.esp.sn](http://www.esp.sn)

