

Système d'exploitation (Operating System)

I. Introduction

1. Définition

Système d'exploitation :

ensemble de programmes pour :

- Faciliter l'utilisation de l'ordinateur (ergonomie)
- Mettre à la disposition d'un groupe d'utilisateurs les ressources :
 - gestion et conservation de l'information.
 - gestion de l'ensemble des ressources pour l'exécution d'un programme.
 - gestion et partage de l'ensemble des ressources (matériels, informations, programmes) entre usages.

Système informatique :

- Logiciel d'application.
- Logiciel de base.
 - outils et services.
 - système d'exploitation.
- Machine physique.

2. Exemples d'OS

a) Ordinateur individuel

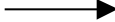
- pas de partage des ressources entre utilisateurs.
- gestion des fichiers (création, conservation, ...).
- réalisation des E/S (imprimante,...) +multimédia.
- interprétation du langage de commande.

⇒ MS.DOS

b) Commande de procédés industriels (applications en « temps réel »)

ex : conduite d'un réacteur chimique.

fabrication d'un produit C par synthèse de deux produits A et B dans un réacteur à l'aide d'un ordinateur.

Fonction : Réguler la réaction avec l'ordinateur. 

- ⇒ Régulation des paramètres (temps, pression, concentration des produits)
 - en fonction des signaux de mesure.
 - en agissant sur le débit des vannes.
- ⇒ Enregistrement des résultats de mesure périodiquement.
- ⇒ Sécurité si les paramètres dépassent une limite critique : arrêt d'urgence.

- Action sur les organes externes.
- Prise en compte du temps réel (physique).
- Réaction aux événements extérieurs.
- Gestion d'informations.

c) Systèmes à transaction

Ex :

- Réservation de places de train, d'avion, etc...
- Gestion de comptes bancaires.
- Consultation de centre de documentation.

- Gestion d'informations partagées (grosses bases de données)
- Execution d'opérations prédéfinies simultanées.
- Gestion des points d'accès (terminaux).

d) Systèmes en temps partagé (Time Sharing)

But : Fournir des services à un ensemble d'utilisateurs. Chacun d'eux va bénéficier de services équivalents à ceux d'une machine individuelle avec en plus la possibilité de communiquer et de bénéficier des services liés à l'existence d'une communauté.

- Définition de la machine virtuelle offerte à chaque utilisateur.
- Partage des ressources physiques communes.
- Communications.

3. Evolution historique des systèmes

a) « porte ouverte » et traitement par lots (une personne seulement)

- 2^{ème} Guerre mondiale : création du premier Ordinateur.
- 1950 : Création du premier « OS » (« moniteurs d'enchaînement »). Plusieurs personnes se succèdent sur la machine. Il devient donc nécessaire d'automatiser le passage d'un programme à l'autre.
 - ⇒ augmentation du rendement .
- 1960 : « traitement par lots » (Batch Processing Systems)
 - ⇒ deux ordinateurs :
 - 1. Gestion des E/S : lecture des cartes, écriture sur bande magnétique.
 - 2. Lecture de bande magnétique et exécution du programme.
 - ⇒ augmentation du rendement mais baisse de l'interactivité.

b) Multiprogrammation et temps partagé (1960-70)

Evolution technologique

- Processeurs autonomes spécialisés (unités d'échanges : E/S).
- Partage de la mémoire centrale entre plusieurs travaux.
 - ⇒ Multiprogrammation.
 - ⇒ Possibilités d'E/S simultanées à l'exécution d'un programme.
- Horloge interne.
 - ⇒ Rend l'interactivité aux utilisateurs.

c) Réseaux, Systèmes répartis, machines individuelles (1970-1980)

- Apparition des microprocesseurs.
 - ⇒ augmentation des performances.
 - ⇒ diminution de la taille et du coût.
 - ⇒ développement de processeurs spécialisés.

- Développement des techniques de transmission de données.
 - ⇒ intégration des fonctions de communication (téléinformatique).

d) Stations de travail, réseaux locaux (1980-1990)

- Apparition des voies de communication à très haut débit (au niveau local).
 - ⇒ remplacement du temps partagé : tout le monde à une machine réelle mais le matériel onéreux est mis en commun (imprimantes lasers, gros disques durs, etc...).
- Interconnexion d'OS différents (UNIX, WinNT, Apple, MS-DOS, etc...) grâce à un OS « réseau » : système d'exploitation du serveur qui gère la communication entre utilisateurs et l'accès à des services communs (impression).
- Stations de travail (SUN, HP, etc...) : confort de travail.
 - ⇒ grand écran Bitmap.
 - ⇒ multifenêtrage.
 - ⇒ multiprocessus : temps partagé.
 - ⇒ multiconnexion (plusieurs machines) : transfert de fichiers.

e) Multimédia, serveurs de réseaux intégrés (1990-2000)

- Diversification des organes d'E/S.
 - ⇒ son : hauts-parleurs, micro, etc...
 - ⇒ image : CDROM.
- Intégration de fonction logicielles concernant le réseaux dans le système d'exploitation de la machine (ex : WinNT mais pas UNIX).
 - ⇒ plus grande facilité de gestion du réseau et de réalisation d'une architecture réseau.

f) Multitraitement (1995)

- Apparition (démocratisation, les CRAY sont plus vieux) des ordinateurs multiprocesseurs
 - ⇒ possibilité d'exécuter une même application sur les différents processeurs simultanément.
 - Peu d'OS exploitent bien les possibilités offertes par ces systèmes.

II. Notions générales sur les différentes fonctions d'un OS

1. Partage des ressources physiques

- pour des raisons économiques de rendement.
 - ⇒ essai d'utilisation optimale de toutes les ressources d'une installation (ensemble de machines diverses).
 - ⇒ ordre de priorité d'optimisation.
 - 1) rendement de l'Unité Centrale (UC).
 - 2) mémoire centrale.
 - 3) unités d'échange.

ex : programme de sortie (impression)

- si le tampon de sortie en mémoire centrale n'est pas plein : temps d'accès en mémoire centrale (très rapide).
 - si le tampon est plein : vider le tampon sur le disque (assez lent) = 50ms ⇔ 100000 instructions (version pessimiste).
-
- le système d'exploitation
 - gère plusieurs files d'attente :
 - ❖ la file des travaux en attente d'exécution (rangés dans la zone entrée du disque).
 - ❖ la file des informations à sortir (une file par périphérique).
 - gère le partage simultané :
 - ❖ mémoire centrale (programme, tampon, système).
 - ❖ unité centrale (contrôleur, programme utilisateur).

2. Gestion de l'information

- types d'objets traités par un système :
 - objets que traite un utilisateur : fichiers, variables, structures, arbres, etc...
 - objets plus orientés système : fichier de programme, segments de mémoire centrale, pages en mémoire centrale, zones d'E/S sur le disque, utilisateurs, groupes, processus, unités périphériques.
- gestion des objets concerne :
 - la représentation des objets : processus, file des processus.
 - La liaison des objets : mise en correspondance des identificateurs donnés par l'utilisateur et l'adresse dans le système.
- protection
 - pourquoi : coexistence de différents utilisateurs.
 - contre les erreurs.
 - contre les malveillances.

Un système sécurisé doit protéger :

- les fichiers, la mémoire, ... de chaque utilisateur.
- les données, les fichiers, les mémoires de l'OS contre les programmes utilisateur.

Il doit aussi surveiller les tentatives de contournement de la sécurité.

⇒ 7 niveaux de sécurité :

- 1) Service d'ouverture de session sécurisé => demande d'identité et d'un mot de passe.
- 2) Contrôle d'accès discrétaire :
 - ⇒ chaque propriétaire de ressources détermine qui peut accéder et qu'il peut faire avec (les ressources !).
 - ex : UNIX (RWE=Read/Write/Execute ;UGO=User/Group/Other)
 - Windows NT (ACL=Access Control List ;ACE=idem+rubriques)
- 3) Audit :
 - ⇒ détection et enregistrement des évènements importants concernant la sécurité :
 - tentative d'accès à des ressources systèmes.
 - tentative de suppression des ressources systèmes.
- 4) Protection de la mémoire (des informations qu'elle contient) :
 - ⇒ Réinitialisation de la mémoire centrale avant son utilisation par un nouvel utilisateur.
- 5) Contrôle d'accès par niveau d'habilitation :
 - ⇒ Différents niveaux de sécurité : Usuel, Secret, Top Secret.
 - A un utilisateur, on associe un niveau.
 - Un utilisateur d'un niveau donné ne peut pas autoriser quelqu'un de niveau inférieur à accéder à ses informations.
- 6) & 7) Moins on en dit, mieux ça vaut... ☺

3. Coopération des processus

Processeur : organe capable d'exécuter des actions (en informatique : des instructions).

Processus : tâche, exécution par un processeur d'un programme.

Etats : actif (s'il dispose de toutes les ressources).

Bloqué (quand il manque une ressource nécessaire).

Plusieurs activités peuvent se dérouler simultanément

⇒ nécessité de coopération de plusieurs processus.

Exécution simultanée de :

- Processus symbiotique par l'UC.
- Processus E/S par l'UE.

Interaction entre ces processus :

- Le processus d'E/S ne doit pas pouvoir accéder à une zone sur disque que le processus symbiont remplit.
- Lorsqu'un tampon de sortie est plein, le processus symbiont doit réveiller le processus E/S s'il est inactif.
- Lorsqu'un nouveau programme est introduit dans la file d'entrée, le processus E/S doit réveiller le processus symbiont s'il est inactif.
 - ⇒ Conflit d'accès à une ressource : espace disque non partageable.
Problème d'exécution mutuelle résolu grâce aux sémaphores d'exclusion mutuelle (cf cours de réseaux).
 - ⇒ Action directe : mise en attente ou réveil (synchronisation : sémaphores privés)

III. Classification des OS en fonction du mode d'écoulement des travaux

1. Monoprogrammation

A un instant donné, un seul programme utilisateur en cours d'exécution en Mémoire Centrale (MC).

Overhead : Temps d'exécution des fonctions systèmes.

Avantage : simplicité.

⇒ Overhead faible.

Inconvénient : perte de temps de l'UC pendant les E/S.

UC active :	utilisateur	30%	
	Système		10 %
UC attente :		60 %	

2. Multiprogrammation

Origine : Année 1965

Nécessite un système de gestion des interruptions et une MC très grande.

2.1 plusieurs programmes utilisateurs peuvent être en cours d'exécution (donc en MC) à un instant donné.

Le but étant d'utiliser l'UC pendant les E/S des programmes utilisateurs.

On retire l'UC à un programme utilisateur quand :

- fin normale (d'exécution).
- fin anormale.
- demande d'E/S.

Avantages :

Rentabilise l'installation (le matériel informatique).

Diminue le temps d'exécution et le temps de réponse global.

Inconvénients : Augmentation du temps de réponse d'un travail donné.

Augmentation de la complexité de l'OS ainsi que de l'overhead.

UC active :	utilisateur	60%
-------------	-------------	-----

	Système	30 %
--	---------	------

UC attente :		10 %
--------------	--	------

2.2 système de gestion des IT (interruptions).

- Nécessaire à la mise en oeuvre de la multiprogrammation, du temps partagé, du multi-tâche, du multi-thread...

- Signal imprévu du processus en cours.
- Provoque en général un arrêt autoritaire.
- le système de gestion des IT permet :
 - d'associer une priorité aux différentes IT.
 - D'interrompre à n'importe quel instant un processus.
 - D'obliger l'UC à exécuter alors une procédure avec changement de contexte.
 - De sauvegarder les informations relatives au processus interrompu dans un vecteur d'état (?).

3. Temps partagé

Origine : Année 1968.

Nécessite :

- un système de gestion de IT + une horloge pour le partage de temps.
- Une grande capacité de mémoire secondaire pour le SWAP.

Exemples : TSS (Time Sharing Système d'IBM), CP/CMS (avec une notion de mémoire paginée), Multics (Ancêtre d'UNIX = « machine à gaz »), UNIX, Windows NT, ...

LEXIQUE :

E/S : Entrée/Sortie.

IT : Interruptions.

MC : Mémoire Centrale.

OS : Operating System = Système d'exploitation (SE).

Overhead : Temps d'exécution des fonctions systèmes.

SE : Système d'exploitation (OS).

SWAP : zone de mémoire temporaire sur disque dur.

UC : Unité Centrale (processeur principal).