

Introduction

Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- Environment informatiques

Objectifs

- Décrire l'organisation de base d'un système informatique
- Faire le tour des composants principaux d'un système d'exploitation
- Donner une vue d'ensemble des différents environnements informatiques

Outline

- **Ce que fait un système d'exploitation**
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- Environment informatiques

Un Système d'Exploitation?

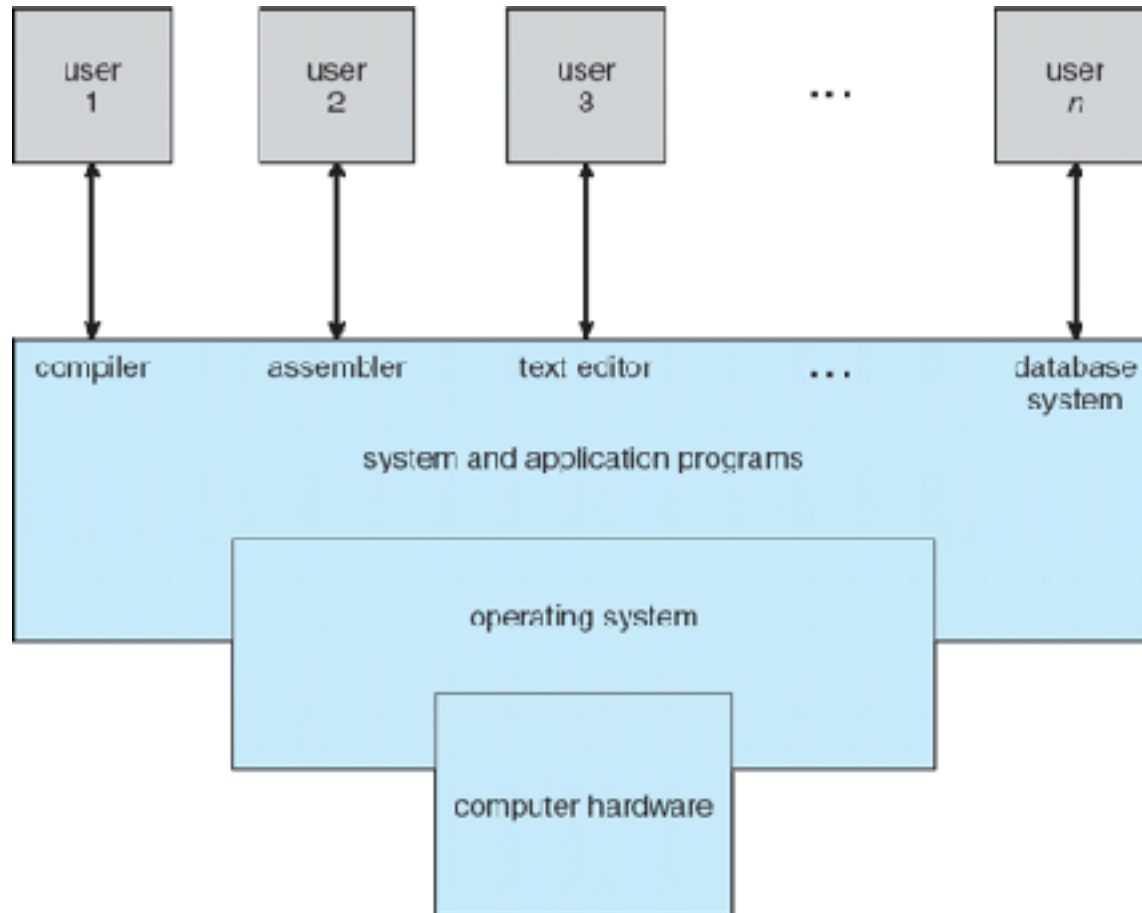
- Un programme qui fait l'intermédiaire entre l'utilisateur d'un système informatique et le matériel

- Buts du système d'exploitation:
 - Exécuter les programmes de l'utilisateurs
 - Rendre le système informatique plus facile d'usage
 - Utiliser le matériel de manière efficace

Structure d'un système informatique

- Un système informatique peut se décomposer en 4 parties:
 - Matériel – fournis les ressources informatiques fondamentales
 - ▶ CPU, mémoire, périphériques d'entrée/sortie (I/O)
 - Système d'exploitation
 - ▶ Contrôle et coordone l'usage du materiel entre les différents utilisateurs et applications
 - Programmes d'application – défini comment les ressources du système sont utilisées pour résoudre les problèmes des utilisateurs
 - ▶ Traitements de textes, compilateurs, navigateurs, système de bases de données, jeux vidéo
 - Utilisateurs
 - ▶ Toi et moi et aussi les autres machines

Quatre éléments d'un système informatique



Que fait un système d'exploitation?

- Ça dépend à qui on demande
- Sur un système partagé (**mainframe** or **minicomputer**) partager les ressources pour satisfaire tous les utilisateurs
- Utilisateurs de système dédiés (PC, **workstations**) partagent aussi souvent des ressource sur un **serveur**
- Utilisateurs isolés veulent de la **facilité d'utilisation**
 - L'usage des **resource** est moins important
- Tablettes et téléphones ont des ressources limitées, où il faut optimiser la durée de la batterie
- Certains ordinateurs n'ont pas d'interface utilisateur, tels que les systèmes embarqués dans des appareils ou des véhicules

Définition d'un système d'exploitation (SE)

- SE est un **allocateur de resource**
 - Gère toutes les ressources
 - Décide entre plusieurs requêtes en conflit, pour rendre l'usage des ressources efficace et juste
- SE est un **programme de contrôle**
 - Contrôle l'exécution des programmes pour éviter les erreurs et usages incorrect de la machine

Déf. d'un système d'exploitation (suite)

- Pas de définition acceptée universellement
- “Tout ce qu’un vendeur donne quand on lui demande un système d’exploitation” est un bonne première approximation
 - Mais cela varie exagérément
- Le programmes qui est toujours en fonctionnement est le **noyau**. Tout le rest est soit un “programme système” (vient avec le système d’exploitation) ou un programme d’application

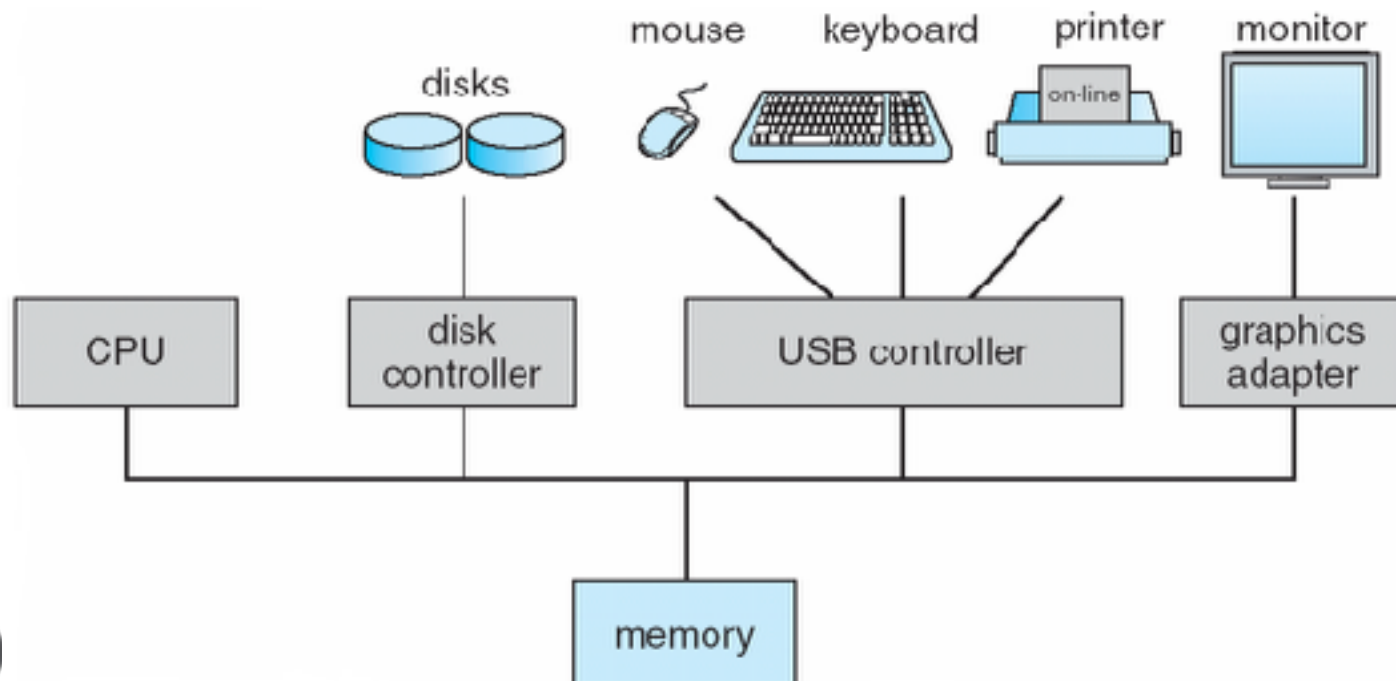
Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- **Système informatique**
 - **Organisation**
 - **Architecture**
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- Environment informatiques

Organisation d'un système informatique

■ Opération d'un système informatique

- Les CPUs et contrôleurs de périphériques sont connectés par un bus commun donnant accès à une mémoire partagée
- Exécution concurrente des CPUs and des périphériques qui luttent pour accéder au bus et à la mémoire



Opération d'un système informatique

- CPUs et périphériques d'E/S peuvent exécuter concurremment
- Chaque contrôleur de périphérique se charge d'un type particulier de périphérique
- Chaque contrôleur de périphérique a un tampon local
- CPU déplace les données de/vers la mémoire centrale vers/de les tampons locaux
- Les E/S se font entre le périphérique et le tampon local du contrôleur
- Le contrôleur de périphérique informe le CPU qu'il a terminé une opération en signalant une interruption

Startup

- **Programme de bootstrap** est chargé au démarrage
 - Habituellement stocké en mémoire Flash or ROM (“read-only memory”), généralement dénommé **firmware**
 - Initialise tout le matériel du système
 - Charge le noyau du système d’exploitation et lance son exécution

Interruptions

- Une interruption cause un transfert de contrôle à la routine de service d'interruptions, généralement via un **vecteur d'interruptions**, qui contient les adresses des différentes routines de service
- Le CPU sauve l'adresse de l'instructions interrompue
- Un “**trap**” ou une **exception** est une sorte d'interruption générée par software causée par une erreur ou une requête
- Un système d'exploitation est **guidé par les interruptions**

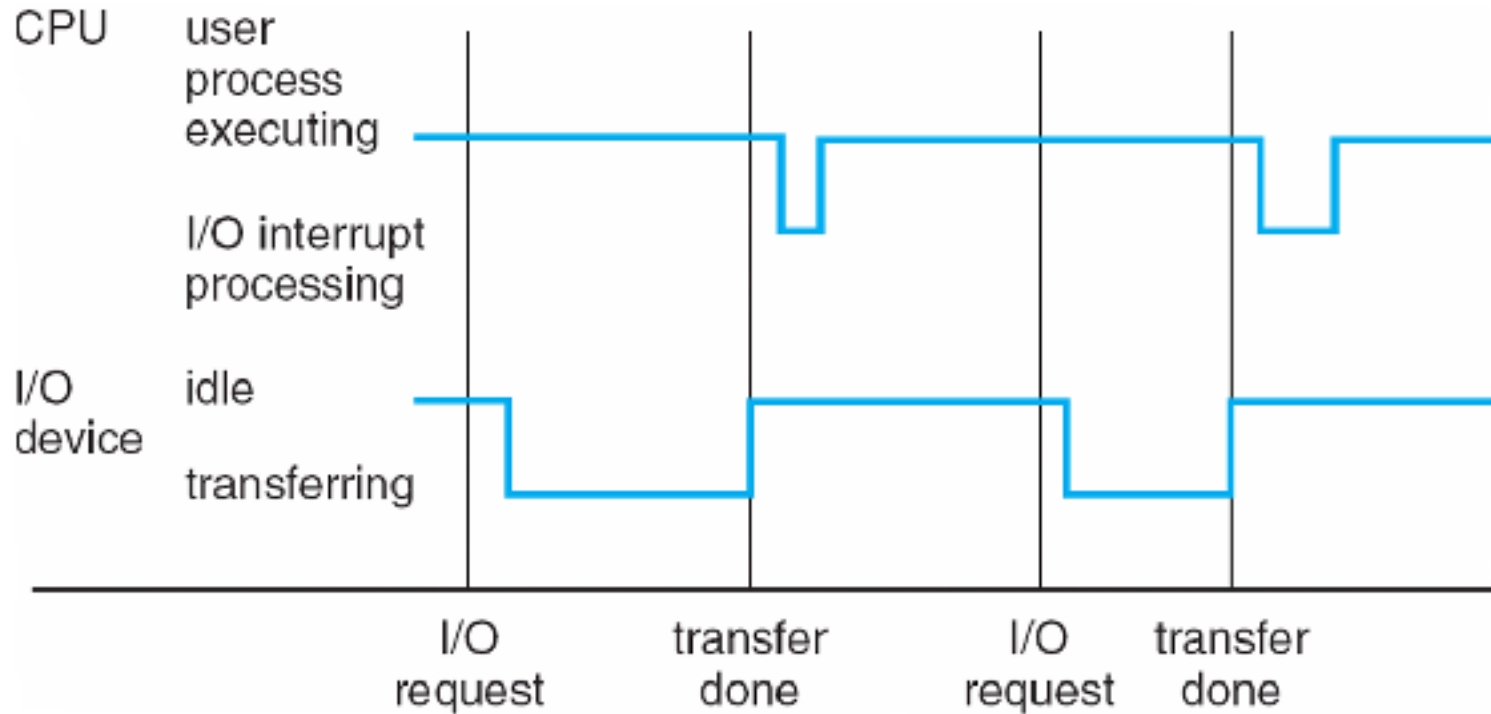
Gestion des interruptions

- Le système d'exploitation préserve l'état antérieur du CPU, tel que le contenu des registres

- Détermine quel type d'interruption est arrivée:
 - Par scrutation (**Polling**)
 - Par **vecteur d'interruption**

- Différent segments de code déterminent l'action à prendre pour chaque type d'interruption

Ligne de temps d'une interruption



Structure des E/S

- Après le début d'une E/S, le contrôle retourne au programme seulement quand l'E/S est complétée:
 - Des instructions d'attente mettent le CPU en pause jusqu'à la prochaine interruption
 - Boucle d'attente active
 - Pas plus d'une requête d'E/S en attente à la fois, pas d'E/S simultanées

- Après le début d'une E/S, le contrôle retourne au programme sans attendre la fin de l'E/S:
 - **Appels systèmes** – requêtes au SE pour permettre au programme d'attendre la fin de l'E/S
 - **Table d'état des périphériques** contient le type, l'adresse, et l'état de chaque périphérique

Définitions de stockage et révision de notation

bit. Un bit contient soit 0 soit 1. Tout stockage est basé sur une collection de bits.

Un **byte** = 8 bits, et pour la majorité des systèmes, c'est la plus petite unité facile à manipuler.

Par exemple, la majorité des CPU n'a pas d'instruction pour déplacer un bit, mais en a pour déplacer un byte.

b=bit; **B**=byte

Un **mot** est l'unité "naturelle" d'un système informatique. E.g. 32bit.

Un **kilobyte** (ou **KB**) = 1,024 bytes

Un **megabyte** (or **MB**) = 1,024² bytes

Un **gigabyte** (ou **GB**) = 1,024³ bytes

Un **terabyte** (ou **TB**) = 1,024⁴ bytes

Un **petabyte** (ou **PB**) = 1,024⁵ bytes

Il est courant d'arrondir ces nombres en milliers, et de dire par exemple qu'un megabyte est 1 million de bytes and a gigabyte is 1 billion bytes. Les vitesses de communication sont souvent mesurées en multiple de bits plutôt que de bytes.

Structure du Accès Direct à la Mémoire (DMA)

- Utilisé pour les périphériques rapides, capables de transférer des données à haut débit
- Le contrôleur de DMA transfère des blocs de données directement de/vers la mémoire centrale sans intervention du CPU
- Une seule interruption par transfert plutôt qu'une pour chaque byte

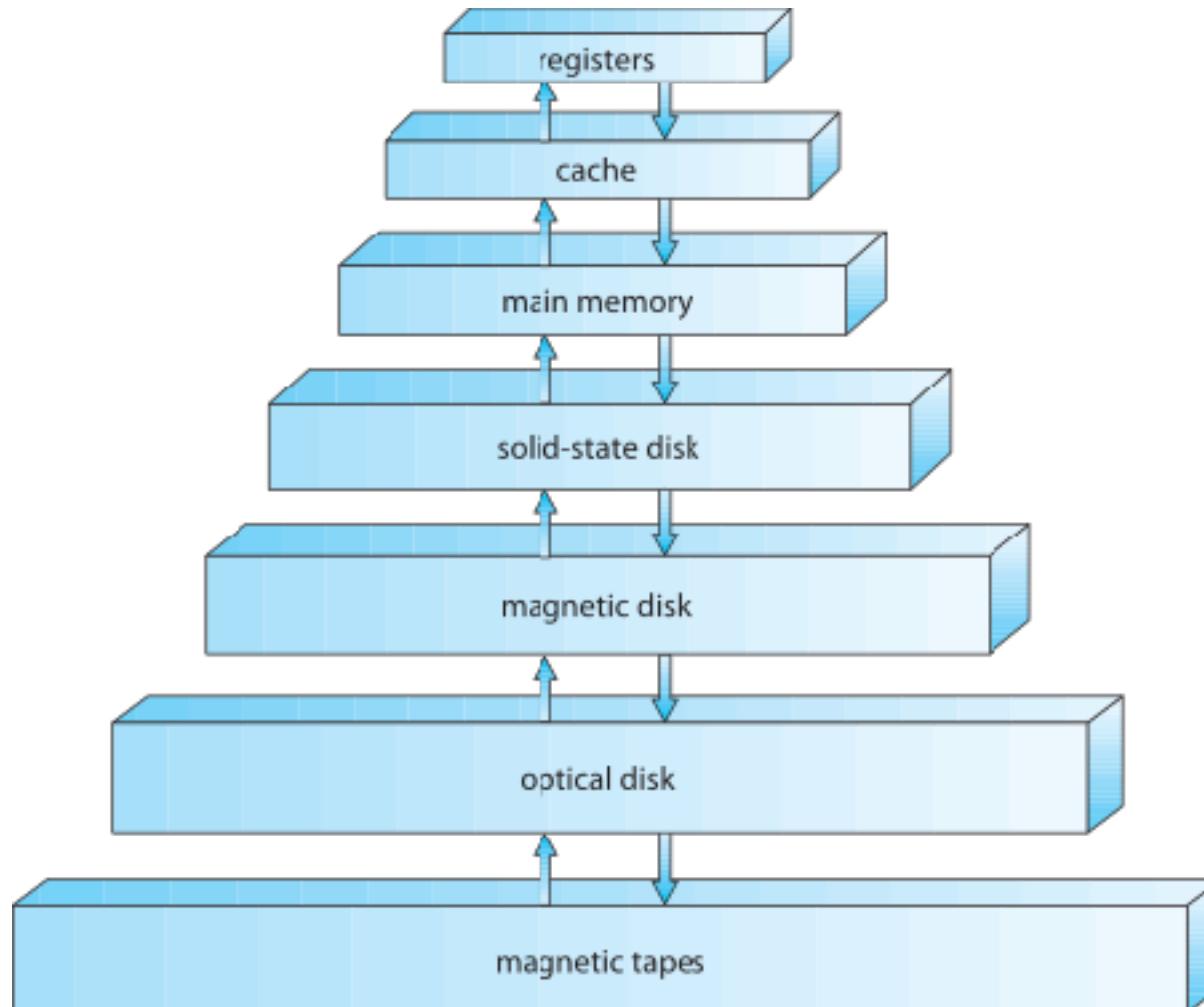
Structures de Stockage

- Mémoire centrale – seul stockage auquel le CPU peut accéder directement
 - **Accès aléatoire**
 - Typiquement **volatile**
- Mémoire de masse - extension de la mémoire centrale qui offre une plus grande capacité et n'est **pas volatile**
- Disque magnétique - plateaux de metal ou verre recouvert d'un matériau magnétique d'enregistrement
 - La surface est divisée en **pistes**, elles mêmes subdivisées en **secteurs**
 - Le **contrôleur de disque** détermine l'interaction entre le périphérique et l'ordinateur
- **Disques SSD** – plus rapides que les disques magnétiques mais quand même nonvolatils
 - Diverses technologies
 - Très populaire de nos jours

Hiérarchie de Stockage

- Les systèmes de stockage sont organisés en hiérarchie
 - Vitesse
 - Coût
 - Volatilité
- **Caching** – copier l'information dans un système de stockage plus rapide; la mémoire centrale peut être utilisée comme un cache de la mémoire de masse
- **Pilote de périphérique** pour chaque contrôleur de périphérique pour gérer les E/S
 - Fourni une interface uniforme entre le contrôleur et le noyau

Storage-Device Hierarchy



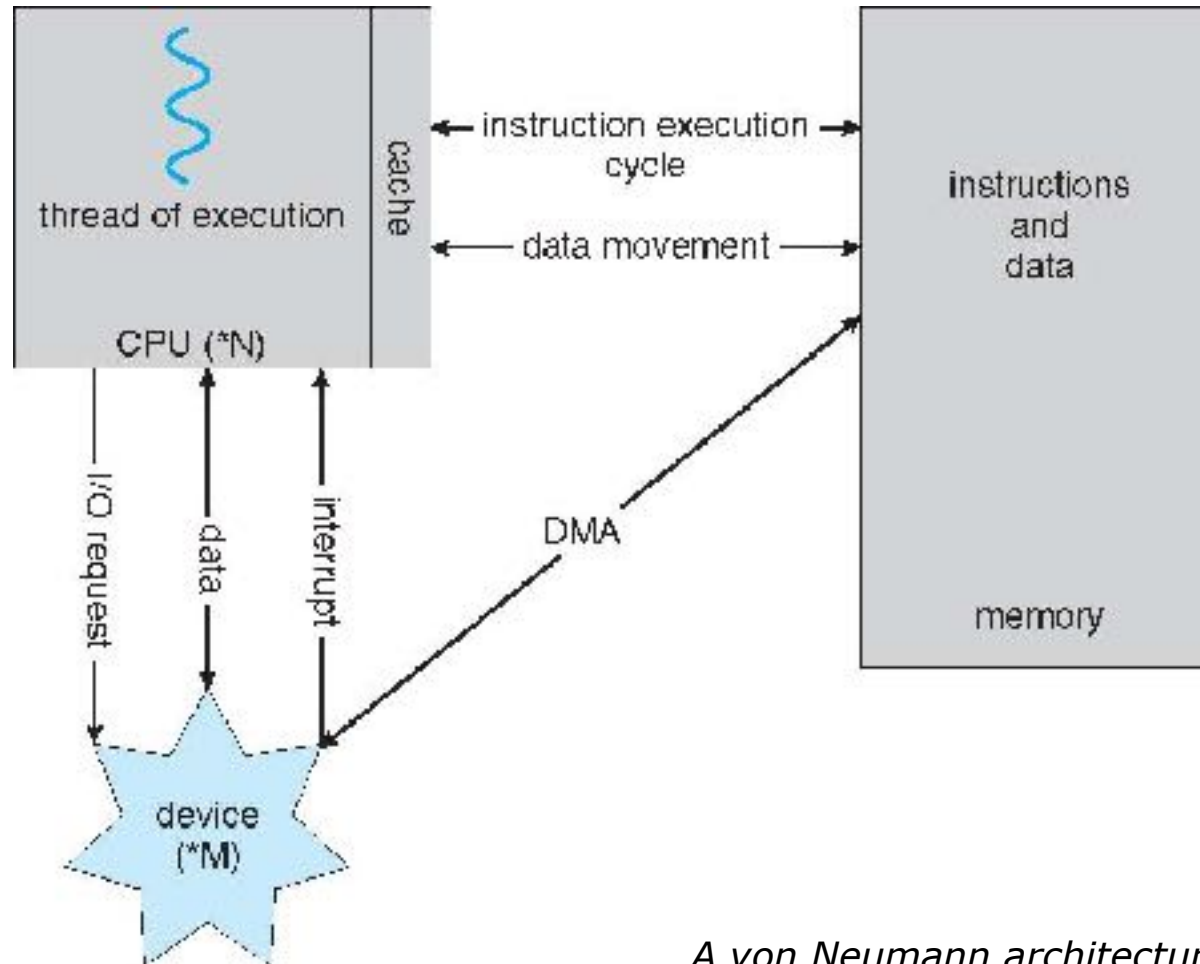
Caching

- Principe important, utilisé à toute sortes d'endroits et de niveaux dans un ordinateur (en matériel, par le SE, par les applications)
- Copier l'information active vers une mémoire plus rapide
- Vérifier d'abord si la donnée est dans le cache
 - Si elle y est, on peut l'utiliser directement (rapide)
 - Si non, on la copie d'abord et on l'utilise après
- Pour être plus rapide, le cache est plus petit
 - Le design de la gestion du cache est très important
 - Taille du cache et règles de remplacement

Architecture des systèmes

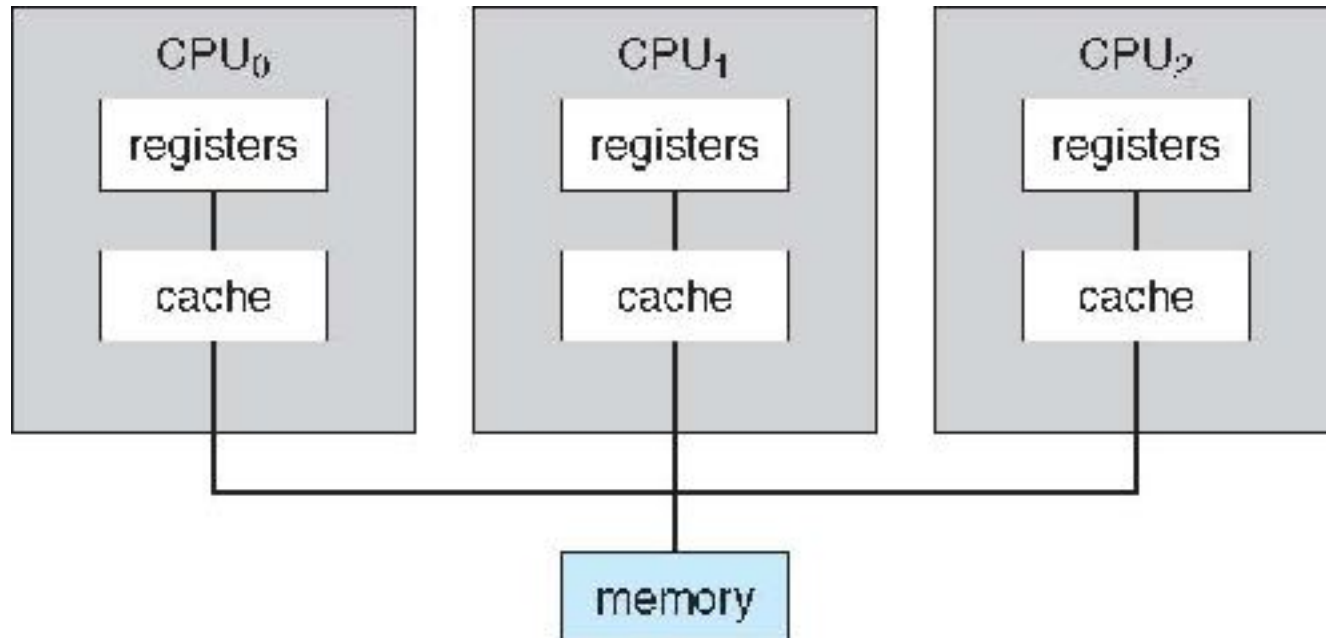
- Beaucoup de système n'ont qu'un seul CPU
 - La majorité ont aussi des processeurs spécialisés
- Les systèmes **multiprocesseurs** sont toujours plus courants et importants
 - Aussi nommés **systèmes parallèles**, **systèmes fortement couplés**
 - Avantages:
 1. **Plus haute performance**
 2. **Economy d'échelle**
 3. **Meilleure fiabilité – dégradation progressive** or **tolérance aux pannes**
 - Deux types:
 1. **Multiprocessing asymétrique** (un CPU gère les autres)
 2. **Multiprocessing symétrique (SMP)** (tous les CPUs sont égaux; le plus populaire)

Comment Fonctionne un Ordinateur



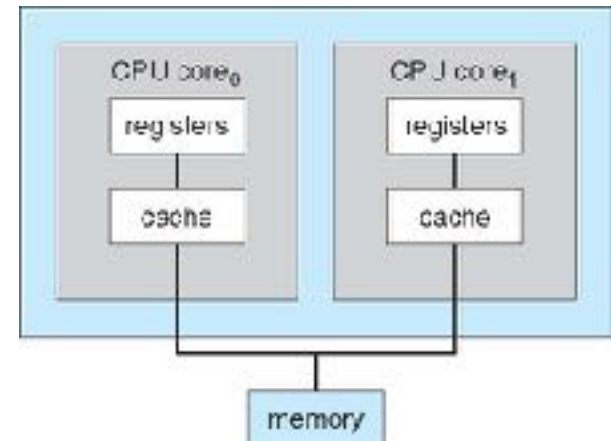
A von Neumann architecture

Architecture multiprocesseur symétrique



Un Système “Dual-Core”

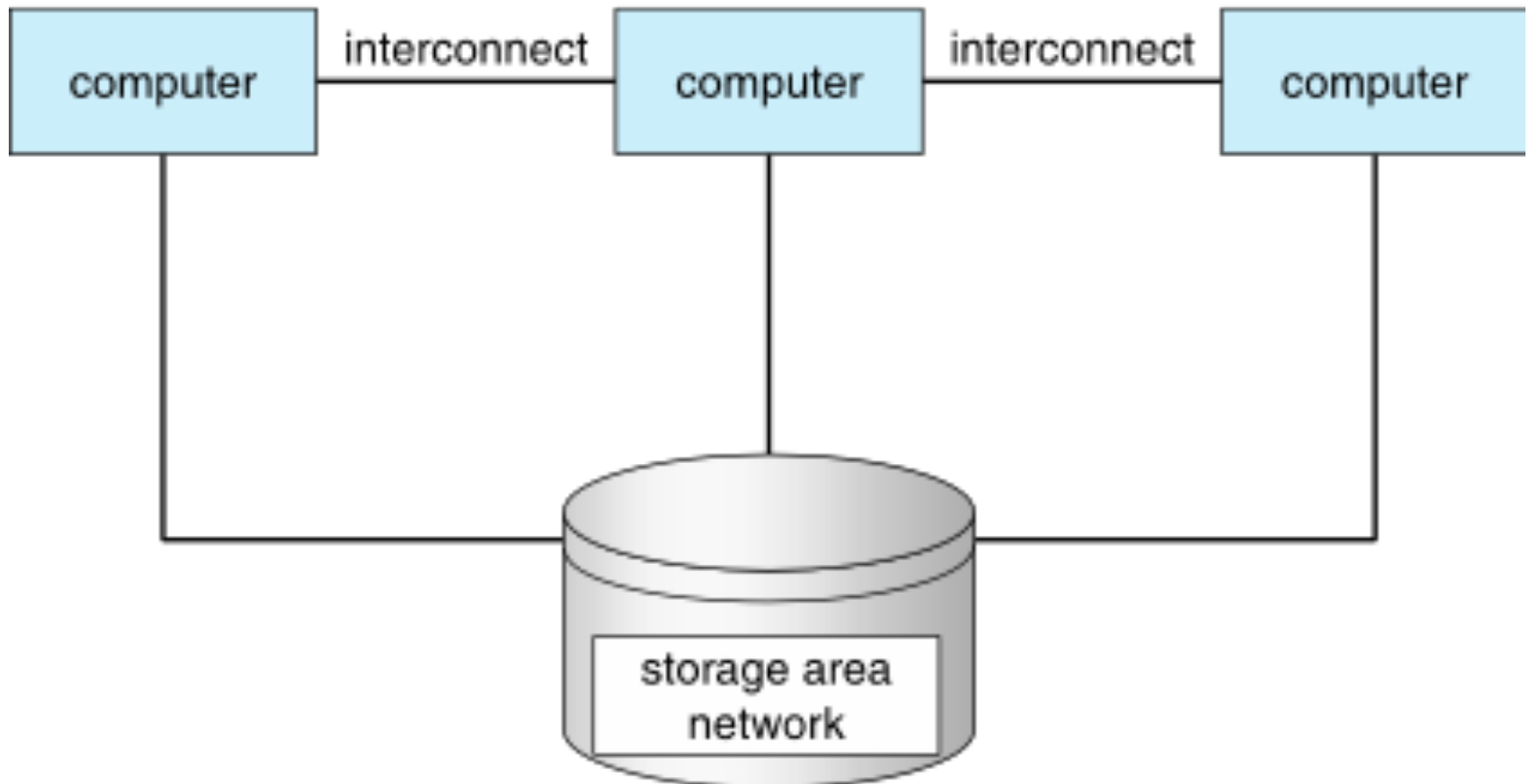
- Variations **UMA** et **NUMA**
(accès mémoire uniforme et nonuniforme)
- **Multi-chip** ou **multicore**
- Systèmes contenant tout les chips vs. serveurs blade
 - Chassis contenant plusieurs systèmes séparés (avec leur OS, I/O, réseau, etc.)



Systemes en Grappes

- Comme systemes multiprocesseurs, mais multiples systemes travaillant ensemble
 - Partage du stockage via **storage-area network (SAN)**
 - Offre un service **haute-disponibilite** qui survit aux pannes
 - ▶ **Grappes asymetriques** avec une machine en “hot-standby”
 - ▶ **Grappes symetriques** où les noeds se surveillent mutuellement
 - Grappes de calcul “**high-performance computing**” (**HPC**)
 - ▶ Applications écrites pour utiliser la **parallélisation**
 - Usage de **distributed lock manager (DLM)** pour éviter les conflits dans certaines opérations

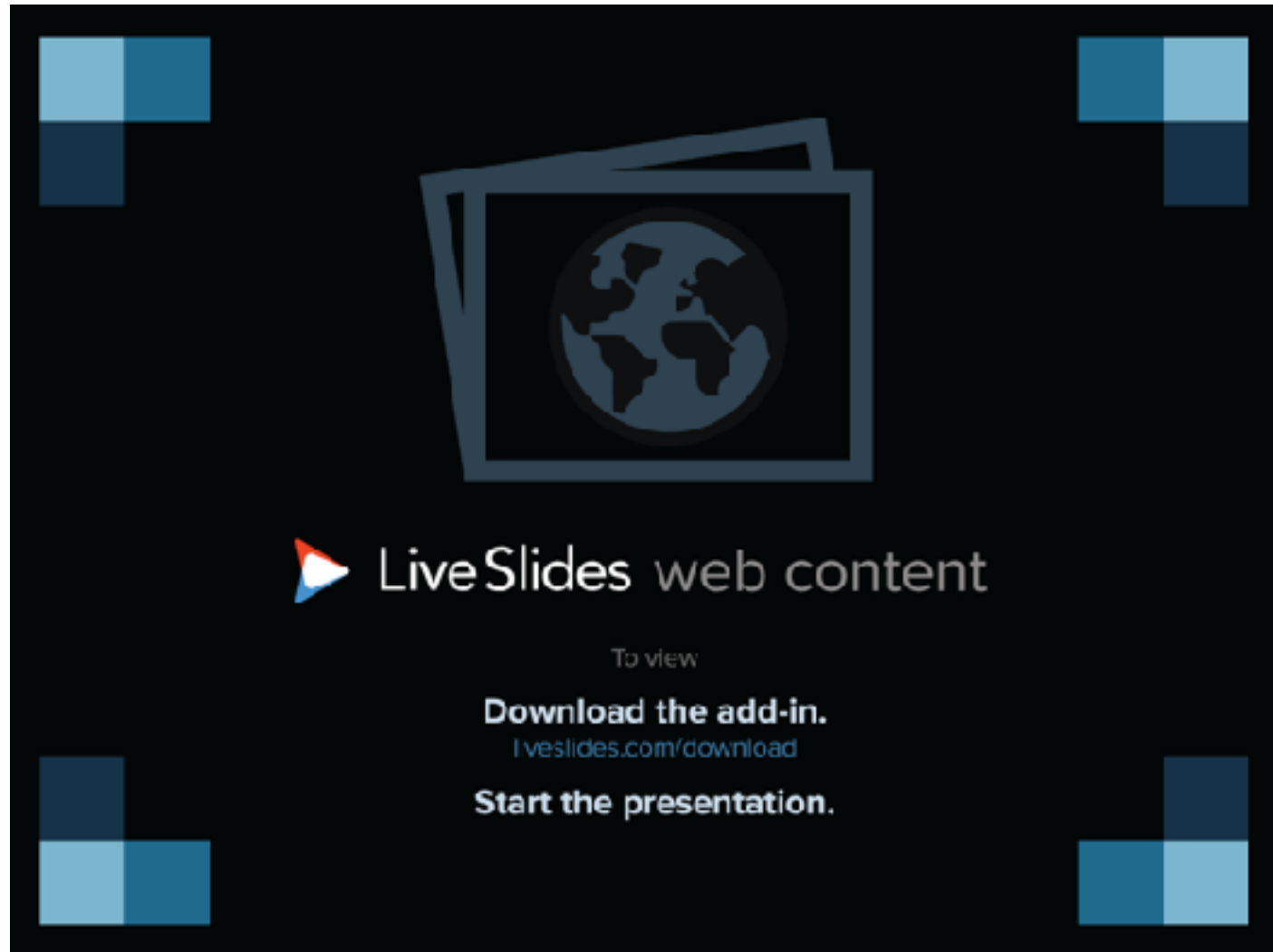
Clustered Systems



Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- **Système d'exploitation**
 - **Structure**
 - **Opérations**
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- Environment informatiques

Un Système d'Exploitation

The image is a dark-themed advertisement for LiveSlides. At the top center, there is a graphic of two overlapping presentation slides, with the front slide showing a globe. Below this graphic, the text 'LiveSlides web content' is displayed in a light grey font, preceded by a play button icon. Underneath, the text 'To view' is centered. Below that, the text 'Download the add-in.' is centered, followed by the URL 'liveslides.com/download' in a smaller font. At the bottom, the text 'Start the presentation.' is centered. The entire advertisement is framed by a dark border with four decorative corner elements, each consisting of two overlapping squares in shades of blue and grey.

Quelques Définitions

- Concurrency vs. Parallélisme
- Débit vs. Latence

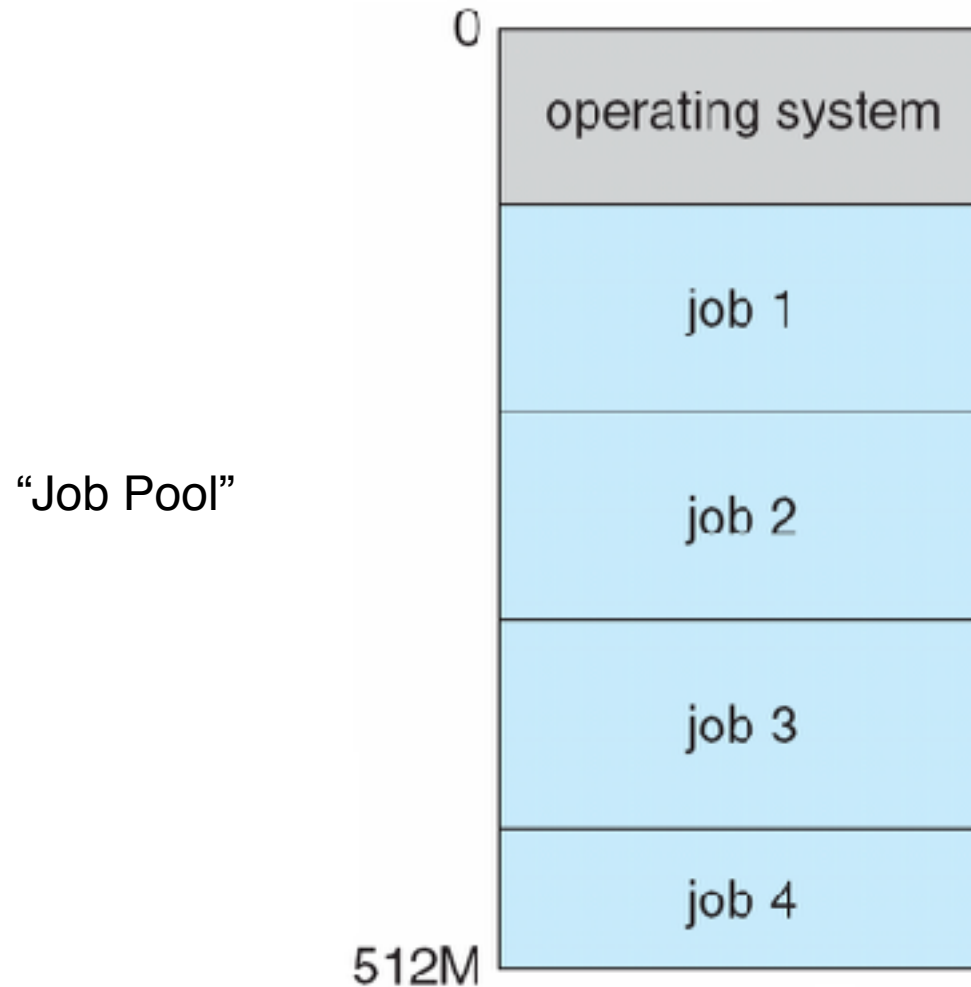
Structure des Systèmes d'Exploitation

- Besoin de multiprogrammation pour l'efficacité
 - Un seul utilisateur ne peut garder le CPU et les E/S occupées
 - Multiprogrammation organise le travail (code et data) pour que le CPU aie toujours quelque chose à faire
 - Un sous ensemble des tâches gardé en mémoire
 - Choix d'exécution des tâches (**job scheduling**)
 - En cas d'attente (par exemple pour E/S), SE passe à une autre tâche

Structure des Systèmes d'Exploitations (cont'd)

- **Timesharing (multitasking)** une extension naturelle où le CPU change de tâche si souvent que l'utilisateur peut interagir avec chacune d'elle: **interactive computing**
 - Temps de réponse devrait être < 1 second
 - Chaque utilisateur a au moins une tâche (**processus**) en mémoire
 - Plusieurs tâches prêtes en même temps: **CPU ordonnancement**
 - Tâche occupent plus de mémoire que disponible: “**swapping**” sur le disque
 - Mémoire virtuelle permet l'exécution de tâches partiellement en mémoire
 - Interblocage

Layout mémoire pour multiprogrammation

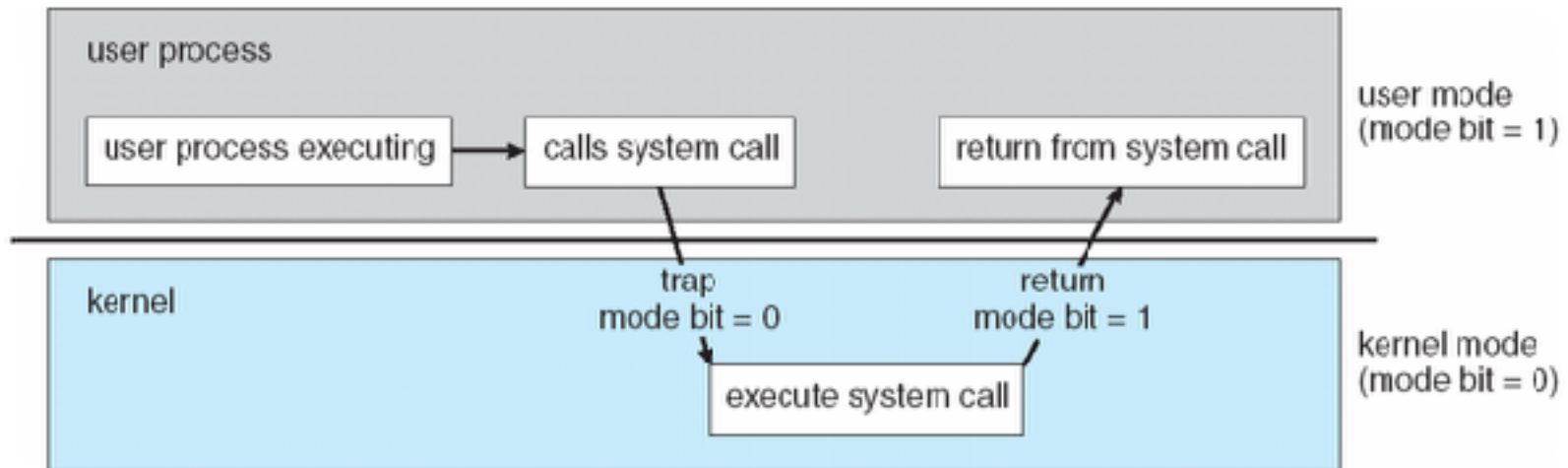


Opérations de systèmes d'exploitation

- **Guidé par les interruptions** par le matériel
- Erreur logicielle et requêtes créent des **exception** ou **trap**
 - Division par zéro, appel système
- Éviter les problèmes tels que les boucles infinies, les processus qui en modifient d'autres ou qui modifient le SE lui-même
- Opération en deux modes permet au SE de protéger les éléments
 - **Mode utilisateur** et **mode noyau**
 - Bit de mode fourni par le processeur
 - ✓ Permet de distinguer l'exécution dans le noyau
 - ✓ Les instructions privileges, autorisées seulement en mode noyau
 - ✓ Interruption et exceptions passent en mode noyau

Transition au Mode Noyau

- Pour éviter les boucles sans fin, le noyau doit garder un œil ouvert
 - Utiliser un timer pour générer une interruption dans le futur
 - Avant de retourner en mode user, le SE arme le timer
 - Quand le timer sonne, l'interruption redonne la main au noyau



Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- **Gestion**
 - **Processus**
 - **Memoire**
 - **Stockage**
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- Environment informatiques

Gestion des Processus

- Un processus est un programme en cours d'exécution. Un programme est une **entité passive**, un processus est une **entité active**.
- Un processus a besoin de ressources pour accomplir sa tâche
 - CPU, mémoire, E/S, fichiers
 - Initialisation des données
- À la fin d'un processus, il faut récupérer ces ressources
- Un processus “single-threaded” a un **program counter** qui indique l'adresse de la prochaine instruction à exécuter
 - Le processus exécute ses instructions séquentiellement, une à la fois, jusqu'à épuisement
- Un processus “multithreaded” a plusieurs program counters, un par thread, qui peuvent ainsi exécuter en parallèle
- Habituellement un système a toujours beaucoup de processus actifs, certains utilisateurs, d'autres appartenant au système, qui fonctionnent tous concurremment sur un ou plusieurs CPUs
 - Multiplexer les CPUs parmi les processus / threads

Activités de Gestion des Processus

Le système d'exploitation est responsable de:

- Créer et détruire les processus utilisateurs et système
- Suspendre et réveiller les processus
- Fournir des mécanismes pour la synchronisation entre processus
- Fournir des mécanismes pour la communication entre processus
- Fournir des mécanismes pour la gestion des étreintes mortelles

Gestion Mémoire

- Avoir les données en mémoire avant de les manipuler
- Avoir les instructions en mémoire avant de les exécuter
- La gestion mémoire détermine quoi garder en mémoire pour
 - Optimiser l'usage du CPU et le temps de réponse à l'utilisateur
- Activités de gestion mémoire
 - Garder trace de qui utilise quelle partie de la mémoire
 - Decider quelles informations de quels processus transférer de/vers la mémoire
 - Allouer et désallouer les espaces mémoire au besoin

Gestion du Stockage

- SE fournit une vue uniforme des capacités de stockage
 - Abstraire les détails physiques en unités logiques – les **fichiers**
 - Chaque support est contrôlé par le périphérique (lecteur de disque, lecteur de bande)
 - ▶ Les propriétés variables incluent la vitesse d'accès, la capacité, le taux de transfert de données, la méthode d'accès (séquentielle ou aléatoire)
- Gestion du système de fichiers
 - Fichiers généralement organisés en répertoires
 - Contrôle d'accès sur la plupart des systèmes pour déterminer qui peut accéder à quoi
 - SE activités
 - ▶ Créer et supprimer des fichiers et des répertoires
 - ▶ Primitives pour manipuler des fichiers et des répertoires
 - ▶ Mappage de fichiers sur le stockage secondaire
 - ▶ Sauvegarde des fichiers sur un support de stockage stable (non volatile)

Gestion du Stockage en Masse

- Habituellement disques utilisés pour stocker des données qui ne tiennent pas dans la mémoire principale ou des données qui doivent être conservées pendant une "longue" période de temps
- Une gestion appropriée est d'une importance capitale
- La vitesse totale du fonctionnement de l'ordinateur dépend du sous-système de disque et de ses algorithmes
- SE activités
 - Gestion de l'espace vide
 - Allocation de stockage
 - Ordonnancement des disques
- Certains espaces de stockage n'ont pas besoin d'être rapides
 - Le stockage tertiaire comprend le stockage optique, la bande magnétique
 - Encore doit être géré - par OS ou applications

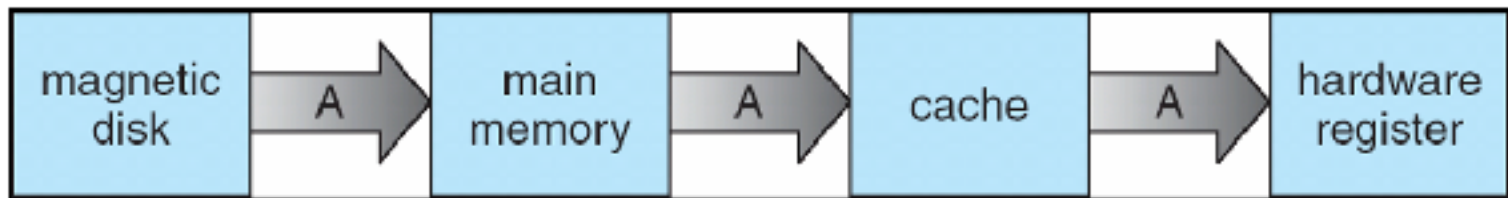
Performance des Niveaux de Stockage

Level	1	2	3	4	5
Name	registers	cache	main memory	solid state disk	magnetic disk
Typical size	< 1 KB	< 16MB	< 64GB	< 1 TB	< 10 TB
Implementation technology	custom memory with multiple ports CMOS	on-chip or off-chip CMOS SRAM	CMOS SRAM	flash memory	magnetic disk
Access time (ns)	0.25 - 0.5	0.5 - 25	80 - 250	25,000 - 50,000	5,000,000
Bandwidth (MB/sec)	20,000 - 100,000	5,000 - 10,000	1,000 - 5,000	500	20 - 150
Managed by	compiler	hardware	operating system	operating system	operating system
Backed by	cache	main memory	disk	disk	disk or tape

- Les mouvements entre les niveaux de hiérarchie de stockage peuvent être explicites ou implicites

Migration de l'entier A du disque vers le registre

- Les environnements **multitâches** doivent veiller à utiliser la valeur la plus récente



- L'environnement multiprocesseur doit fournir une **cohérence de cache** dans le matériel de sorte que tous les processeurs aient la valeur la plus récente dans leur cache
- Les environnement distribuées sont encore plus complexe

Systeme I/O

- Un des objectifs de l'OS est de cacher les particularités des périphériques matériels à l'utilisateur

- Systeme I/O doit faire:
 - Gestion de memoire incluant:
 - ▶ mise en memoire tampon: stockage temporaire des donnees pendant leur transfert
 - ▶ mise en cache: stocker des parties de donnees dans un stockage plus rapide pour des performances
 - ▶ mes en "spool": le chevauchement de la sortie d'un travail avec l'entree d'autres travaux
 - Interface generale du pilote de peripherique
 - Interface pour le peripherique specifique (firmware)

Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- **Protection and sécurité**
- Structures de données du noyaux
- Environnement informatiques

Protection et Sécurité

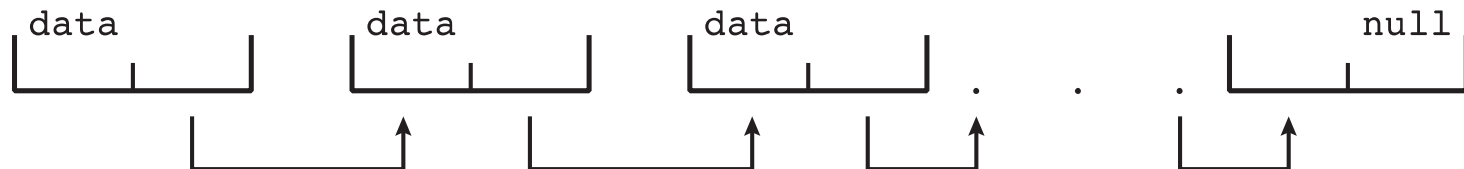
- **Protection** – tout mécanisme permettant de contrôler l'accès des processus ou des utilisateurs aux ressources définies par le SE
- **Sécurité** – défense du système contre les attaques internes et externes
 - Vaste gamme, y compris le déni de service, les vers, les virus, le vol d'identité, le vol de service
- Les systèmes distinguent généralement les utilisateurs pour déterminer qui peut faire quoi
 - NIP pour chaque utilisateur
 - NIP associé avec les fichiers et processus de l'utilisateur pour déterminer le niveau de contrôle permis
 - On peut mettre les utilisateurs dans les groupes (**group ID**)
 - exemple: `chmod`

Outline

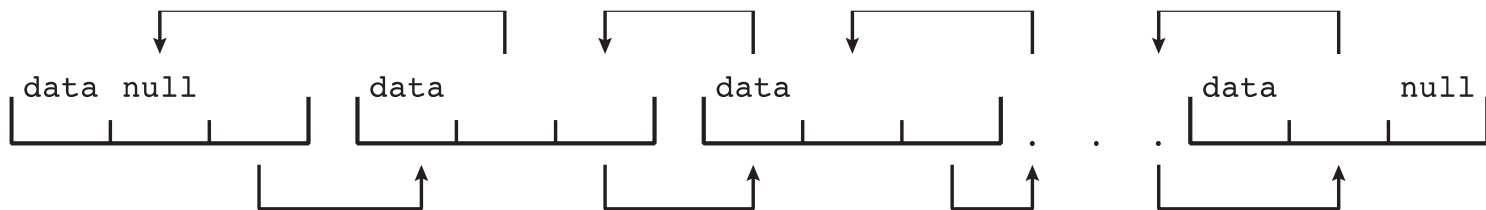
- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- **Structures de données du noyaux**
- Environnement informatiques

Structures de Données du Noyau

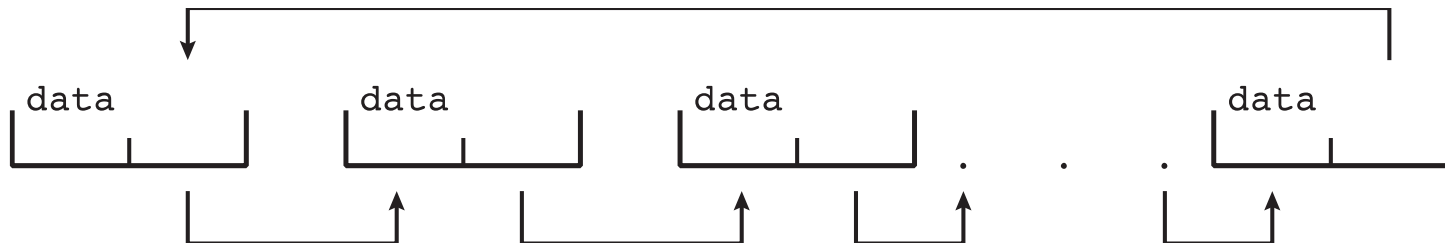
■ *Singly linked list*



■ *Doubly linked list*

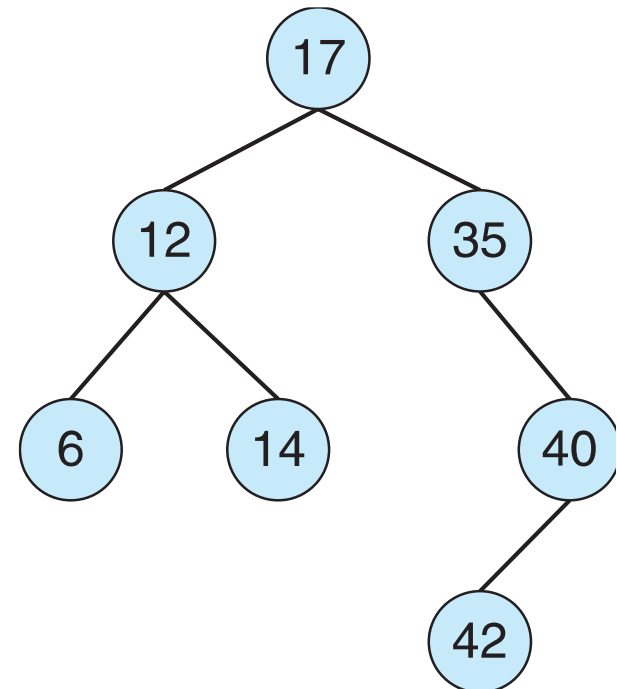


■ *Circular linked list*



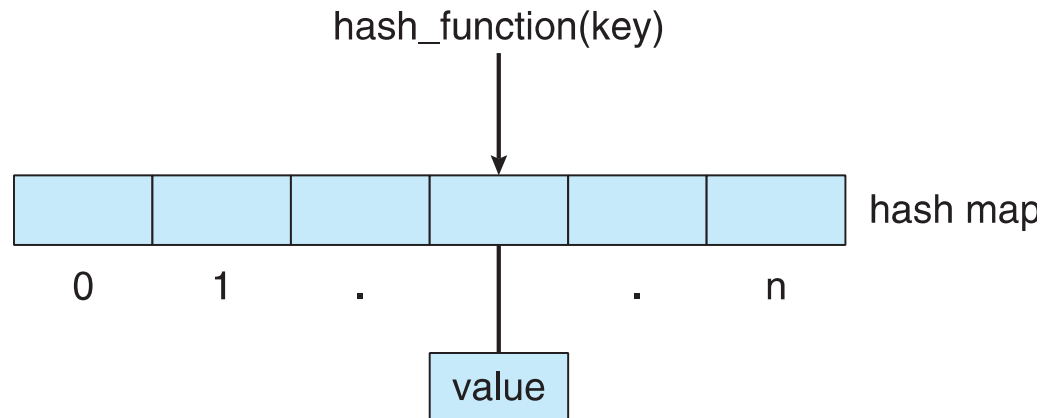
Structures de Données du Noyau

- Queue, Stack
- Binary search tree
gauche \leq droit



Structures de Données du Noyau

■ Hash function



Outline

- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- Structures de données du noyaux
- **Environment informatiques**

Environnement Informatique - Traditionnelle

- Machines à usage général autonomes
- Est-ce que ca existe encore?
- Les **portails** fournissent un accès Web aux systèmes internes
- Les **ordinateurs réseau** (clients légers) sont comme les terminaux Web
- Interconnexion des ordinateurs portables via des **réseaux sans fil**

Environnement Informatique - Mobile

- Smartphones, tablettes, etc.
- Quelle est la différence fonctionnelle entre eux et un ordinateur portable "traditionnel"?
 - Plus de types de ressources (GPS, gyroscope)
 - Nouveaux types d'applications comme *augmented reality*
 - Utilise les réseaux de données cellulaires pour la connectivité
- Leaders sont **Apple iOS** et **Google Android**

Environment Informatique – Distribué

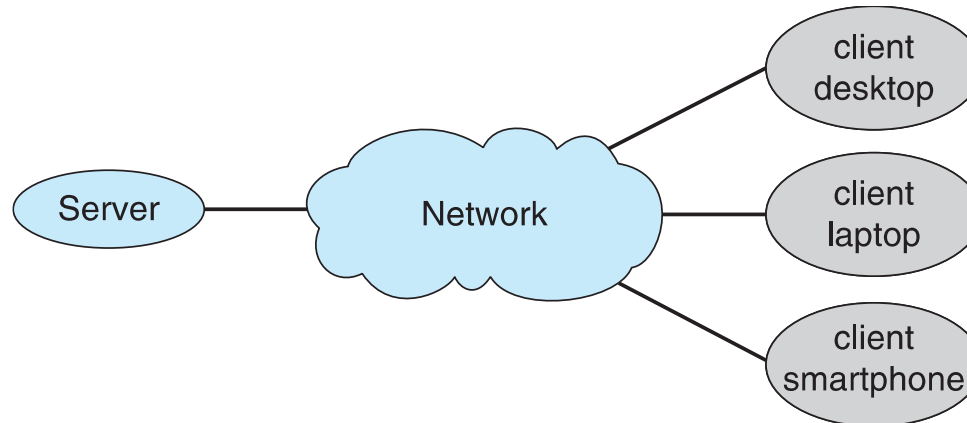
■ Distribué

- Collecte de systèmes séparés, éventuellement hétérogènes, en réseau
 - ▶ Utilise un protocole réseau e.g. **TCP/IP**
 - **Local Area Network (LAN)**
 - **Wide Area Network (WAN)**
 - **Metropolitan Area Network (MAN)**
 - **Personal Area Network (PAN)**
- SE réseau fournit des fonctionnalités entre les systèmes à travers le réseau
 - ▶ Schéma de communication permet aux systèmes d'échanger des messages

Environment Informatique – Client-Serveur

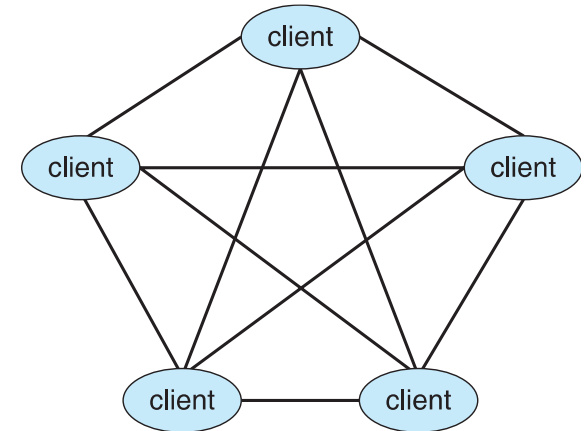
■ Informatique client-server

- Beaucoup de systèmes maintenant **serveurs**, répondant aux demandes générées par les **clients**
 - ▶ Le système de serveur de traitement fournit une interface au client pour demander des services (c'est-à-dire, une base de données)
 - ▶ Système de serveur de fichiers fournit une interface pour les clients pour stocker et récupérer des fichiers



Environment Informatique - Peer-to-Peer

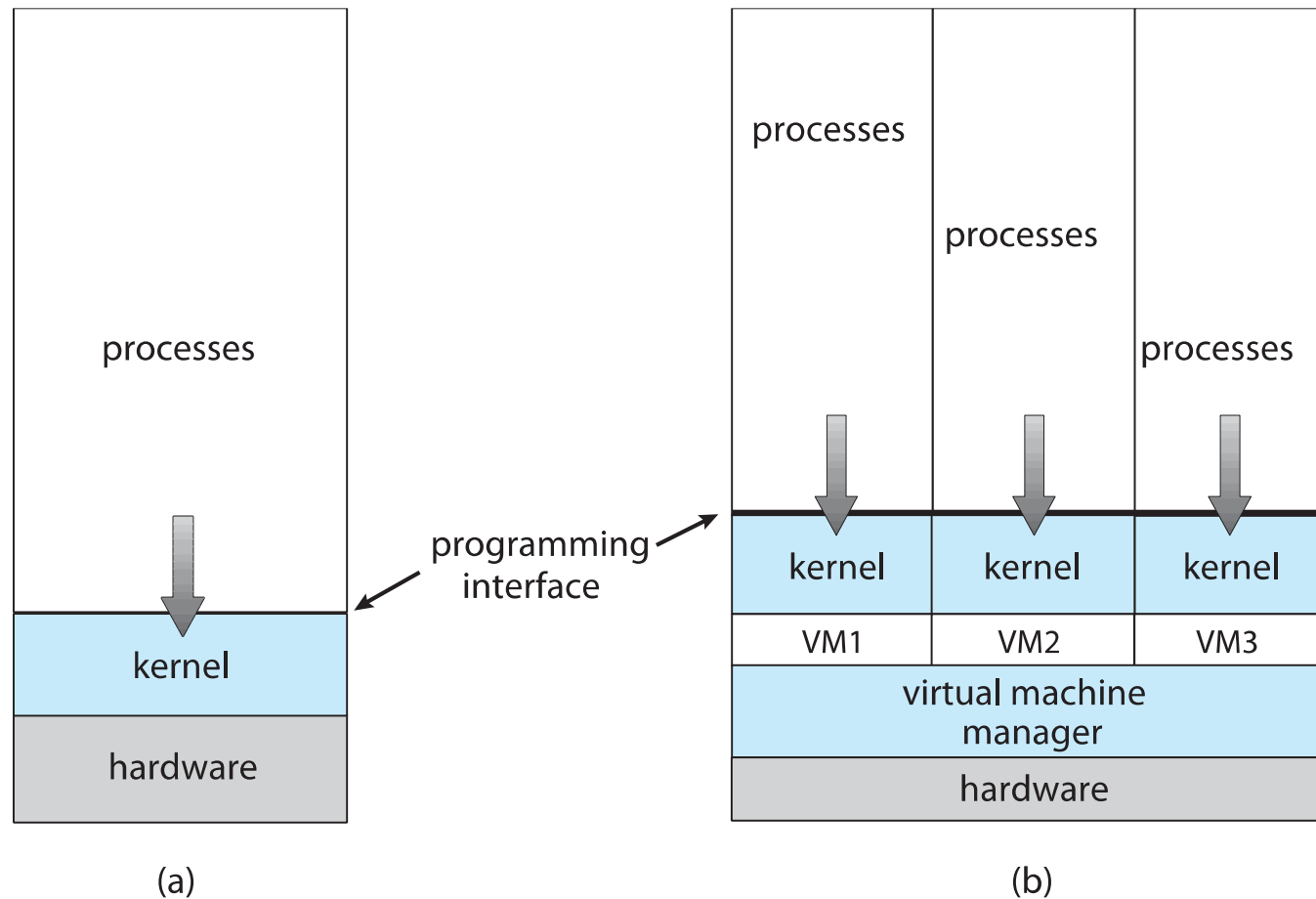
- P2P ne distingue pas les clients et les serveurs
 - Tous les nodes sont considéré comes les “peer”
 - Les exemples incluent Napster et Gnutella, Voix sur IP (VoIP) tels que Skype



Environment Informatique - Virtualization

- Permet aux systèmes d'exploitation d'exécuter des applications dans d'autres systèmes d'exploitation
 - Un industrie en croissance
- **Emulation** utilisé lorsque le type de CPU source est différent du type de cible (i.e. PowerPC to Intel x86)
 - Généralement plus lent
 - Quand le langage informatique n'est pas compilé en code natif – **Interpretation**
- **Virtualization** – SE compilé nativement pour le CPU, exécutant les SE invités également compilé nativement
 - **Virtual Machine Manager**

Computing Environments - Virtualization

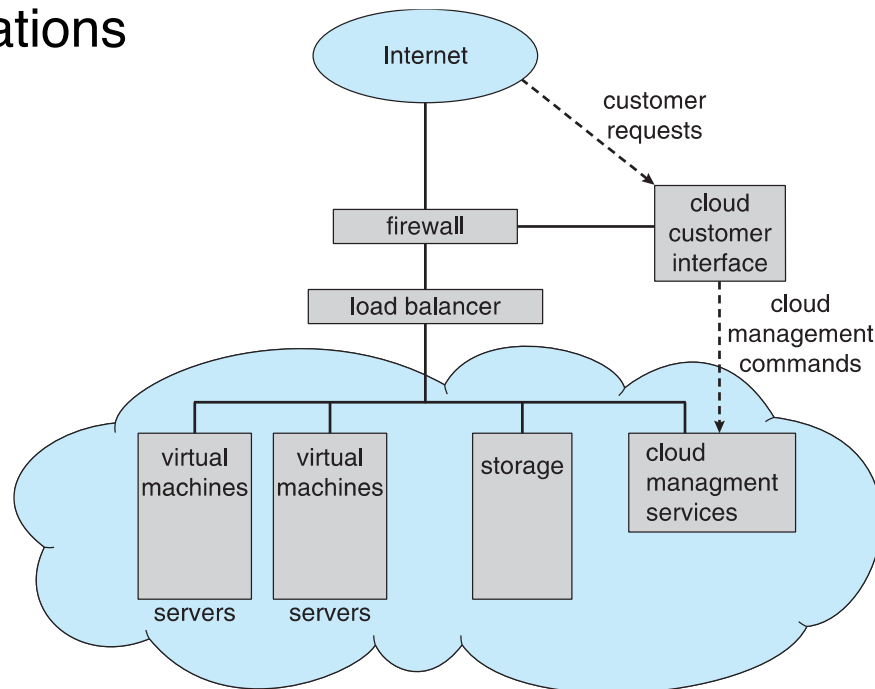


Environnement Informatique – Cloud computing

- Fournit de l'informatique, du stockage et même des applications en tant que service sur un réseau
- Des types
 - **Publique** – disponible via Internet
 - **Private** – géré par une entreprise pour son propre usage
 - **Hybrid**
 - Software comme un Service (**SaaS**) – une ou plusieurs applications disponibles via Internet (i.e. Google Docs)
 - Platform comme un Service (**PaaS**) – pile logicielle prête à l'emploi via Internet (e.g. Amazon AWS)
 - Infrastructure comme un Service (**IaaS**) – serveurs ou stockage disponibles sur Internet (e.g. Dropbox)

Environment Informatique – Cloud Computing

- Environnements de calcul en nuage composés de SE traditionnels, de VMM et d'outils de gestion du cloud
 - La connectivité Internet nécessite de la sécurité
 - Les équilibreurs de charge répartissent le trafic entre plusieurs applications



Environnement Informatique – Système “Real-Time”

- Les systèmes “real-time et embarqués” sont très nombreux
 - Variez considérablement, usage spécial, SE limité, SE en temps réel
- Beaucoup d'autres environnements informatiques spéciaux
 - Certains ont des SE, d'autres effectuent des tâches sans SE
- Le système d'exploitation en temps réel a des contraintes de temps fixes bien définies

Sommaire

- Un système d'exploitation est un logiciel qui gère le matériel
- Pour qu'un ordinateur peut faire des calcul les programme doit être dans la mémoire
- Il y a beaucoup de types de stockage qui sont tous géré par le système d'exploitation
- Les multiprogrammation donne la possibilité d'exécuter plus de tâche en parallèle mais ils sont plus complexe
- Deux modes: utilisateur et noyaux
- La protection et sécurité du système est aussi la responsabilité de la système d'exploitation
- l'ordinateur peut être déployé dans des environnements différents