

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?

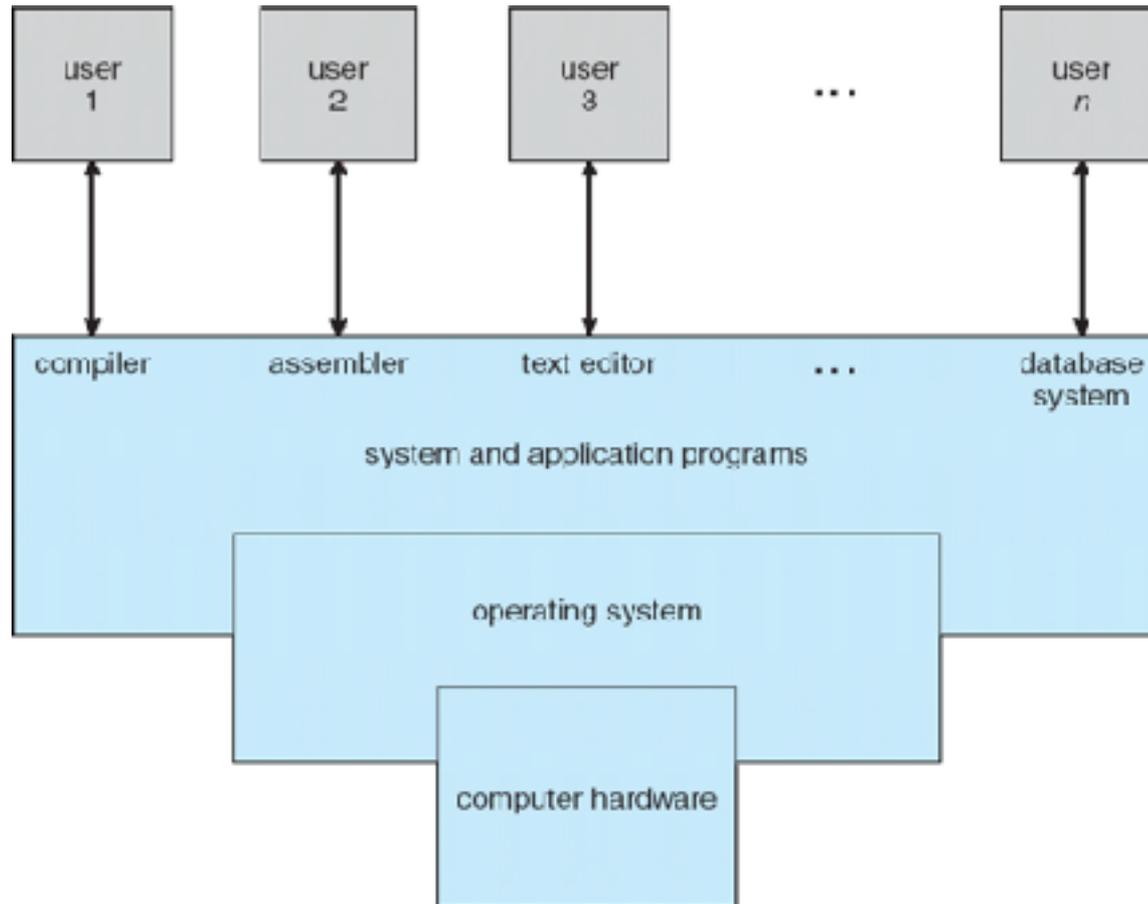
- Un programme qui fait l'intermédiaire entre l'utilisateur d'un système informatique et le matériel

- 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 une bonne première approximation
 - Mais cela varie exagérément
- Les programmes qui sont toujours en fonctionnement sont le **noyau**. Tout le reste est soit un “programme système” (vient avec le système d’exploitation) ou un programme d’application

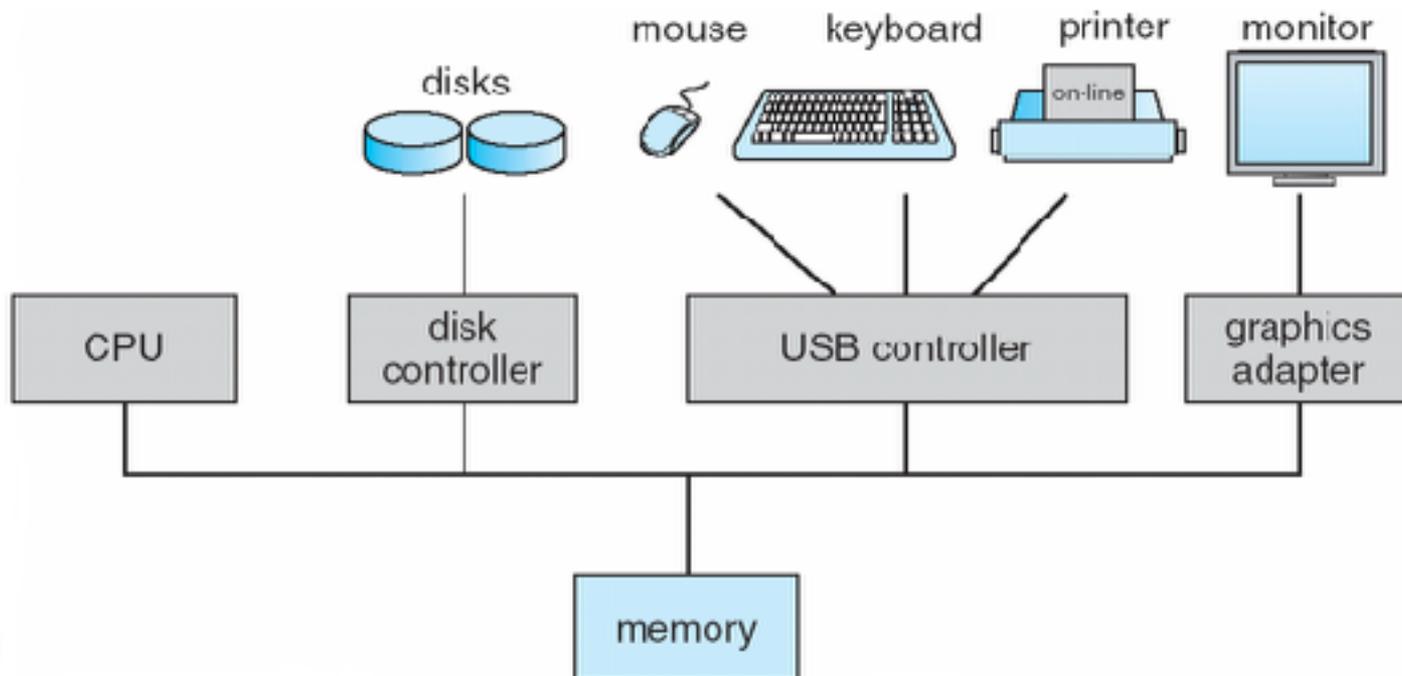
Outline

- 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**

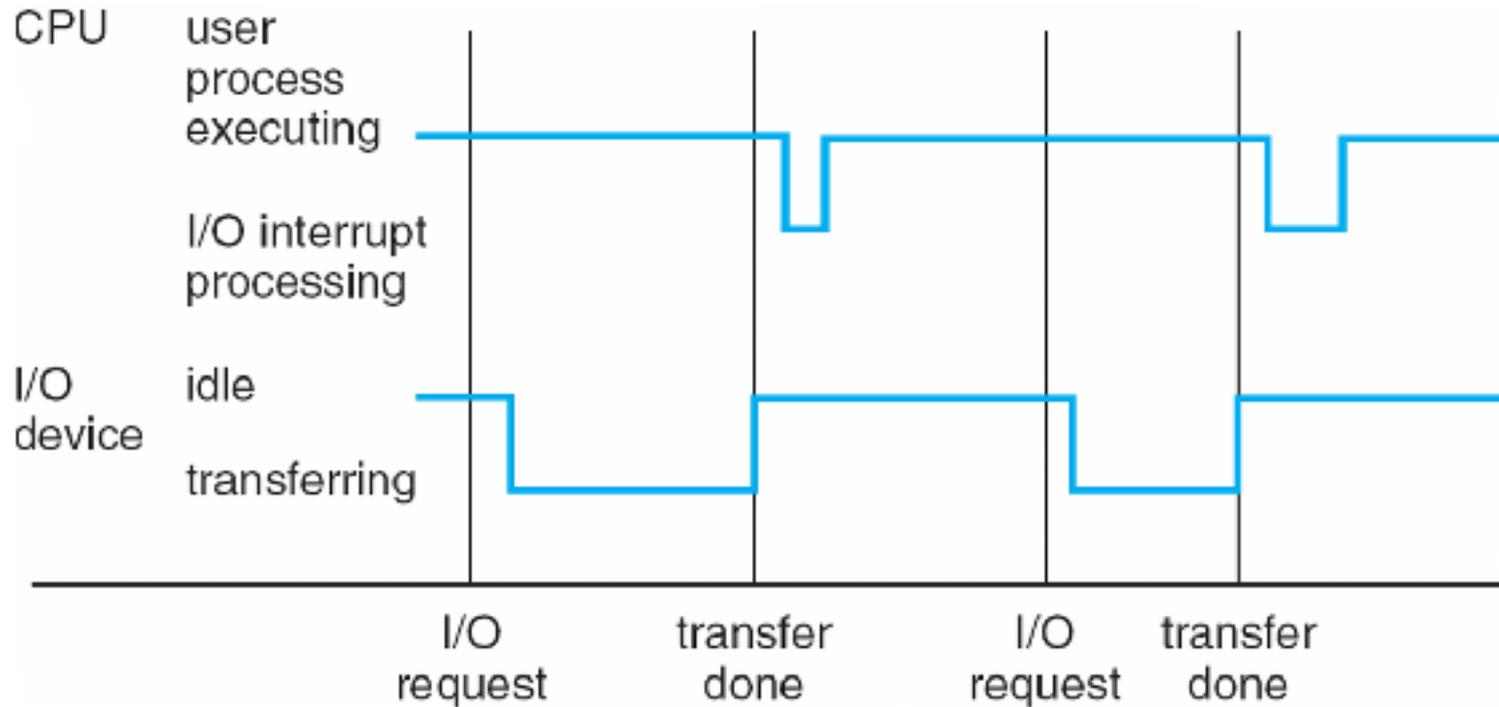
Gestion des interruptions

- 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

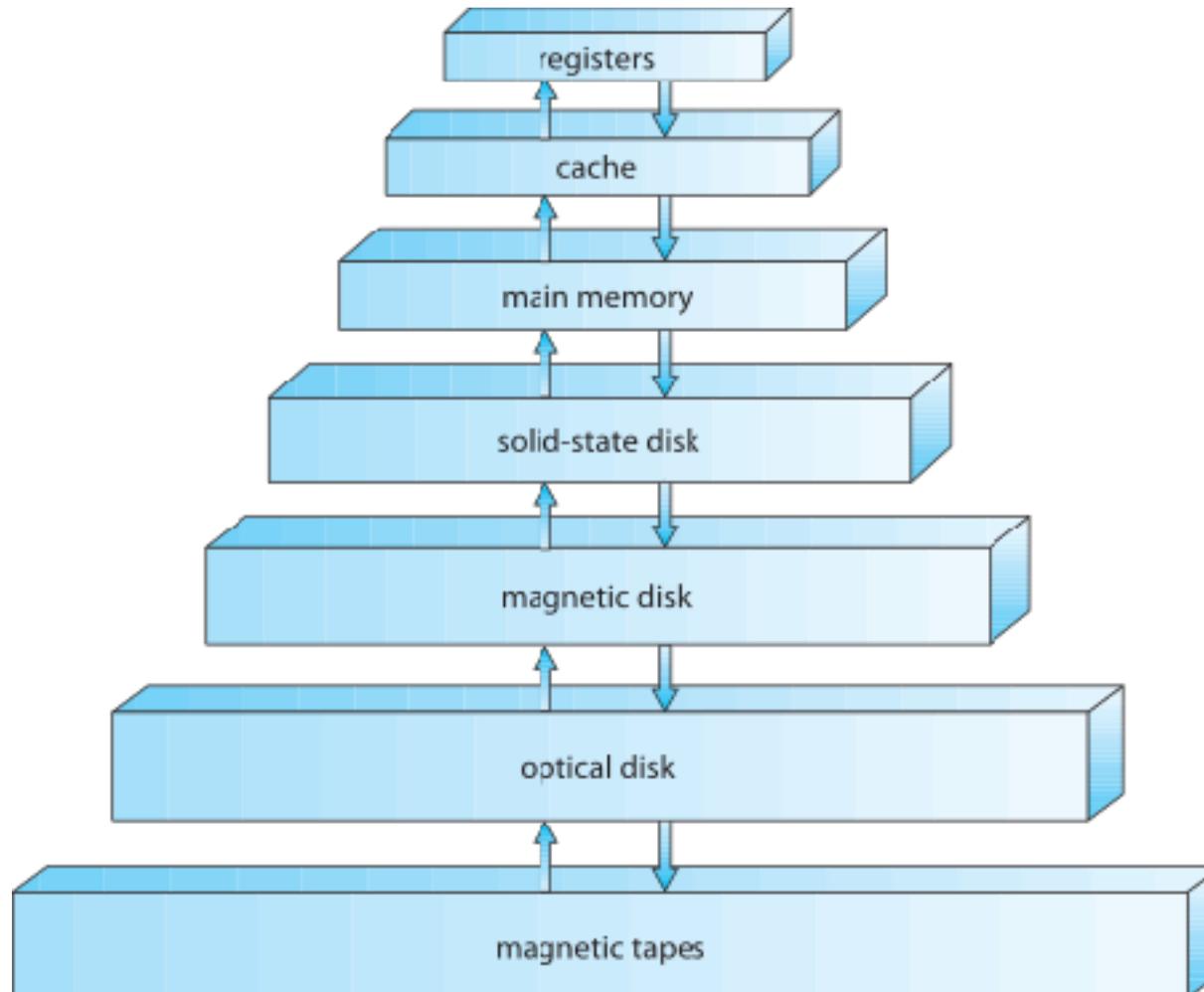
Structures de Stockage

- 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



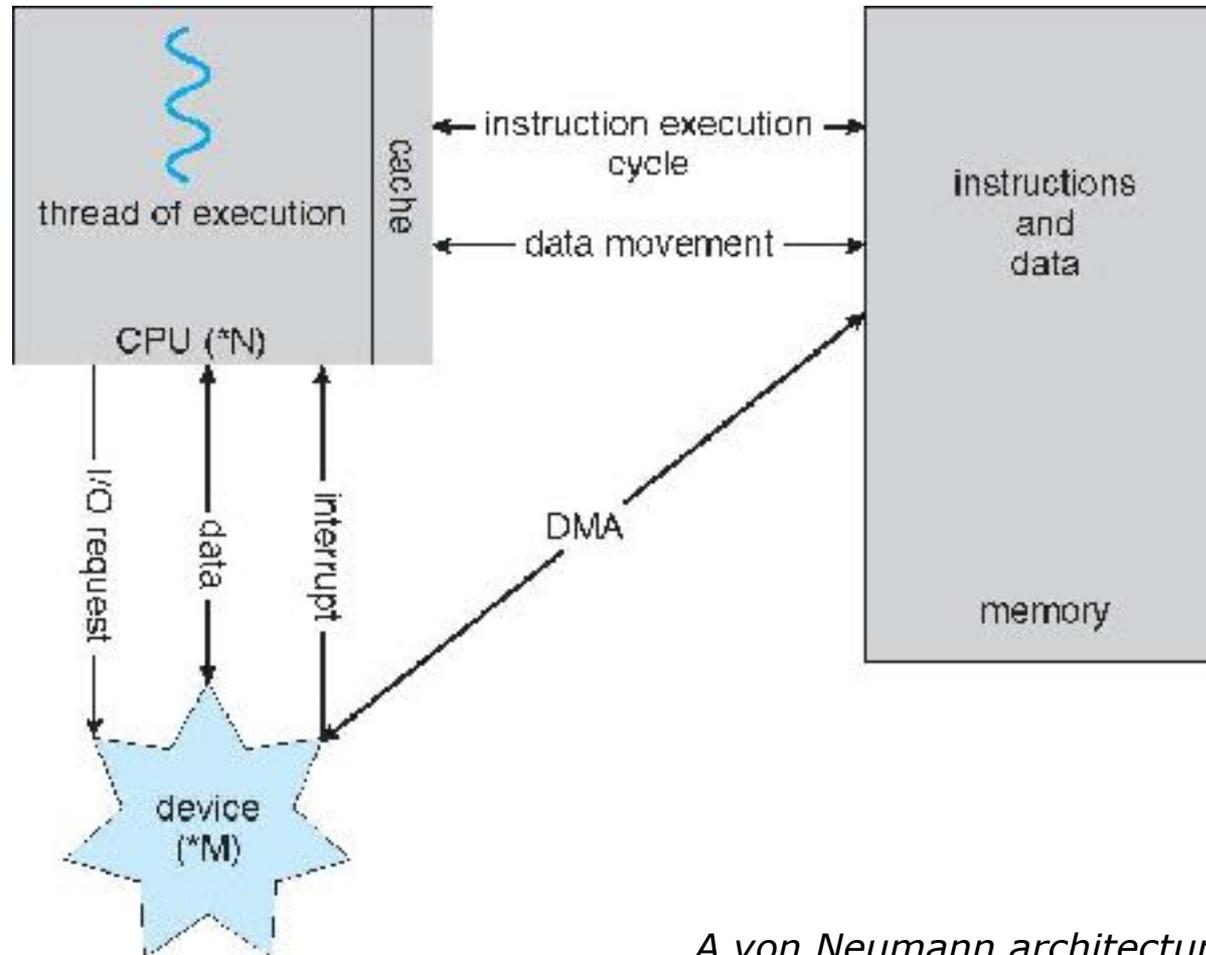
Caching

- 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

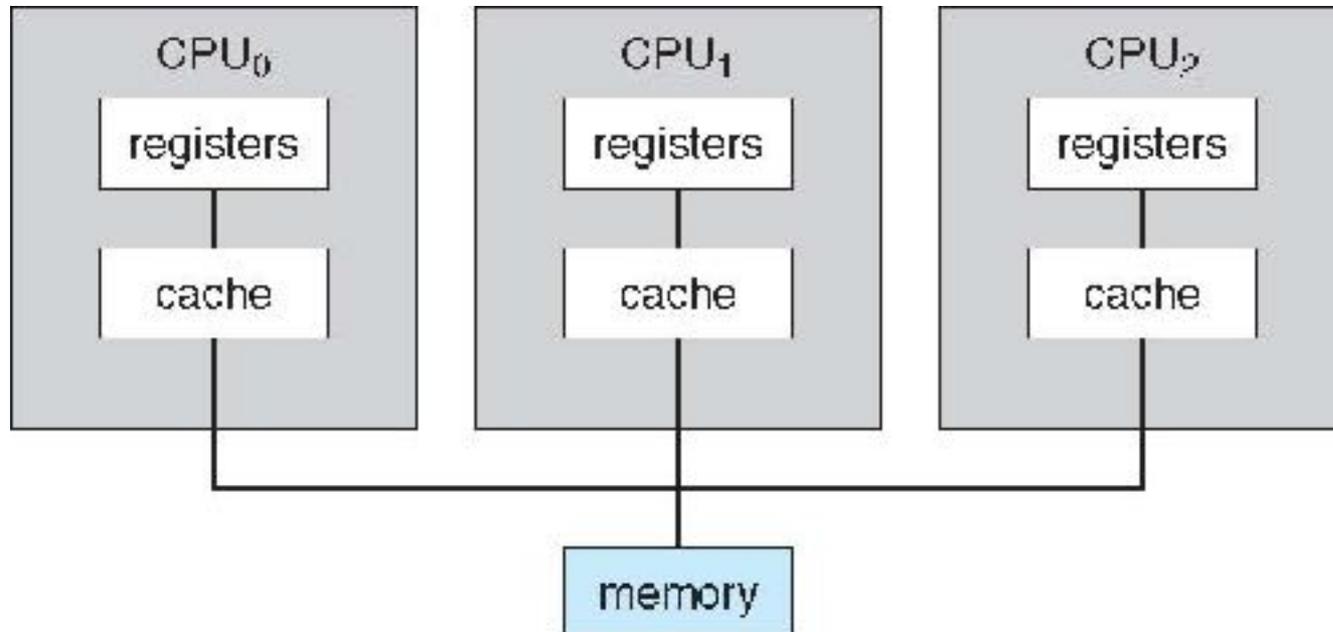
- Beaucoup de système n'ont qu'un seul CPU
 - La majorité ont aussi des processeurs spécialisés
- Les systèmes **multiprocesseurs** sont toujours plus courants et importants
 - Aussi nommés **systèmes parallèles**, **systèmes fortement couplés**
 - Avantages:
 1. **Plus haute performance**
 2. **Economy 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



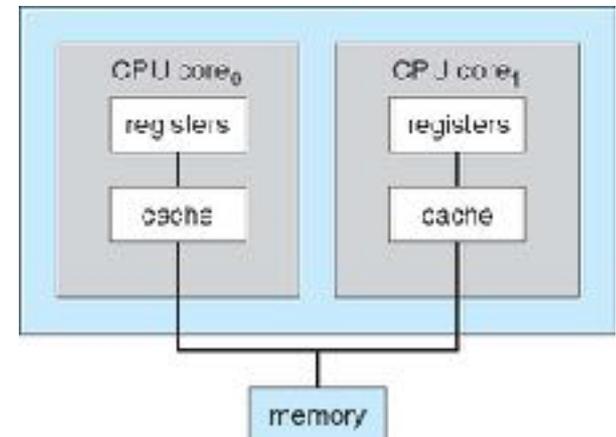
A von Neumann architecture

Architecture multiprocesseur symétrique



Un Système “Dual-Core”

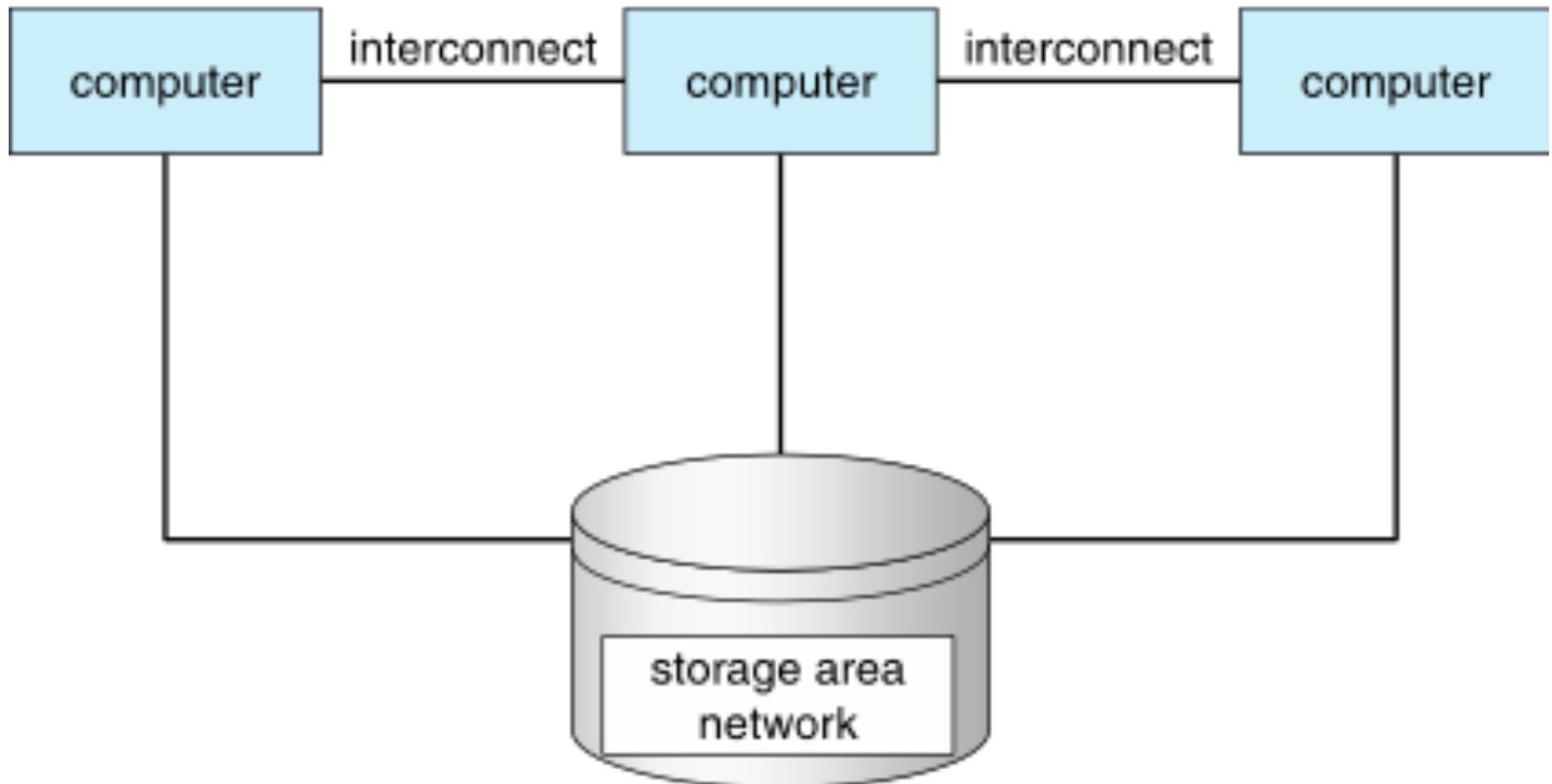
- Variations **UMA** et **NUMA**
(accès mémoire uniforme et nonuniforme)
- **Multi-chip** ou **multicore**
- Systèmes contenant tout les chips vs. serveurs blade
 - Chassis contenant plusieurs systèmes séparés (avec leur OS, I/O, réseau, etc.)



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 shows a dark-themed advertisement for LiveSlides. At the top center, there is a graphic of a stack of three slides, with the top slide featuring a globe. Below this graphic, the text 'LiveSlides web content' is displayed in a light blue font, preceded by a play button icon. Underneath, the text 'To view' is written in a smaller font. The main call to action is 'Download the add-in.' followed by the URL 'liveslides.com/download' in a light blue font. Below that, it says 'Start the presentation.' The advertisement is framed by four decorative corner elements, each consisting of two overlapping squares in shades of blue.

LiveSlides web content

To view

Download the add-in.
liveslides.com/download

Start the presentation.

Quelques Définitions

- Concurrency vs. Parallélisme
- Débit vs. Latence

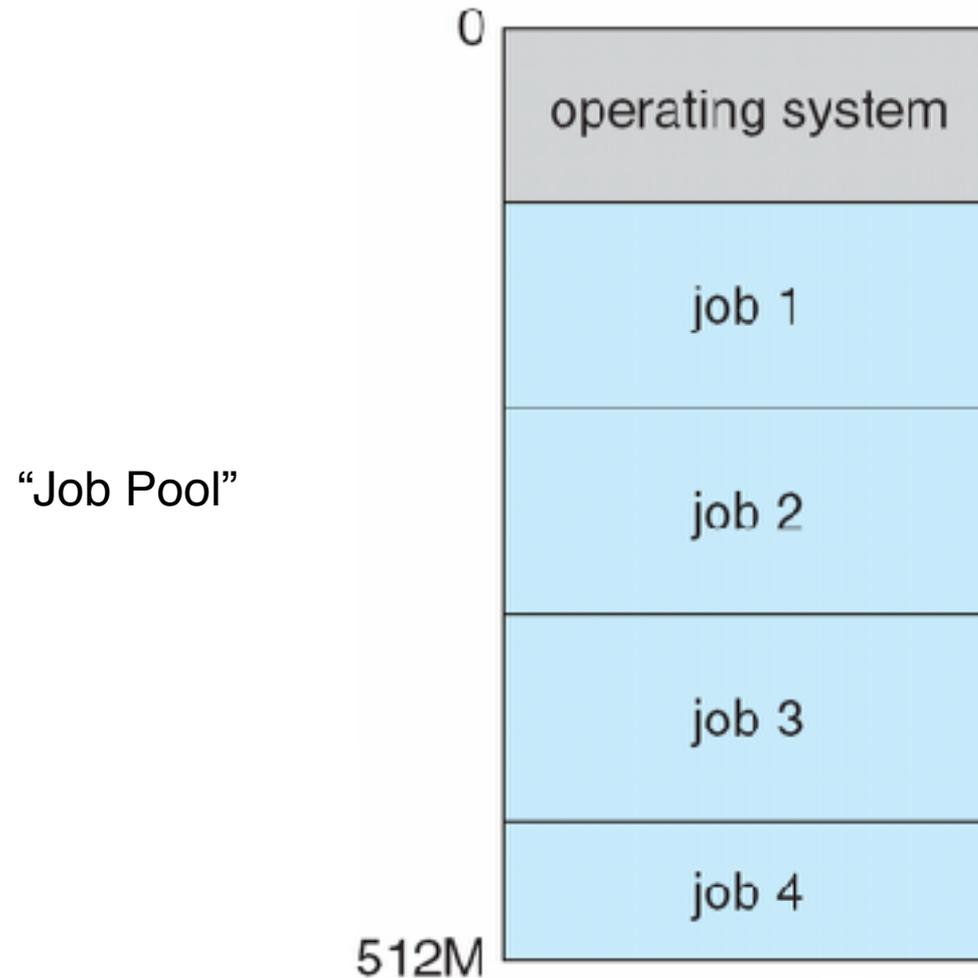
Structure des Systèmes d'Exploitation

- 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

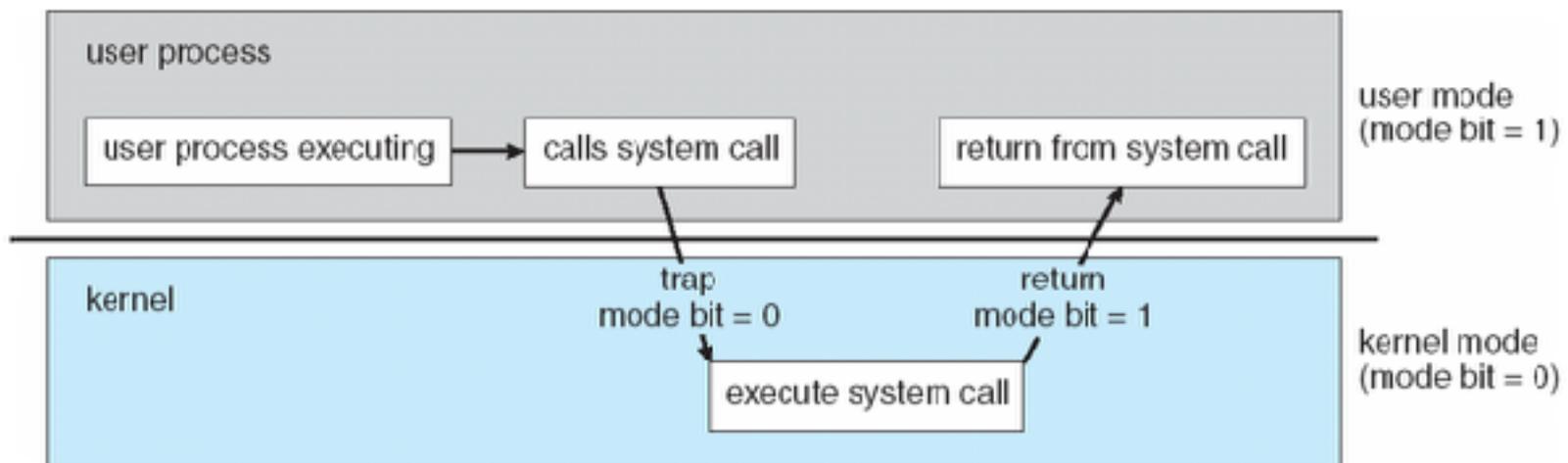


Opérations de systèmes d'exploitation

- **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

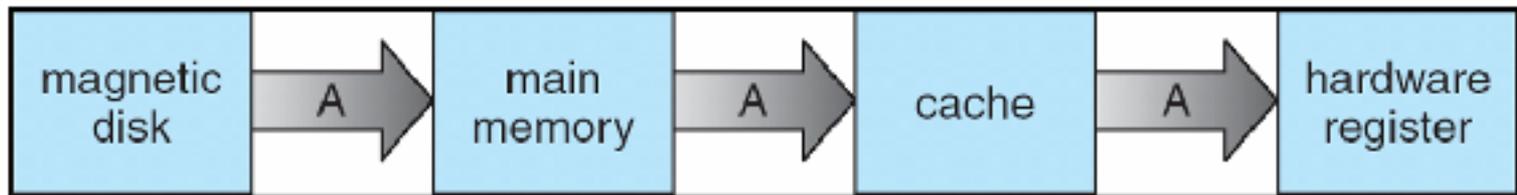
Performance des Niveaux de Stockage

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

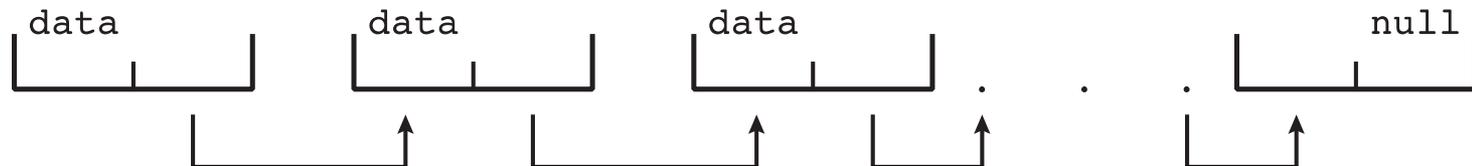
- **Protection** – tout mécanisme permettant de contrôler l'accès des processus ou des utilisateurs aux ressources définies par le SE
- **Sécurité** – défense du système contre les attaques internes et externes
 - Vaste gamme, y compris le déni de service, les vers, les virus, le vol d'identité, le vol 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

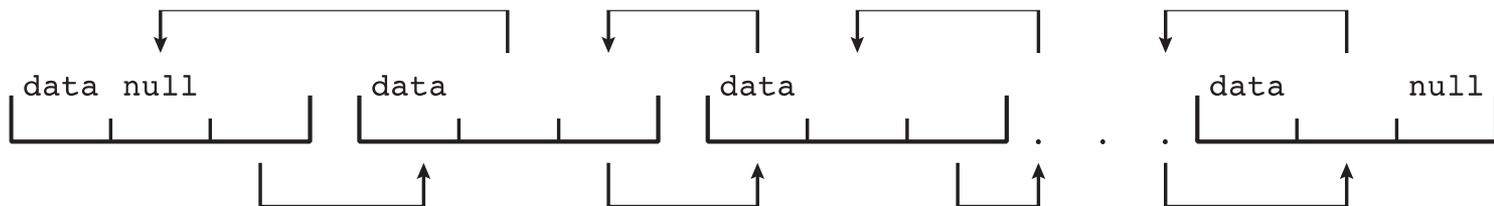
- Ce que fait un système d'exploitation
- Système informatique
 - Organisation
 - Architecture
- Système d'exploitation
 - Structure
 - Opérations
- Gestion
 - Processus
 - Memoire
 - Stockage
- Protection and sécurité
- **Structures de données du noyaux**
- Environnement informatiques

Structures de Données du Noyau

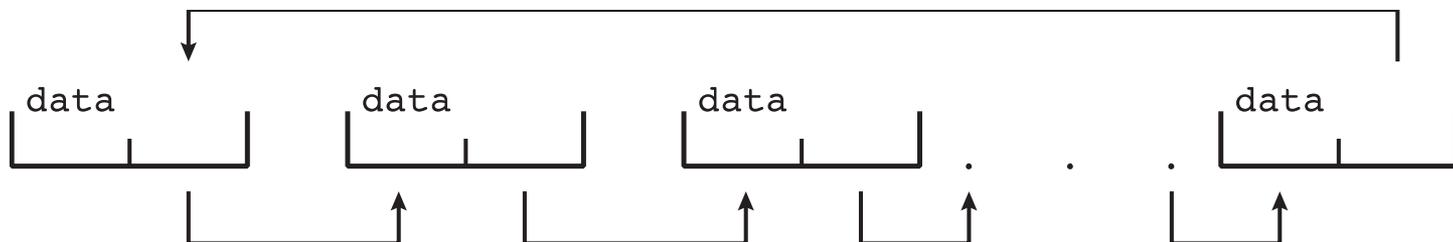
■ *Singly linked list*



■ *Doubly linked list*

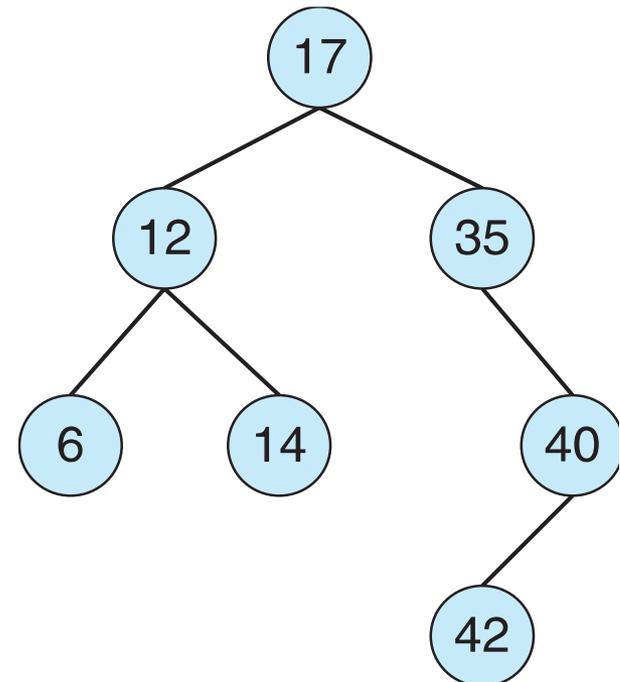


■ *Circular linked list*



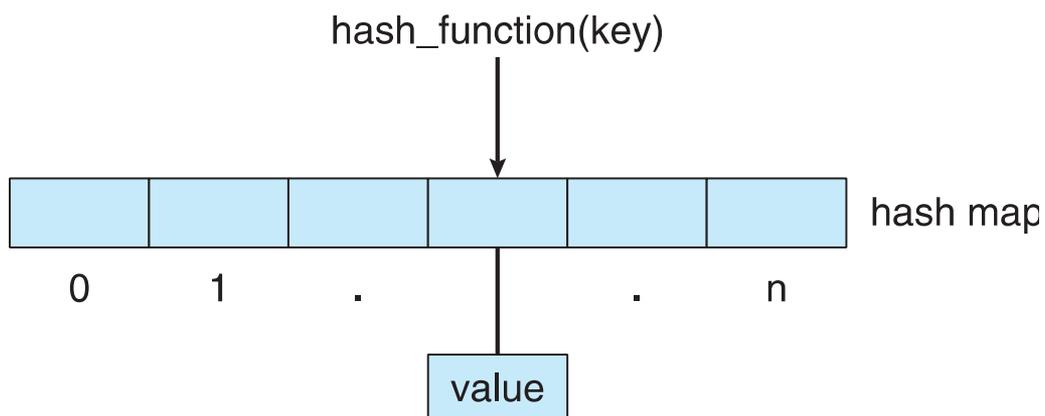
Structures de Données du Noyau

- 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

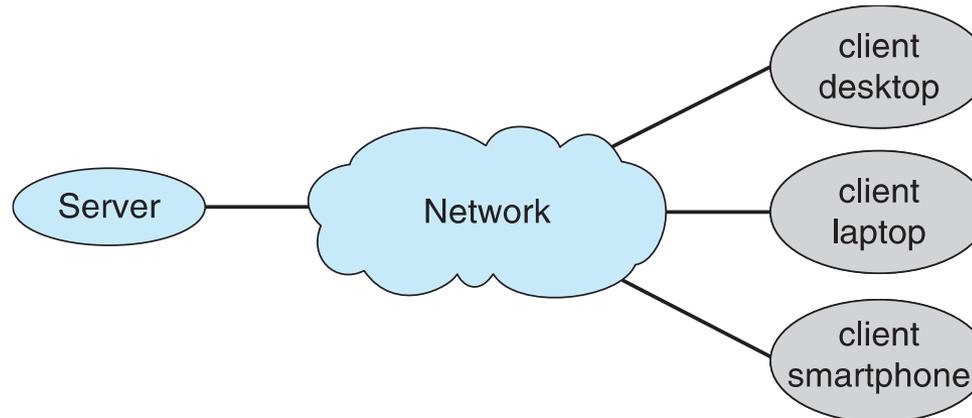
■ Distribué

- 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

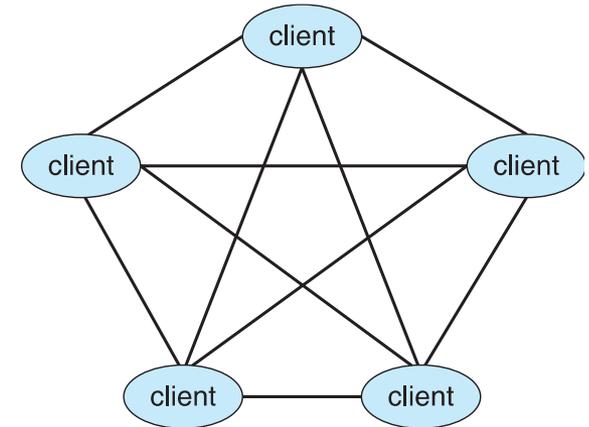
■ Informatique client-serveur

- 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

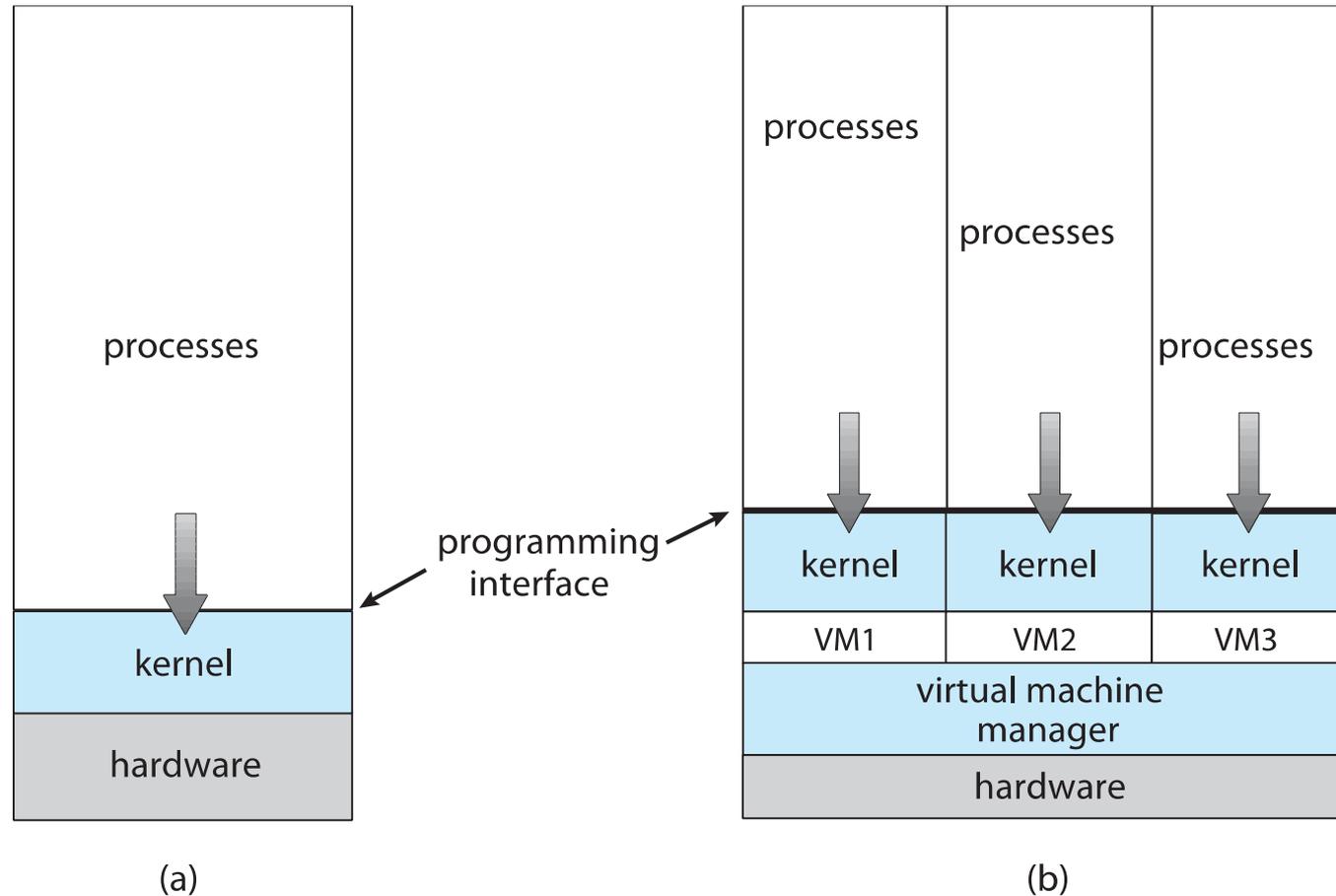
- P2P ne distingue pas les clients et les serveurs
 - Tous les nodes sont considéré comes les “peer”
 - Les exemples incluent Napster et Gnutella, Voix sur IP (VoIP) tels que Skype



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

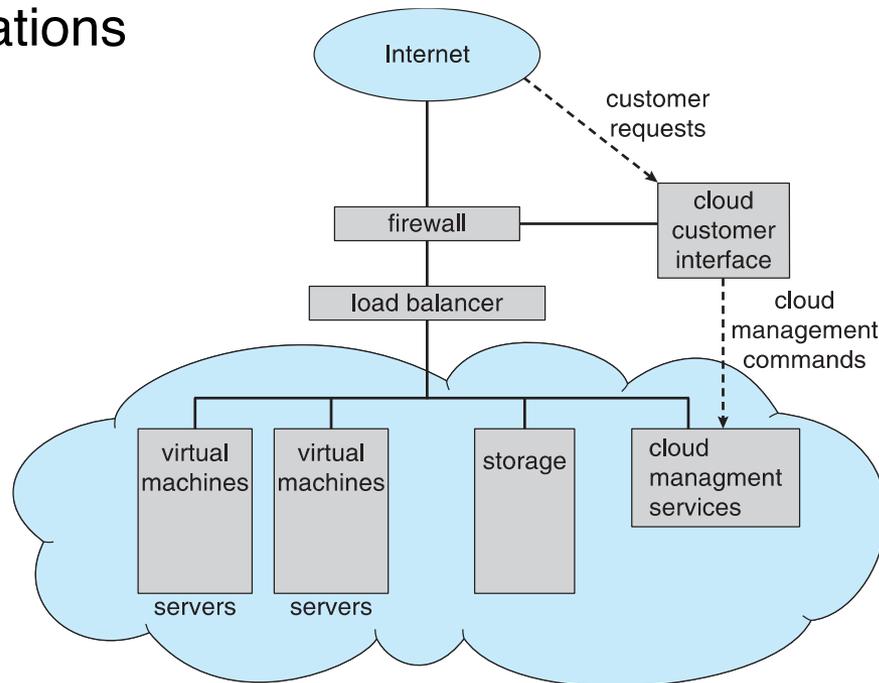


Environnement Informatique – Cloud computing

- 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