

Réseau : modèle OSI

L. Nana
Université de Bretagne
Occidentale

Présentation succincte de l'UE

- Objectif
 - Connaître les concepts de bases des réseaux
 - Connaître le modèle OSI et son positionnement par rapport aux autres modèles de réseaux
 - Savoir configurer un réseau et les équipements réseaux
- Organisation
 - 6h CM, 4h TD, 8h TP
- MCC
 - Session 1 : CC (1/2) ; Examen écrit - 1h (1/2).
 - Session 2 : Examen écrit – durée 1 h (1/1).

Plan

- Introduction
- Concepts réseaux
- Modèle OSI
- Mise en œuvre de réseaux
- Réseaux locaux
- Conclusion

Introduction

- Réseau (définition Larousse): ensemble formé de lignes ou d'éléments qui communiquent ou s'entrecroisent de façon plus ou moins complexe ou régulière
- Réseau Informatique (définition Larousse): ensemble d'ordinateurs interconnectés par des liaisons numériques en vue du traitement de données ou de l'échange d'informations

Introduction

- Réseau Informatique (Larousse) – suite :
 - *Réseau étoilé*: tous les ordinateurs sont individuellement connectés à un ordinateur central
=> Notion de topologie du réseau (réseau en étoile)
 - *Réseau hétérogène*: ordinateurs de types différents
 - *Réseau local*: connexion de plusieurs ordinateurs et terminaux sur le même site, sans faire appel aux liaisons téléphoniques du *réseau public*.
 - *Réseau Public*: support de télécommunications informatiques mis en place par les pouvoirs publics

Introduction

- *Réseaux d'ordinateurs* : notion proche mais distincte de celle des *systèmes distribués* aussi appelés *systèmes répartis*.
- Différence fondamentale: niveau d'abstraction plus élevé dans les systèmes répartis que dans les réseaux d'ordinateurs
 - *Système distribués* : ensemble d'ordinateurs indépendants présenté à l'utilisateur comme un *système unique cohérent*.
 - *Réseau d'ordinateurs*: la cohérence au sens susmentionné n'est pas recherchée/assurée.

Plan

- ✓ Introduction
- Concepts réseaux
- Modèle OSI
- Mise en œuvre de réseaux
- Réseaux locaux
- Conclusion

Concepts réseaux

- Historique
- Principaux composants d'un réseau
- Technologie des réseaux
- Plan de continuité d'activité et plan de reprise d'activité

Historique

- Années 50-60: données gérées sur des grands systèmes ou ordinateurs centraux accessibles à partir de postes déportés qui sont initialement des terminaux
 - Terminal : simples écran et clavier avec des matériels de communication permettant d'échanger des caractères avec le système central
 - Le partage de l'information et les services sont à l'origine des réseaux: chaque usager peut accéder à des données, programmes et périphériques partagés quelle que soit leur localisation.

Historique

- Fin des années 60:
 - Constat de mauvaise utilisation globale des ressources
 - Le DoD américain s'engage dans le développement de protocoles et de matériels en vue de disposer d'un réseau à forte tolérance aux pannes
- 1970: le DoD crée ARPANET (Advanced Research Project Agency NETwork), 1er réseau informatique à grande échelle.

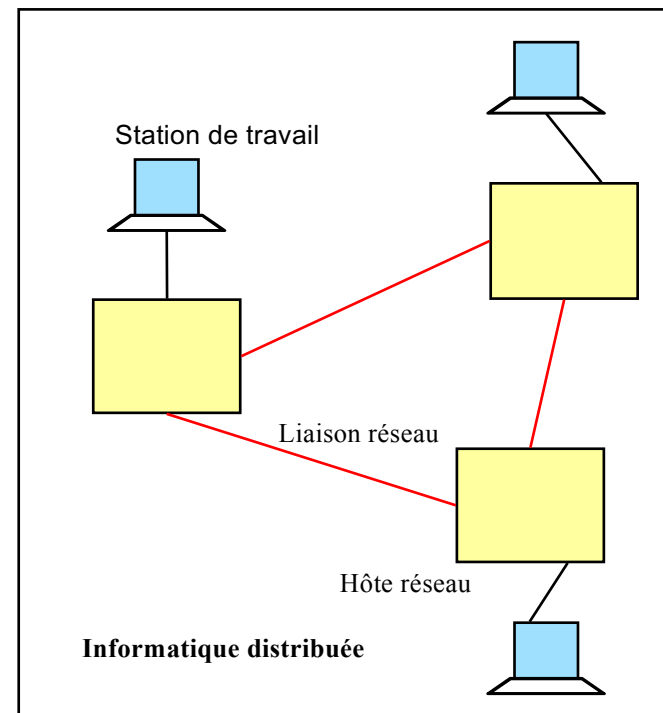
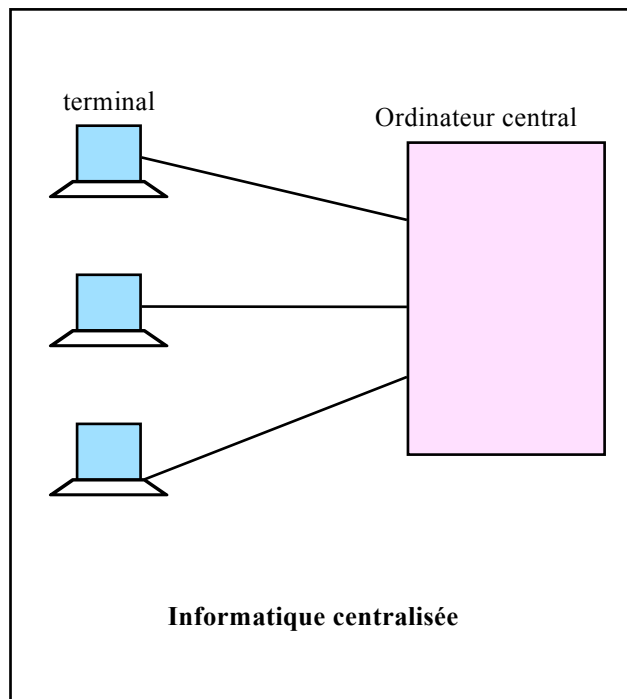
Historique

- 1971-1980: Croissance rapide de ARPANET
 - Passage de moins d'une vingtaine d'institutions interconnectées en 1971 à environ 40 en 1972 avec services de courrier électronique et de connexion à distance.
 - Adoption d'un nouveau mode de communication au milieu des années 70: le protocole TCP/IP (Transport Control Protocol / Internet Protocol)
 - Inclusion de la liaison satellite par paquets avec Londres en octobre 1980.

Historique

- 1981: Apparition de la notion d'ordinateur personnel avec le 1^{er} PC (Personal Computer) d'IBM, le PC XT.
 - Création de l'informatique répartie:
 - Division du traitement global en sous-traitements exécutés sur différents postes
 - La répartition du traitement est assurée par des services réseau permettant à tous les postes de disposer des mêmes fonctionnalités
 - Apparition de la notion de petit réseaux et de réseaux locaux (LAN)

Illustration



Historique

- 1990:
 - Ouverture d'Internet au grand public
 - Intégration de la voix, de l'image et de la donnée
 - Transport et traitement de l'information orientés vers le tout numérique
 - Développement de réseaux à très haut débit (ATM - Asynchronous Transfer Mode)

Historique

- Réseaux hétérogènes
 - Développement de normes permettant de simplifier l'interconnexion de systèmes d'exploitation et de systèmes hétérogènes: normes proposées par des organismes tels que l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- Réseaux informatiques actuels:
 - Hétérogènes
 - Architectures à plusieurs étages (tiers).
 - Très souvent interconnectés à l'Internet et à des réseaux de différents types: téléphonie, capteurs, ...

Concepts réseaux

- ✓ Historique
- Principaux composants d'un réseau
- Technologie des réseaux
- Plan de continuité d'activité et plan de reprise d'activité

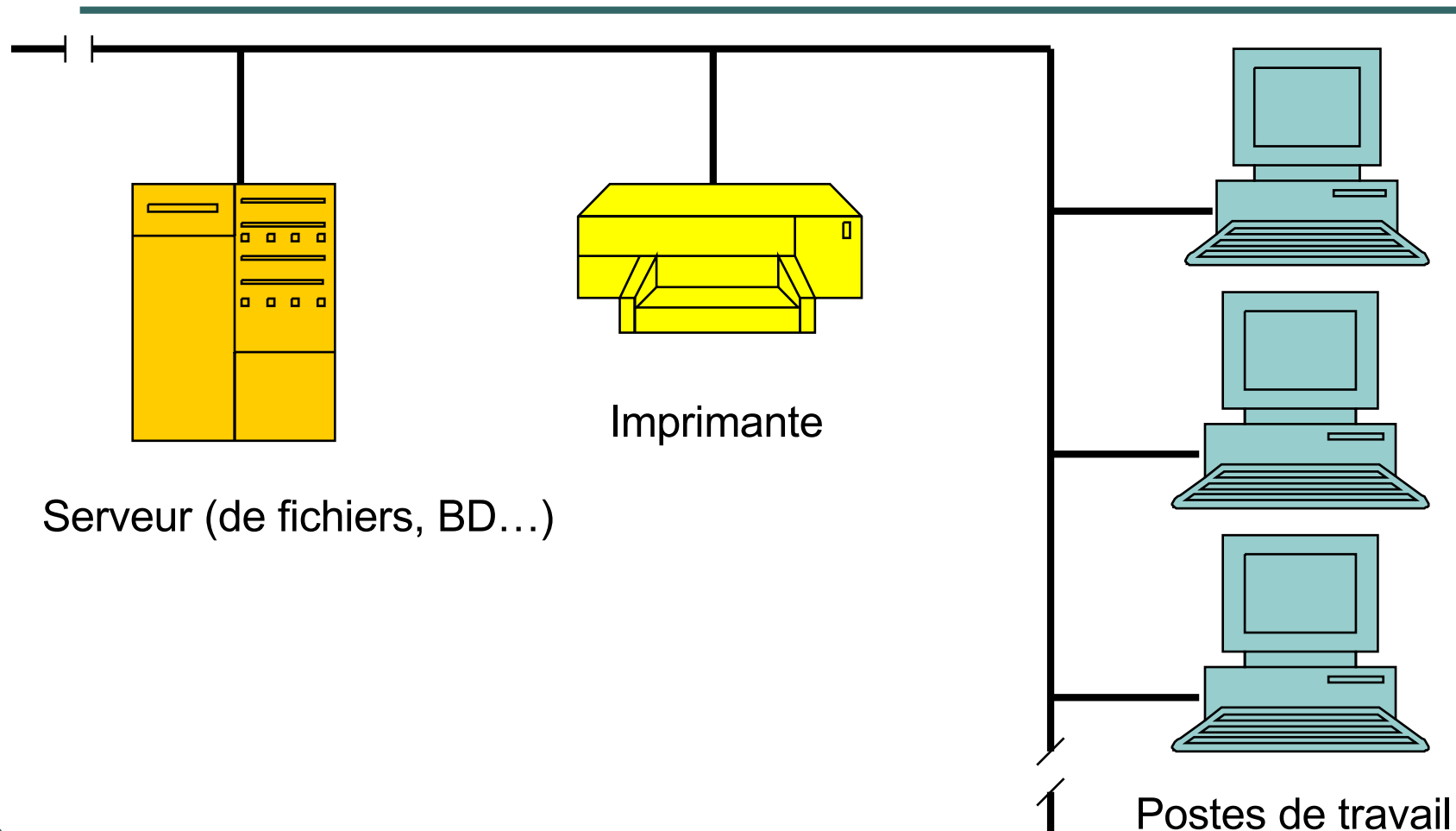
Principaux composants d'un réseau

- Client / Serveur
- Système d'exploitation réseau
- Interconnexion
- Protocoles de communication

Client / Serveur

- Client / Serveur: les ordinateurs reliés à un réseau sont répartis en 2 catégories: client et serveur.
- Un client est demandeur de services: par exemple, un poste de travail utilise des services d'application, de fichiers, d'impression.
- Un serveur offre des services: par exemple un serveur de fichiers, d'impression, etc.

Client / Serveur: illustration de réseau avec postes clients et serveurs



Client/Serveur

- Les serveurs sont souvent dimensionnés pour être mis en rack dans des baies dédiées dans des salles blanches (salles machines)
 - Largeur conventionnelle des serveurs : 19 pouces (48,2 cm)
 - Largeur externe des racks: 60cm
 - Hauteur des serveurs exprimée de façon conventionnelle en unité de rack ou U (1 U = 1,75 pouces = 44,45mm)
 - Hauteurs courantes des baies: 24U et 48U

Client / Serveur : illustration de racks et de baies



- Remarque: certains racks sont également consacrés au brassage de câbles réseaux (arrivées et départs de câbles de la salle machine)

Systeme d'exploitation réseau (SER)

- 2 types d'architectures : pair à pair et centralisée.
- Architecture pair à pair:
 - les postes ont un rôle identique et sont à la fois clients pour des ressources et serveurs pour d'autres.
 - Chaque utilisateur est souvent administrateur de son poste
 - La gestion des utilisateurs ne peut être centralisée dans un annuaire unique du réseau.

Systeme d'exploitation réseau (SER)

- Architecture centralisée:
 - Chaque utilisateur dispose d'un nom et d'un mot de passe qu'il doit fournir au moment de l'ouverture de la session sur le réseau pour être authentifié.
 - La base de données des utilisateurs du réseau est centralisée.
 - Le contrôle d'accès aux ressources du réseau est possible grâce aux permissions accordées aux utilisateurs.
 - Un administrateur est en charge de la gestion de l'ensemble des ressources du réseau

Interconnexion

- Nécessaire pour une communication réseau opérationnelle
- Différents modes d'interconnexion:
 - filaire par exemple avec un câble connecté à une carte réseau
 - sans fil avec des ondes radio (Wi-Fi, Bluetooth, 3G/4G/5G, ...)

Protocoles de communication

- Pour un bon fonctionnement des communications, il est nécessaire de définir des *règles de communication*
- Les *protocoles de communication* consistent en la définition de telles règles. Ils permettent de *donner un sens au signal qui circule entre les postes* et de *gérer l'accès au support de communication partagé*.

Concepts réseaux

- ✓ Historique
- ✓ Principaux composants d'un réseau
- Technologie des réseaux
- Plan de continuité d'activité et plan de reprise d'activité

Technologie des réseaux

- Généralités
- Catégories de réseaux informatiques
- Partage des ressources et services associés
- Virtualisation
- Cloud computing

Technologie des réseaux: généralités

- Technologie des réseaux informatiques : ensemble des outils permettant à des ordinateurs de partager des informations et des ressources
- Les réseaux téléphoniques sont une génération de réseaux de télécommunications qui a précédé les réseaux informatiques, mais depuis des années, il y a convergence de ces 2 technologies, du fait de l'utilisation de mêmes supports pour le transport de la voix et des données.

Technologie des réseaux: généralités

- Un réseau est formé d'équipements appelés nœuds
- Les réseaux sont catégorisés suivant leur étendue et leur domaine d'application.
- Pour communiquer les nœuds utilisent des *protocoles* qui peuvent être vus comme des *langages et des règles compréhensibles par tous les nœuds*.

Technologie des réseaux

- ✓ Généralités
- Catégories de réseaux informatiques
- Partage des ressources et services associés
- Virtualisation
- Cloud computing

Catégories de réseaux informatiques

- Suivant l'étendue géographique, l'on distingue les catégories suivantes:
 - Réseau personnel
 - Réseau local
 - Réseau métropolitain
 - Réseau étendu
- Réseau personnel (PAN – Personal Area Network)
 - Plus petite étendue de réseau
 - Centré sur l'utilisateur
 - Désigne l'interconnexion d'équipements informatiques dans un espace d'une dizaine de mètres autour de l'utilisateur
 - Autres appellations : réseau individuel ou domestique

Catégories de réseaux informatiques

- Réseau local – LAN (Local Area Network)
 - Taille supérieure à celle des réseaux personnels
 - S'étend sur quelques dizaines à quelques centaines de mètres.
 - Relie entre eux des ordinateurs, serveurs, etc.
 - Couramment utilisé pour le partage de ressources communes (périphériques, données, applications).
- Réseau métropolitain – MAN (Metropolitan Area Network)
 - Egalement nommé réseau fédérateur
 - Assure des communications sur de plus longues distances que les LAN, pouvant aller jusqu'à des dizaines de kilomètres.
 - Interconnecte souvent plusieurs LAN

Catégories de réseaux informatiques

- Réseau étendu – WAN (Wide Area Network)
 - Est constitué de réseaux de type LAN voire MAN et permet de transmettre l'information sur des milliers de km à travers le monde entier
 - Internet est le WAN public le plus célèbre

Technologie des réseaux

- ✓ Généralités
- ✓ Catégories de réseaux informatiques
 - Partage des ressources et services associés
 - Virtualisation
 - Cloud computing

Partage des ressources

- Différentes formes de ressources informatiques partagées dans les systèmes informatiques: fichiers, documents, données.
- Un ensemble de services réseau, souvent fédérés par le système d'exploitation réseau, apporte les fonctionnalités désirées pour le transfert des informations: services de fichiers, de gestion électronique des documents, de bases de données, d'impressions, de messagerie et de travail collaboratif, d'application, de stockage, de sauvegarde.

Services de fichiers

- 5 fonctions essentielles: stockage, transfert de copie, synchronisation, sauvegarde et archivage, stratégie de rétention
- Stockage : l'information contenue dans les fichiers est facilement partageable grâce au réseau.
- Transfert de copie: facilité grâce aux services réseau (copie à distance, etc).

Services de fichiers

- Synchronisation:
 - Nécessaire pour les données modifiées, compte tenu de l'augmentation du nombre de PC et périphériques mobiles dans les entreprises
 - Egalement nécessaire pour la gestion des accès simultanés
- Sauvegarde et archivage de fichiers:
 - Permet de se prémunir contre la perte de données
 - Effectuée sur des supports en ligne ou hors ligne
- Stratégie de rétention de documents:
 - Nécessaire pour répondre aux sollicitations d'organismes professionnels et administratifs

Services de gestion électronique des documents (GED)

- Permettent la gestion de documents informatiques contenant des informations semi-structurées (sans organisation spécifique), mais dont le contenu peut être exploité électroniquement (par mots-clés, ...)
- Rendent la donnée informatique sous forme d'écrits, de sons, de vidéos, d'images, de graphiques, etc., accessible via le réseau.

Services de bases de données

- Permettent l'utilisation d'informations électroniques sous forme structurée
- Proposent la saisie de renseignements dans un schéma prédéfini (champs d'un formulaire, etc.) et permettent leur exploitation optimale.
- Il existe plusieurs SGBD:
 - BD des annuaires informatiques avec le langage standard LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) pour les requêtes.
 - BD manipulant les données sous forme de tables: SGBDR avec SQL comme langage de requête, etc.

Services d'impression

- Permettent de contrôler et gérer des périphériques d'impression (imprimantes, télécopieurs, ...)
- Objectif: partage de ces périphériques exclusifs afin de permettre une gestion cohérente des demandes de travaux d'impression en intégrant des règles de priorité et en prenant en compte des formats d'impression spécifiques

Services d'impression

- Le partage permet également de:
 - Rentabiliser certains équipements d'impression coûteux
 - Rationaliser les moyens d'impression : utilisation de plus en plus répandue des imprimantes multifonctions dans les entreprises, ...

Services de messagerie et de travail collaboratif

- Fonctionnalités de la messagerie électronique:
 - Stockage, utilisation et envoi de données y compris de type multimédia.
 - Gestion de la communication asynchrone entre les utilisateurs ou les applications
- Des services de travail collaboratif ont été ajoutés aux services de messagerie pour faciliter le travail entre plusieurs employés (agendas partagés, tâches, prises de notes, forums de discussions, messagerie instantanée, visioconférence, etc.)

Services d'applications

- Permettent le partage de données et de puissance de traitement
- Objectif principal:
 - Spécialisation des serveurs en inter-réseau, de façon à répartir au mieux les tâches sur les machines les plus appropriées.

Services de stockage

- Les entreprises gèrent des quantités d'informations de plus en plus importantes
- Le stockage des données et leur mise à la disposition des utilisateurs sont devenus une problématique à part entière
- Les disques restent les ressources les plus critiques pour le stockage
- Dans une architecture de stockage évolutive, les disques doivent être interchangeables à chaud (hot plug)

Services de stockage

- Il existe principalement 3 technologies de disques:
 - Disques rotatifs (HDD – Hard Disk Drive)
 - Disques flash (SSD – Solid State Disk)
 - Disques hybrides (SSHD – Solid State Hybrid Drive) combinant les 2 technologies précédentes.
- Il existe également plusieurs services de stockage basés sur le réseau :
 - Serveur NAS (Network Attached Storage)
 - Système SAN (Storage Area Network)

Disque rotatif

- Caractéristique principale exprimée en RPM (Rotations Par Minute)
- Plus le nombre de rotations par minute est élevé, plus la quantité d'informations lues est importante.
- Vitesses RPM courantes:
 - 5,4K RPM pour les PC de bureau,
 - 7,2K RPM pour les disques lents pour les serveurs,
 - 10K RPM pour les applications qui sollicitent moyennement les disques,
 - 15K RPM pour les applications telles que les BD qui sollicitent les disques de façon importante.

Disque flash

- Permet l'effacement en plus des opérations de lecture et d'écriture supportées par les HDD
- Mesure de référence: nombre de disques complets écrits par jour sur une période de 5 ans (DWPD – Full Disk Write Per Day)
- 2 formats principaux standardisés: 2,5" et 3,5".
- Plusieurs types de bus: PCIe (débits les plus intéressants), SATA (aussi disponible pour les HDD), SAS (Serial Attached SCSI)

Serveur NAS

- Services comparables à ceux d'un serveur de fichiers
- Particularité: mise à disposition des volumes de disques directement au travers du réseau Ethernet existant.
- Offre un espace de stockage conséquent sécurisé par des solutions de type RAID (redondance matérielle).
- Ne nécessite pas un processeur puissant, et ne nécessite pas beaucoup de mémoire vive.

Avantages de la technologie NAS

- Coût d'achat inférieur à un serveur de fichiers traditionnel
- Augmentation de la sécurité des données.
- Mise en œuvre simplifiée et réduction du temps d'administration.
- Serveur universel au sein d'un réseau hétérogène.

Storage Area Network (SAN)

- Réseau dédié aux données
- Fournit une capacité d'accès importante.
- Améliore la sécurisation des données
- Connexion de serveurs de fichiers au SAN: interconnexion à 1 ou plusieurs unités de stockage formant 1 pool dédié.
- Efficacité d'accès entre serveurs de fichiers et pool de stockage amélioré par la disposition d'un réseau dédié (fibre optique, etc.)

Services de sauvegarde

- Motivations:
 - Sûreté de fonctionnement
 - Contraintes légales de conservation de documents
- Contraintes de mise en œuvre
 - Déduplication pour optimiser l'espace occupé: élimination des fichiers redondants sur un support (par exemple, stockage d'une seule copie de pièce jointe transmise à plusieurs utilisateurs)
 - Nécessité de mécanismes de restauration optimisés pour permettre un redémarrage rapide.

Technologie des réseaux

- ✓ Généralités
- ✓ Catégories de réseaux informatiques
- ✓ Partage des ressources et Services associés
 - Virtualisation
 - Cloud computing

Virtualisation

- Vise à diminuer les coûts de possession tout en recherchant les meilleurs niveaux de services
- Déjà présente dès les années 70 avec les MainFrame, fait maintenant partie intégrante des architectures x86
- De façon générale, le réseau joue un rôle central dans la mise en œuvre de la virtualisation

Virtualisation : plusieurs types d'environnements virtualisés

- Virtualisation de système d'exploitation (VDI – Virtual Desktop Infrastructure)
 - soit avec terminaux légers accédant aux machines virtuelles sur poste distant,
 - soit par émulation d'environnement virtuel sur le poste de travail (mode maquette)
- Virtualisation de session: exécution d'applications sur le poste serveur et affichage sur le poste client de façon complètement intégrée au bureau de l'utilisateur

Virtualisation : plusieurs types d'environnements virtualisés

- Virtualisation d'application:
 - Application packagée dans un environnement isolé et mise à disposition sur les postes de travail, en général par Streaming
 - Autre appellation: virtualisation de profils (idée de redirection automatique des données de l'utilisateur ou de mise en œuvre de profils itinérants)

Virtualisation : solutions types

- Mise à disposition de postes clients à la demande
 - des terminaux légers sont utilisés pour se connecter à un OS client s'exécutant sur une infrastructure serveur
- Mise à disposition d'applications à la demande / Software as a Service (SaaS) : 2 approches
 - Applications accessibles en mode virtualisation de session
 - Applications accessibles en mode virtualisation d'application

Technologie des réseaux

- ✓ Généralités
- ✓ Catégories de réseaux informatiques
- ✓ Partage des ressources et services associés
- ✓ Virtualisation
- Cloud computing

Cloud computing / infonuagique

- Utilisation des capacités de calcul et de stockage des ordinateurs répartis dans le monde entier et accessibles en mode privé ou public via l'Internet.
- Vise la location plutôt que l'achat de certaines fonctionnalités logicielles ou matérielles issues de l'environnement informatique.

Cloud computing : 3 catégories de solutions

- IaaS (Infrastructure as a Service): mise à disposition de capacités de stockage ou de puissance de calcul
- PaaS (Platform as a Service): mise à disposition de plateformes de développement à des fins de tests ou de gestion en production.
- SaaS (Software as a Service): logiciels mis à disposition par des éditeurs qui cibleront tout type d'entreprise et principalement des PME.

Technologie des réseaux

- ✓ Généralités
- ✓ Catégories de réseaux informatiques
- ✓ Partage des ressources et services associés
- ✓ Virtualisation
- ✓ Cloud computing

Concepts réseaux

- ✓ Historique
- ✓ Principaux composants d'un réseau
- ✓ Technologie des réseaux
- Plan de continuité d'activité et plan de reprise d'activité

Plan de continuité d'activité (PCA)

- L'informatique est un maillon essentiel du fonctionnement des entreprises (stockage de données, applications, etc.)
- Un incident au niveau du système informatique a donc un impact important sur l'entreprise
- Le PCA définit l'ensemble des actions garantissant la continuité de l'entreprise après un incident majeur
- Bases nécessaires à un PCA: disponibilité des données et de services, confidentialité et intégrité de données

Disponibilité

- Fiabilisation du stockage:
 - Redondance des données (utilisation d'ensemble de disques indépendants avec réplication de données, ...)
 - Protection électrique des machines sensibles du réseau contre les coupures électriques (utilisation d'onduleurs, ...)
 - Système de fichier transactionnel
 - Mise en œuvre d'un mécanisme de calcul d'intégrité des données (Codes de Redondance Cycliques – CRC, ...)

Disponibilité

- Fiabilisation des échanges:
 - Support physique fiable, par exemple fibre optique insensible à toute perturbation électromagnétique
 - Points de synchronisation: permettre le recouvrement en cas d'incident par exemple lors de la mise à jour d'une Base de Donnée, ...
 - Protocoles en mode connecté : mettent en œuvre une fiabilité des échanges grâce à des accusés de réception et des CRC.
 - Transaction au niveau application: utilisation de validation à deux phases lors de la mise à jour de BD, etc.

Disponibilité

- Tolérance aux pannes logicielles et matérielles:
 - Tolérance aux pannes logicielles: utilisation de mécanismes tels que LVM2 (Logical Volume Manager) très présent dans les environnements Linux/Unix et apportant un niveau de contrôle supplémentaire dans la gestion de disques et permettant de sécuriser davantage les opérations d'administration de ces disques
 - Tolérance aux fautes matérielles: possibilité de remplacement à chaud de disques, redondance de composants comme l'alimentation et les ventilateurs au niveau du serveur, redondance du réseau, de cartes réseaux, de serveurs, disques miroirs, etc.

Disponibilité

- Virtualisation: permet l'amélioration de la disponibilité par
 - La réduction des interruptions de services programmées
 - L'évitement d'interruptions non programmées
 - La reprise rapide après des arrêts

Confidentialité

- Sécurisation du système de fichiers: peut être assurée par le système de fichiers du système d'exploitation (droits d'accès, ...)
- Sécurisation des échanges: mécanismes d'authentification, chiffrement d'informations sensibles

Plan de reprise d'activité (PRA)

- PRA = ensemble des procédures permettant la reprise de l'activité sur un site après sinistre
- Composantes du PRA:
 - Plan de préparation: détermine l'environnement nécessaire pour la reprise
 - Plan d'exécution: identifie et ordonne les étapes du redémarrage
 - Plan de remontée: prévoit la réinstallation des applications et la restauration des données
 - Validation et actualisation: réalisation d'un essai complet en fin d'élaboration du PRA