

# Architecture Réseaux

Les Fondamentaux  
OSI & TCP/IP

Mohamed Maachaoui

1

## Architecture Réseaux

- ❑ **Partie I**
  - ❑ Le concept de réseau
  - ❑ Le modèle OSI
  - ❑ L'empilement en couches OSI
  - ❑ Les fonctions des couches OSI

2

## Introduction

- ❑ Les télécommunications peuvent être structurées de différentes manières.
- ❑ Une approche possible consiste à considérer les télécommunications, du point de vue de l'utilisateur et de l'exploitant, sous ses aspects :
  - Réseau
  - Services
- ❑ Différents **services** imposent des **exigences** différentes **au réseau**.
- ❑ Ces exigences déterminent le type de réseau approprié aux services.
- ❑ Elles affectent également la planification et le dimensionnement du réseau.

3

## Qu'est ce qu'un réseau

- Il est conçu pour permettre la circulation...
- Des véhicules : Le réseau routier
- Des trains : le réseau ferré
- De l'électricité : le réseau électrique
- De la voix : le réseau téléphonique
- ... Et des données : Le réseau informatique

4

## Les Réseaux

□ Un réseau est un ensemble de ressources matérielles et logicielles

• Offrir un service

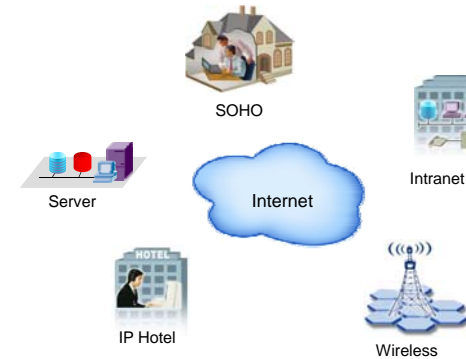
- Assurer l'accès à une ressource
- Partager les ressources
- Assurer une plus grande fiabilité
- Réduire des coûts
- Transporter l'information sur grandes distances
- Augmenter graduellement les performances 'scalability'

- Ex

- RTC, LAN, ADSL, Wi-Max, Wi-Fi, Transmission, Commutation, RNIS, X.25, GSM, GPRS,....

5

## Les réseaux



6

## Qu'apportent les réseaux ?

□ Les réseaux permettent :

- Le partage des fichiers
- Le partage d'application : compilation, SGBD
- Partage de ressources matérielles : l'imprimante, disque...
- Télécharger des applications et des fichiers
- L'interaction avec les utilisateurs connectés : messagerie électronique, conférences électroniques, ....
- Le transfert de données en général: réseaux informatiques
- Les transferts de la parole : réseaux téléphoniques
- Le transfert de la parole, de la vidéo et des données : réseaux numériques à intégration de services RNIS ou sur IP.

7

## Qu'apportent les réseaux ?

Usage des réseaux : (apport aux entreprises)

- Partager des ressources: imprimantes, disque dur, processeur, etc.
- Réduire les coûts:  
Exemple: au lieu d'avoir une imprimante pour chaque utilisateur qui sera utilisée 1 heure par semaine, on partage cette même imprimante entre plusieurs utilisateurs.
- Remarque: Les grands ordinateurs sont généralement 10 fois plus rapides et coûtent 1000 fois plus chers.
- Augmenter la fiabilité: dupliquer les données et les traitements sur plusieurs machines. Si une machine tombe en panne une autre prendra la relève.
- Fournir un puissant média de communication: e-mail, VC ....
- Faciliter la vente directe via l'Internet.

8

## Qu'apportent les réseaux ?

Usage des réseaux : (apports aux individus)

- Accès facile et rapide à des informations distantes: Informations de type financier: Paiement de factures, consultation de solde, etc.
  - Recherche d'informations de tout genre : sciences, arts, cuisine, sports, etc.;
  - Accès à des journaux et bibliothèques numériques: News ...
- Communication entre les individus : Vidéoconférence, courrier électronique, groupes thématiques (newsgroups), clavardage (chat), communication poste-à-poste (peer-to-peer), téléphonie et radio via Internet, etc.
- Divertissements et jeux interactifs : vidéo à la carte et toutes sortes de jeux (jeux d'échec, de combats, etc.)
- Commerce électronique (e-commerce) : transactions financières, achats en ligne à partir de son domicile.

9

## Média

- ❑ Les médias sont les informations échangées par des partenaires qui communiquent
- ❑ Trois types de média
  - La voix
  - La vidéo
  - Le texte
- ❑ Chaque média possède des caractéristiques spécifiques vis-à-vis du réseau
- ❑ Ne pas confondre média avec medium de transmission qui est un autre nom du canal de transmission

10

## Session

- ❑ Il existe une session entre deux points d'extrémité si :
  - un ou plusieurs flux de média sont établis entre ces deux points.

11

## Connexion

- ❑ C'est l'allocation de ressources préalablement à l'échange de média

12

## Service, Instance, Communication

- ❑ Un service est :
  - un ensemble de fonctions mis à disposition d'utilisateurs
- ❑ Instance :
  - une exécution unitaire d'un service pour des participants particuliers
- ❑ Dans les télécoms un service permet à des partenaires distants d'échanger des médias
- ❑ Une instance d'un service télécom est une 'communication'

13

## Contexte

- ❑ Une instance peut être caractérisée par une page mémoire contenant l'identification de l'état courant d'exécution et d'autres données de l'instance de service.
- ❑ Cette page mémoire est dite **Contexte**

14

## Classification des réseaux

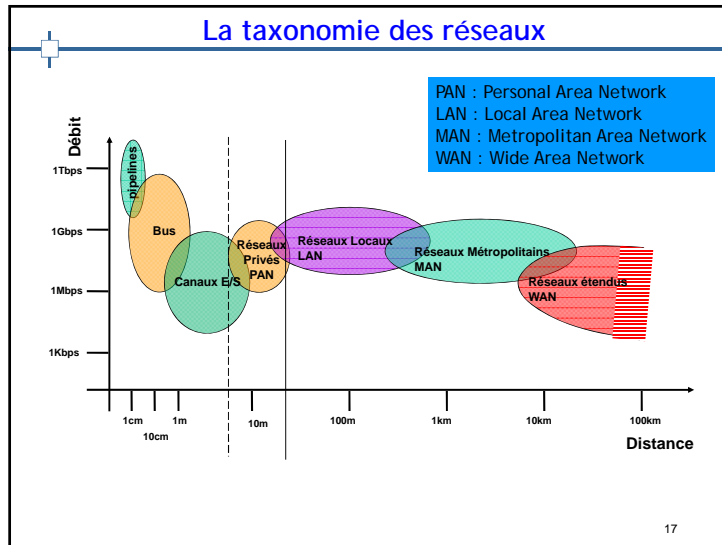
- ❑ Les catégories de réseau
  1. Selon l'étendue
    - ❑ PAN
    - ❑ LAN
    - ❑ MAN
    - ❑ WAN
  2. Selon le mode de connexion
    - ❑ Connecté
    - ❑ Non connecté
  3. Selon la nature du transfert
    - ❑ Circuit
    - ❑ Message
    - ❑ Paquet
  4. Les types de techniques de transmission
    - ❑ Diffusion totale
    - ❑ Diffusion sélective
    - ❑ Émission point à point

15

## Selon l'étendue

- ❑ **PAN : Personal Area Network**
  - Réseau de client à faible portée (10m) avec des débits allant de quelques Kbps à des Gbps : Wi-Fi. Regroupe des équipements domestiques interconnectés, au sein d'un même foyer
- ❑ **LAN : Local Area Network**
  - Réseau dont l'étendue est limitée à une circonscription géographique réduite (bâtiment,...). Les LANs sont destinés en général au partage des ressources Hard et Soft à un débit allant de 10 à 100 Mbps (Gbps) : Ethernet
- ❑ **MAN : Metropolitan Area Network**
  - Réseau dont l'étendue est d'une centaine de km. Ils sont utilisés pour fédérer les réseaux locaux ou assurer la desserte informatique de circonscriptions géographiques importantes (campus). Les débits sont de l'ordre de 100 Mbps (Gbps) : GigaEthernet
- ❑ **WAN : Wide Area Network**
  - Transporter l'information à l'échelle du pays avec un débit allant de quelques Kbps à des dizaines Mbps par clients. Pour ce faire, le WAN utilise des infrastructures Filaires, sans fils, satellite ou marines : MPLS, ATM, RNIS, SDH, PDH, RTC, X.25...

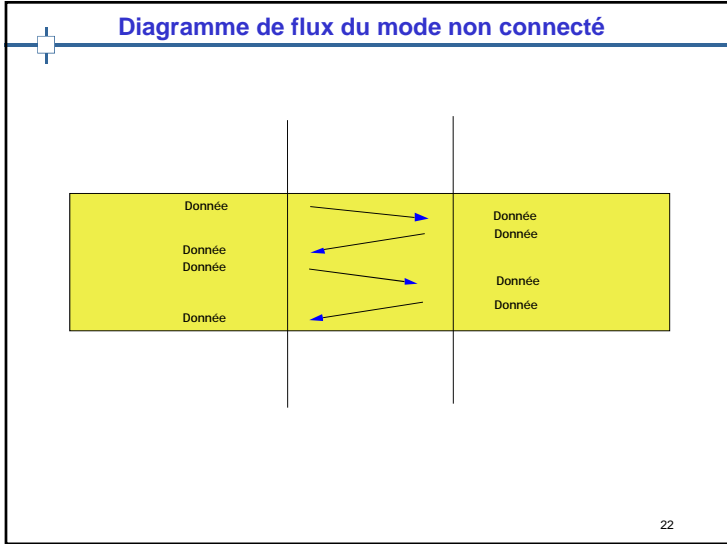
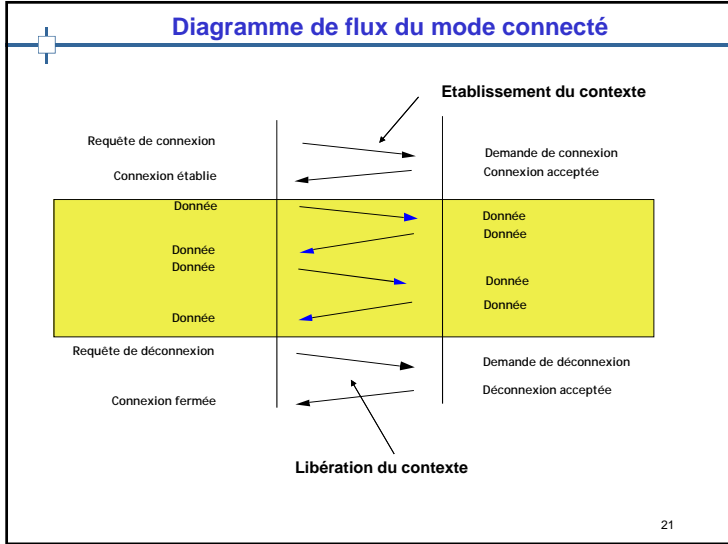
16



- ### Classification des réseaux
- Les catégories de réseau
    1. Selon l'étendue
      - PAN
      - LAN
      - MAN
      - WAN
    2. Selon le mode de connexion
      - Connecté
      - Non connecté
    3. Selon la nature du transfert
      - Circuit
      - Message
      - Paquet
    - Les types de techniques de transmission
      - Diffusion totale
      - Diffusion sélective
      - Émission point à point
- 18

- ### Selon le mode de connexion
- Définit par la norme ISO 7498
  - Le mode de connexion définit le (ou les) processus utilisé par deux entités d'extrémité avant/après la phase d'échange d'informations applicatives
  - Une communication entre des terminaux connectés sur un réseau peut se faire fondamentalement de 2 manières :
    - Avec (= orienté connexion) "Connection Oriented" = CO
    - Sans connexion : "Connection-less" = CL.
- 19

- ### Le mode connecté
- C'est un mode durant lequel, le transfert d'info est obligatoirement précédé d'une phase de négociation
    - Etablissement d'un contexte applicatif
  - Le mode connecté est un mode contextuel
    - Ex :
      - Accord sur la vitesse de transfert
      - Accord sur les adresses de transfert
      - Accord sur la qualité de service
        - TCP, ATM, RSVP, RTC, RNIS, X.25
- 20



### Comparaisons entre...

CONNECTÉ	NON CONNECTÉ
C.O.N.S. (Connection Oriented Network Services)	C.L.N.S. (Connection Less Network Services)
<b>CIRCUIT (Virtual)</b>	<b>DATAGRAMME</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Etablissement d'une connexion</li> <li>- Paquet de communication sans adresse</li> <li>- Libération de la connexion en fin de session</li> <li>- Réception de paquets séquencés</li> <li>- Présence destinataire obligatoire</li> <li>- Diffusion difficile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de connexion</li> <li>- Adresses dans chaque datagramme</li> <li>- Pas de procédure de libération</li> <li>- Datagrammes non séquencés à réception</li> <li>- Présence destinataire non nécessaire</li> <li>- Diffusion aisée</li> </ul>
<u>Norme ISO 8205 pour X.25 (paquets)</u>	<u>Norme ISO 8473 pour I.P. (Internet Protocol)</u>

23

- ### Classification des réseaux
- Les catégories de réseau
    1. Selon l'étendue
      - PAN
      - LAN
      - MAN
      - WAN
    2. Selon le mode de connexion
      - Connecté
      - Non connecté
    3. Selon la nature du transfert
      - Circuit
      - Message
      - Paquet
  - Les types de techniques de transmission
    - Diffusion totale
    - Diffusion sélective
    - Émission point à point
- 24

## La nature du transfert

### ☐ La commutation

- **Circuit**
- **Message**
- **Paquet**
- *Trames : technologie Frame Relay*
- *Cellules : technologie ATM*

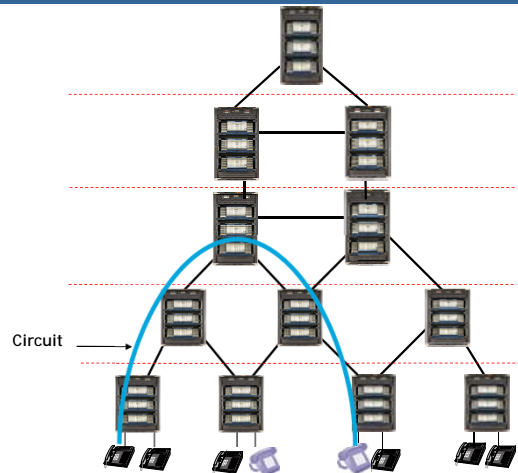
25

## Réseaux à commutation de circuits

- ☐ C'est la plus ancienne des techniques
- ☐ Préalablement au transfert, mise en place d'un circuit : physique et matérialisé entre les deux communicants
- ☐ Ce circuit est dédié aux deux correspondants
  - Le circuit est actif jusqu'à ce que un des correspondants raccroche
  - Le circuit reste inutilisé dans le cas où il y a pas de données échangées entre les deux correspondants

26

## Commutation de circuit



27

## Commutation de circuits

- ☐ La commutation de circuit est un type de commutation dans lequel un circuit joignant deux interlocuteurs est établi **à leur demande** par la mise bout à bout de circuits partiels.
- ☐ Le circuit est désassemblé à la fin de la transmission.
- ☐ **Il faut nécessairement une signalisation.**
  - ☐ La signalisation correspond à un passage de commandes, comme celles nécessaires à la mise en place d'un circuit à la demande d'un utilisateur.
  - ☐ La signalisation spécifie les éléments à mettre en œuvre dans un réseau de façon à assurer l'ouverture, la fermeture et le maintien des circuits.
- ☐ **Le circuit est en général assez mal utilisé.**

28

## Comment fonctionne la commutation de circuits ?

- ❑ Dans la commutation de circuits, un circuit (fréquentiel ou temporel) est établi entre l'émetteur et le récepteur.
- ❑ Ce mode se caractérise essentiellement par la réservation des ressources de communication: on parle de réservation de Bande Passante.
- ❑ Le service offert est orienté Connexion où on distingue trois étapes:
  - Établissement de la connexion;
  - Transfert de l'information;
  - Libération de la connexion;
- ❑ L'inconvénient majeur est le gaspillage possible de la Bande Passante. En effet, Réserver n'est pas Utiliser.
- ❑ Les applications classiques de ce type de réseau sont celles à contrainte temporelle (délai de traversée constant) telles que le service téléphonique et toutes les applications "streaming".

29

## Commutation de messages

- ❑ Un message est une suite d'informations formant logiquement un tout pour l'expéditeur et le destinataire.
  - Un fichier complet
  - Une ligne tapée sur un terminal
  - Un secteur de disque
- ❑ Un réseau à commutation de message fait appel à des nœuds de commutation.

30

## Commutation de messages

- ❑ Dans ce type de commutation, aucune réservation de lien "physique" n'est effectuée.
- ❑ Lorsqu'un message est reçu à un nœud et procède à la technique de type Store-and-forward :
  1. stocké,
  2. vérifié pour les erreurs
  3. et puis retransmis,
- ❑ Le message ne peut être relayé vers le prochain commutateur tant qu'il n'est pas complètement et correctement reçu par le nœud précédent.

31

## Commutation de messages

- ❑ Le premier système à CM : le système télégraphique
  1. Le message est imprimé sur un ruban de papier au centre local (bureau de poste)
  2. L'opératrice arrache le ruban, vérifie le message et le transmet au centre suivant
  3. Ainsi de suite jusqu'au destinataire
- ❑ Le système télégraphique est dit système arracheur de ruban

32



## Limitations de la Commutation de messages

- ❑ Un long message (par exemple un long fichier) peut monopoliser une ligne lors de sa transmission.
- ❑ Puisque les messages peuvent être très longs, il y aura nécessité de stockage.
  - Il faut prévoir un espace disque assez grand pour accommoder tous les messages qu'on doit stocker à un nœud.
  - Comme la capacité des mémoires intermédiaires est limitée : il faut introduire un contrôle sur le flux pour éviter le débordement.
- ❑ Problématique de transfert sans erreurs de très longs messages

33

## Comment fonctionne la commutation de messages ?

- ❑ Dans la Commutation de Messages, il n'y a pas de réservation de ressources. Ainsi, les messages qui arrivent dans le nœud de commutation sont traités selon l'ordre d'arrivée: file FIFO (First In First Out).
- ❑ S'il y a trop de trafic, il y a attente dans la file. Donc le temps de traversée du réseau n'est pas constant et dépend des temps d'attente qui est fonction du trafic.
- ❑ La technique utilisée est le Store & Forward. Si on rajoute au traitement de routage, le traitement d'erreurs et d'autres traitements pour assurer un service fiable de transmission, le temps d'attente augmente.
- ❑ L'avantage de cette technique est une meilleure utilisation des ressources puisqu'il n'y a pas de réservation.
- ❑ Ce mode de commutation est adaptée à un trafic sporadique et non continu n'ayant pas de contrainte de temps telles que les applications informatiques classiques (ex. transfert de fichiers).
- ❑ L'inconvénient est le temps d'attente.

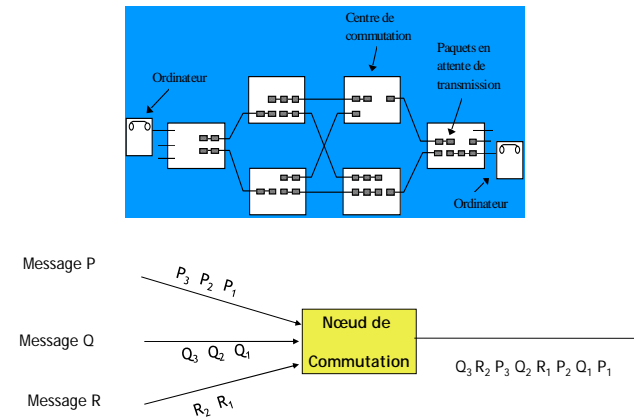
34

## Commutation de paquets

- ❑ Semblable à la commutation de messages excepté que les messages sont découpés en paquets de taille limitée.
- ❑ Les paquets sont envoyés indépendamment les uns des autres
- ❑ Les liaisons intermédiaires les prennent en compte pour les émettre au fur et à mesure de leur arrivée dans le nœud
- ❑ Les paquets de plusieurs messages peuvent donc être multiplexés temporellement sur une même liaison

35

## Commutation de paquets



36

## Commutation de paquets

- ❑ Le rôle des nœuds de commutation est l'aiguillage des paquets vers la bonne porte de sortie
- ❑ Les liaisons inter-nœuds ne sont pas affectées explicitement à une paire source-destination comme pour la CC

37

## Comment fonctionne la commutation de paquets ?

- ❑ La commutation de messages peut être **amélioré** en **découpant** le message en unités de données en **paquets** (taille variable mais ayant un maximum).
- ❑ En effet, la même technique (Store & Forward) est utilisée avec deux avantages:
  - Effet "pipe line": on peut commencer à transmettre un paquet pendant qu'on reçoit un autre paquet du même message;
  - Temps d'émission plus réduit: la taille du paquet étant limitée, une meilleure gestion de la file d'attente et un meilleur multiplexage des données est effectué.
- ❑ Le **problème** à résoudre est le **réassemblage** du message avant de le donner à la couche supérieure.

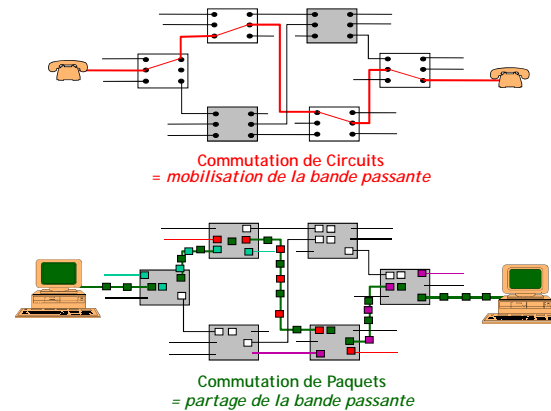
38

## Commutation de paquets

- ❑ Ce type de commutation diminue le temps de transmission car les paquets sont de taille raisonnable.
- ❑ Le coût de communication dans les réseaux utilisant ce type de commutation est en fonction de la taille des paquets.
- ❑ Ce type de commutation nécessite des tampons pour stocker les paquets avant de les transmettre sur des lignes.
- ❑ Par rapport à la C.M, la CP est plus efficace surtout pour au niveau de la reprise sur erreurs
- ❑ La complexité surgit lors du processus de réassemblage de paquets, du même message, ayant empruntés des chemins différents

39

## Commutation CC et CP



40

## La commutation : Synthèse

- ❑ Permet de recevoir de l'information d'un utilisateur quelconque parmi N et de la redistribuer à un autre utilisateur quelconque
  - ❑ CIRCUITS
    - ❑ Établissement d'une liaison durant toute la durée de la communication en fin.
  - ❑ MESSAGE
    - ❑ Réception, stockage, retransmission de nœud à nœud de volumes flux importants de données.
  - ❑ PAQUET
    - ❑ Message de taille réduite, à longueur maximale définie.
- ❑ Différences :
  - ❑ Optimisation de l'utilisation des ressources
  - ❑ Conversions au niveau de chaque nœud de commutation (vitesse, codage,...)
  - ❑ Transparence vis-à-vis de l'information (contrôle de flux, la vitesse, le codage,...)
    - ❑ Analogie entre la route et la voie ferrée

41

## Classification des réseaux

- ❑ Les catégories de réseau
  1. Selon l'étendue
    - ❑ PAN
    - ❑ LAN
    - ❑ MAN
    - ❑ WAN
  2. Selon le mode de connexion
    - ❑ Connecté
    - ❑ Non connecté
  3. Selon la nature du transfert
    - ❑ Circuit
    - ❑ Message
    - ❑ Paquet
- ❑ Les types de techniques de transmission
  - ❑ Diffusion totale
  - ❑ Diffusion sélective
  - ❑ Émission point à point

42

## Définition

### Spectrum des Paradigmes

The diagram illustrates the spectrum of communication paradigms. It shows a horizontal axis with three points: Unicast, Multicast, and Broadcast. Below each point, there is a description of the paradigm and its corresponding communication type. Unicast is described as 'Point à Point' with 'Envoie à un seul'. Multicast is described as 'Point à Multi-Point' with 'Envoie à quelques uns'. Broadcast is described as 'Point à Multi-Point' with 'Envoie à tout le monde'. A blue double-headed arrow spans from Unicast to Broadcast, and a red double-headed arrow spans from Multicast to Broadcast.

43

## Broadcast

- ❑ Action d'émettre un message vers l'ensemble des machines du réseau.
- ❑ Utilisation du même canal de communication par toutes les machines
- ❑ Utilisation d'une adresse spéciale
  - Analogie : Affichage destiné à tous les étudiants de l'EISTI

This diagram is similar to the one on slide 43, but it highlights the Broadcast paradigm in a yellow box. The text above the diagram explains that Broadcast is an action of sending a message to all machines in the network, using the same communication channel for all machines, and using a special address. An analogy is provided: 'Affichage destiné à tous les étudiants de l'EISTI'.

44

## Multicast

- ❑ Action d'émettre un message vers un sous-ensemble restreint de machines du réseau.
- ❑ Utilisation d'une adresse spéciale pour la diffusion
- ❑ Notion de groupe de diffusion
  - Analogie : Affichage destiné aux étudiants de la première année

45

## Unicast

- ❑ Action d'émettre un message vers une machine destinataire
- ❑ Utilisation d'un canal de communication par connexion point à point
  - Analogie : Affichage destiné à l'étudiant X

46

## Les architectures protocolaires

- ❑ Le besoin pour la transmission de données
  - Le développement des puissances de calcul
  - Le développement et la multiplicité de solutions réseaux
    - Diverses et hétérogènes
- ❑ Le besoin de définir une architecture protocolaire réseau
  - Modèle complet de communication

47

## Les architectures constructeurs

- ❑ Les architectures constructeurs sont nées dans les années 70
  - Ces architectures ont en commun une structuration en couches
  - Ces architectures diffèrent aux niveaux des approches fonctionnelles
- ❑ Une architecture physique
  - s'applique à un réseau spécifique
  - Formalise les concepts fondamentaux qui ont conduit à un choix plutôt qu'un autre
- ❑ Exemple :
  - SNA d'IBM en 1975
  - DSA de Bull en 1979
  - DNA de DEC

48

## Modèle de référence

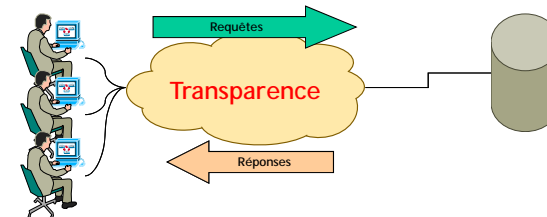
- ❑ *La normalisation succède à un état de fait*
- ❑ L'interconnexion des équipements hétérogènes était devenue complexe
  - Par la diversité des approches
  - Par la diversité des fonctionnalités
  - Par la diversité des problèmes à résoudre
- ❑ Les architectures sont incompatibles entre elles et ne permettent pas l'interopérabilité des systèmes
  - Nécessité de définir une architecture de communication normalisée
    1. Assurer l'accès à des ressources à travers un ou plusieurs infrastructures réseaux
    2. Procurer un service identique que les ressources soient locales ou distantes

## ❑ *Transparence à l'utilisateur*

49

## Architecture et transparence

- ❑ *La transparence : défis*
  - *Techniques de connexion compatibles : raccordement, niveau électrique, ..*
  - *Protocoles d'échanges identiques*
  - *Sémantique de l'information compréhensible par les deux partenaires*
- ❑ *La transparence : mise en oeuvre*
  - *Problèmes d'origines diverses*
  - *Réduire la complexité par le découpage en entités fonctionnelles 'couches'*



50

## Architecture et transparence

- ❑ En informatique, pour régler des problèmes, il faut programmer
  - La programmation peut être *anarchique ou, mieux, structurée.*
  - Il en est de même pour l'organisation des communications
- ❑ Pour les communications, structurer n'est pas suffisant :
  - *Il faut structurer*
  - *Il faut que les machines communicantes structurent de la même façon*
  - *D'où la nécessité d'une normalisation de la façon de régler les différents problèmes*
  - *Naissance du concept de couche*

51

## Architecture et transparence

- ❑ Une couche est un ensemble homogène destiné
  - *à accomplir une tâche*
  - *ou à rendre un service*
- ❑ L'approche en couches garantit une évolutivité facile du système '*Ingénierie Modulaire*'
  - la prise en compte d'une nouvelle technologie ne remet en cause que la couche concernée
- ❑ Les constructeurs ont opté pour un modèle de référence structuré en couche
- ❑ *Le modèle a été standardisé par l'ISO sous l'acronyme OSI*

52

## Le modèle OSI de l'ISO

*Open Systems Interconnection  
de Systèmes Ouverts*

### ☐ MODELE CONCEPTUEL

- 7 Couches
- Protocoles
- Services

53

## Le modèle OSI

- ☐ Signifie Open System Interconnect (norme OSI 7498, publié en 1981)
- ☐ Défini par l'ISO : International Standard Organisation
- ☐ **But : Définir les fonctions de la communication et les hiérarchiser en couches logicielles**
- ☐ Pas de produit mais des spécifications et normes
- ☐ Exemple de normes
  - ISO 8208 (X25 L3), ISO 7776 (X25 L2), ISO 8802 (V24)
  - ISO 8326 (session), ISO 7478 (modèle de référence)
- ☐ Sévèrement concurrencé par le monde de l'Internet (Cf RFC's)

54

## Systèmes Ouverts : Définition

« Composant Matériel ou Logiciel dont la description Fonctionnelle et Technique de l'interface avec son environnement externe est définie par des normes ou des standards publics et indépendant d'un seul fournisseur »

Forum Européen des Systèmes d'Information Ouverts

*Attention aux implémentations propriétaires d'une norme ouverte !*

55

## Systèmes Ouverts : Critères

- ☐ La spécification est
  - Publique et gratuite
  - Développements multi-fournisseurs
  - Non modifiable par un seul
  - Implémentations multiples
  - Disponible et supportée
- ☐ Et a été validée par
  - Tests de conformité
  - Tests d'interopérabilité

56

## Logiciels de réseaux

- ❑ Réseau : matériels + logiciels.
  - ❑ Logiciel : on a besoin d'implanter un grand nombre de fonctions (détection et correction d'erreurs, contrôle de flux, routage, etc.) pour pouvoir communiquer convenablement.
- ❑ Problème : les fonctions à implanter sont nombreuses et complexes.
  - ❑ Quoi faire?: regrouper les fonctions en modules (diviser pour régner) → réduire un problème complexe en plusieurs petits problèmes.
  - ❑ Comment faire le découpage?: utiliser les techniques de génie logiciel (couplage, modularité, encapsulation, etc.).

57

## OSI : le modèle de référence

Découpage en couches; les principes ayant conduit à ce découpage:

- ❑ Une couche définit un niveau d'abstraction,
- ❑ Chaque couche exerce une fonction bien définie,
- ❑ Les fonctions de chaque couche impliquent la définition de protocoles normalisés,
- ❑ Le choix des frontières entre couches doit minimiser le flux d'informations aux interfaces,
- ❑ Le nombre de couches doit permettre d'éviter la cohabitation de fonctions très diverses au sein d'une même couche.

58

## Modèle OSI : Logiciels de réseaux

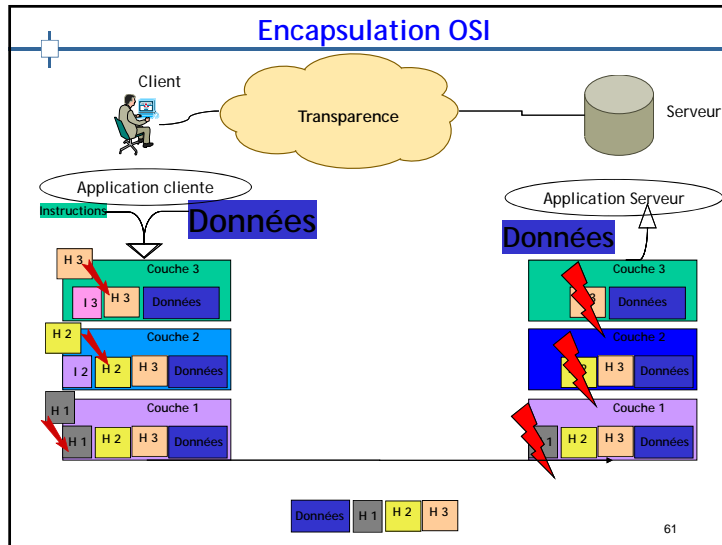
- ❑ Une couche = un niveau d'abstraction
- ❑ Une couche  $n$  utilise les services de la couche  $n-1$  et ses propres moyens pour offrir des services plus appropriés à la couche  $n+1$ .
- ❑ Relation entre les couches  $n$  et  $n-1$ 
  - ❑  $n$  : utilisateur des services.
  - ❑  $n-1$  : fournisseur des services.
- ❑ Nombre/nom/fonction des couches varie selon le réseau.

59

## Encapsulation OSI

- ❑ Dans un modèle à  $N$  couches
- ❑ Pour communiquer l'application cliente remet à la couche supérieure ( $N$ )
  - des données à destination de l'application serveur
  - des instructions définissant le niveau de service souhaité
- ❑ La couche  $N$  interprète les instructions et fabrique, à destination de la couche  $N$  distante, une structure de données :
  - Des informations nécessaires à la couche  $N$  distante : en-tête niveau  $N$  (header) en plus des données applicatifs
  - Des instructions destinées à la couche  $N-1$
- ❑  $N-1$  procède de même
- ❑ Enfin les données sont émises vers le réseau
- ❑ En réception chaque couche  $i$  extrait l'en-tête  $H_i$ , l'interprète et remet les données à la couche  $i+1$
- ❑ Les couches procèdent de même jusqu'à remise des données à l'application distante

60



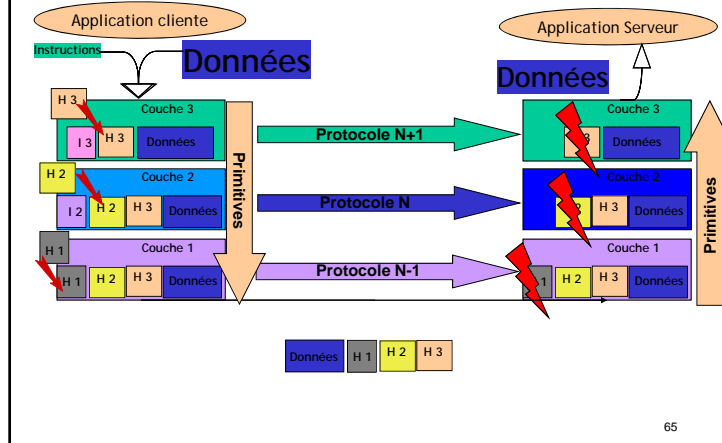
- ### Analogie : Service courrier
1. Le cadre dicte le contenu du courrier à envoyer à son assistant (e)
  2. L'assistant (e) dactylographie une lettre avec les conventions du courrier commercial
  3. La lettre comporte des références la situant dans la relation inter entreprise
  4. Le service courrier de l'entreprise choisit le mode d'acheminement et prépare l'expédition
  5. La poste se charge d'acheminer la lettre à sa destination
  6. Les lettres sont regroupées en sacs selon leurs destinations
  7. Différents moyens de transport peuvent être utilisés pour l'acheminement des sacs postaux
- 62

- ### Terminologie OSI : protocole et service
- **Communiquer** → pouvoir interpréter l'information échangée → parler le même langage.
    - **Langage** = syntaxe + sémantique
  - **Pouvoir envoyer et recevoir** des bits sur un réseau ne suffit pas pour communiquer convenablement.
  - **Les messages envoyés** doivent être interprétés correctement par le récepteur.
    - Si les 8 **premiers** d'un message contiennent l'adresse source et celui qui le reçoit considère les 8 **derniers** bits comme adresse source → il y aura un problème...!!!
  - **Donc pour pouvoir communiquer** convenablement, les interlocuteurs doivent s'entendre sur les syntaxes et les sémantiques des messages échangés → **on a besoin de PROTOCOLES.**
- 63

- ### Terminologie OSI : protocole et service
- L'échange OSI se base sur :
    - **Un dialogue vertical :**
      - transfert d'informations d'une couche N à une autre (*couches adjacentes*) de niveau N-1 (ou N+1)
      - **Dialogue local à travers des Primitives de service**
        - *La primitive permet à une couche N+1 de demander le service de la couche N*
    - **Un dialogue horizontal :**
      - Échange de messages entre une couches N et une couche N distante à travers le réseau (*couches homologues*)
      - **Dialogue distant à travers un Protocole de niveau N**
        - *Les unités de données de la couche N+1 sont encapsulées dans le protocole de niveau N*
- 64



## Terminologie OSI : protocole et service



65

## Terminologie OSI : primitives de service

- Un service est formellement défini par un ensemble de primitives (opérations)
- Ces primitives sont utilisées par un utilisateur ou d'autres entités pour accéder à des services
  - Les primitives
    - ordonne au service de réaliser telle action
    - ou de rendre compte à la suite d'une mesure prise par l'entité homologue

66

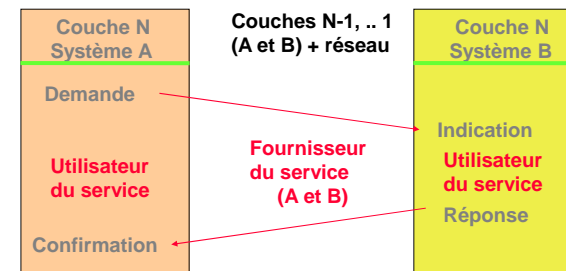
## Primitives de service OSI

- Les primitives sont catégorisées en quatre grandes classes
  1. *Request* : une entité sollicite un service (ex. connect.request)
    - à l'initiative de (N), provoque une action (N-1)
  2. *Indication* : une entité est informée d'un événement (ex. connect.indication)
    - (N-1) provoque une action dans (N)
  3. *Response* : une entité répond à un événement (ex. connect.response)
    - (N) rend compte à (N-1) du résultat de l'indication
  4. *Confirm* : une entité a bien reçu la réponse à la demande (ex. connect.confirm)
    - (N-1) rend compte à (N) du résultat de la requête
- Chaque primitive possède des paramètres
- **Nommage** : X-xxxxxx-type
  - X : lettre de couche
  - xxxxxx : élément de service
  - type : type de requête
    - exemple : T-CONNECT-req : requête de connexion de la couche Transport faite par la couche Session

67

## Primitives

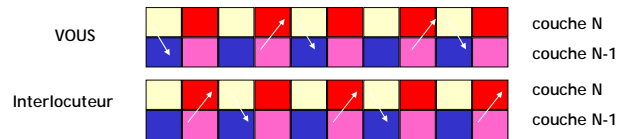
- Requête : une entité sollicite un service pour réaliser une activité
- Indication : une entité est informée qu'un événement est arrivé
- Réponse : une entité répond à un événement
- Confirmation : une entité est informée de sa demande de service.



68

## Exemple de service : téléphone

1. CONNECT.request : vous composez le No de tél. de votre **Interlocuteur**
2. CONNECT.indication : le téléphone sonne chez elle/lui
3. CONNECT.response : elle/il décroche le combiné
4. CONNECT.confirm : vous entendez l'arrêt de la sonnerie
5. DATA.request : vous l'invitez pour le goûter
6. DATA.indication : elle/il entend votre invitation
7. DATA.request : elle/il dit qu'elle/il est ravi (e)
8. DATA.indication : vous entendez son acceptation
9. DISCONNECT.request : vous raccrochez
10. DISCONNECT.indication : elle/il l'entend et raccroche également.



69

## Terminologie OSI : protocoles et services

### Service et protocole : Deux concepts distincts

### Le service

- définit les opérations qu'une couche est prête à effectuer pour le compte de ses utilisateurs par le biais des primitives
- se rapporte à une interface entre deux couches
  - La couche inférieure est le fournisseur
  - La couche supérieure est l'utilisateur

70

## Terminologie OSI : protocoles et services

### Le protocole

- Un ensemble de règles s'appliquant au format et à la signification des PDUs échangées entre entités paires
  - décrivant la **syntaxe** et la **sémantique** des messages échangés et la façon dont la transmission se déroule
- Les entités utilisent les protocoles pour implémenter leurs significations de service

### Syntaxe

- Les différents champs qu'on trouve dans chaque message
- Le nombre de bits occupé par chaque champ.

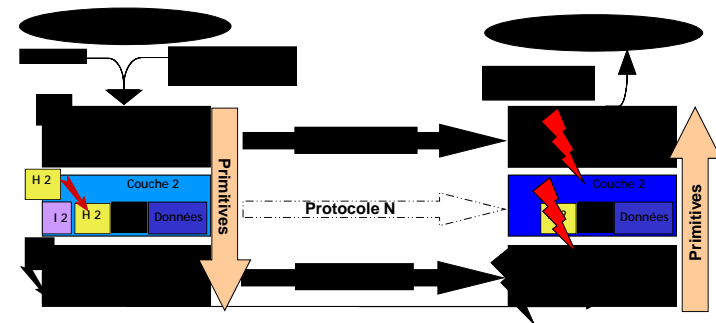
### Sémantique : la signification de chaque champ.

### Protocole =

- *Format des messages*
  - Taille variable
  - Longueur fixe
- *Règles d'échange*
  - Mode de communication
  - Accès concurrent (multipoint)

71

## Terminologie OSI : protocole et service



- Peu importe à la couche N+1 de savoir comment le service lui est rendu par la couche N
- Pour la couche N, Les niveaux adjacents sont des boîtes noires :
  - évolutivité facile du système
  - Système non propriétaire

## Communications : Virtuelle et Effective

Il est important de comprendre la différence entre :

### 1. Communication virtuelle et

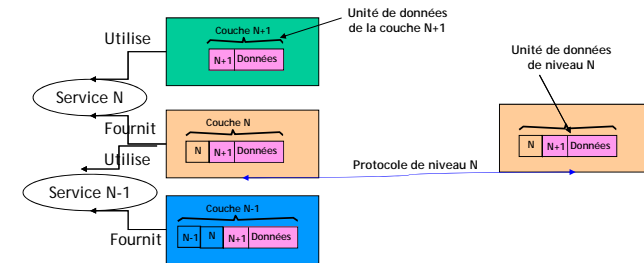
- Les processus pairs de la couche N conçoivent leur communication de façon horizontale grâce au protocole de la couche N.

### 2. Communication effective

- La communication effective se fait avec et vers les couches inférieures par l'interface.

73

## Terminologie OSI : Service et encapsulation



- Le dialogue OSI est un dialogue entre entités homologues distantes.
- L'identification des services se fait à travers le SAP

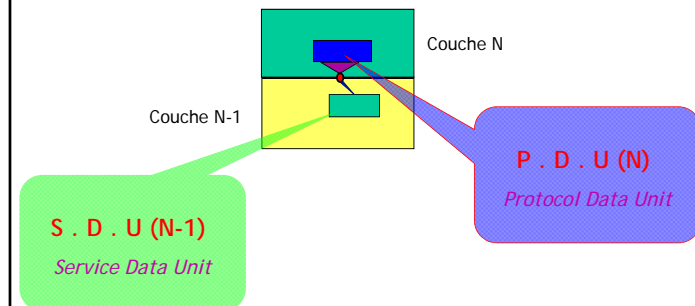
74

## Terminologie OSI : Unités de données

- Unité de données du service, transférable à travers le S.A.P. et contenant :
  - les données
  - et paramètres des primitives
- Les données manipulées par une couche et envoyées à l'entité homologue constituent une unité de données (**data Unit**)
- La couche N+1, qui utilise les services de la Couche N, adresse à la Couche N, des unités de données de services notées (**N)SDU : Service Data Unit**
- Pour la couche N, les données entrantes sont considérées comme utilisatrices du service (N)

75

## Terminologie OSI



76

## Terminologie OSI

- ❑ Le protocole de niveau N véhicule un «**Protocol Data Unit**» ou PDU composé :
  - du SDU «**Service Data Unit**» de la couche N+1,
  - d'un «**Protocol Control Information**» PCI permettant à la couche N de gérer ses données (exemple : longueur du SDU),
- ❑ Les protocoles et les formats de PDU associés sont définis par la normalisation

77

## Encapsulation à l'interface

- ❑ Entre chaque paire de couches adjacentes, on trouve une interface.
- ❑ **L'interface définit les opérations élémentaires et les services que la couche inférieure offre à la couche supérieure.**
- ❑ Lors de la conception du modèle d'interconnexion, l'une des tâches les plus importantes pour les concepteurs est la spécification d'interfaces claires :
  - Chaque couche réalise un ensemble de fonctions bien définies
  - Les interfaces bien conçues facilitent les changements d'implémentation dans une couche
- ❑ La couche N ajoute donc des infos pour assurer à sa PDU (N) le passage à travers l'interface N/N-1 (assurer l'accès au service demandé)
- ❑ **Naissance de l'unité IDU (Information Data Unit)**

78

## Terminologie OSI : Unités de données

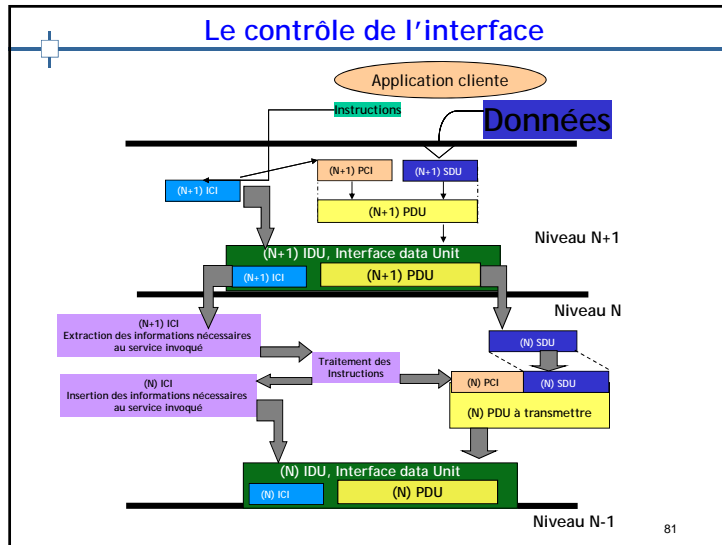
- ❑ La couche N ajoute aux données reçues (SDU) des informations de service nécessaires aux couches basses pour :
  - **traiter correctement les données**
  - **et les livrer correctement à la couche N+1 distante**
- ❑ Lors de l'invocation d'un service de niveau N, le niveau N+1 fournit un ensemble d'informations nécessaires au traitement correct de l'unité de données
  1. **Les infos de protocoles constituent les (N)PCI (Protocol Control Information) ex :**
    - L'adressage
    - Le niveau de priorité demandé
  2. **Infos à usage exclusif par la couche N qui précise le traitement local des données à travers l'interface séparant la couche N et la couche N-1 ICI (Interface Control information).**
    - Les ICI sont annexées à la SDU pour former la IDU (Interface Data Unit)

79

## Terminologie OSI : Unités de données

- ❑ Les données sont acheminées via une connexion de niveau N-1
- ❑ La couche N distante :
  - extrait les infos de contrôle (N)PCI
  - interprète (N)PCI
  - Délivre les données (N)SDU à la couche N+1
    - Ces données deviennent alors la (N+1)PDU
- ❑ Chaque couche ajoute (ou extrait) un en-tête, spécifique au protocole utilisé permettant de traiter au niveau distant les données :
  - Identifiant de la connexion
  - L'adresse de destination
  - Les compteurs de contrôle de l'échange

80





### Terminologie O.S.I.

<b>COUCHE :</b>	Ensemble des moyens permettant à deux entités communicantes symétriques de même niveau d'échanger des unités de données
<b>PROTOCOLE :</b>	Règlement des échanges entre entités symétriques et correspondantes situées dans une même couche
<b>SERVICE :</b>	Ensemble des facilités offertes par une couche à celle immédiatement supérieure. La prestation d'un service est faite par une entité
<b>INTERFACE :</b>	Point de passage obligé entre deux couches adjacentes

82

- ### Terminologie OSI
- IDU (Interface Data Unit) :
    - *Unité de données d'interface*
  - ICI (Interface Control Information) :
    - *Information de commande interface*
  - PCI (Protocol Control Information) :
    - *Information de contrôle du protocole*
  - SDU (Service Data Unit) :
    - *Unité de Données du service*
  - SAP (Service Access Point) :
    - *Point d'accès du service*
  - N-PDU (Protocol Data Unit) :
    - *Unité de donnée du protocole*
- 83

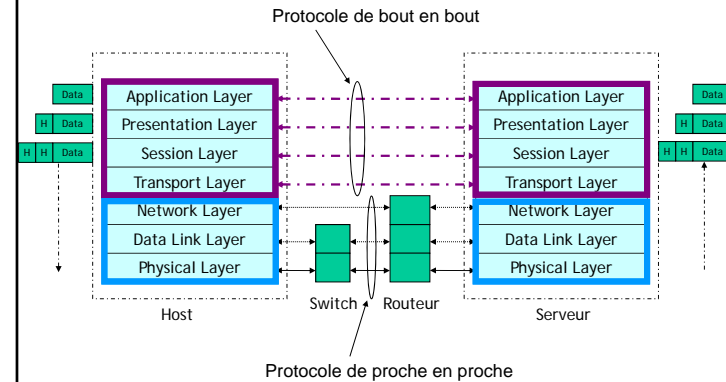
- ### OSI : Principe de conception des couches
- **La nécessité d'identifier des fonctions élémentaires distinctes mais participant au processus de communication**
    - Étude de la faisabilité d'un modèle de communication structuré en couches
  - **Contraintes de conception**
    1. Catégories de couches ?
    2. Création des couches ?
    3. Nombre de couches ?
    4. Quel est le rôle de chaque couche ?
  - Day et Zimmermann en 1983 : élaboration du modèle OSI
- 
- 
- 84

## Le modèle OSI : description

- ❑ Pour faire communiquer deux entités :
  1. Les relier par un lien physique (matériel ou immatériel)
  2. Contrôler qu'une liaison peut être correctement établie sur ce lien
  3. Assurer le bon acheminement des données à travers l'infrastructure
  4. Contrôler, avant de délivrer les données à l'application, que le transport est réalisé correctement de bout en bout
  5. Organiser le dialogue entre toutes les applications, en gérant des sessions d'échange
  6. Traduire les données selon une syntaxe de présentation aux applications pour que celles-ci soient compréhensibles par les deux entités d'application
  7. Fournir à l'application utilisateur tous les mécanismes nécessaires à masquer à celle-ci les contraintes de la transmission

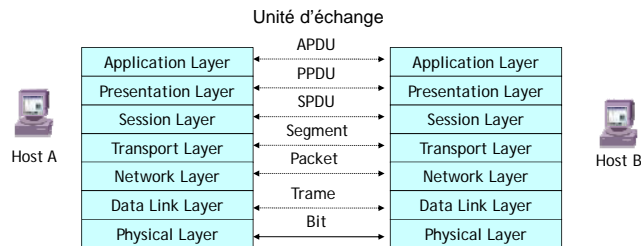
85

## Data Encapsulation et Interconnexion



86

## Les Communications par couches



87

## Couche Application

- ❑ Couche de bout en bout : la couche la plus abstraite du modèle
- ❑ Couche application : gère les différentes utilisations possibles des autres couches et elle comprend un grand nombre d'éléments de services normalisés pouvant s'utiliser les uns les autres
- ❑ Offre aux processus applicatifs le moyen d'accéder à l'environnement OSI
- ❑ Fournit tous les services directement utilisables par l'application :
  - Le transfert d'informations
  - L'allocation des ressources
  - L'intégrité et la cohérence des données accédées
  - La synchronisation des applications coopérantes
- ❑ Ex. Telnet, WWW browser, SMTP, SNMP, FTAM,

88

## Couche présentation

- ❑ Couche de bout en bout
- ❑ Couche présentation : représentation globale et unifiée de l'information, interprétation, cryptage, compression de données.
  - Gère les problèmes de présentation des données : **syntaxe et forme**
  - Définit la façon dont les deux entités communicantes peuvent **se décrire mutuellement** le type de données qu'elles s'échangent et l'**encodage** qu'elles ont adopté pour représenter cette donnée sous forme d'une chaîne de bits
- ❑ Pour cela :
  - négociation d'une **syntaxe de transfert commune** ayant une **identification unique**
  - Utilisation d'un **langage de description de données** permettant de décrire les données indépendamment de leur encodage
- ❑ Ex. ASN.1, TIFF, GIF, JPEG, ASCII, MPEG, MIDI, HTML, BER, EBCDIC, QuickTime, G.723, H.261, XML

89

## La couche présentation

- ❑ L'information transportée pratiquement entre deux entités c'est :
  - du texte,
  - des nombres
  - parfois des structures de données complexes :
    - de l'image
    - de la vidéo
    - de la voie
- ❑ Les couches 1 à 5 transportent des octets bruts sans se préoccuper de leur signification.
- ❑ Le rôle de la couche présentation est donc de **convertir entre données applicatives manipulées par les programmes en chaînes d'octets effectivement transportées par le réseau.**

90

## La couche session

- ❑ Couche de bout en bout
- ❑ Couche session : ne gère pas les problèmes de déplacement d'informations mais **fournit les moyens nécessaires pour organiser et synchroniser les dialogues et les échanges de données**
- ❑ Responsable des procédures d'établissement, de contrôle et de libération des communications
  - Synchronisation
  - Dialogue : uni ou bidirectionnel, jeton,...
  - Points de reprise : **Lors de l'existence d'une connexion de Session, les services de Session maintiennent l'état du dialogue entre utilisateurs, même en cas de perte de données par le service Transport.**

91

Niveau transactions

## La Couche physique

- ❑ Couche de proche en proche
- ❑ Couche physique : fournit les moyens **mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux** nécessaires à l'activation, le maintien et la désactivation des connexions physiques destinées à la **transmission de bits** entre deux entités de liaison de données
  - ❑ chargée de **véhiculer les éléments binaires d'un bout à l'autre du support physique.**
  - ❑ adapte le **signal binaire aux supports**
    - ❑ elle commence par **coder** (affecter un signal électrique numérique à une suite d'informations binaires)
    - ❑ si nécessaire, procède à la **modulation** pour adapter la bande passante du signal à celle du support de transmission.
- ❑ NRZ, NRZI, RJ45, V.24, V.35, EIA/TIA-232,...

92

Niveau bit

## La Couche physique

Niveau bit

### □ Éléments de la couche physique :

- Support physique
- Codeurs,
- Modulateurs,
- Multiplexeurs,
- Concentrateurs

La conception de la couche physique peut-être réellement considérée comme faisant partie du domaine de l'ingénieur électronique.

93

## Limites de la couche 1

Niveau bit

### □ La couche 1

- peut uniquement décrire les trains binaires
- ne peut pas nommer ou identifier les ordinateurs
- ne peut pas choisir quel ordinateur transmettra ou recevra les données binaires.

94

## Objectifs couche 2

Niveau Trame

### □ Les attributions de la couche "Liaison de Données" seront donc essentiellement de deux ordres :

- Décider des moments d'émission en respectant les règles en vigueur baptisées "méthodes d'accès" : gestion de l'accès au média
- Sécuriser les échanges c'est-à-dire palier les éventuelles erreurs de transmission physique : fiabilité du transfert

95

## La Couche liaison de données

Niveau Trame

- Couche de proche en proche
- Utilise le service de la couche physique
- Fournit les moyens fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'établissement, le maintien et la libération des connexions de liaison de données entre deux entités du réseau
  - Détecte et corrige si possible les erreurs dues au support de transmission
  - Signale à la couche réseau les erreurs irrécupérables
  - Supervise le fonctionnement de la transmission et définit
    - la structure syntaxique des messages
    - La manière d'enchaîner les échanges selon un protocole normalisé ou non
  - Ex. Frame Relay, HDLC, PPP, IEEE 802.3/802.2, FDDI, PPPoE, PPPoA,

96



## La Couche Réseau

Niveau paquet

- ❑ Couche de proche en proche
- ❑ Couche réseaux : assure la mise de bout en bout de supports physiques (habillés par les couches 1 et 2) de façon à mettre en relation les correspondants n'ayant pas de liaison directe entre eux.
  - Elle assure essentiellement les fonctions :
    - d'adressage,
    - de routage,
    - de multiplexage,
    - de détection et correction d'erreurs( non réglées par la couche 2)
    - et de contrôle de flux
  - La couche réseau doit permettre l'interconnexion de réseaux hétérogènes
  - Ex. X25, IPv4, IPv6, IPX, Appletalk DDP

97

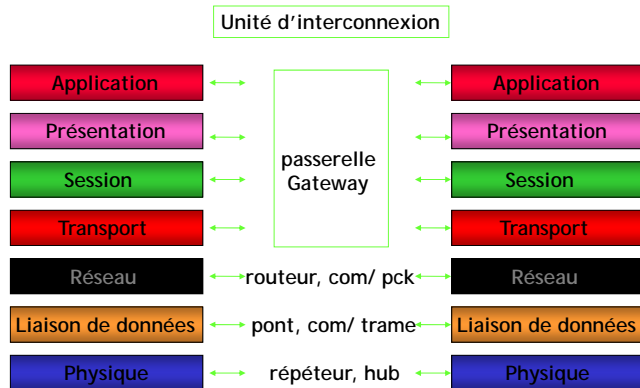
## La couche transport

Niveau segment

- ❑ Couche de bout en bout
- ❑ Couche transport : chargée de régler définitivement tous les problèmes relevant du déplacement d'information et qui n'auraient pas été réglés par les couches inférieures
  - ❑ Accepte les données de la couche session :
    - ❑ Les découpe éventuellement et s'assure de l'ordonnancement
    - ❑ Multiplexage de plusieurs messages sur un même canal
    - ❑ La couche transport est la garante de la QoS : débit, taux d'erreurs, délai de transfert, délai de connexion et de déconnexion,...
- ❑ Assure un transfert transparent fiable et de bout en bout de données entre entités de session et ce en les déchargeant des détails d'exécution
  - ❑ Transport des unités de données appelées messages.
- ❑ Ex. TP0, 1, 2, 3 ou 4, TCP, UDP

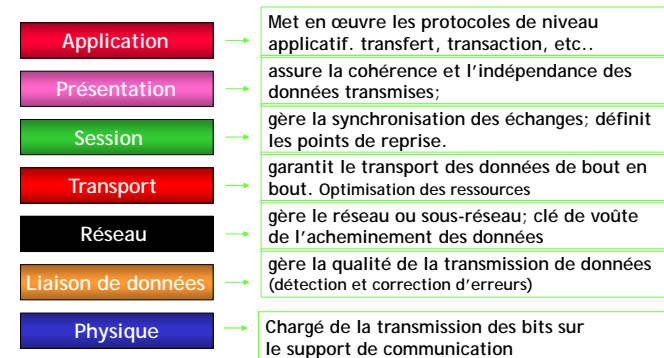
98

## OSI : Interconnexion



99

## OSI : Recap des couches



100

## Architecture Réseaux

- ❑ **Partie II**
  - ❑ L'architecture Internet
  - ❑ Le modèle TCP/IP
  - ❑ L'adressage IP
  - ❑ Les sous-réseaux IP
  - ❑ Les réseaux locaux Ethernet

101  
101

## 40's, 50's, 60's, 70

- ❑ 1948 : la théorie mathématique de la communication
- ❑ 1958 : développement de Silicon Chip
- ❑ 1964 : Développement du Packet-switching (PS) networks
- ❑ 1965 : HTML inventé
- ❑ 1969 : Naissance d'ARPANET (Advanced Research Project Agency NETWORK) : étudier les techniques pour les communications robustes, indépendantes aux vendeurs
  - Démo privée de faisabilité : réseau à commutation de paquet composé de 4 nœuds
- ❑ 1973 : Démo publique d'ARPANET
  - Réseau longue distance à Commutation de paquet, 20 nœuds et 50 centraux
- ❑ 1975 : UNIX et TCP-IP
  - Définition de TCP par INWG et IFIP
  - Diffusion d'unix dans les universités et unités de recherche
  - Développement et implémentation de TCP dans les Universités

102

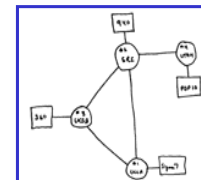
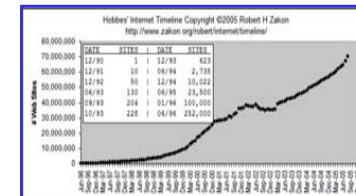
## 80's et 90's

- ❑ 1980 : Publication du modèle OSI
- ❑ 1983 : TCP-IP remplace NCP
  - Les protocoles TCP/IP se développent en tant que standards militaires.
  - Tous les hôtes sur le réseau doivent adopter les nouveaux protocoles.
  - DARPA finance l'implémentation de TCP/IP sous Berkeley (BSD) Unix
  - La terme *internet* devient un mot courant ARPANET migre vers TCP
  - ARPANET est divisé en deux réseaux : MILNET et ARPANET
  - Introduction par SUN de TCP-IP sur le marché commercial
- ❑ 1985 : National Science Foundation (NSF)
  - crée NSFNet et le connecte à l'internet
- ❑ 1987 - NSF
  - crée un backbone plus rapide et une topologie de 3 couches : backbone, réseaux régionaux, et réseaux locaux.]
- ❑ 1990 - ARPANET s'éteigne
- ❑ 1995 - NSFNet cesse son rôle de backbone primaire pour l'internet

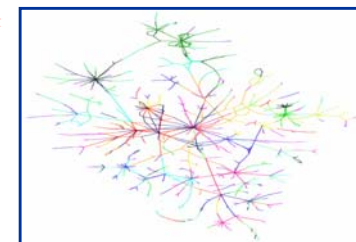
103

## Internet : Recap

- ❑ 1968 : le début
- ❑ 1977: 111 hosts Internet
- ❑ 1981: 213 hosts
- ❑ 1983: 562 hosts
- ❑ 1984: 1,000 hosts
- ❑ 1986: 5,000 hosts
- ❑ 1987: 10,000 hosts
- ❑ 1989: 100,000 hosts
- ❑ 1992: 1,000,000 hosts
- ❑ 2001: 150 - 175 millions hosts
- ❑ 2002: plus de 200 millions hosts
- ❑ **En 2010, 80% de la planète sur Internet**  
Source : Internet Society 2005

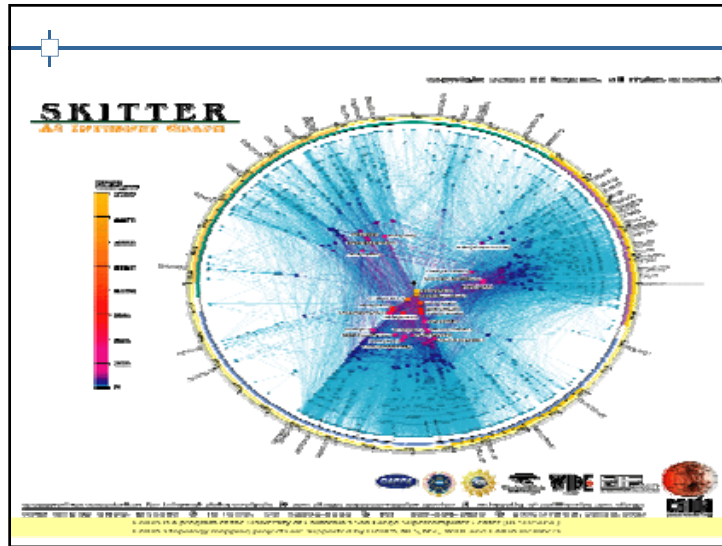


1968



1987

104



## Internet

- ❑ Cycle de vie Internet
  - Période militaire
  - Période universitaire
  - Période Commerciale

106

## Les instances d'Internet

- ❑ Internet n'appartient à personne.
- ❑ Il n'existe que des réseaux publics ou privés reliés entre eux par le protocole TCP/IP :
  - Réseau local de laboratoire (LAN)
  - Réseau fédérateur d'un campus (MAN)
  - Réseaux régionaux
  - Réseaux national des opérateurs de réseaux
  - Réseaux nationaux particuliers (comme Marwan).
  - Réseau international (liaison transatlantique, satellites...)

107

## TCP-IP : Organismes Responsables

```

graph TD
  DoD[DoD  
Department Of Defense] --> IAB[IAB  
Internet Architecture Board]
  IAB --> IETF[IETF  
Internet Engineering Task Force]
  IAB --> IANA[IANA  
Internet Assigned Number Authority]
  IAB --> NOC[NOC  
Network Operation Center]
  
```

- ❑ Applications : Telnet, E-mail,
- ❑ Services aux utilisateurs : FTP,
- ❑ Sécurité
- ❑ Administration
- ❑ Transport : DNS,
- ❑ Routage : RIP
- ❑ Internet : IP sur ATM
- ❑ Opérations : statistiques

- ❑ Adresses IP

- ❑ Gestion et administration du réseau Internet Mondial

108

## Organismes de régulation

### □ L'IAB et les RFC

- A la mise en place de l'Internet, le DoD avait créé un comité informel pour superviser son évolution : l'**IAB (Internet Authority Board, devenu plus tard l'Internet Architecture Board)**.
- Cet organisme est la **structure officielle responsable des décisions concernant l'architecture TCP/IP**.
- IAB est notamment responsable de l'administration des **Request for Comments (RFC)** qui décrivent chacun des aspects du fonctionnement d'Internet.

109

## IAB et IETF : Administration des RFC

- L'IAB est également responsable de l'IETF : **Internet Engineering Task Force**
  - Charger d'étudier de manière technique de nouveaux protocoles de la famille TCP/IP,
  - De préparer les nouveaux standards de l'Internet.
- Proposition d'une idée (nouveau protocole par exemple) par le moyen d'un RFC.
  1. L'idée (si elle est valable) prend le nom de Proposed Standard (PS),
  2. puis lorsqu'elle a été testée sur le terrain, elle devient un Draft Standard (DS),
  3. avant de devenir un Internet Standard (IS) lorsque l'IAB le décide.
- Tous les protocoles utilisés sur Internet sont décrits de manière exhaustive dans un ou plusieurs RFC.
  - RFCs sont Consultables à l'adresse : « <http://www.ietf.org/> ».

110

## L'IANA (Internet Assigned Number Authority)

- C'est l'unité centrale chargée de
  - distribuer les **adresses IP** de par le monde, ainsi que les **noms de domaine** (.ma, .fr, .com, .edu etc)
  - fixer en particulier la politique d'affectation des adresses IP.
- Les pouvoirs de l'IANA sont délégués à 3 organismes chargés de gérer les adresses dans chacune des « régions » qui les concernent :
  1. RIPE NCC : Europe
  2. APNIC : Asie
  3. INTERNIC : Etats-Unis et autres

111

## Définitions

- Tout réseau privé qui communique **en utilisant le protocole TCP/IP** est un "**Intranet**".
- On parle d'**Extranet**, lorsque deux réseaux intranet sont reliés entre eux par une liaison privilégiée.
- La communication entre intranet/extranet est complètement indépendante du type de RL
- Internet : Est un réseau de réseaux :
  - prenant en compte la diversité et la multiplicité des environnements matériels et logiciels de ces réseaux,
  - fournissant à ces réseaux un ensemble de moyens et de mécanismes de communication s'affranchissant le plus possible de leurs hétérogénéités.
    - Ces mécanismes ont conduit à la naissance du réseau des réseaux baptisé '**Internet**' constitué de toutes les machines capables de communiquer en utilisant la pile protocolaire dite TCP/IP

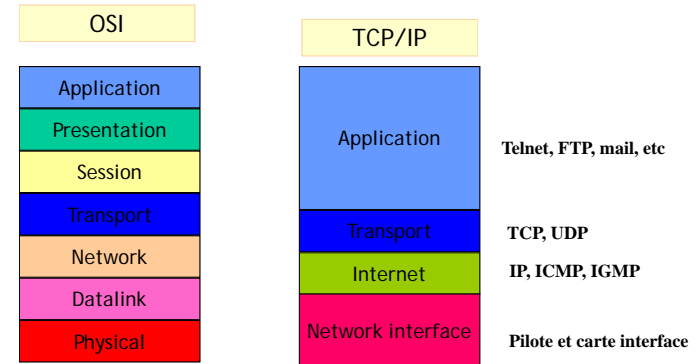
112

## TCP-IP

- Transmission Control Protocol/Internet Protocol :
  - La suite de protocoles réseaux qui ont servi pour construire l'internet global.
  - Egalement appelé la suite DoD ou ARPANET car son développement initial était financé par le Advanced Research Projects Agency (ARPA) du Department of Defense (DoD) Américain.
- TCP-IP est la pile protocolaire qui permet aux ordinateurs de communiquer entre eux sans se soucier du système d'exploitation ou du vendeur

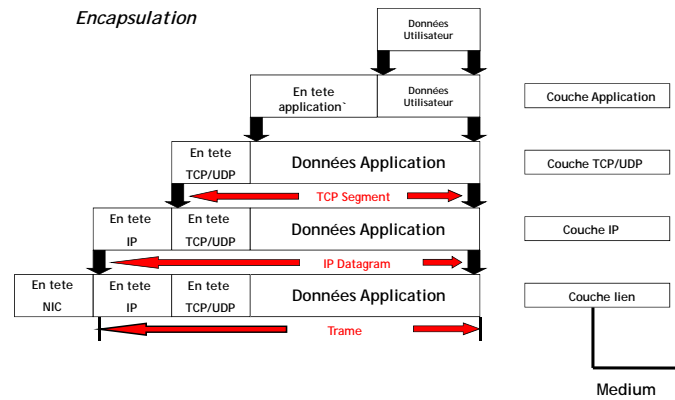
113

## Architectures TCP/IP Vs OSI



114

## Architecture TCP-IP : Encapsulation et décapsulation



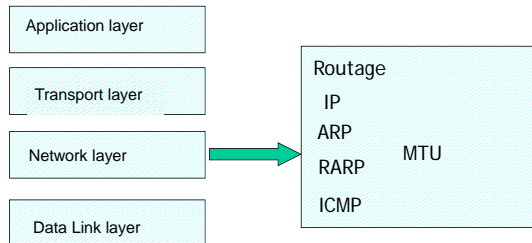
115

## La couche application

- La couche la plus haute du modèle TCP/IP est également la couche **application**.
  - Les couches **présentation** et **session** ne sont pas présentes.
- Cette couche contient tous les protocoles de haut niveau
- Les premiers à être développés ont été
  - TELNET (protocole de terminal virtuel) : permet à un utilisateur de se connecter à distance sur une machine pour y travailler
  - FTP (protocoles de transfert de fichier) : fournit moyen efficace de faire passer des données d'une machine à une autre
  - SMTP (courrier électronique) : permet l'envoi de messagerie électronique entre deux utilisateurs
  - DNS (domain name server) : permet l'attribution et la gestion des noms de domaines
  - HTTP : sert à charger les pages de la toile www
- Cette couche transmet des messages à la couche inférieure

116

## La couche Internet



117

## La couche Internet

- ❑ C'est la couche clé de toute l'architecture équivalente à la couche réseau du modèle OSI.
- ❑ Contient le protocole IP, chargé de communiquer avec d'autres machines en commutation de paquets, et **sans connexion**
  - Si un paquet se perd, il appartiendra aux couches supérieures de faire le nécessaire pour récupérer le paquet perdu : **La couche Internet est donc non-fiable : best effort**
- ❑ Le protocole IP sera également amené à éventuellement découper les datagrammes pour les adapter au type de réseau traversé.

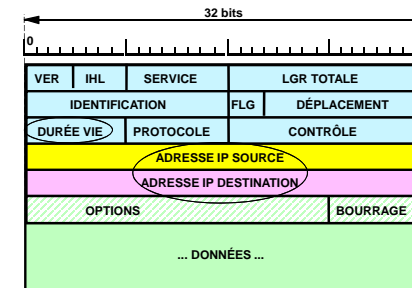
118

## La couche Internet

- ❑ La couche Internet doit permettre :
  - L'adressage des paquets : le protocole IP
  - La résolution d'adresses : les protocoles ARP/RARP
  - Injection de paquets dans n'importe quel réseau : fragmentation (MTU)
  - La prise en charge des messages de contrôle : le protocole ICMP
  - et leur acheminement indépendamment les uns des autres jusqu'à leur destination : les Protocoles de routage RIP, OSPF,...

119

## Le datagramme I.P. V4



Longueur totale maximale : 65535 octets  
MTU par défaut : 1500 octets (charge Ethernet)

120

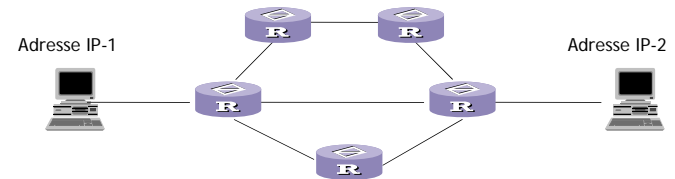
## Le datagramme I.P. V4

- ❑ Longueur maximale : 65535 octets (par défaut 576 octets)
- ❑ VER : Version IP (4 actuelle)
- ❑ IHL : Longueur entête(en mots de 32 bits)
- ❑ SERVICE : Type de service (délai, débit, fiabilité, coût ; pour routeurs)
- ❑ LGR TOT : Longueur totale datagramme
- ❑ IDENT. : Identifiant pour tous les fragments d'un même datagramme
- ❑ FLG : Suivi de la fragmentation (Autorisée ou non & dernier frag.)
- ❑ DÉPLAC. : Décalage du fragment par rapport au bit 0 (OFFSET)
- ❑ DURÉE VIE : Durée de vie restante du datagramme
- ❑ PROTOCOLE : Type de protocole de niveau 4 utilisant le service (TCP, autres - RFC 1700) UDP ou
- ❑ CONTRÔLE: Somme de contrôle de l'entête (dont adresses)
- ❑ ADRESSES : IP V4 sur 32 bits
- ❑ OPTIONS : Facultatif. Concernant sécurité, routage ...
- ❑ Champ données :
  - Segment TCP ou datagramme UDP
  - Message de contrôle ou d'adresse (ARP,RARP,ICMP ...)

121

## Le protocole IP : Addressage

- ❑ Une adresse IP est un identificateur de machines dans l'internet



122

## Conversion Decimal/Binaire

Valeur de chaque Bit

1	1	1	1	1	1	1	1
128	64	32	16	8	4	2	1

= 255

Conversion binaire → Decimal

0	1	0	0	0	0	0	1
128	64	32	16	8	4	2	1

0 +64 +0 +0 +0 +0 +0 +1 = 65

123

## Exemple: Conversion Binaire → Decimal

Adresse Binaire 00001010.00000001.00010111.00010011

Adresse Decimale \_\_\_\_\_

Adresse Binaire \_\_\_\_\_

Adresse Decimale 172 . 18 . 65 . 170

Adresse Binaire 11000000.01001101.00001110.00000110

Adresse Decimale \_\_\_\_\_

124

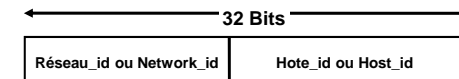
## Exercice : Conversion Binaire → Decimale

Adresse Binaire	00001010.00000001.00010111.00010011
Adresse Decimale	10      1      23      19
Adresse Binaire	10101100 00010010 01000001 10101010
Adresse Decimale	172 . 18 . 65 . 170
Adresse Binaire	11000000.01001101.00001110.00000110
Adresse Decimale	192      77      14      6

125

## Format d'une adresse IP

- L'adresse IP identifie l'emplacement d'un système sur le réseau (comme une adresse postale ou un numéro téléphonique)
- L'adresse IP doit
  - être unique
  - présenter un format normalisé
- Une adresse IP est
  - composée de 32 bits regroupée en 4 octets : **a.b.c.d**
  - Représentée en notation :
    - "Dotted decimal" ou notation décimale à points : 212.217.0.37
    - "Binaire" : 10110100.11111100.00001010.10101010
  - Décomposée en une partie "réseau" et une partie "hôte"



126

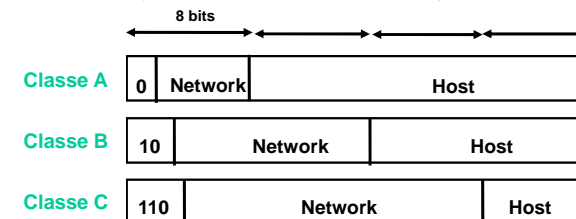
## Format d'une adresse IP

- La partie Net\_id identifie un réseau physique
  - Tous les hôtes (machines) d'un même réseau doivent avoir le même ID de réseau et qui doit aussi être unique
- La partie Host\_id identifie une machine dans un réseau
  - Host\_id doit être unique pour chaque net\_id
- Les adresses sont de deux catégories :
  - Adresses publiques : reconnues dans le réseau internet
  - Adresses privées : non reconnues dans le réseau internet et doivent être utilisées uniquement au niveau d'un Intranet

127

## Les classes d'adresses IP

- 3 classes d'adresses IP:
  - Classes A : a est le net\_id ; b.c.d est le host\_id  
 ↳ (net\_id sur 8 bits; Host\_id sur 24 bits)
  - Classe B : a.b est le net\_id; c.d est le host\_id  
 ↳ (net\_id sur 16 bits; Host\_id sur 16 bits)
  - Classe C : a.b.c est le net\_id; d est le host\_id  
 ↳ (net\_id sur 24 bits; Host\_id sur 8 bits)



128



### Les classes d'adresses IP

	Nombre de réseau	Nombre de hotes par réseau	Plage d'id de réseau (premier octet a)
Classe A	126	16 777 214	1 - 126
Classe B	16 384	65 534	128 - 191
Classe C	2 097 152	254	192 - 223

129

### Classes particulières

- ❑ Classe D : pour la diffusion Multicast
  - 224.0.0.0 → 239.255.255.255
- ❑ Classe E : sont des adresses expérimentales
  - Les bits de poids le plus fort ont toujours la valeur 1111
    - 240.0.0.0 → 255.255.255.254

130

### Adresses particulières

- ❑ L'adresse 0.0.0.0 est utilisé temporairement par un ordinateur au cours de son démarrage
- ❑ Le net\_id ne peut jamais prendre la valeur 127
  - Adresse de boucle locale
    - 127.0.0.0 ou local host
    - réservée pour la désignation de la machine locale
    - communication intra-machine.
    - jamais véhiculée sur un réseau
    - un routeur ne doit pas router un datagramme pour le réseau 127.0.0.0
- ❑ Adresses privés
  - 10.0.0.0 => 10.255.255.255 (1 réseau cl. A)
  - 172.16.0.0 => 172.31.255.255 (16 réseaux cl. B)
  - 192.168.0.0 => 192.168.255.255 (255 réseaux cl. C)

131

### Adresses particulières

Ne peuvent être allouées, de manière permanente, à une station hôte

132

## Exercice

- ❑ Quelles sont les adresses qui ne peuvent être affectées à un hôte
1. 131.107.256.80
  2. 222.222.255.222
  3. 231.200.1.1
  4. 126.1.0.0
  5. 0.127.4.100
  6. 190.7.2.0
  7. 127.1.1.1
  8. 198.121.254.255
  9. 255.255.255.255

133

## Masque sous réseau

- ❑ Le masque réseau
- est une adresse de 32 bits
  - Permet de distinguer le net\_id à partir d'une adresse IP
  - Permet de décider si deux adresses appartiennent au même réseau
  - Dans le masque sous réseau
    - tous les bits de la partie Net\_id sont mis à 1
    - tous les bits de la partie host\_id sont mis à 0
- ❑ Masque sous réseau par défaut
- Il est utilisée en fonction de la classe à laquelle appartient l'@ IP

- Classe	bits utilisés pour le masque sous réseau	notation décimale
A-----	11111111.00000000.00000000.00000000	255.0.0.0
B-----	11111111.11111111.00000000.00000000	255.255.0.0
C-----	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0

134

## Masque sous réseau

- ❑ Exemple :
- @IP : 131.107.16.200
  - Masque sous réseau : 255.255.0.0
  - Net\_Id : 131.107.y.z
  - Host\_id : w.x.16.200

135

## Adresse réseau et masque sous réseau

- ❑ Le masque sous réseau permet de déterminer l'@ IP du réseau auquel appartient un hôte
- ❑ Pour cela, il suffit de procéder à une opération ET logique entre l'@IP du hôte et celle du masque sous réseau
- @IP du hôte ET Masque sous réseau = @IP du réseau
- ❑ Rappel :
- 1 ET 1 = 1; 1 ET 0 = 0; 0 ET 1 = 0; 0 ET 0 = 0

Adresse IP	10011111.11100000.00000111.10000001
Masque SR	11111111.11111111.00000000.00000000
Résultat @ Réseau	10011111.11100000.00000000.00000000

136