

Université Paris-Saclay

L2 Informatique

Réseaux Informatiques

Lila Boukhatem

LISN : Laboratoire interdisciplinaire des sciences du numérique
Université Paris Saclay
Lila.Boukhatem@universite-paris-saclay.fr

1

ORGANISATION DU COURS

- A. Introduction
- B. Réseaux commutés (routage)
- C. Protocole IP
- D. Protocoles de Transport (TCP et UDP)

2

BIBLIOGRAPHIE

- **A. Tanenbaum**, *Réseaux*, Ed. InterEdition, 5^{ème} édition, 2011
- **G. Pujolle**, *Les réseaux*, Ed. Eyrolles, édition 2018-2020
- **L. Toutain**, *Réseaux locaux et Internet*, Ed. Hermès, Coll. Réseaux et Télécommunications, 3^{ème} édition, 2003
- **LL. Peterson, B.S Davie**, *Computer Networks*, Ed. Morgan Kaufmann, 4^{ème} édition

3

INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Qu'est-ce qu'un réseau ?
- Normes et standards
- Classification des réseaux
- Architecture en couches

4

QU'EST CE QU'UN RÉSEAU INFORMATIQUE ?

Définitions

Un **réseau** est un ensemble d'objets interconnectés les uns aux autres qui permet de faire circuler des éléments entre ces objets selon des règles bien définies

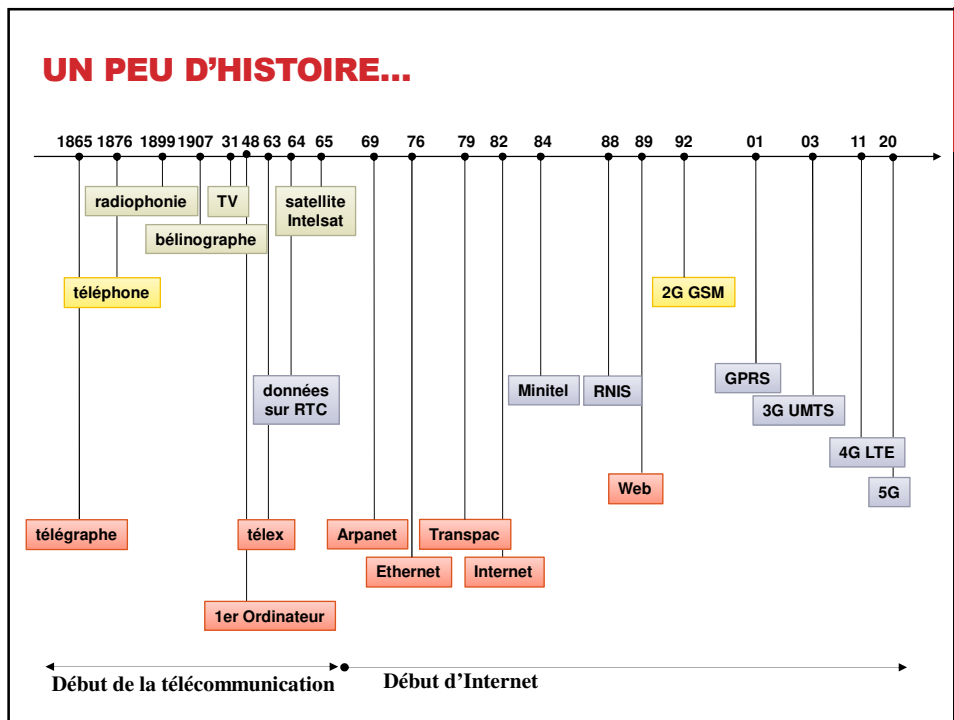
Un **réseau informatique** vise à fournir les moyens matériels et logiciels pour faire communiquer et permettre l'échange d'informations entre plusieurs équipements ou machines informatiques de manière souple et fiable

Intérêt ?

- Partage des ressources
- Fiabilité accrue
- Réduction des coûts
- Passage à l'échelle (scalability)

5

UN PEU D'HISTOIRE...



6

LES ACTEURS ET LEURS APPROCHES

industriels des télécommunications

- but : mettre à la disposition de l'utilisateur un réseau pour interconnecter les équipements terminaux
- applications synchrones à contraintes temporelles (voix)
- solution : commutation de circuits

industriels de l'informatique

- but : relier des machines informatiques entre elles, en local ou à distance
- applications asynchrones à temps de réponse variable (transfert de fichiers, transactions, etc.)
- solution : commutation de paquets

câblo-opérateurs

- but : déployer des réseaux câblés de télévision
- applications à très hauts débits en numérique
- solution : commutation en large bande

7

NORMES ET STANDARDS : LE BESOIN

Bénéfices

- permettre à des équipements hétérogènes de communiquer
- accroître le marché des produits adhérant aux standards

Standards

- *de facto* = standard : lorsqu'un consensus s'établit, sans démarche formelle
- *de jure* = norme : document formel, adopté par une instance reconnue

2 types d'organismes de normalisation/standardisation internationaux

- Organismes créés à la suite d'accords gouvernementaux (ISO, ITU,...)
- Organismes non gouvernementaux (IETF, IEEE,...)

8

LES PRINCIPAUX ORGANISMES

ISO : Organisation non gouvernementale, coordonne et unifie les normes

- TC : Comités Techniques
- SC : Sous-Comités
- WG : Groupes de Travail
- Elle produit des normes internationales

ITU : ou Union Internationale des Télécomm. (ex CCITT)

- Administrations et exploitants privés de réseaux publics
- Émet des Recommandations ou Avis

AFNOR : Assoc. Française pour la Normalisat.

ETSI : European Telecom. Standard Institute

IEEE : Association des Ingénieurs en Electricité et en Electronique, très active dans la normalisation des réseaux locaux

IETF : International Engineering Task Force « Normalisation » de l'Internet

ANSI : Association des constructeurs inform. nord-américains

...

Il existe des collaborations entre les différents organismes. Ex : ISO et ITU

9

PLAN INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Qu'est-ce qu'un réseau ?
- Normes et standards
- Classification des réseaux
- Architecture en couches

10

CLASSIFICATION DES RÉSEAUX

Critères de classification

- Taille
 - WAN, LAN, MAN, PAN, ...
- Transmission
 - point à point ou diffusion
- Topologie
 - physique
 - logique

11

CLASSIFICATION PAR TYPE DE TRANSMISSION

la diffusion

- un seul canal de transmission partagé par toutes les machines du réseau
- les données émises sont reçues par tous, mais seul(s) le(s) destinataire(s) les prend (prennent) en compte
- Diffusion restreinte (*multicast*)
- ex : Ethernet, satellite, TV

le point à point

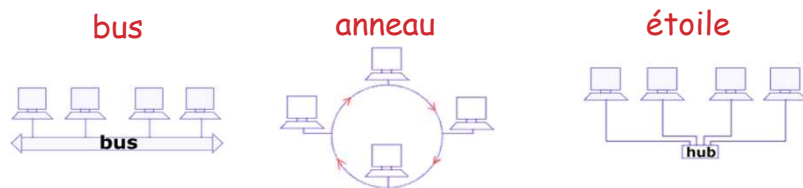
- le réseau repose sur des connexions entre des machines prises 2 à 2
- les données peuvent transiter par plusieurs machines intermédiaires avant d'arriver à leur destination
- ex : Transpac, Internet

12

CLASSIFICATION PAR TOPOLOGIE

La **topologie physique** décrit la façon selon laquelle les machines sont reliées *physiquement* entre elles (configuration spatiale, visible du réseau)

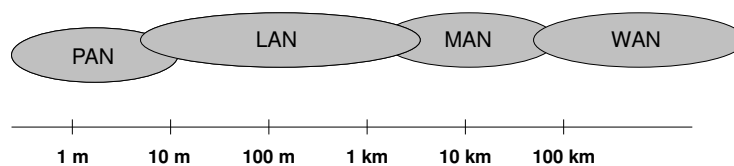
on distingue



- à ne pas confondre avec la **topologie logique** prise en compte par le protocole d'accès au support
 - Façon dont les données transitent sur les lignes de communication

13

CLASSIFICATION PAR TAILLE



PAN - Personal Area Network

LAN - Local Area Network

MAN - Metropolitan Area Network

WAN - Wide Area Network

		WAN	MAN	LAN	PAN
étendue		pays	Région, qlq km	Site, <1km	≈ 10 m
débit		Dizaine Mbit/s	Centaine Mbit/s	Centaine Mbit/s, Gbit/s	Jusqu'à 3 Mbit/s
propriétaire		Opérateur (privé, public)	Regroupement d'utilisateurs	utilisateur	utilisateur
Exemples	commutation	RNIS	Ethernet commuté, PABX		
	diffusion	satellite	Ethernet, Token Ring		Bluetooth

14

PLAN

- Qu'est-ce qu'un réseau ?
- Normes et standards
- Classification des réseaux
- **Architecture en couches**

15

POURQUOI UNE ARCHITECTURE ?



transfert de fichier de A à B via un réseau

acheminer des bits
transporter des paquets
gérer les échanges d'applications
etc.

altérations de données
pertes de données
congestions du réseau
pannes matérielles
etc.



il faut décomposer le problème !

16

COMMENT DÉCOMPOSER ?



principe : structuration en couches (niveaux)

- Pour diminuer la complexité de conception, le modèle effectue un découpage hiérarchique des tâches à effectuer
- Il est structuré en niveaux appelés couches
- Chaque couche est construite sur la précédente
- Chaque couche peut être étudiée séparément
- Le rôle de chaque couche est d'offrir des services à la couche supérieure

17

POURQUOI UNE ARCHITECTURE EN COUCHES

Lorsqu'on doit concevoir un système complexe

Transformer un problème **complexe** en une suite de problèmes **simples** et **résolubles**

une structure explicite permet l'identification et les relations entre les différentes parties du système

- un modèle de référence en couches constitue une base de discussion

- Chaque couche est responsable de la gestion **d'une partie** du problème

- A chaque couche correspond un groupe **homogène** de fonctions de communication

la modularité facilite la maintenance et la mise à jour du système

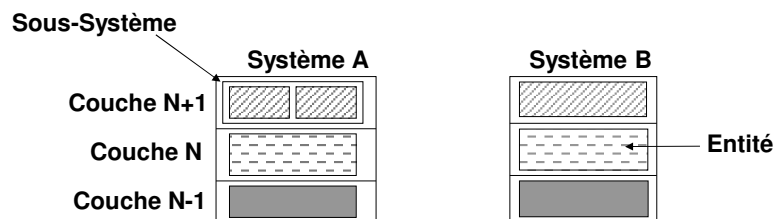
- la modification d'une couche reste transparente au reste du système

18

MODÈLE EN COUCHES

• Principe de la structure en couche

- Un système est composé d'un ensemble d'entités
- Une entité peut être vue comme une procédure informatique
- L'ensemble des entités d'un même niveau forment un sous-système
- L'ensemble des sous-systèmes de niveau N constituent la couche N
- Par abus de langage, une entité N est désignée par le terme couche N

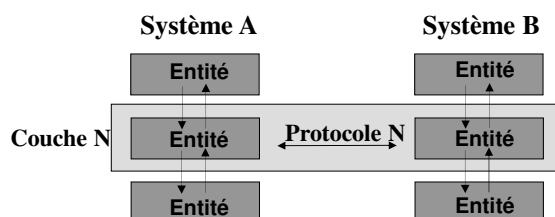


19

MODÈLE EN COUCHES

Fonctionnalités d'une couche N

- **Aspect horizontal** : Gère la conversation avec la couche N d'une autre machine
 - Règles et conventions utilisées : PROTOCOLE de niveau N
- **Aspect vertical** : Propose des services à la couche (N+1)
 - Par l'intermédiaire d'une INTERFACE de SERVICE



20

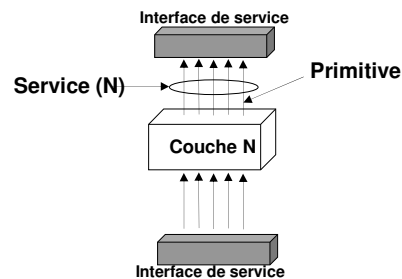
LE SERVICE

Interactions inter-couches

Primitive de service = Fonction précise réalisée par l'entité de niveau N aux entités de niveau N+1

Services = {primitives}

Entité = Regroupement d'un ensemble de primitives réalisant tout ou partie du service

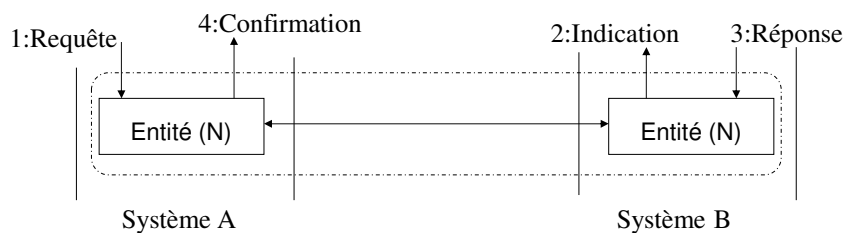


21

LE SERVICE

4 types de primitives

- La requête (request)
 - L'entité N+1 demande à l'entité N d'activer un service
- L'indication (indication)
 - L'entité N avise l'entité N+1 de l'activation d'un service
- La réponse (response)
 - C'est la réponse à une indication reçue, elle indique si l'entité accepte ou non le service
- La confirmation (confirmation)
 - L'entité N avise l'entité N+1 que le service demandé a été accepté



22

LE PROTOCOLE

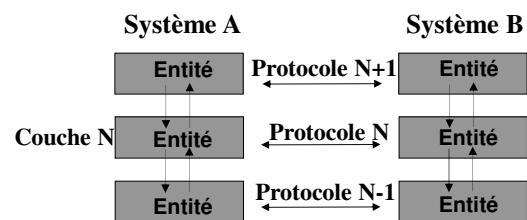
Interactions entre couches de même niveau

Ensembles des règles précisant les échanges valides entre entités paires

Unité de données de protocole (PDU) = Message circulant entre entités de même niveau

Cheminement d'un message

- Message descend la hiérarchie en respectant les définitions des interfaces
- Peut être modifié (compression, cryptage), fragmenté, ajout d'en-tête, ...
- Remonte la hiérarchie sur la machine distante

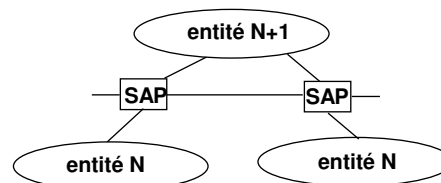


23

SAP ET INFORMATIONS ÉCHANGÉES

Les points d'accès au service SAP (Service Access Point)

- Guichet permettant à une entité d'en appeler une autre

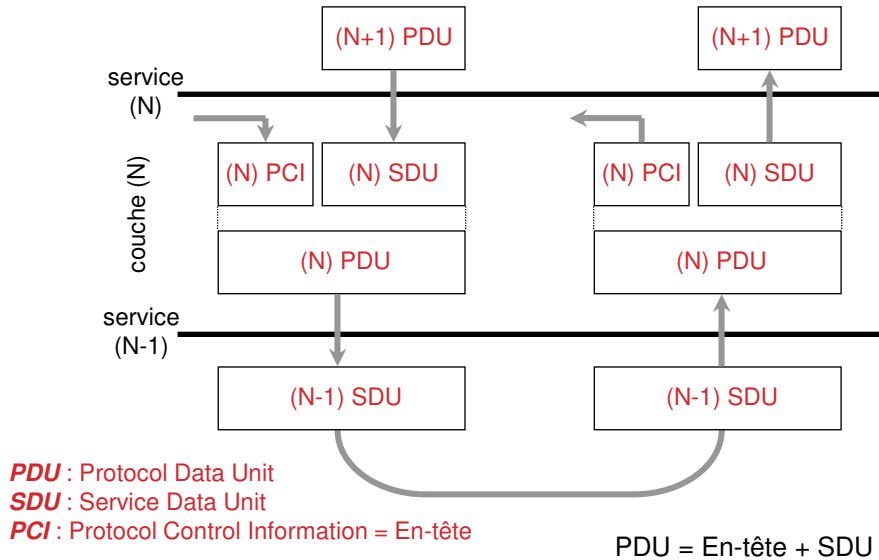


Les unités de données et de contrôle

- Les données échangées entre niveaux (placées dans les primitives de service) sont appelées SDU (Service Data Unit)
- L'entité N, qui reçoit la SDU de la couche N+1, ajoute des informations de contrôle (en-tête) du protocole pour créer une PDU (Protocol Data Unit)
- PDU = En-tête + SDU

24

LES UNITÉS DE DONNÉES

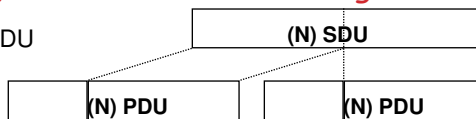


25

OPÉRATIONS SUR LES UNITÉS DE DONNÉES

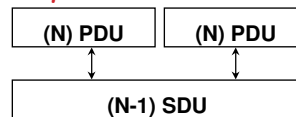
Fonction de *segmentation* / *réassemblage*

1 (N) SDU $\rightarrow$ m (N) PDU



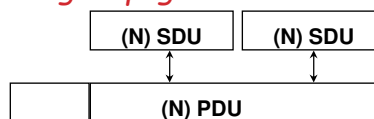
Fonction de *concaténation* / *séparation*

m (N) PDU $\rightarrow$ 1 (N-1) SDU



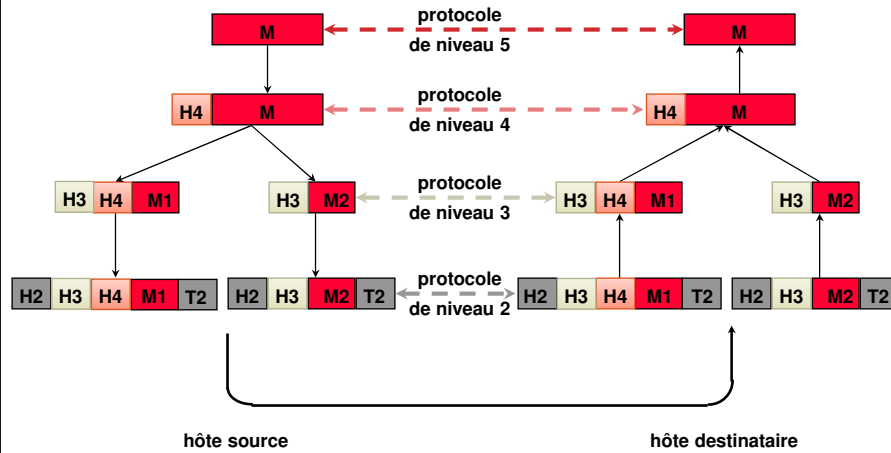
Fonction de *groupage* / *dégroupage*

m (N) SDU $\rightarrow$ 1 (N) PDU



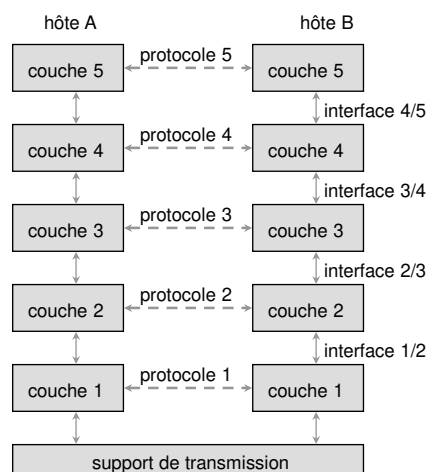
26

L'ENCAPSULATION



27

COMMUNICATION VIRTUELLE VS. COMMUNICATION RÉELLE



communication *virtuelle*

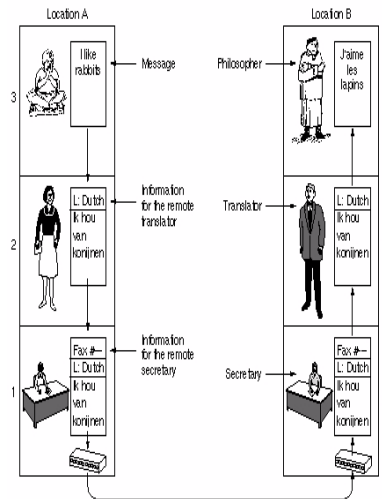
aucune donnée n'est passée directement de la couche (N) de A à la couche (N) de B

communication *réelle*

la couche (N) passe les données à la couche (N-1)

28

ANALOGIE : L'EXEMPLE DES PHILOSOPHES



les **philosophes**...

les **traducteurs** ajoutent de l'information qui leur est propre

les **secrétaires** ajoutent de l'information qui leur est propre

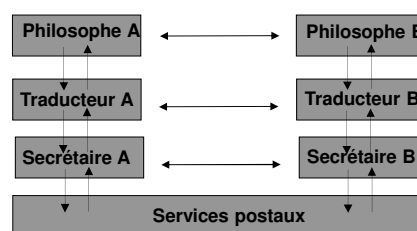
la **transmission** a lieu : services postaux

29

ANALOGIE : L'EXEMPLE DES PHILOSOPHES

Exemple des philosophes

- Produisent des textes
- Utilisent les services de traducteurs
- Envoyent leur textes par la poste



Services

- Interface du service de traduction (primitives)
 - Pourriez-vous envoyer ce texte à mon ami le Philosophe B qui habite à telle adresse
 - Oui, c'est possible
 - Non j'ai trop de travail
 - Un texte pour vous est arrivé de B
- Interface du service postal
 - Mettre une lettre à la poste
 - Effectuer un envoi recommandé (QoS)
 - Guichet surchargé (file d'attente)
 - Poste fermée

Protocoles

- Entre philosophes
 - Cher et estimé collègue
 - Thèse, antithèse, synthèse
- Entre traducteurs
 - Votre cinquième paragraphe du dernier texte était incompréhensible
 - Dans une langue «pivot» : que pensez-vous si on utilisait l'arabe dans nos futurs envois pour ne pas perdre la main?

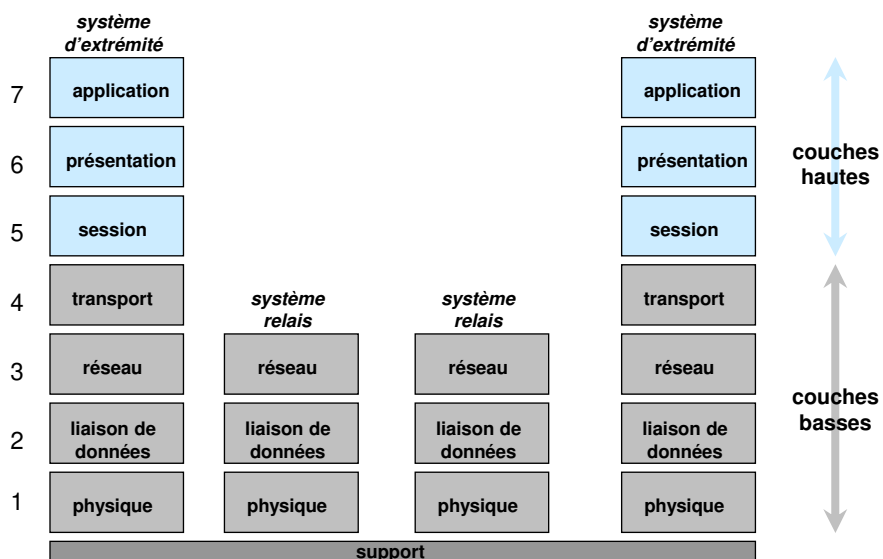
30

LE MODÈLE DE RÉFÉRENCE OSI

- **Grands constructeurs : annonce d'architectures**
 - (IBM : SNA System Network Architecture ...)
- **Définition d'une architecture normalisée internationale OSI faite par l'ISO Organisation des Standards Internationaux**
 - OSI : Open System Interconnection
 - ISO : International Organization for Standardization
- **Travaux entrepris à l'ISO en 1978, norme parue en 1980 : IS 7498**
- **Pourquoi faire ?**
 - régler les problèmes de l'interconnexion de systèmes hétérogènes (logiciel et matériel)
- **Le modèle est une représentation abstraite du système**
- **L'intérêt est de spécifier les services rendus par le réseau à l'aide d'un vocabulaire et des concepts communs**
 - Séparation des fonctions de base en groupes homogènes
 - Minimisation des échanges entre couches
 - Nombre de couches suffisamment :
 - grand : pour éviter que des fonctions très différentes soient dans une même couche
 - petit : pour que le système reste gérable
 - Modèle en 7 couches

31

LES 7 COUCHES OSI



32

RÔLE DES 7 COUCHES

Couche physique

- Responsable de la transmission des *bits* sur un circuit de communication
 - spécification des connecteurs
 - détermination des caractéristiques électriques des circuits
 - définition des procédures d'utilisation des connexions physiques

Couche liaison de données

- Responsable de la transmission fiable de *trames* sur une connexion physique
 - contrôle de flux
 - contrôle d'erreur

Couche réseau

- Responsable du transfert de données à travers le réseau
 - adressage
 - routage
 - contrôle de congestion

Couche transport

- Responsable du transfert de bout-en-bout, avec fiabilité et efficacité
 - contrôle de flux
 - reprise sur erreur
 - optimisation

33

RÔLE DES 7 COUCHES

Couche session

- responsable des mécanismes nécessaires à la gestion d'une session
 - organisation du dialogue
 - synchronisation du dialogue
 - établissement et libération d'une session

Couche présentation

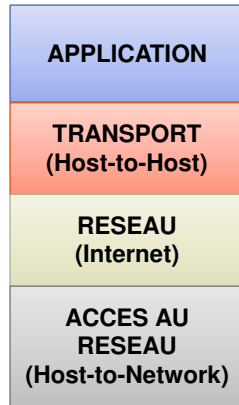
- responsable de la représentation des données échangées entre applications
 - traduction des données
 - compression
 - cryptage

Couche application

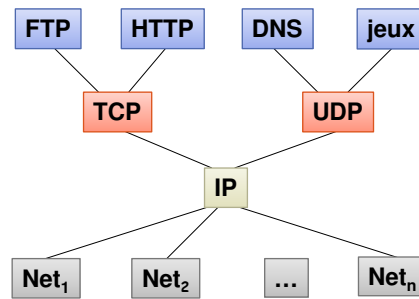
- fournir à l'utilisateur des services pour réaliser une application répartie et pour accéder à l'environnement OSI

34

L'ARCHITECTURE TCP/IP



architecture
à 4 niveaux



graphe (simplifié)
des protocoles TCP/IP