



Introduction et vue générale

Introduction aux réseaux TCP/IP – Réseau RENATER

Organisations, standards et normalisation

Typologie des réseaux

Concepts et terminologie

Modèle OSI - Modèle TCP/IP

Hierarchie dans l'implémentation de TCP/IP des différents protocoles

Critique des modèles OSI et TCP/IP

Notions d'architecture réseau

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

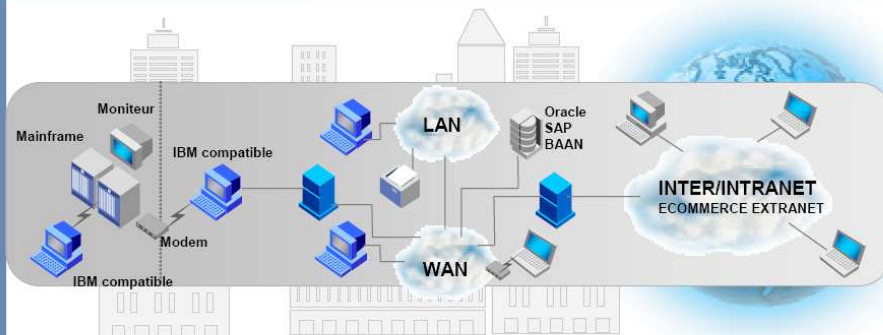
Introduction et vue générale

Une évolution continue des architectures et des risques

Mainframe

Client / Serveur

Virtuel



- traitements manuels
- contrôles manuels superflus
- nombre limité d'utilisateurs
- lancement du PC en 1978
- stockage centralisé et limité

- mises à jour quotidiennes
- points de contrôle multiples
- nombre important d'utilisateurs identifiés
- technologies diverses et nomades
- stockage décentralisé et limité

- mises à jour en temps réel
- points de contrôle évolutifs
- nb illimité d'utilisateurs non identifiés
- retour aux standards
- stockage illimité

2

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Introduction et vue générale

- **TCP/IP regroupe**
 - Des protocoles de communication pour les transmissions de données
 - IP (Internet Procol)
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - UDP (User Datagram Protocol)
 - FTP (File Transfer Protocol)
 - HTTP (HyperText Transfer Protocol)
- **Les réseaux qui utilisent TCP/IP**
 - Interconnexion de réseaux sur une base planétaire
 - Aujourd'hui , 1.000.000 réseaux interconnectés, plusieurs millions de machines, plusieurs dizaines de millions d'utilisateurs d'Internet

3

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Organisations standards et normalisation

- Pourquoi des normes ?
- Chaque constructeur a proposé une architecture propre à ses équipements (architecture SNA d'IBM, architecture DNA de DEC...)
 - Mécanismes de communication spécifiques à chaque constructeur
 - Interconnexion difficile si ce n'est impossible !
- La normalisation dans les réseaux vise à :
 - l'interconnexion des équipements des différents fournisseurs en proposant un modèle et des normes communes

4

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Organisations standards et normalisation

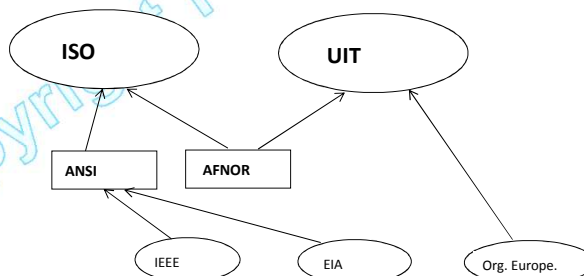
- Les constructeurs ont adopté TCP/IP parce que :
 - Les utilisateurs / entreprises demandaient de l'interopérabilité
 - Protocoles communs impliquent un marché concurrentiel – éviter d'être captif
 - Disponible dans l'ensemble des équipements terminaux et équipements actifs/passifs du réseau
 - TCP/IP est un standard et non une norme
- Chronologie de TCP/IP
 - 1970 : ARPANET
 - Fin 1970 : Développement de TCP/IP – Unix distribué aux sites universitaires
 - 1983 : ARPANET passe de NCP à TCP/IP (Version 4)
 - Fin 1980 : Support accéléré multi vendeurs
 - 1990 : Réseaux d'entreprise basés sur TCP/IP (Version 4)
 - Début 2000 : IP (Version 6)

5

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Organisations standards et normalisation

- Les principales organisations chargées du développement
 - ISO (Normalisation internationale)
 - ITU-T (Union Internationale des Télécommunications), IUT-R (IUT des Radiocommunications)
 - AFNOR : Association Française de NORmalisation
 - ANSI : American National Standard Institute
 - IEEE : Institute of Electrical and Electronic Engineers
 - EIA : Electronic Industries Association (RS232)



6

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Organisations standards et normalisation

- Les RFC (Request For Comments) sont des documents sur :
 - Des propositions ou des améliorations de protocoles
 - Des stratégies d'implémentation, de la vulgarisation
 - Les standards Internet sont publiés sous forme de RFC
 - Les RFCs peuvent être obtenus sur le site www.ietf.org/rfc.html
- Exemple : **Address Allocation for Private Internets - RFC 1918**

Document type: RFC - Best Current Practice (IETF Stream)
Obsoletes [RFC 1627](#), [RFC 1597](#)
Also Known As [ECP 5](#)
Was [draft-ietf-oidrd-private-addr](#)
[Errata](#)
Published: 1996-02
Other versions: [plain text](#), [pdf](#), [html](#)
[IPR Disclosures](#) | [Dependencies to this RFC](#)

Network Working Group
Request for Comments: 1918
Obsoletes: 1627, 1597
ECP: 5
Category: Best Current Practice

Y. Rekhter
Cisco Systems
B. Moskowitz
Chrysler Corp.
D. Karrenberg
RIPE NCC
G. J. de Groot
RIPE NCC
E. Lear
Silicon Graphics, Inc.
February 1996

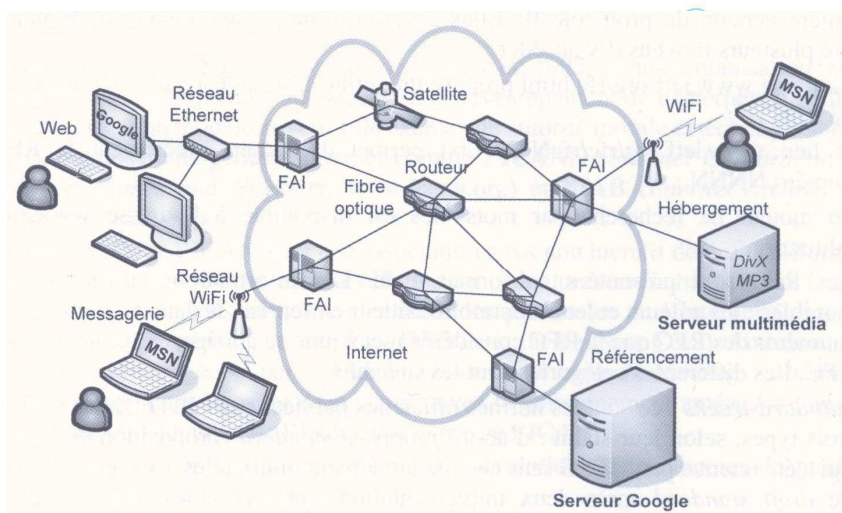
7

Address Allocation for Private Internets

production réservés

Introduction et vue générale

- Organisation physique d'Internet



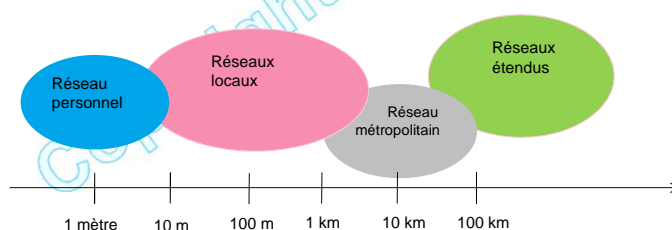
8

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Typologie des réseaux

- PAN (Personal Area Network) : réseau domestique / personnel
- LAN (Local Area Network) : réseau local (salle, immeuble, campus)
- MAN (Metropolitan Area Network) : une ville, un hôpital, une faculté ...
- WAN (Wide Area Network) : un pays, un continent, un planète (Internet)

NB : LAN et MAN sont plus généralement appelés « Réseaux d'entreprise »

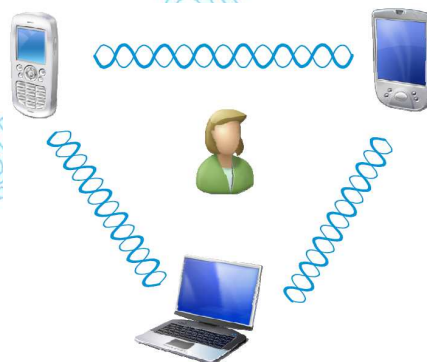


9

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Les réseaux de type PAN

- Couvrent une zone très limitée
- Assurent une connectivité entre les appareils mobiles (Téléphone, PDA, Portable, Oreillettes,...)
- Exemple : Bluetooth

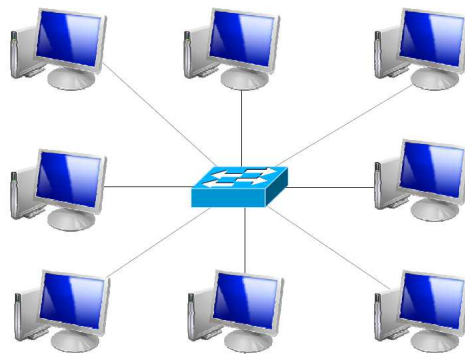


10

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Les réseaux de type LAN

- Couvrent une zone géographique limitée : salle, immeuble, campus
- Assurent une connectivité continue aux services locaux (Internet, messagerie, ...)
- Relient physiquement des unités adjacentes
 - Exemple : salle de classe

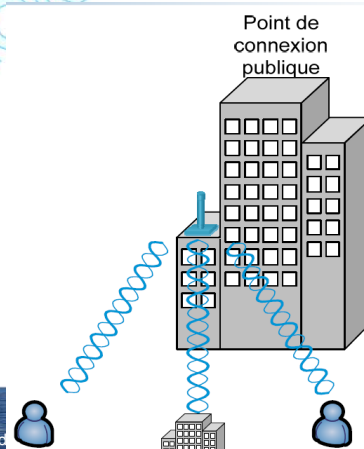


11

PRONETIS©2011 - Philippe Pres

Les réseaux de type MAN

- Connectent plusieurs réseaux LAN dans une même région géographique : une ville, les hôpitaux de Marseille, la RTM
- Réseaux en cours d'émergence (Wireless)

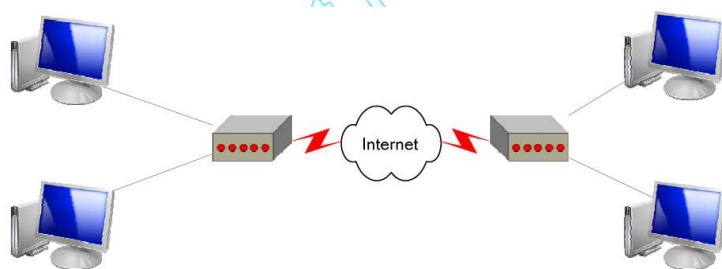


12

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d

Les réseaux de type WAN

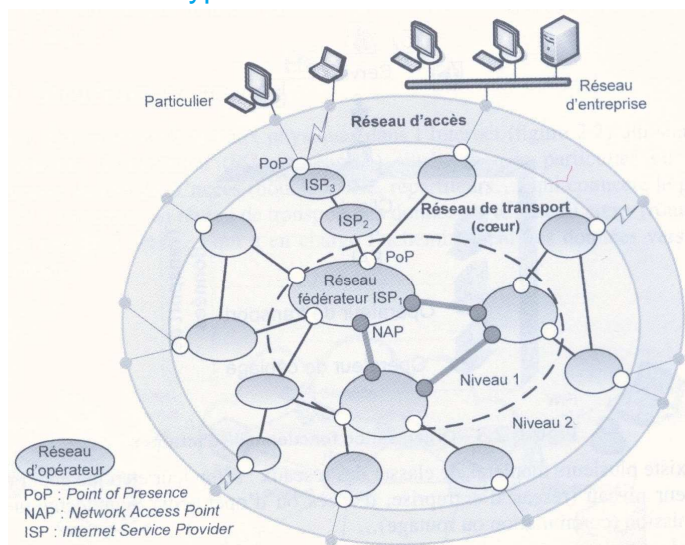
- Couvrent une vaste zone géographique : pays, continent, planète
- Permettent l'accès par des interfaces plus lentes (SDSL, ADSL, VDSL, liaisons MPLS)
- Assurent une connectivité pouvant être continue ou intermittente
- Relient des unités dispersées à une échelle planétaire
 - Exemple : Internet



13

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Les réseaux de type WAN



14

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Concepts et terminologie

- Motivation pour un modèle en couche
 - Des connexions physiques
 - filaires, sans fil, différents médias FO, cuivre
 - Lignes louées, réseaux locaux, communication par satellite, etc...
 - Des protocoles
 - Des règles et des lois pour transférer de l'information
 - Des services applicatifs
 - Utilisés directement par des utilisateurs ou d'autres applications

Indépendance des couches
Portabilité – Découplage Data / Réseau physique

15

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Concepts et terminologie

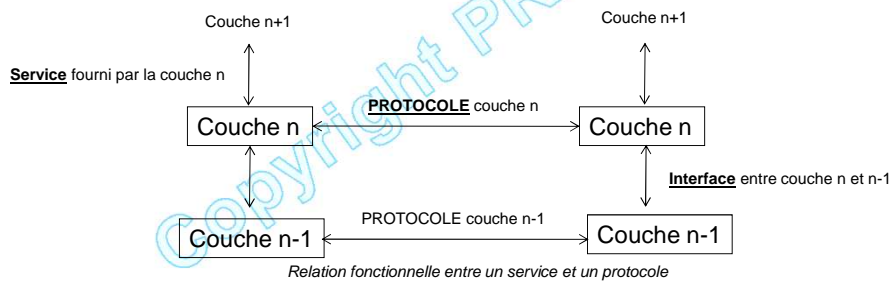
- Un **service** est une description abstraite de fonctionnalité à l'aide de primitive (commandes ou événements) telles qu'une demande de connexion, ou réception de données. *On dit qu'une couche rend un service à sa couche immédiatement supérieure, qui ne s'occupe qu'au résultat du service.*
- Un **protocole** est un ensemble de règles, de messages d'échange réalisant le service. *Les couche de même niveau communiquent suivant un protocole qui définit toutes les règles.*
- Une **interface** (ou point d'accès au service) est un moyen concret d'utiliser le service (appel à des fonctions dans une librairie, appel système...)

16

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Concepts et terminologie

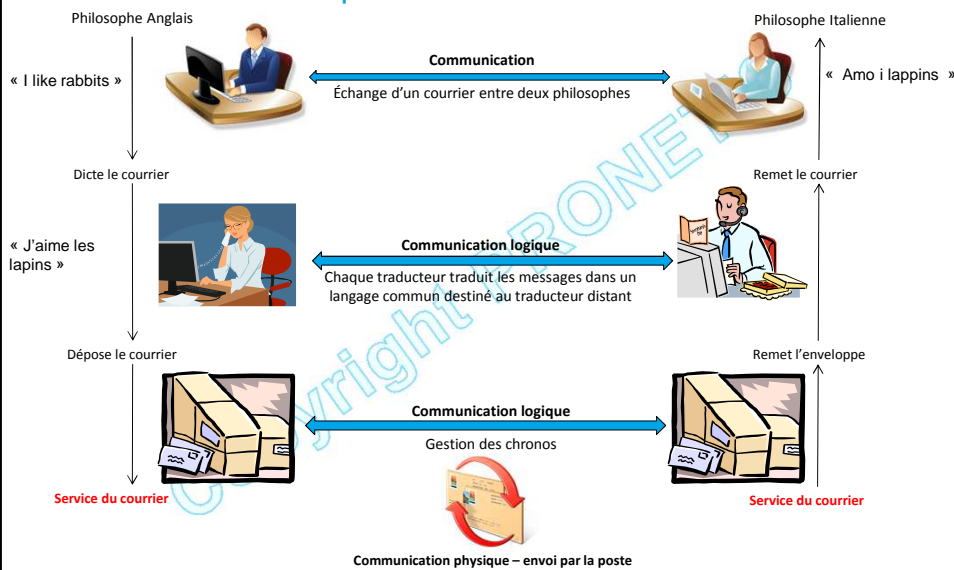
- Modèle en couches
 - Chaque couche assure un sous-ensemble de fonctions de communication requises
 - Chaque couche compte sur la couche inférieure pour la réalisation de fonctions d'ordre plus primitif
 - Chaque couche fournit des services à la couche supérieure



17

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

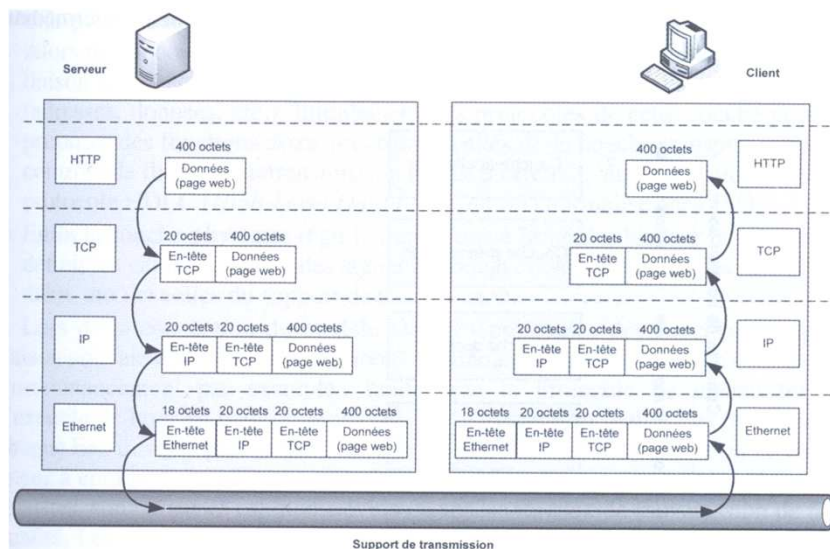
Illustration : Philosophe-Traducteur-Chronos



18

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Illustration : Encapsulation de données lors du transfert d'une page web



19

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Concepts et terminologie

- Les couches peuvent offrir deux types de services différents aux couches supérieures
 - **Service avec connexion** : *modèle du service téléphonique*. Pour parler avec quelqu'un, vous décrochez le téléphone, composez le numéro, parlez, puis raccrochez. Idem pour un service réseau avec connexion. Il y a une négociation entre l'émetteur et le récepteur sur les paramètres de la communication (taille maximale des messages, qualité de service...)

Un aspect essentiel d'une connexion est qu'elle agit tel un tuyau, dans la plupart des cas, l'ordre d'envoi des bits y est respecté.
 - **Service sans connexion** : à l'inverse, ce mode de connexion suit *le modèle du système postal*. Chaque message (lettre) contient l'adresse de destination complète et est roulé indépendamment des autres messages. Normalement, lorsque les deux messages sont envoyés à une même adresse, le premier message arrive le premier mais sans garantie. Des retards peuvent se produire et les messages peuvent arrivés dans le désordre.

20

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Concepts et terminologie

- **Modèle de référence : le modèle OSI**
 - *Open Systems Interconnection* - Interconnexion de systèmes ouverts
 - Conçu par L'Organisation Internationale pour la Standardisation (ISO)
 - Comporte sept couches
 - Système théorique mis en place trop tard
 - Objectif : spécifier un cadre général pour la création de normes ultérieures cohérentes. Ne définit pas de service particulier et encore moins de protocole.

Le modèle OSI est aujourd'hui abandonné au profit du standard TCP/IP

21

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

Modèle de référence : le modèle OSI

7	Application	Communication avec les logiciels
6	Présentation	Gestion de la syntaxe
5	Session	Contrôle du dialogue
4	Transport	Qualité de la transmission
3	Réseau	Sélection du chemin
2	Liaison de données	Préparation de l'envoi sur le média
1	Physique	Envoi sur le média physique

22

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique
Modèle OSI	

■ Couche Physique

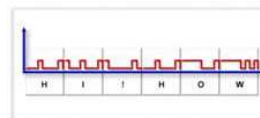
- ♦ Interface physique entre unités (RJ45, Fibre Optique, Hertzien)
- Détermine comment les informations sont transportées sur le support physique
- Emission – réception d'un bit ou un train de bits

- **Mode asynchrone** : signaux transmis n'importe quand, les bits start et stop encadrent le caractère transmis

- **Mode synchrone** : Synchronisation des « horloges » source et destination, les bits sont transmis directement les uns à la suite des autres à chaque période d'horloge

- Différents types de codage des informations :

CSMA/CD • CSMA/CA • Codage NRZ • Codage Manchester • Codage Miller



23

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique
Modèle OSI	

■ Couche Liaison de données

- ♦ Assure le contrôle logique de la liaison et le transfert de données entre deux entités réseaux sous forme de trame (*établissement, maintien et libération*).
- ♦ Délimite les bits isolés en trames – codage des trames
- ♦ Détection et correction d'erreurs, notification d'erreur non corrigée (données altérées, perdues, dupliquées, non-respect de l'ordonnancement des trames)

- ♦ Protocoles de la couche N°2 :

Ethernet • FDDI • Wi-Fi • PPP • HDLC • LLC • SDLC • TOKEN RING



Le PDU est appelé TRAME

PDU : Protocole Data Unit

24

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

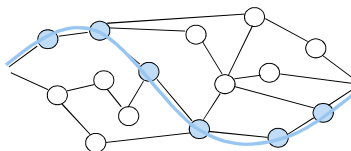
7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique
Modèle OSI	

▪ Couche Réseau

- ♦ Construction d'une voie de bout en bout
- ♦ Routage : détermination d'un chemin permettant de relier deux équipements distants
- ♦ Relayage acheminement : retransmission d'un paquet dont la destination n'est pas locale pour le rapprocher de sa destination finale
- Seule, cette couche est impactée par la topologie du réseau
- Dernière couche supportée par tous les équipements du réseau pour le transport des données utilisateur

▪ Protocoles de la couche N°3 :

IPv4 • IPv6 • ARP • IPX • BGP • ICMP • OSPF • RIP • IGMP • IS-IS • CLNP • WDS • ATM



Le PDU est appelé paquet (ou datagramme)

25

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique
Modèle OSI	

▪ Couche Transport

- ♦ Gère les communications de bout en bout entre processus (programmes en cours d'exécution)
- ♦ Echange de données entre les équipements d'extrémité
- ♦ Sans erreur – souvent, la dernière couche étant en charge de la correction des erreurs
- ♦ Souvent en mode connecté (où les octets transmis sont garantis sans corruption, sans perte, réordonnement, duplication)
- ♦ Qualité du service (gestion de la contrainte temporelle)
- ♦ Typiquement, service rendu par TCP dans l'implémentation du standard TCP/IP

- ♦ Exemple de protocole de la couche Transport : TCP et UDP

Le PDU est appelé message ou segment

26

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

7	Application
6	Présentation
5	Session
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique
Modèle OSI	

▪ Couche Application

- ♦ Assure l'interface entre l'utilisateur et le réseau
- ♦ Fournit à l'utilisateur les fonctions réseaux dont il a besoin
- ♦ Il s'agit du niveau le plus proche des utilisateurs, géré directement par les logiciels.

- C'est la partie accessible par l'utilisateur

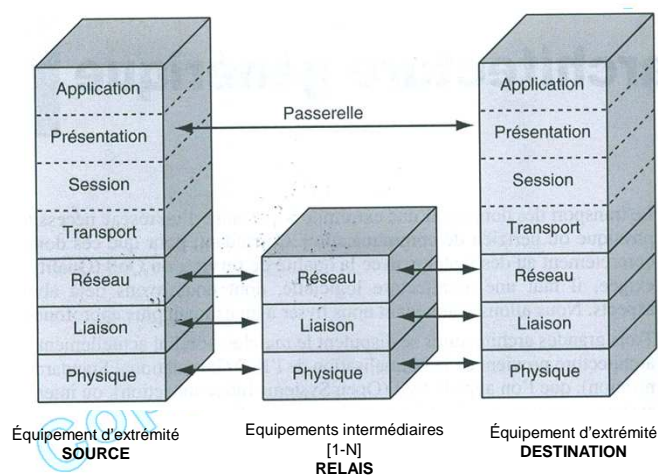
▪ Exemples de protocoles de la couche application

HTTP • DNS • SMTP • POP3 • IMAP • IRC • VoIP • SNMP • SSH • NNTP •

29

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI



30

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Modèle OSI

- Analogie avec une conversation humaine
 - 7 L'émetteur souhaite converser
 - 6 La langue parlée doit être la même pour les 2 interlocuteurs
 - 5 La conversation commence par « Bonjour »
 - 4 Assurance que le destinataire reçoit bien le message
 - 3 Chemin emprunté par le son
 - 2 Préparation à l'envoi, l'air
 - 1 Le son se propage dans l'espace

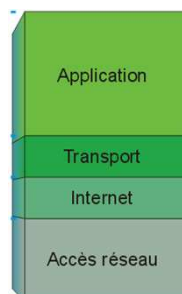
31

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Standard TCP/IP

- Le modèle OSI a certes, formalisé les concepts mais compte tenu de sa complexité et donc des difficultés d'implémentation et d'évolution, il n'a donné lieu qu'à de timides développements.
- Le standard TCP/IP est devenu aujourd'hui, la référence, le standard de facto en 4 couches : Accès réseau (ou sous-couche réseau), Internet, Transport, Application.

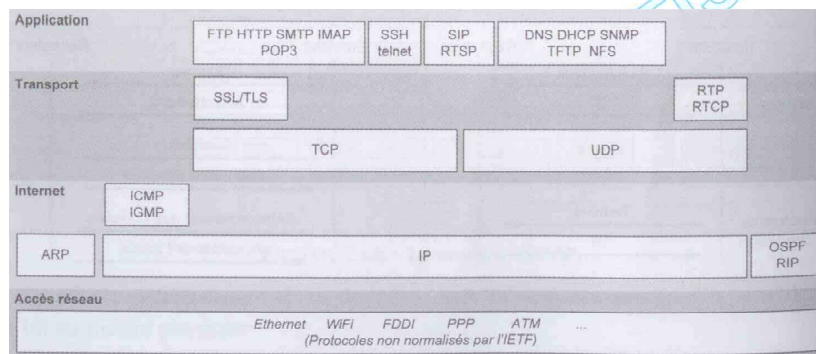
Modèle
TCP/IP



32

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

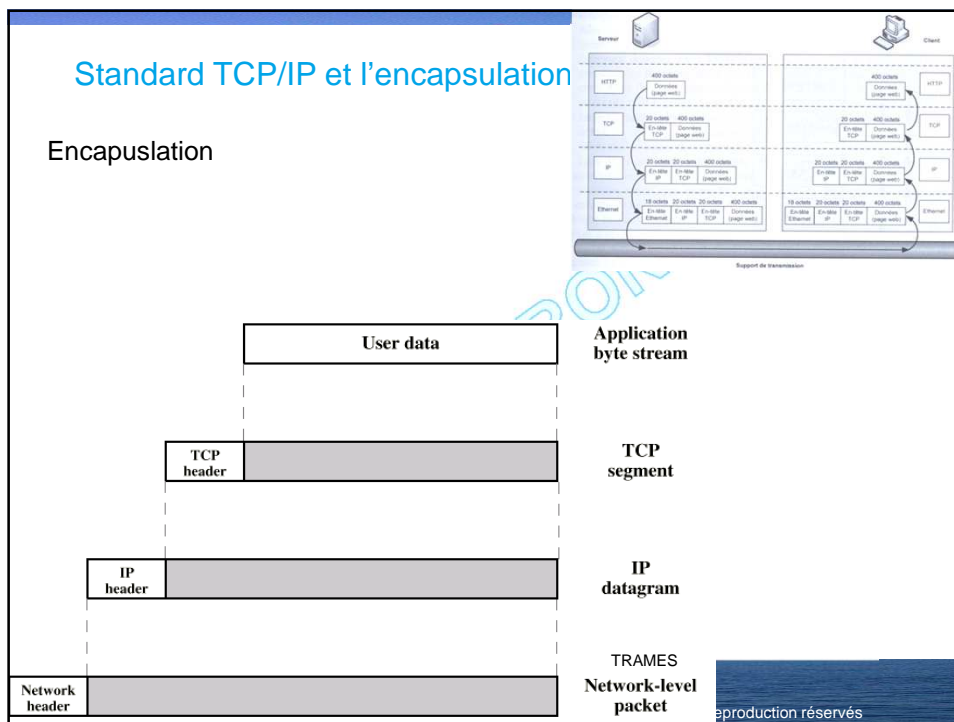
Principaux protocoles dans l'implémentation de TCP/IP



PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

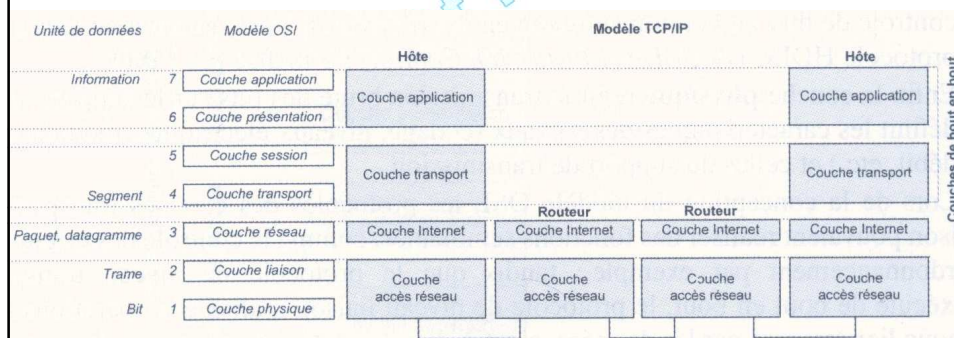
Standard TCP/IP et l'encapsulation

Encapsulation



Standard TCP/IP – Correspondance avec le modèle OSI

- Les couches Application, Présentation sont implémentées dans la **couche Application** du modèle TCP/IP.
- Les couches session et transport sont implémentées avec la **couche Transport** du modèle TCP/IP.
- La couche Réseau est implémentée par la **couche Internet** (ou IP) du modèle TCP/IP.
- La couche liaison et la couche physique du modèle OSI sont implémentées dans la **couche accès réseau** du modèle TCP/IP.



Critiques des modèles OSI et TCP/IP

- Moment inopportun**
 - Les protocoles de la pile TCP/IP étaient largement déployés dans les universités lorsque ceux du modèle OSI sont apparus.
- Mauvaise technologie**
 - Modèle OSI en 7 couches dont 2 sont pratiquement vides (session et présentation). Définitions des services et protocoles trop complexes.
- Mauvaises implémentations**
 - Les implémentations initiales du modèle OSI étaient très diversifiées, lourdes à manipuler et lentes contrairement à celles de TCP/IP qui faisaient parties de l'Unix de Berkeley.
- Mauvaise stratégie**
 - Le modèle OSI était vu comme le produit des administrations européennes des télécommunications puis de la communauté européennes. Cela a généré des réticences de la part des entreprises industrielles.

Notions d'architecture réseau

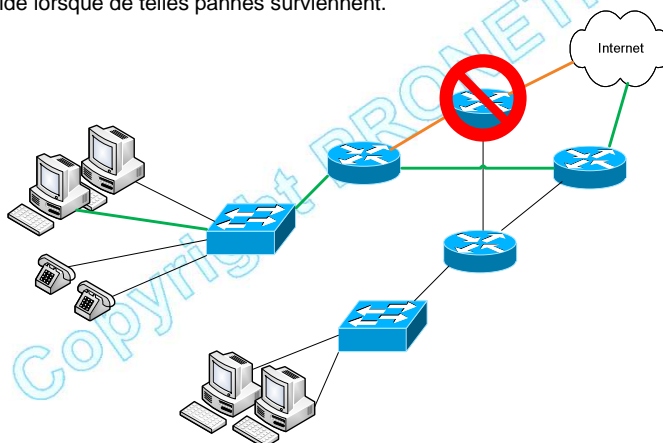
- Tolérance de pannes
- Équilibrage de charge
- Extensibilité (Scalability en anglais)
- Qualité de service
- Sécurité

37

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Notions d'architecture réseau

- Tolérance de pannes
 - Limiter l'impact d'une défaillance matérielle ou logiciel avec un rétablissement rapide lorsque de telles pannes surviennent.



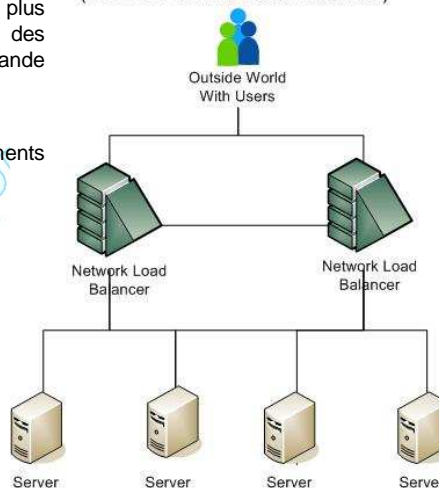
38

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Notions d'architecture réseau

- **Equilibrage de charge**
 - Répartition du travail sur 2 équipements ou plus afin d'obtenir une utilisation optimale des ressources, les meilleures performances (bande passante, temps de réponse, débit)
 - Service habituellement fourni par des équipements dédiés ou logiciels spécifiques.

In Line (Network-centric Load Balancer)

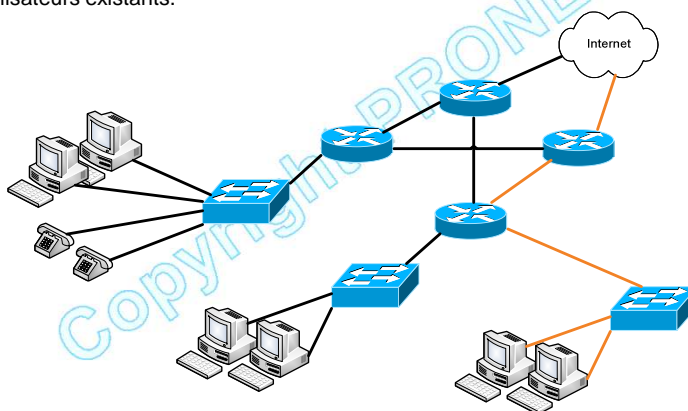


39

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Notions d'architecture réseau

- **Extensibilité (Scalability en anglais)**
 - Réseau extensible capable de croître rapidement pour supporter de nouveaux utilisateurs, ou applications sans impacter la performance du service délivré aux utilisateurs existants.



40

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

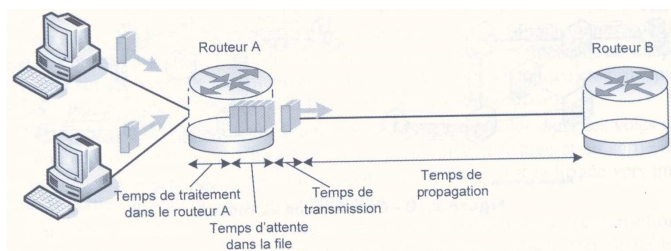
Notions d'architecture réseau

- Qualité de service
 - Priorisation des flux, données et applications
- Exemples :
 - Application avec des contraintes temporelles fortes – (ex : Voix sur IP)
 - Application stratégique pour l'entreprise – forte priorité (ex : Communications intersites)
 - Application de faible importance – priorité basse (ex : Accès Internet pour le département de fabrication)

41

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Notions d'architecture réseau



- **Temps de traitement dans le routeur** : durée d'analyse et de traitement des paquets IP. Ordre de grandeur : μs
- **Temps d'attente dans la file du routeur** : dépendant du nombre de paquets dans la file (intensité du trafic). Ordre de grandeur : de quelques μs à plusieurs ms.
- **Temps de transmission sur le lien** : délai qui s'écoule entre le début et la fin de transmission d'un message sur une ligne. Cela dépend de la longueur du message et du débit de la ligne. $T = L/R$
- **Temps de propagation sur le support** : temps nécessaire à un signal pour parcourir un support d'un point à un autre. Dépend de la nature du support, de la distance et de la fréquence du signal. Exemple : Transmission satellitaire géostationnaire – $7 \mu\text{s}/\text{km}$, Transmission sur Ethernet $4 \mu\text{s}/\text{km}$

42

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Notions d'architecture réseau

- **Sécurité**
 - **Disponibilité** : protection contre le déni de service ou à la surcharge du réseau
 - Voir les précédentes notions - Tolérance aux pannes, équilibrage de charge, extensibilité
 - **Confidentialité** : protection des accès non-autorisés au réseau et contre le vol de données
 - Exemple : Authentification des accès aux postes de travail, réseaux et applications
 - Exemple : Chiffrement des données stockées partagées ou sur le poste de travail
 - **Intégrité** : protection contre la modification ou l'altération de données
 - Exemple : protection des fichiers systèmes, antivirus, sauvegarde et archivage des données utilisateurs

43

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Pause-réflexion

Avez-vous des questions ?



44

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

Résumé du module

**Normalisation
Standard - RFC**

**Modèle OSI
&
Standard
TCP/IP**

**Typologie des
réseaux**

**Concepts et
terminologie**

Notions d'architecture

45

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés

FIN DU MODULE

46

PRONETIS©2011 - Philippe Prestigiacomo - Droits d'utilisation ou de reproduction réservés