

## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. **Les entités de normalisation**
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. **WIFI et CPL**

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et **dynamique**
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. **Les protocoles applicatifs**
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et **FTTx**
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

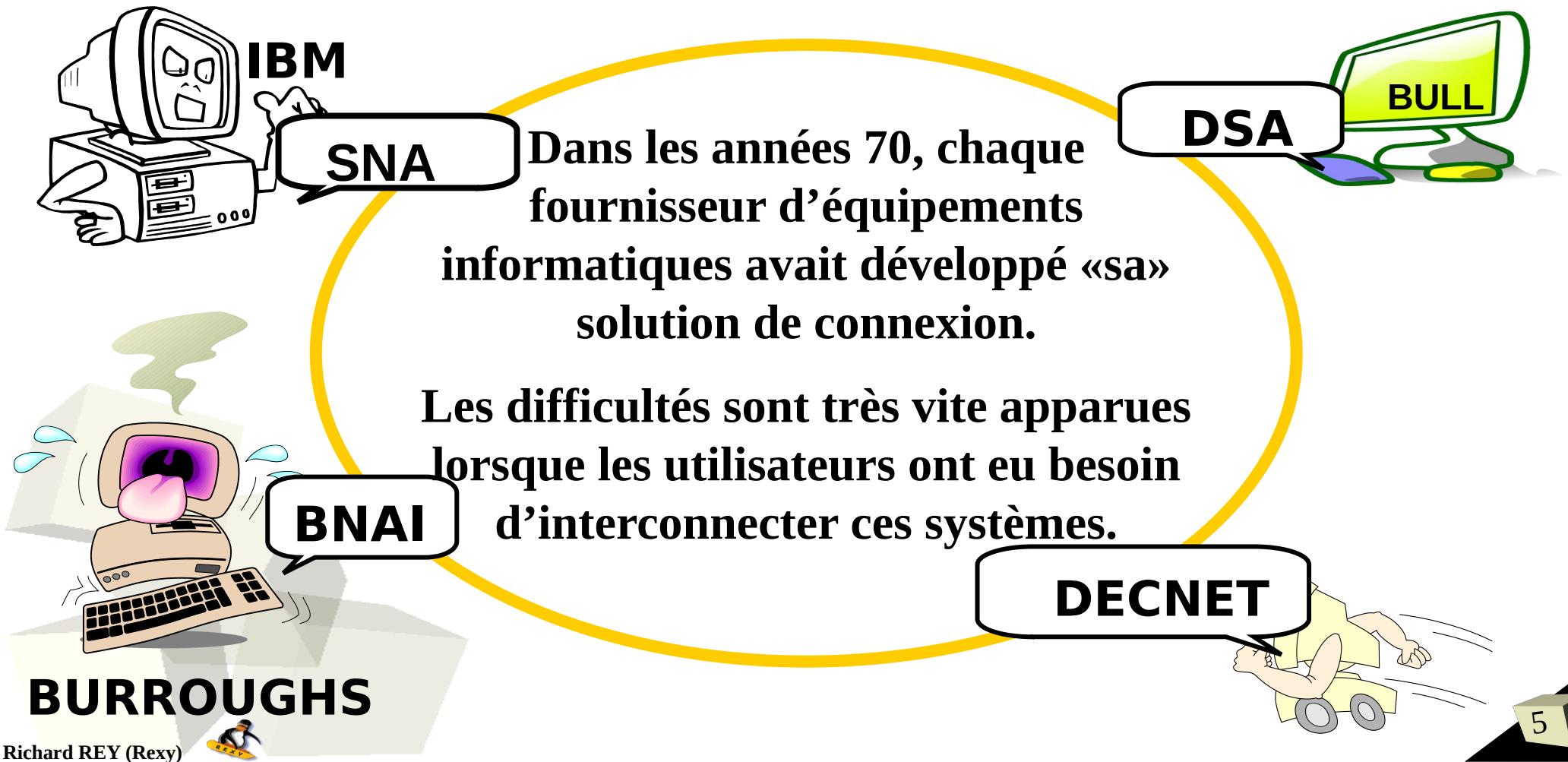
(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3



# Réseaux IP - La normalisation



# Réseaux IP - La normalisation

## Organismes de normalisation

**ISO**, **UIT**, ETSI, AFNOR, etc.

## Alliance entre organismes de normalisation

3GPP (UIT+ETSI+ japon+chine+US+...)

## Organismes de proposition

**IEEE**, **IETF**, ECMA, etc.

## Alliances de proposition

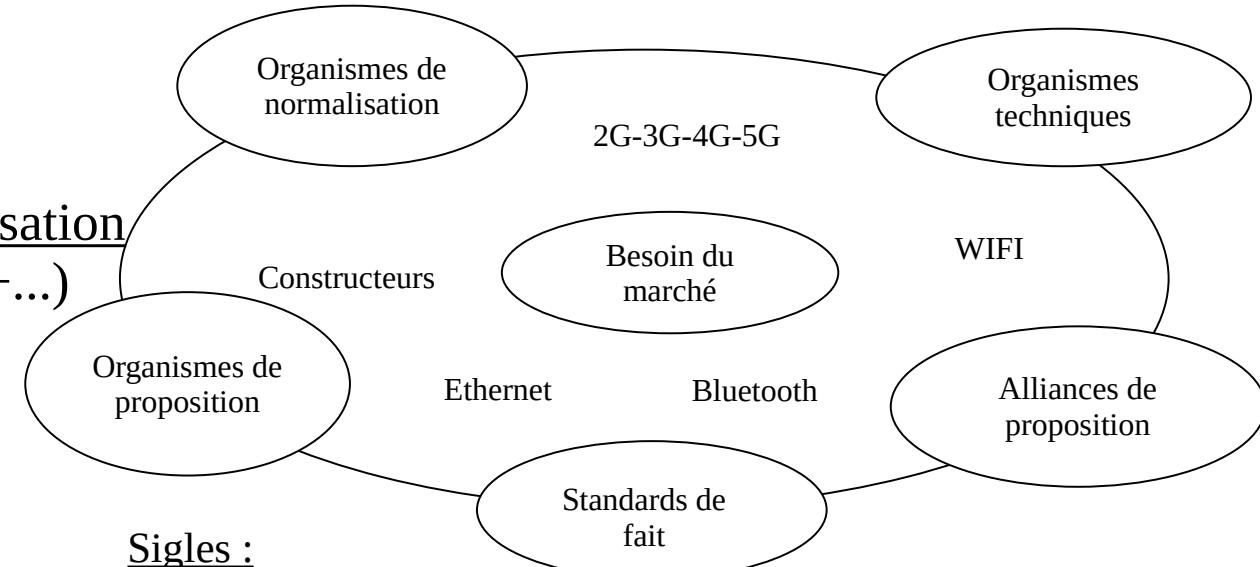
CSA (previously « ZigBee alliance ») : protocol « matter », Bluetooth SIG, Upnp forum, DLNA, USB-IF, NFC Forum, AOMedia (av1, avif), etc.

## Organismes techniques

JPEG, MPEG, xiph.org (ogg-vorbis), etc.

## Standard de fait

**TCP/IP**, SNMP, MP3, etc.



## Sigles :

International Standard Organisation, Union Internationale des Télécommunications, European Telecommunication Standards Institute, Association Française de NORmalisation, 3rd Generation Partnership Project, Institute of Electrical & Electronic Engineers, Internet Engineering Task Force, European Computer Manufacturer Association, Connected Standard Alliance, Bluetooth Special Interest Group, Universal Plug and Play, Digital Living Network Alliance, USB Implementers Forum, Joint Photographic Experts Group, Moving Picture Experts Group

## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WIFI et CPL

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

(cf. cours « programmation système »)

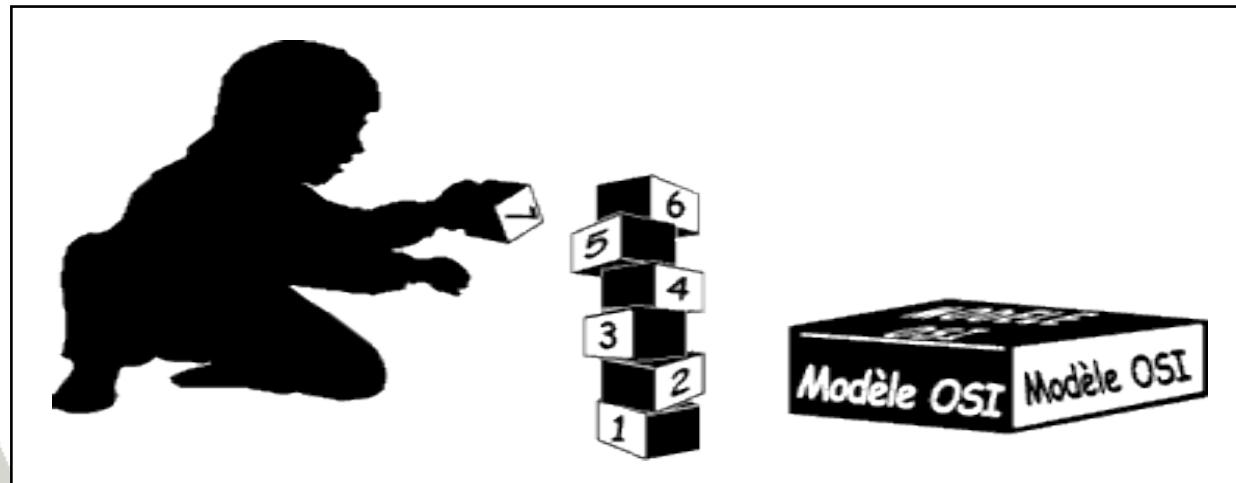
3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3





**LE MODÈLE OSI** (*Open Systems Interconnection*) de l'**ISO** (International Standard Organisation) découpe une communication numérique en **7 fonctions élémentaires (couches)** indépendantes les unes des autres.



ISO 7498  
UIT X200

**Le modèle OSI est un jeu d'enfant...**

Le Modèle OSI est un modèle en **7 couches** qui définit ce que chaque couche doit faire.

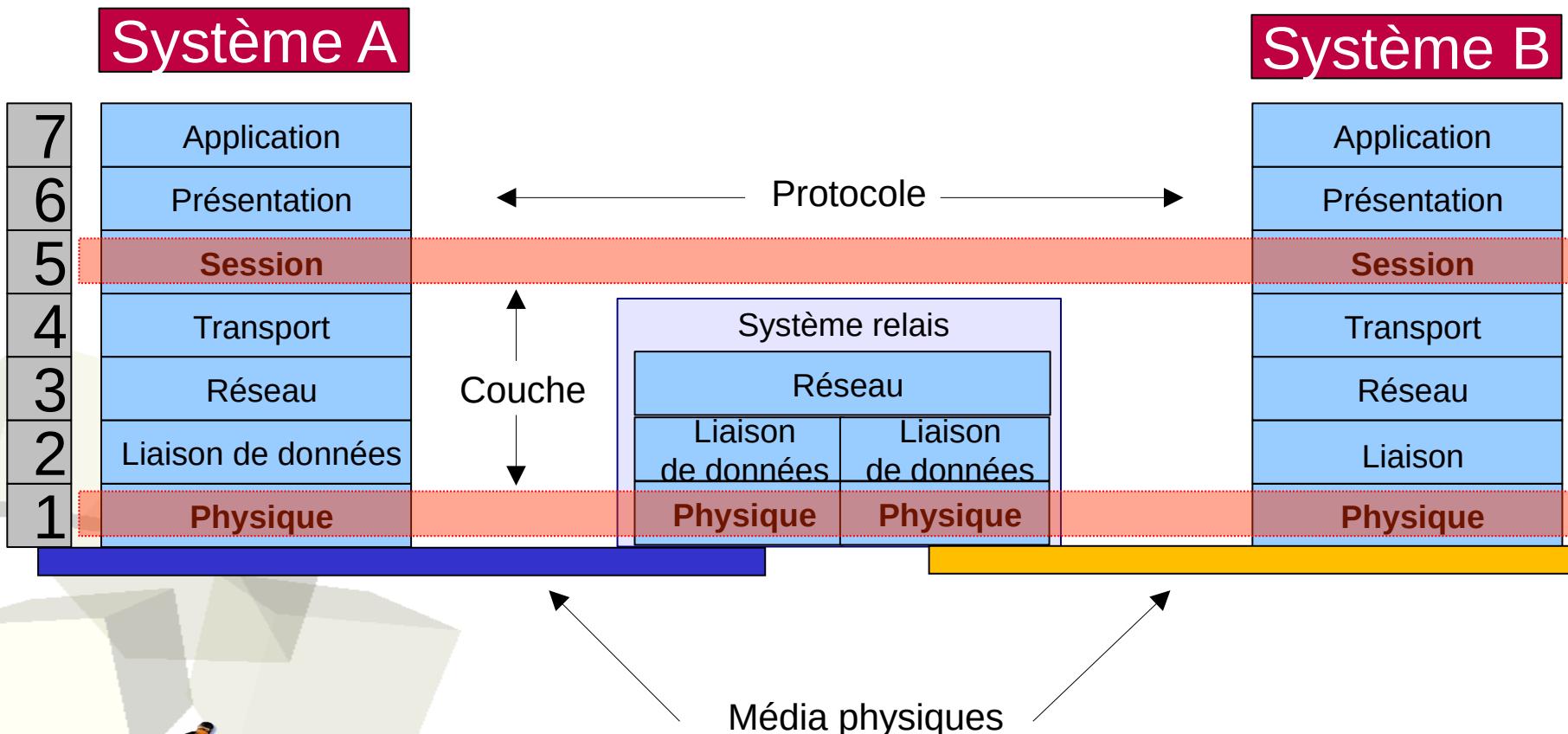
Il ne définit pas comment elles doivent le faire.

Si le modèle OSI était appliqué  
à la communication humaine

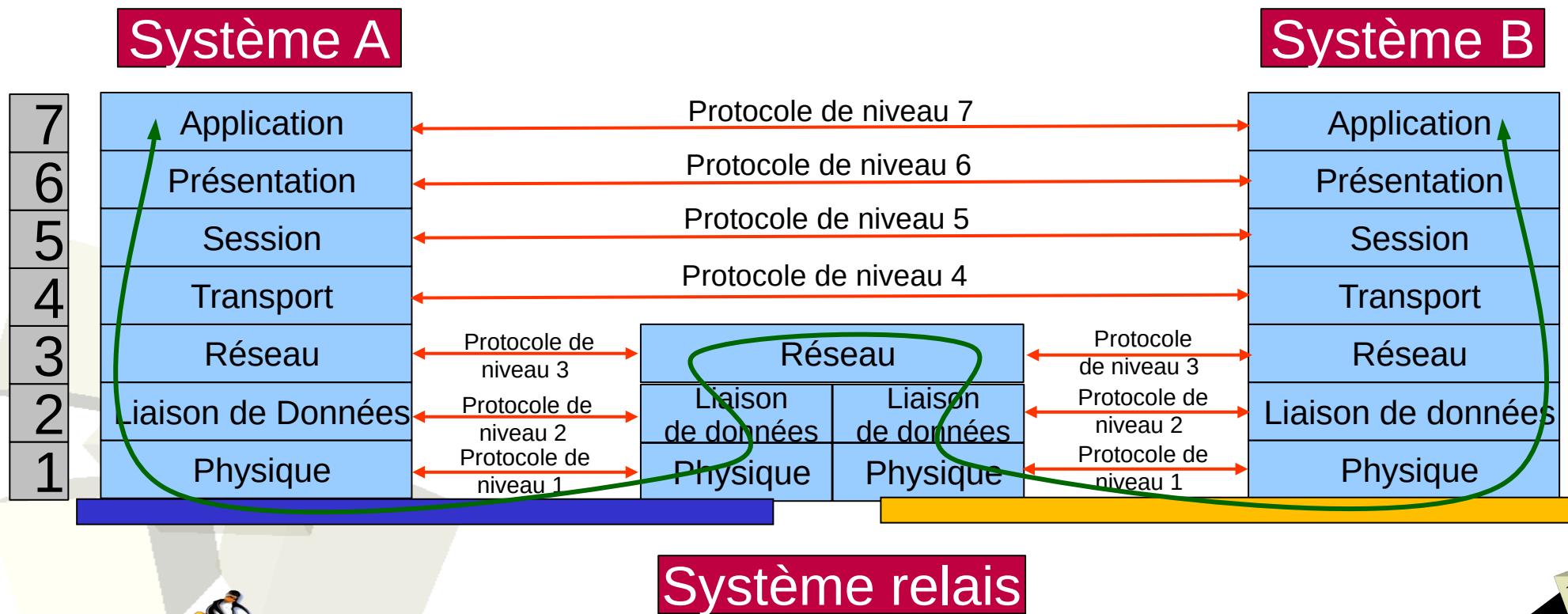


7	<b>Vie sociale</b>
6	<b>Multi cultures</b> Langues et alphabets différentes. Rites et usages
5	<b>Politesse</b> Prise de parole, tour de parole, demande de répétition
4	<b>Qualité</b> Vérifier l'intelligibilité et la compréhension (reçu fort et clair)
3	Comment communiquer avec <b>tous</b> les autres (individuellement ou en groupe)? Adresse postale/GSM, diffusion radio & TNT (broadcast)
2	Comment communiquer avec <b>un vis-à-vis</b> ? Parole, <b>langage des signes</b> , <b>vocabulaire + grammaire</b>
1	Par <b>quel moyen</b> communiquer ? <b>Son</b> (cordes vocales + oreille), <b>gestuelle</b> (vue + membre), <b>écrit</b> (lecture + écriture)

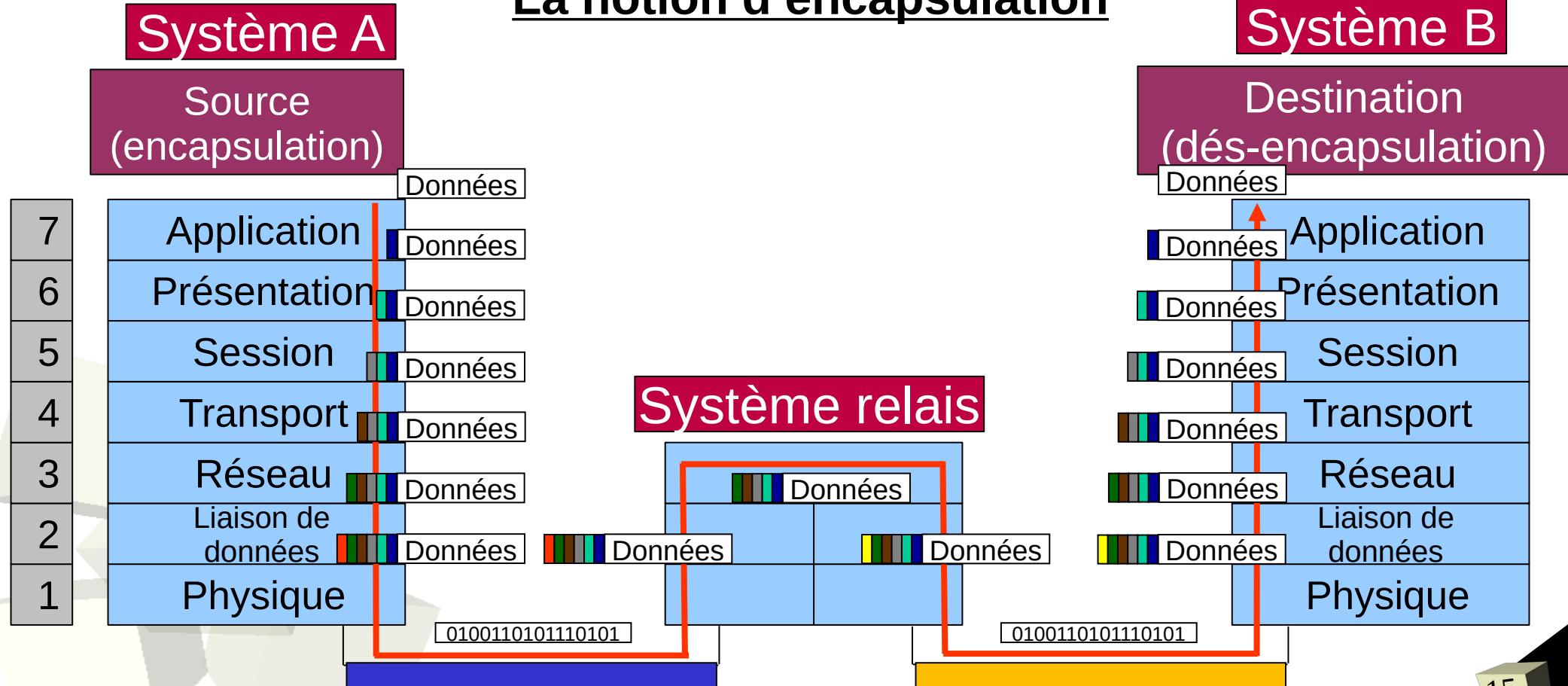
## Modèle OSI



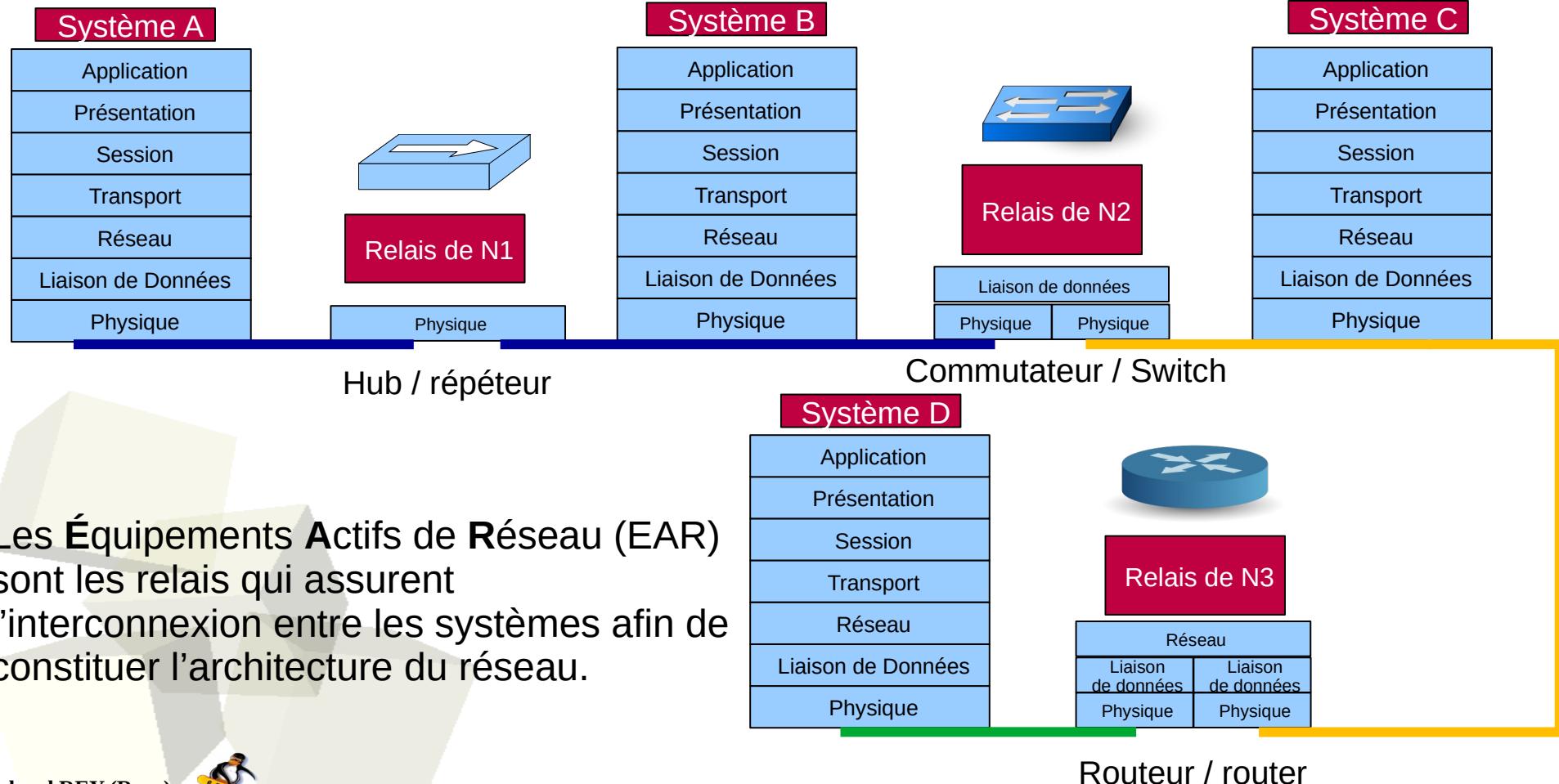
## La notion de protocole



## La notion d'encapsulation



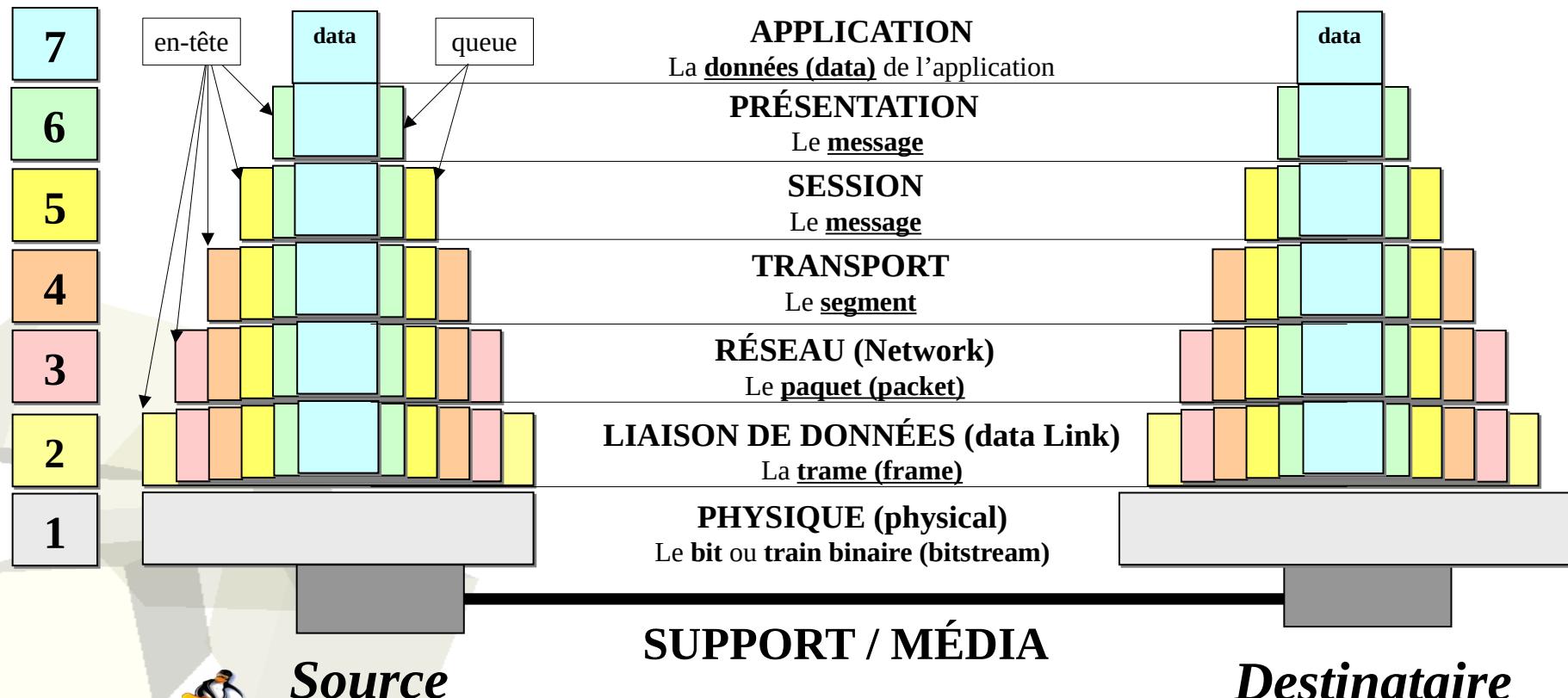
## La notion d'EAR



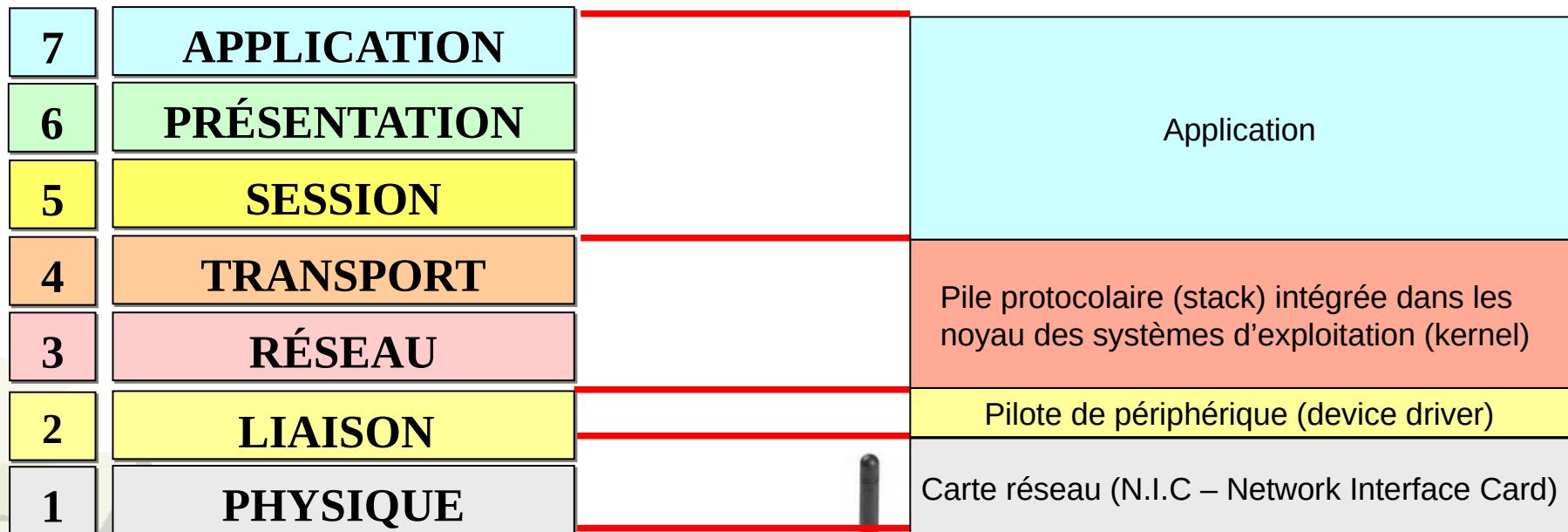
## La notion de PDU\*

\*PDU = Protocol Data Unit

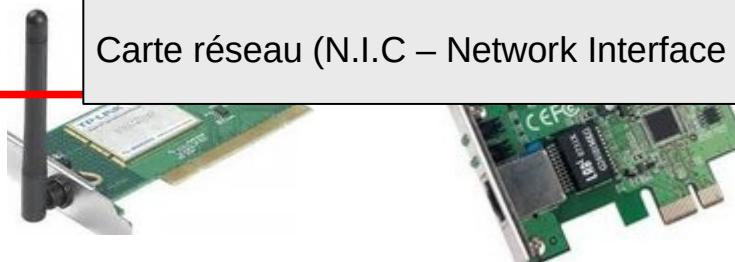
C'est le nom du bloc de données traité par une couche  
(données de la couche supérieure + en-tête + queue)



Positionnement des couches dans un équipement informatique connecté



Modèle OSI

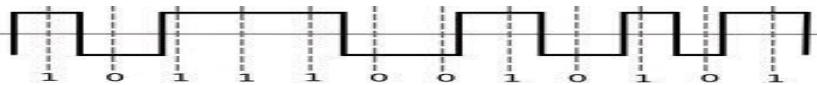


# Réseaux IP - La normalisation

**101110010101**  
**PHYSIQUE**



**SUPPORT**



**Train binaire (bitstream)**

**101110010101**  
**PHYSIQUE**



Application
Présentation
Session
Transport
Réseau
Liaison
Physique

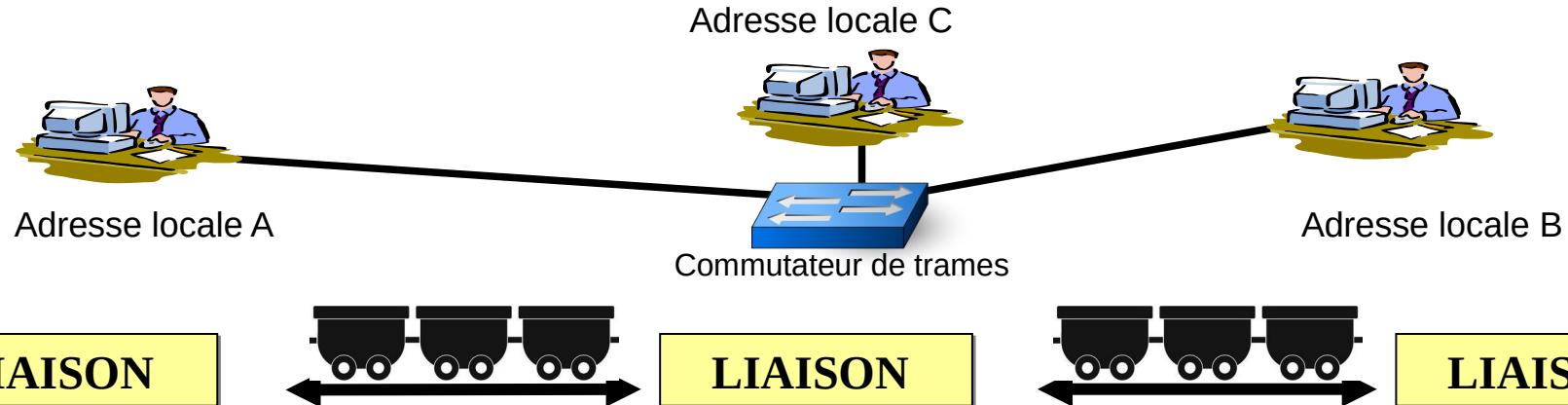
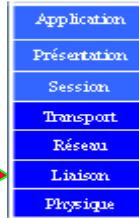


## Couche 1

**Physical layer**

- L'unité = élément binaire (**BIT** = Binary unIT)  
Véhicule les éléments binaires sur le support
- **Adapte les données** à échanger aux caractéristiques du support de transmission employé :
  - Filaire : le courant électrique
  - Optique : l'onde optique
  - Radio : l'onde électromagnétique
- Définit les **caractéristiques du support** de transmission (tensions, fréquences, longueurs d'onde, description des prises, longueur max, etc.).

# Réseaux IP - La normalisation

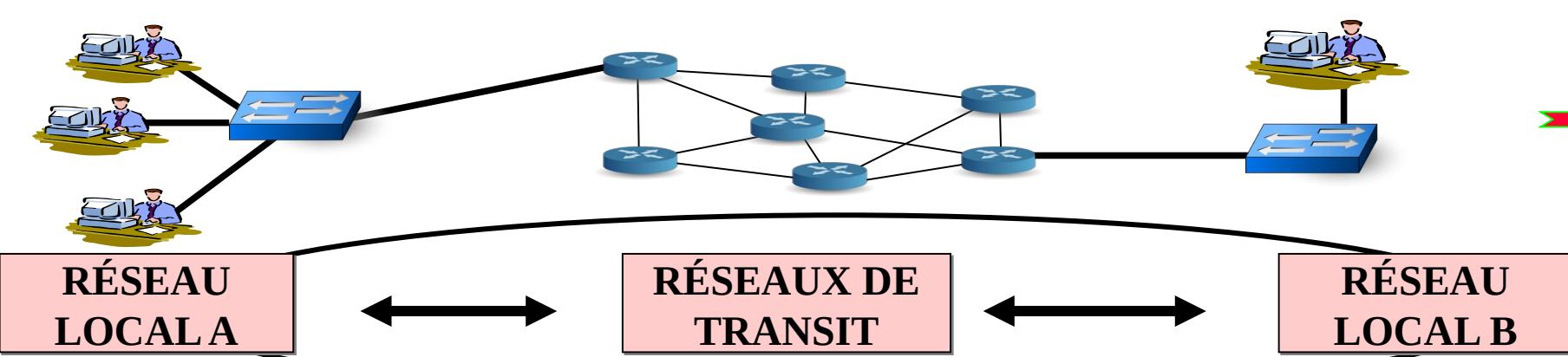


- L'unité = **La trame (frame)**
- Transfère l'information en l'organisant en blocs de bits (**trames**)
- **Déetecte et corrige les erreurs** de la couche 1 (transmission entre 2 systèmes directement connectés)
- Protocoles et équipements de **commutation** de trames
- Responsable de l'**adressage local**

**Couche 2**  
**Data link layer**



# Réseaux IP - La normalisation

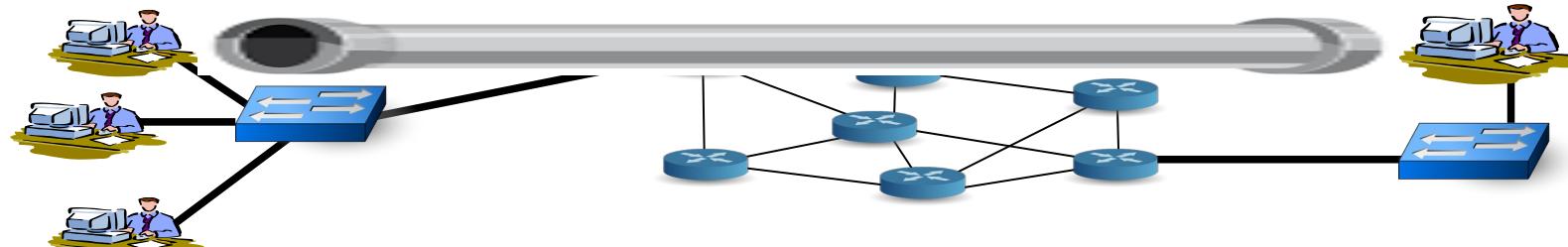


- L'unité = **Le Paquet (packet)**
- Responsable de l'**adressage global** permettant d'identifier les correspondants (source et destinataire).
- Assure le **routage** des paquets au niveau des nœuds du réseau afin de les acheminer de bout en bout par le meilleur chemin disponible.
- Définit et exploite des **protocoles de routage**

**Couche 3**  
Network layer



# Réseaux IP - La normalisation



TRANSPORT

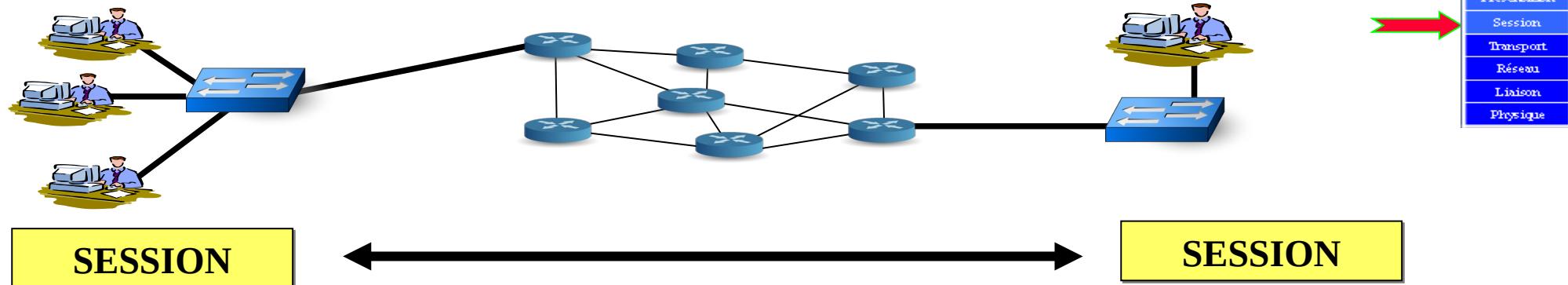
TRANSPORT

- L'unité = **Le segment**
- Offre aux couches supérieures (5-6-7) un **canal de transport** de données **de bout en bout**, quelle que soit la nature du réseau sous-jacent (tunnel).
- Assure la **segmentation** et le **réassemblage** des données.
- Elle offre 5 types de classes (0 peu fiable, 4 très fiable)

**Couche 4**  
**Transport layer**



# Réseaux IP - La normalisation

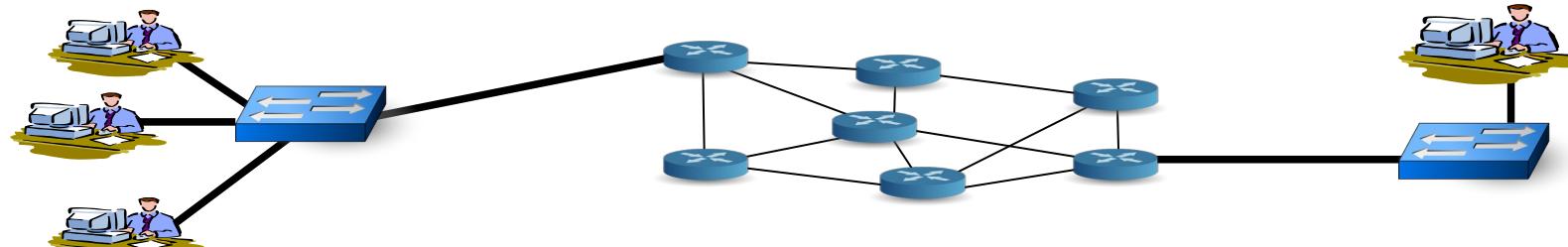


- L'unité = **Le message (data)**.
- Gère le **dialogue** entre 2 applications distantes.
- Gestion du tour de parole (synchronisation)
- mécanisme de points de reprise en cas d'interruption dans le transfert d'informations

**Couche 5**  
Session layer



# Réseaux IP - La normalisation



Application
Présentation
Session
Transport
Réseau
Liaison
Physique



PRÉSENTATION

PRÉSENTATION

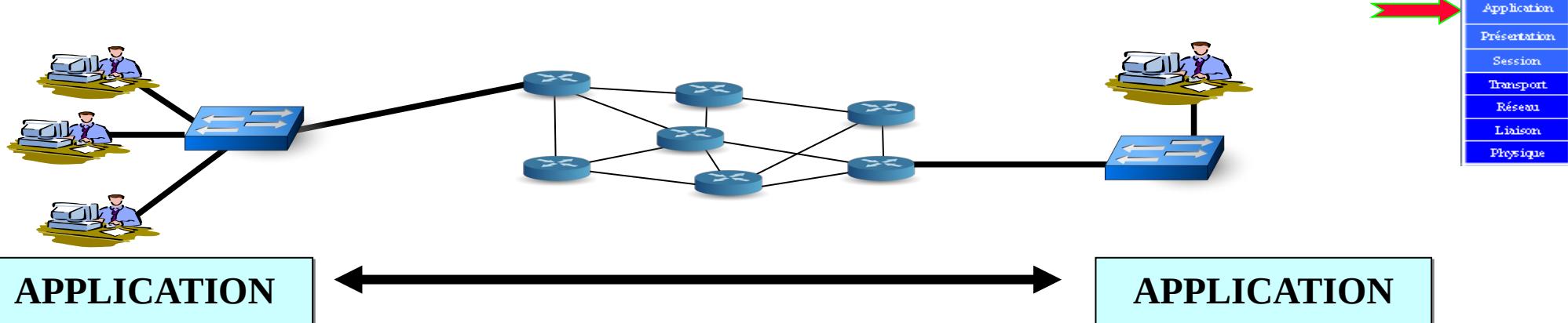
- L'unité = **Le message (data)**
- Traduit les données en format compréhensible
  - codage des caractères (ASCII, EBCDIC, UTF8, ASN1, etc.)
  - codage de l'octet (x86/PPC)
- Peut effectuer la compression/décompression des données.
- Peut s'occuper du chiffrement des données et de l'authentification des extrémités.

## Couche 6

**Presentation layer**



# Réseaux IP - La normalisation



- L'unité = **Le message (data)**.
- Cette couche correspond aux multiples services réseau :
  - application WEB ;
  - transfert de fichiers ;
  - messagerie électronique ;
  - contrôle à distance (terminal virtuel) ;
  - jeux ;
  - etc.

**Couche 7**  
**Application layer**



## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WIFI et CPL

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3





# IEEE

Institute of Electrical & Electronic Engineers

Début des réseaux locaux (1970 – 1980) → 3 standards de niveau 2 du modèle OSI :

- **Ethernet** (Digital Intel Xerox)
- **Token Ring** (IBM)
- **Token Bus** (Generals Motors)

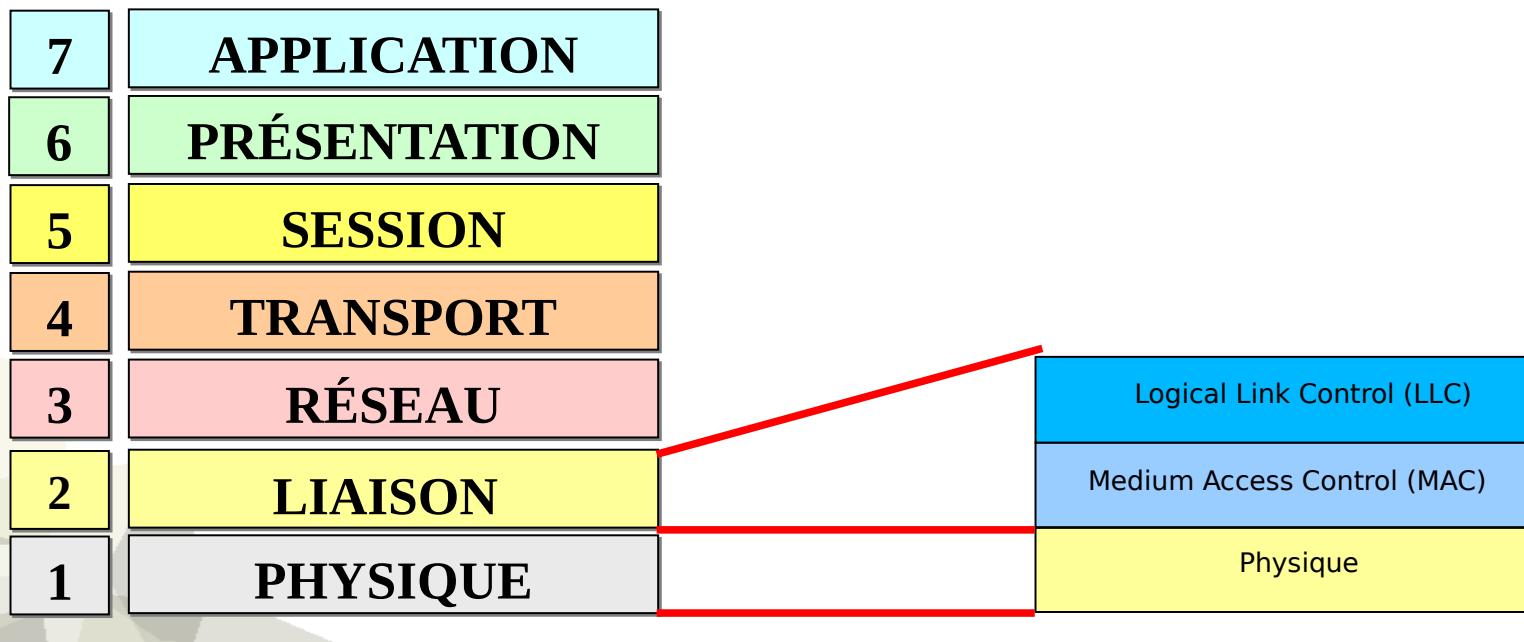
**Février 1980** : l'**IEEE** (*Institutes of Electrical and Electronics Engineers*) est chargé de définir des normes pour **les réseaux locaux** → création du groupe 802.

### Contraintes fonctionnelles :

- Supporter au moins 200 machines (hosts) le long d'un support de transmission d'au moins 2 kms
- $1 \text{ Mbit/s} < \text{Débit} < 100 \text{ Mbit/s}$
- Retirer ou ajouter un équipement sans créer de perturbations
- Définir un système d'adressage local pour chaque station (unicast), des groupes de stations (multicast) ou l'ensemble des stations simultanément (broadcast)

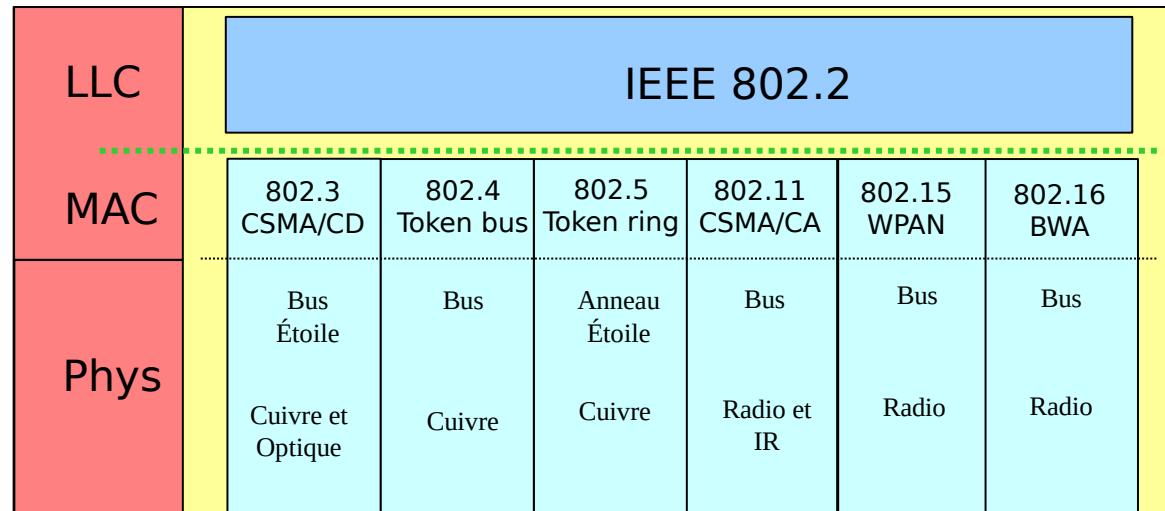


L'IEEE a normalisé la quasi totalité des couches 1 & 2 du modèle OSI



LAN





La couche MAC gère les contrôles d'accès au support.

La couche LLC a 2 rôles. Elle masque les méthodes d'accès à la couche supérieure. Elle protège éventuellement contre les pertes de données et contre les erreurs de transmission.

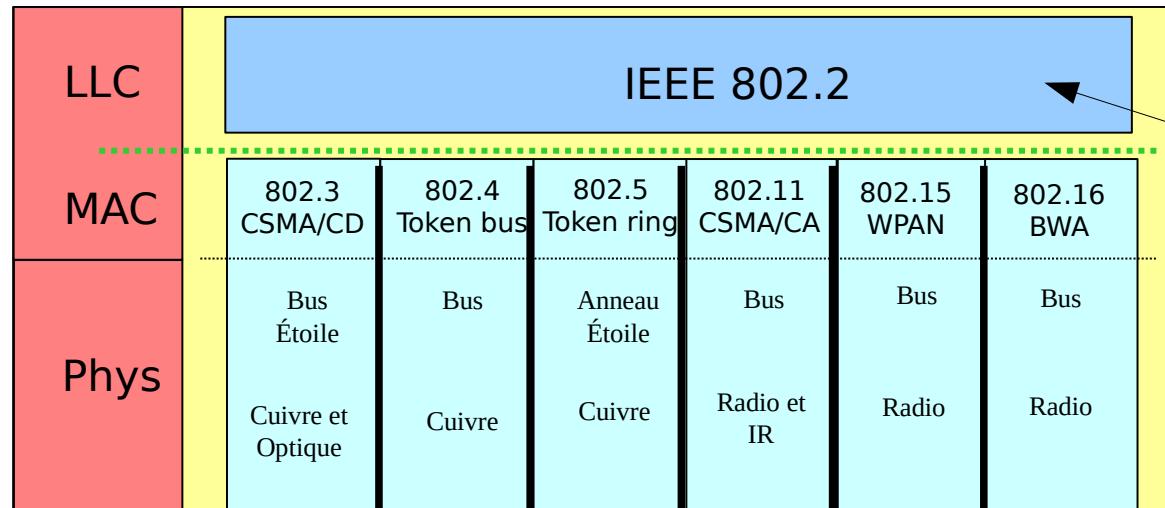
Les normes publiées par l'IEEE sont également disponibles dans la nomenclature ISO. Ces publications sont reconnaissables par le « 8 » qui précède la norme IEEE. Ainsi la norme 802.3 devient la norme 8802.3. pour l'ISO.

IEEE 802 Standards	
<b>802.1</b>	Bridging & Management
<b>802.2</b>	Logical Link Control
<b>802.3</b>	Ethernet - CSMA/CD Access Method
<b>802.4</b>	Token Passing Bus Access Method
<b>802.5</b>	Token Ring Access Method
<b>802.6</b>	Distributed Queue Dual Bus Access Method
<b>802.7</b>	Broadband LAN
<b>802.8</b>	Fiber Optic
<b>802.9</b>	Integrated Services LAN
<b>802.10</b>	Security
<b>802.11</b>	Wireless LAN
<b>802.12</b>	Demand Priority Access
<b>802.14</b>	Medium Access Control
<b>802.15</b>	Wireless Personal Area Networks
<b>802.16</b>	Broadband Wireless Metro Area Networks
<b>802.17</b>	Resilient Packet Ring



# Réseaux IP - La normalisation

2  
1



## IEEE 802 Standards

<b>802.1</b>	Bridging & Management → Les @MAC
<b>802.2</b>	Logical Link Control
<b>802.3</b>	Ethernet - CSMA/CD Access Method
<b>802.4</b>	Token Passing Bus Access Method
<b>802.5</b>	Token Ring Access Method
<b>802.6</b>	Distributed Queue Dual Bus Access Method
<b>802.7</b>	Broadband LAN
<b>802.8</b>	Fiber Optic
<b>802.9</b>	Integrated Services LAN
<b>802.10</b>	Security
<b>802.11</b>	Wireless LAN
<b>802.12</b>	Demand Priority Access
<b>802.14</b>	Medium Access Control
<b>802.15</b>	Wireless Personal Area Networks
<b>802.16</b>	Broadband Wireless Metro Area Networks
<b>802.17</b>	Resilient Packet Ring
...	



## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WIFI et CPL

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

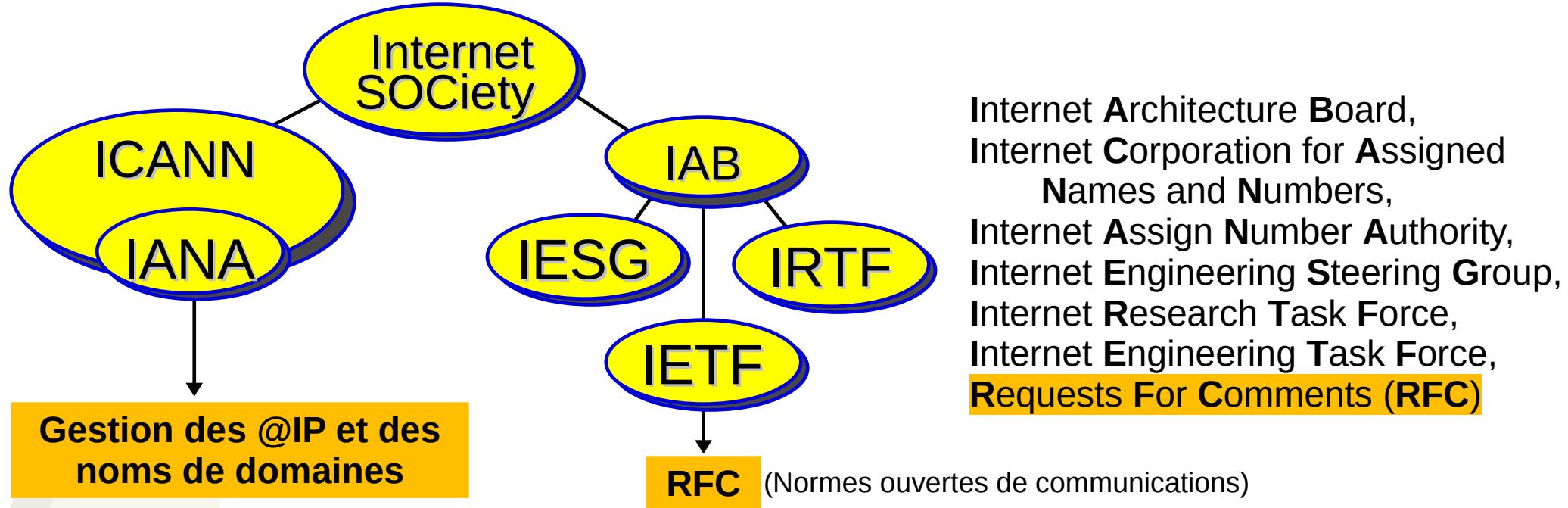
(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3



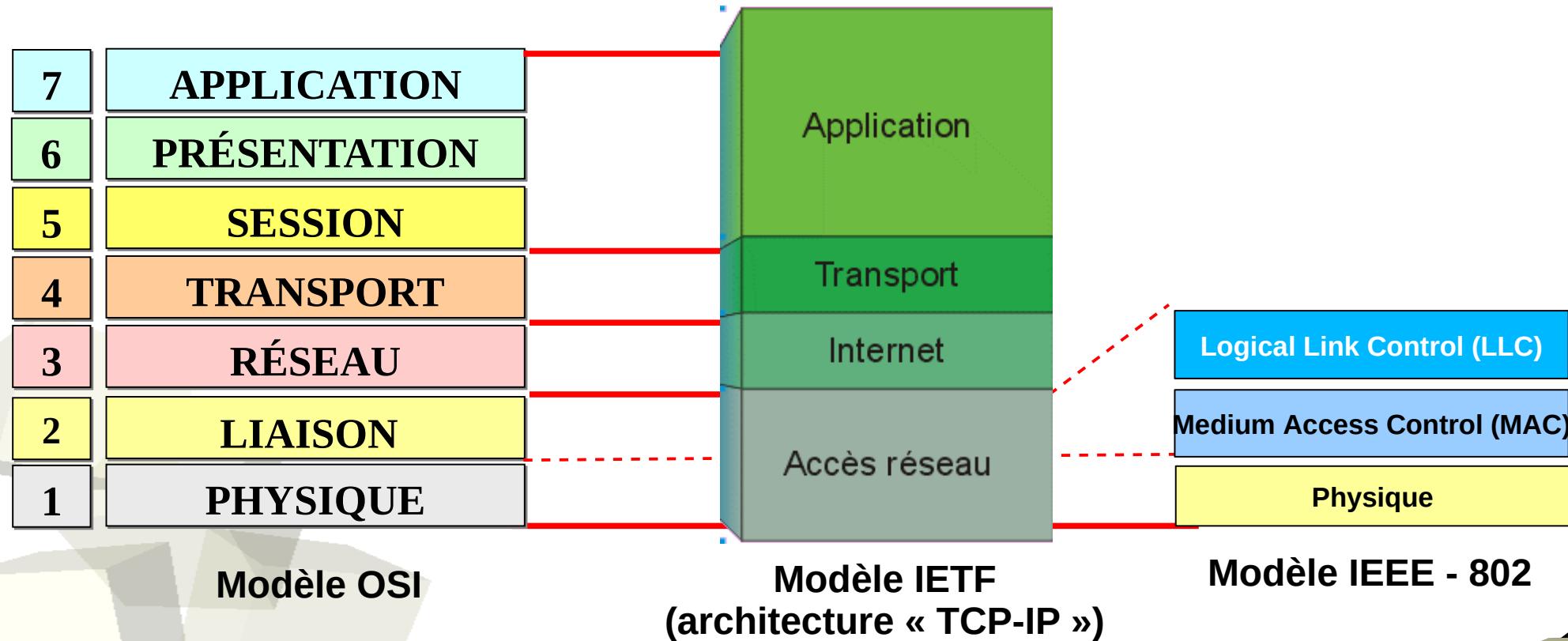
# Réseaux IP - La normalisation



(Wikipedia) : « L'Internet SOCIETY (ISOC) est une association de droit américain à vocation internationale créée en janvier 1992 par les pionniers de l'Internet pour promouvoir et coordonner le développement des réseaux informatiques dans le monde »



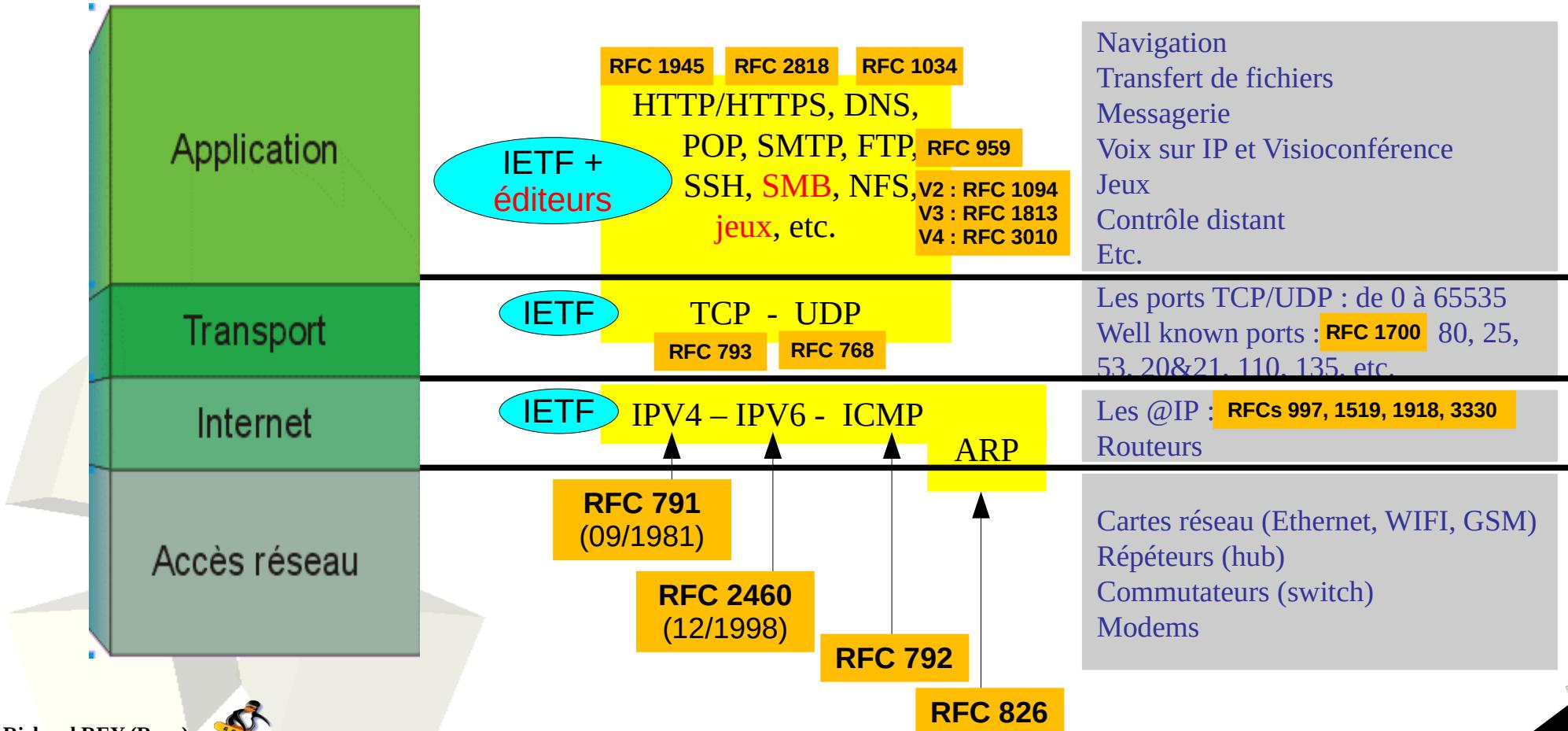
L'IETF ne s'occupe que des couches  $\geq 3$



## Architecture TCP-IP

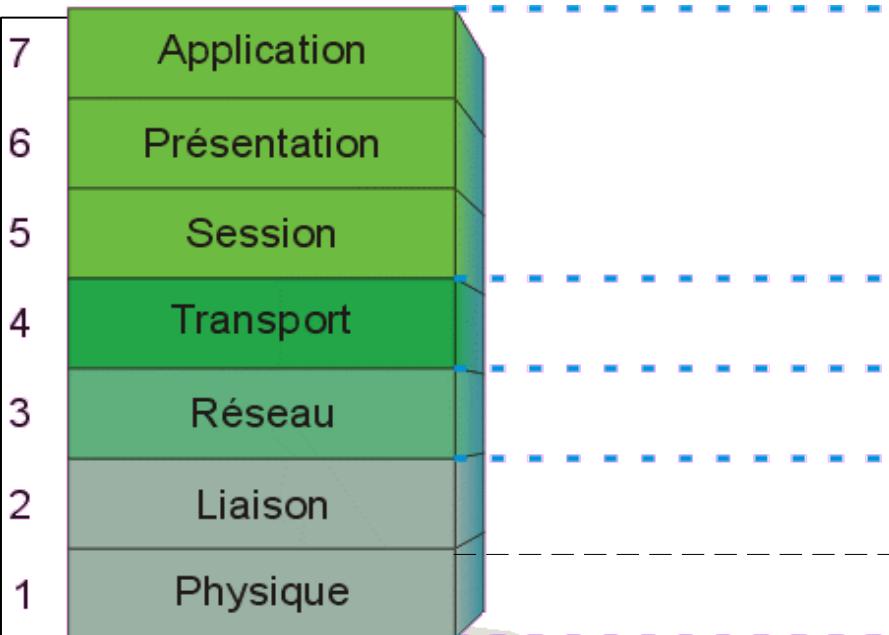
### Protocoles

### Applications & équipements

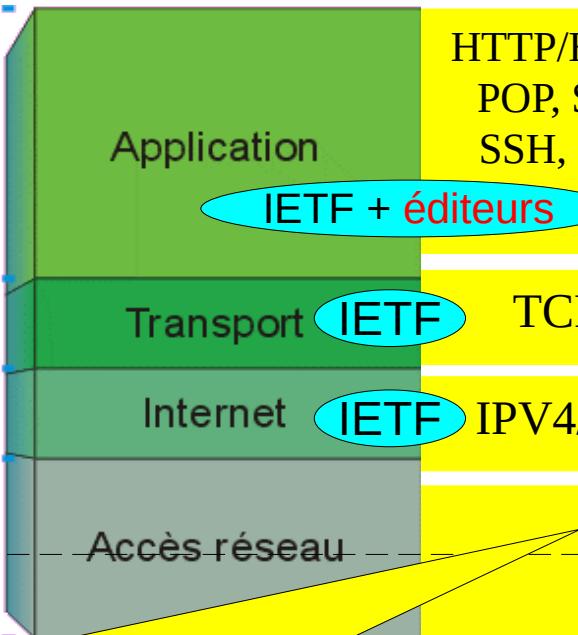


# OSI + TCP-IP + IEEE + IETF + éditeurs/constructeurs

## Modèle OSI



## Architecture TCP-IP



## Protocoles

HTTP/HTTPS, DNS  
POP, SMTP, FTP,  
SSH, SMB, NFS,  
jeux, etc.

IETF + éditeurs

TCP – UDP

IPV4/V6 - ICMP

ARP

IETF

IETF

Accès réseau

## Applications & équipements

Navigation, nommage,  
messagerie, transfert de  
fichiers, prise de  
contrôle, partages de  
ressources, jeux, etc.

Les ports: de 0 à 65535  
Well known ports 80,  
20&21, 110, 25, 53, etc.

Adressage global (@IP)  
Routeur

Adressage local (@ MAC)  
Commutateur (switch)  
Répéteur (hub)  
Modem

Carte réseau

IEEE : Ethernet, WIFI, Bluetooth, ZIGBEE, WIMAX, etc.

IETF, UIT, 3GPP, constructeurs

: MPLS, ATM, GSM, LORA, Z-Wave,  
matter, etc.

Électrique (filaire)  
Optique (fibre ou laser)  
Radioélectrique

## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WIFI et CPL

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3





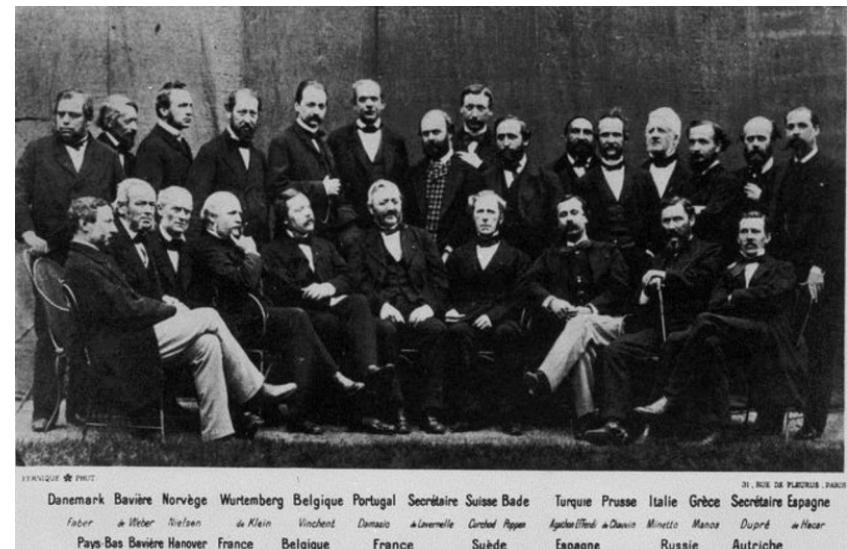
## Réglemente et planifie les télécommunications mondiales

- Établit les normes Télécom
- Attribue les bandes de fréquences
  - Hertziennes
  - Maritimes et aériennes
  - De télédiffusion
- Fixe les orbites satellitaires

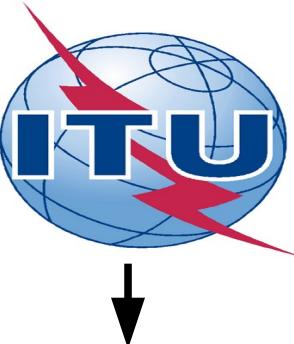


## L'UIT (Union Internationale des Télécommunications)

- Agence spécialisée de l'ONU
- Siège : Genève
- Création par 20 pays le 17 mai 1865



# Réseaux IP - La normalisation



CEPT

Conférence Européenne des Administrations  
des Postes et des Télécommunications



Ministère de l'industrie  
 TOGO

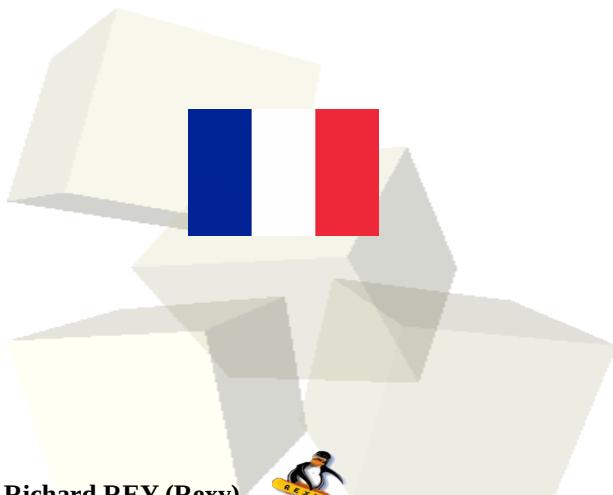
ACERP (Autorité de Régulation des  
Communications Électroniques et Postales)



Radio Spectrum  
Policy Group



**ANFR**  
AGENCE NATIONALE DES FRÉQUENCES



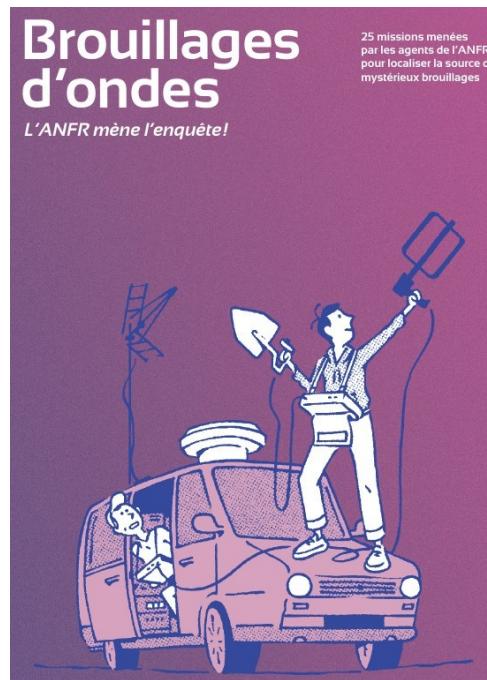


Pour ses 25 ans, l'ANFR a publié **un recueil** de 25 enquêtes liées au brouillage

Brouillage intentionnel  
6 mois de prison + 30000€ d'amende (CPCE)

Gardienne du spectre, l'ANFR rappelle que sa mission de contrôle « vise à garantir la continuité des applications étatiques, économiques et sociétales qui en dépendent ».

« Le brouillage est une menace tout aussi critique qu'une attaque informatique. En effet, le brouillage d'une bande de fréquences entrave, voire empêche toutes les utilisations de cette bande dans un périmètre donné. Selon les services concernés, les brouillages peuvent engendrer des situations dangereuses ou économiquement pénalisantes. »



Enquête N°6  
dans les notes



<https://www.youtube.com/watch?v=jm04Yo-lgww>

## Connaissance des réseaux

### 1. Historique

1. De Chappe à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

### 2. Normalisation

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – L'IETF
4. L'UIT

### 3. Classification des réseaux

1. En fonction de l'espace
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

### 4. La transmission de données

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

## Pratique des réseaux

### 5. Le réseau local

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WIFI et CPL

### 6. TCP-IP

1. IPV4 – ARP - ICMP – DHCP - IPV6
2. Le routage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT - PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

### 7. L'accès à Internet

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

### 8. Développement réseau

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3



**Connaissance des réseaux****1. Historique**

- 1. De Chappé à l'ENIAC
- 2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

- 1. Les entités de normalisation
- 2. Le modèle OSI
- 3. L'IEEE 802 - 1 IEEE

**3. Classification des réseaux**

- 1. En fonction de la topologie
- 2. En fonction de la topologie
- 3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données**

- 1. La chaîne de transmission
- 2. Le traitement du signal
  - 1. La numérisation
  - 2. Le transcodage
  - 3. La modulation
- 3. Les supports physiques
  - 1. Électriques
  - 2. Optiques
  - 3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

- 1. Les méthodes d'accès au support
- 2. Ethernet – les équipements – les VLAN
- 3. WiFi et CPL

**6. TCP-IP**

- 1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
- 2. Les adresses statiques et dynamiques
- 3. TCP – UDP – NAT – PAT
- 4. Les protocoles applicatifs

**7. L'accès à Internet**

- 1. Les boucles locales xDSL et FTTx
- 2. Introduction GSM et Satellite

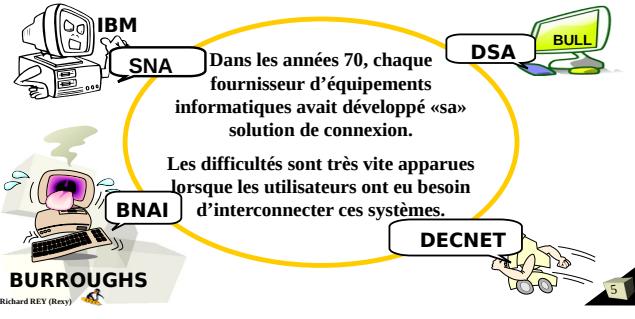
**8. Développement réseau**

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3  
4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

Richard REY (Rey) 





À l'origine, les grands groupes informatiques proposaient leurs solutions propriétaires (IBM - System Network Architecture, BULL - Distributed System Architecture, DEC, etc.). Ces solutions étaient caractérisées par leur hétérogénéité (supports externes, systèmes de fichiers, solution réseau, etc.).

## Pourquoi normaliser ou standardiser ?

### Permettre l'interopérabilité :

- entre plusieurs matériels analogues;
- entre les passerelles de communication inter-systèmes.

### Éviter les monopoles :

- permettre à plusieurs industriels de réaliser des produits comparables;
- favoriser les systèmes ouverts.

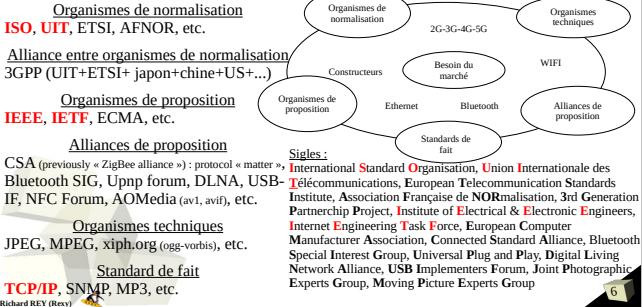
Ainsi, le but de la normalisation et de la standardisation est de permettre l'interconnexion d'équipements hétérogènes, et de rendre compatibles des matériels issus de constructeurs différents.

Un standard est un référentiel commun et documenté destiné à harmoniser l'activité d'un secteur.

Rappelons que nul n'est obligé de se conformer à un standard.

En revanche, les technologies réseaux devront satisfaire au lois et décrets français ainsi qu'aux règlements et directives européennes. Ces derniers couvrent surtout les deux domaines suivants :

- protéger contre une utilisation illégitime ;
- protéger les données traitées ayant un caractère personnel.



## Organisation de la normalisation

### Niveau international

**ITU-TSS (UIT) :** International Telecommunication Union - Telecommunication Standardisation Sector

**ISO :** International Standard Organisation (s'occupe de tout sauf du domaine électrique).

**IEEE :** Institute of Electrical & Electronic Engineers (traite de tout ce qui est réseaux locaux).

**CEI :** Commission Électrotechnique Internationale (regroupe les organismes nationaux de l'industrie électrique)

### Niveau européen

**CENELEC :** Comité Européen de Normalisation ÉLÉCtrotechnique.

**ETSI :** European Telecommunication Standards Institute (produit les normes telle que DAB, DECT, GSM, UMTS, 4G, 5G)

### Niveau national

**AFNOR :** Association Française de NORmalisation.

## Norme

Document de référence publié par un organisme de normalisation.

Attention : Traduction anglaise de normaliser → to standardize.

## Standard

Document de référence publié par une entité quelconque. Un standard est reproductible mais adaptable aux besoins :

**Standards ouverts :** spécifications techniques publiques, sans restriction de mise en œuvre. Exemple : format de fichier « OpenDocument ».

**Standards fermés :** le référentiel n'est pas diffusé, solutions propriétaires. Exemple : format de fichier « Microsoft Word ».

**Connaissance des réseaux****1. Historique**

- 1. De Chappé à l'ENIAC
- 2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

- 1. Les entités de normalisation
- 2. Le modèle OSI
- 3. L'IEEE 802 - IEEE 802.11

**3. Classification des réseaux**

- 1. En fonction de la topologie
- 2. En fonction de la topologie
- 3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données**

- 1. La chaîne de transmission
- 2. Le traitement du signal
  - 1. La numérisation
  - 2. Le transcodage
  - 3. La modulation
- 3. Les supports physiques
  - 1. Électriques
  - 2. Optiques
  - 3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

- 1. Les méthodes d'accès au support
- 2. Ethernet – les équipements – les VLAN
- 3. WiFi et CPL

**6. TCP-IP**

- 1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
- 2. L'adressage statique et dynamique
- 3. TCP – UDP – NAT – PAT
- 4. Les protocoles applicatifs

**7. L'accès à Internet**

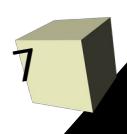
- 1. Les boucles locales xDSL et FTTx
- 2. Introduction GSM et Satellite

**8. Développement réseau**

(cf. cours « programmation système »)

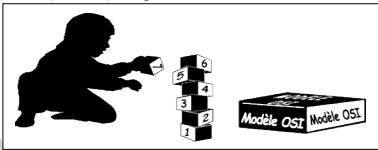
3A - INF3050 - 36h - coefficient 3  
4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

7





**LE MODÈLE OSI (Open Systems Interconnection) de l'ISO** (International Standard Organisation) découpe une communication numérique en **7 fonctions élémentaires (couches)** indépendantes les unes des autres.



ISO 7498  
UIT X200

Le modèle OSI est un jeu d'enfant...

Le Modèle OSI est un modèle en **7 couches** qui définit ce que chaque couche doit faire.  
Il ne définit pas comment elles doivent le faire.

Richard REY (Rey)

## ISO : organisme non gouvernemental créé en 1947. Il est constitué de 165 instituts nationaux (l'AFNOR pour la France).

C'est l'ISO (International Organisation for standardisation) qui a créé un modèle de référence pour l'interconnexion réseau : le modèle OSI (Open Systems Interconnection : Interconnexion de Systèmes Ouverts) sous la norme ISO 7498.

Le terme « système ouvert » définit tout équipement qui respecte les normes d'interconnexions (cela peut être un ordinateur, un terminal, un réseau, etc.). Élaboré sur la base des travaux des architectures SNA (System Network Architecture d'IBM) et DSA (Distributed System Architecture de Bull).

### 1982 : Mise en place du modèle OSI

But : faciliter l'interconnexion d'architectures hétérogènes.

L'ébauche du modèle OSI, dès 1977, aborde la normalisation des systèmes de manière très conceptuelle (ce qu'il faut faire) :

- besoin de réaliser les normes et les standards;
- besoin de classifier les réseaux informatiques;
- besoin d'identifier les acteurs (organismes de standardisation et de normalisation).

Le modèle de référence a pour objectif de fournir un cadre conceptuel et normatif pour le développement d'applications à caractère réseau impliquant des systèmes hétérogènes. Il sert de cadre de référence pour l'organisation des réseaux locaux, qui décompose la gestion du transfert des données en couches superposées réalisant une interface entre l'application locale et le matériel utilisé pour la transmission des données.

Le modèle est structuré en 7 couches, les quatre premières sont dédiées au transport de l'information et les trois suivantes au traitement de l'information.

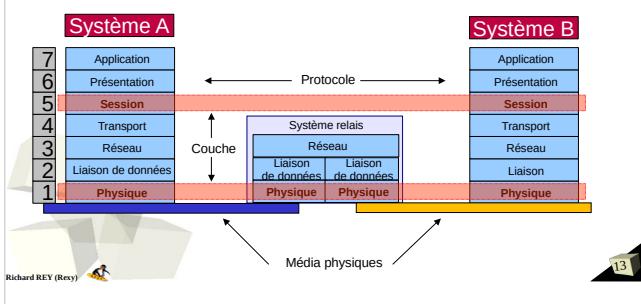
Si le modèle OSI était appliqué  
à la communication humaine



7	Vie sociale
6	Multi cultures Langues et alphabets différents. Rites et usages
5	Politesse Prise de parole, tour de parole, demande de répétition
4	Qualité Vérifier l'intelligibilité et la compréhension (reçu fort et clair)
3	Comment communiquer avec <b>tous</b> les autres (individuellement ou en groupe)? Adresse postale/GSM; diffusion radio & TNT (broadcast)
2	Comment communiquer avec <b>un vis-à-vis</b> ? Parole, <b>langage des signes</b> , <b>vocabulaire + grammaire</b>
1	Par quel moyen communiquer ? Son (cordes vocales + oreille), gestuelle (vue + membre), écrit (lecture + écriture)

Richard REY (Rey)

12

Modèle OSI

**La couche physique** : Elle fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques. Elle est destinée à la transmission de bits entre deux entités reliées directement.

**La couche liaison** : Elle fournit les moyens fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'établissement, au maintien et à la libération des connexions physique entre entités du réseau local. Elle définit un plan d'adressage local. Elle détecte et corrige, si possible, les erreurs dues au support physique et signale à la couche réseau les erreurs irrécupérables. Elle supervise le fonctionnement de la transmission et définit la structure des trames, la manière d'enchaîner les échanges selon un protocole normalisé ou non.

**La couche réseau** : Elle assure toutes les fonctionnalités de relai et d'amélioration de services entre entités réseau, à savoir : l'adressage global, le routage, le contrôle de flux et la détection/correction d'erreurs non réglées par la couche 2.

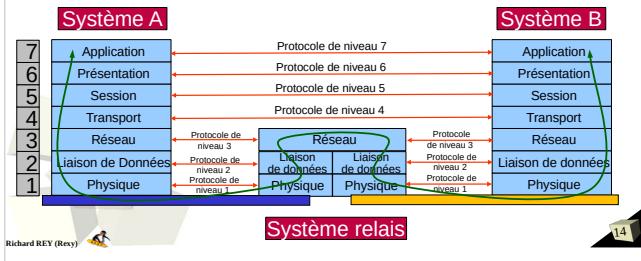
**La couche transport** : Elle permet aux deux applications situées à chaque extrémité de dialoguer directement indépendamment de la nature des sous-réseaux traversés (comme si le réseau n'existe pas). La couche transport doit assurer, en mode connecté ou non connecté, un transfert transparent de données entre utilisateurs de service réseau en rendant invisible la façon dont les ressources de communication sont mises en œuvre. Cette notion de transparence implique par exemple de pouvoir acheminer de bout en bout des messages dont la taille peut varier. Cette taille devient cependant fixe une fois que sa valeur a été négociée.

**La couche session** : Elle fournit aux entités de la couche présentation les moyens d'organiser et de synchroniser les dialogues et les échanges de données. Une session peut par exemple être utilisée pour la connexion à distance d'un terminal à un ordinateur ou pour le transfert d'un fichier et ceci en mode connecté.

**La couche présentation** : Elle assure la syntaxe et la sémantique des informations transportées en se chargeant notamment de la représentation des données. Par exemple, sur un ordinateur de la famille 68000 les entiers sont représentés avec le bit de poids fort à gauche et c'est l'inverse sur un ordinateur basé sur un processeur de la famille de 80x86. Cette difficulté sera prise en compte par la couche présentation qui effectuera les opérations nécessaires à la communication correcte entre ces deux familles de machines.

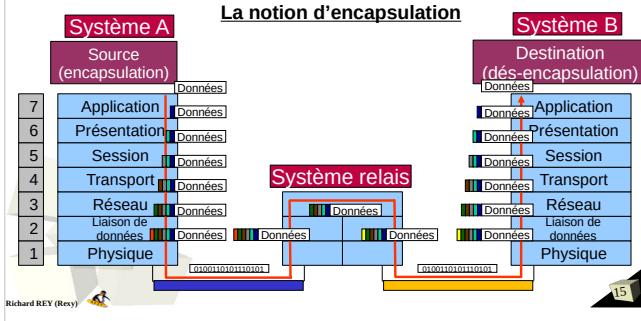
**La couche application** : Elle donne au processus applicatif le moyen d'accéder à l'environnement OSI et fournit tous les services directement utilisables :

- le transfert d'information
- l'allocation de ressources
- l'intégrité et la cohérence des données
- la synchronisation des applications coopérantes

La notion de protocole

Les fonctions des couches sont regroupées par niveau :

- Les couches hautes (5, 6, 7), sont chargées de l'interfonctionnement des processus applicatifs distants (couches orientées application) ;
- Les couches basses (1, 2, 3, 4), fournissent aux couches hautes un service de transport de données (couches orientées transport).



## L'encapsulation

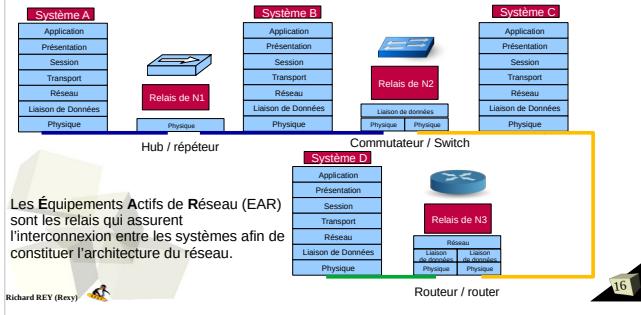
C'est le processus de conditionnement des données consistant à ajouter un en-tête et une queue de protocole déterminé avant que les données ne soient transmises à la couche inférieure.

Lorsque 2 systèmes communiquent, on parle de communication d'égal à égal, c'est-à-dire que la couche N de la source communique avec la couche N du destinataire.

Lorsqu'une couche de la source construit ses données, elle récupère les données de sa couche supérieure qu'elle encapsule avec ses propres informations (en-tête + queue) avant de les passer à la couche inférieure. Le mécanisme inverse (dés-encapsulation) a lieu au niveau du destinataire ou une couche réceptionne les données de la couche inférieure, enlève et traite les informations la concernant (en-tête + queue), puis transmet les informations restantes à la couche supérieure. Les données transitant à la couche N de la source sont donc les mêmes que les données transitant à la couche N du destinataire.

En fonction des protocoles implémentés, les données ajoutées peuvent se situer devant (en-tête) ou derrière (queue) ou les deux (en-tête + queue).

## La notion d'EAR



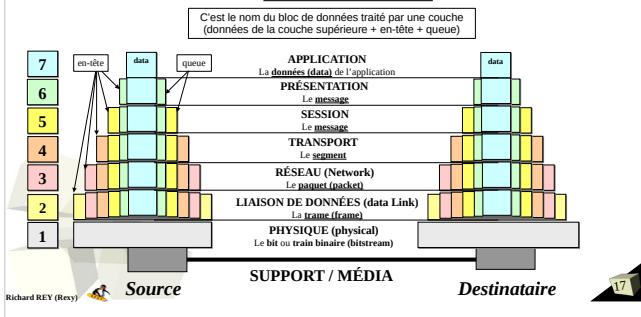
## EAR

Un équipement réseau est dit « actif » quand il intègre de l'électronique (et donc une alimentation) afin de traiter les données du réseau pour lui même ou pour les acheminer vers un autre équipement.

Cela permet de distinguer des équipements passifs que sont les câbles électriques, les câbles optiques, les connecteurs et les prises.

**La notion de PDU\***

\*PDU = Protocol Data Unit

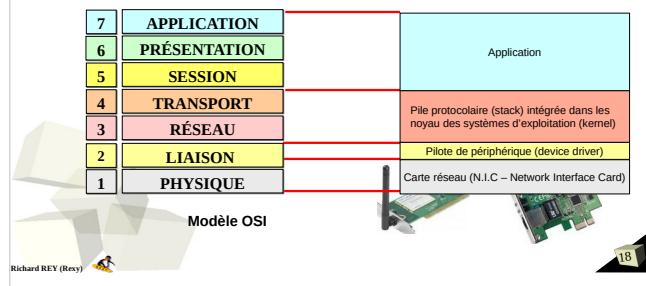


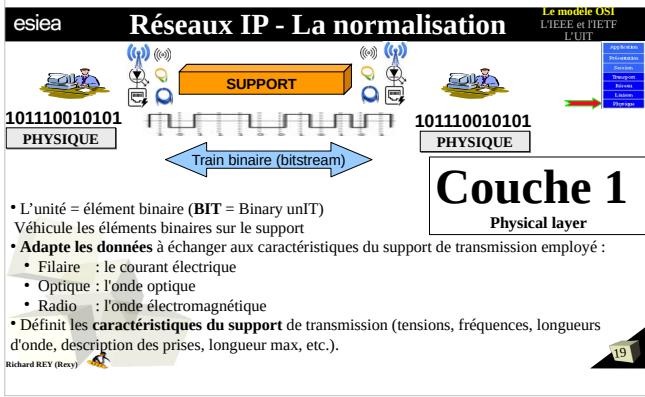
Les messages échangés entre deux couches de même niveau sont appelés PDU (Protocol Data Unit) ou unité de données de protocole.

Les différents PDU des couches 2 (trame), 3 (paquet), 4 (segment), 5 et 6 (message) sont en général, constitués de deux parties :

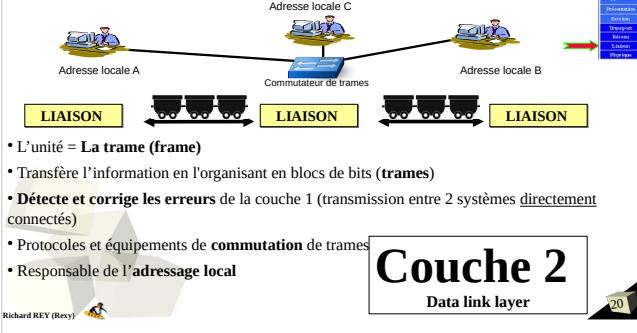
- une partie « contrôle » (toujours présente) qui représente les informations de contrôle du protocole (en-tête et/ou queue) ;
- une partie « data » qui représente les données exploitées par la couche supérieure (N+1). Cette partie « data » est aussi appelée le SDU (Service Data Unit).

Positionnement des couches dans un équipement informatique connecté

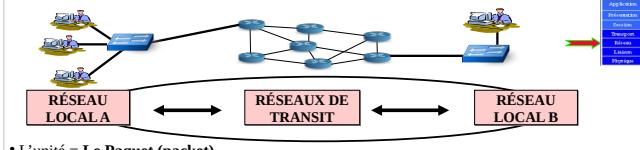




**La couche physique :** Elle fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques. Elle est destinée à la transmission de bits entre deux entités de liaison de données.



**La couche liaison :** Elle fournit les moyens fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'établissement, au maintien et à la libération des connexions de liaison de données entre entités du réseau local. Elle détecte et corrige, si possible, les erreurs dues au support physique et signale à la couche réseau les erreurs irrécupérables. Elle 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.



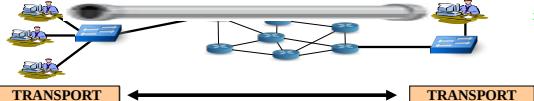
- L'unité = Le Paquet (packet)
- Responsable de l'**adressage global** permettant d'identifier les correspondants (source et destinataire).
- Assure le **routage** des paquets au niveau des nœuds du réseau afin de les acheminer de bout en bout par le meilleur chemin disponible.
- Définit et exploite des **protocoles de routage**

## Couche 3

Network layer

21

**La couche réseau :** Elle assure toutes les fonctionnalités de relai et d'amélioration de services entre entités réseau, à savoir : l'adressage, le routage, le contrôle de flux et la détection/correction d'erreurs non réglées par la couche 2.



• L'unité = Le segment

• Offre aux couches supérieures (5-6-7) un **canal de transport** de données de bout en bout, quelle que soit la nature du réseau sous-jacent (tunnel).

- Assure la **segmentation** et le **réassemblage** des données.
- Elle offre 5 types de classes (0 peu fiable, 4 très fiable)

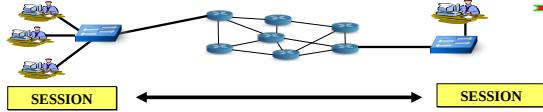
## Couche 4

Transport layer

Richard REY (Rey)

22

**La couche transport :** Elle permet aux deux applications situées à chaque extrémité de dialoguer directement indépendamment de la nature des sous-réseaux traversés (comme si le réseau n'existe pas). La couche transport doit assurer, en mode connecté ou non connecté, un transfert transparent de données entre utilisateurs de service réseau en leur rendant invisible la façon dont les ressources de communication sont mises en œuvre. Cette notion de transparence implique par exemple de pouvoir acheminer de bout en bout des messages dont la taille peut varier. Cette taille est cependant fixe une fois que la valeur a été négociée.



- L'unité = Le message (data).
- Gère le dialogue entre 2 applications distantes.
- Gestion du tour de parole (synchronisation)
- Mécanisme de points de reprise en cas d'interruption dans le transfert d'informations

## Couche 5

Session layer

Richard REY (Rey)

23

**La couche session :** Elle fournit aux entités de la couche présentation les moyens d'organiser et de synchroniser les dialogues et les échanges de données. Une session peut par exemple être utilisée pour la connexion à distance d'un terminal à un ordinateur ou pour le transfert d'un fichier et ceci en mode connecté.



## Couche 6

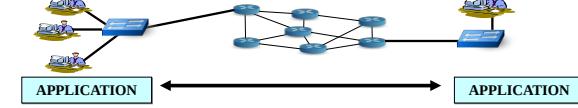
Presentation layer

- L'unité = Le message (data)
- Traduit les données en format compréhensible
  - codage des caractères (ASCII, EBCDIC, UTF8, ASN1, etc.)
  - codage de l'octet (x86/PPC)
- Peut effectuer la compression/décompression des données.
- Peut s'occuper du chiffrement des données et de l'authentification des extrémités.

Richard REY (Rey)

24

**La couche présentation :** Elle assure la syntaxe et la sémantique des informations transportées en se chargeant notamment de la représentation des données. Par exemple, sur un ordinateur de la famille 68000 les entiers sont représentés avec le bit de poids fort à gauche or c'est l'inverse sur un ordinateur basé sur un processeur de la famille de 80x86. Cette difficulté sera prise en compte par la couche présentation qui effectuera les opérations nécessaires à la communication correcte entre ces deux familles de machines.



- L'unité = Le message (data).
- Cette couche correspond aux multiples services réseau :
  - application WEB ;
  - transfert de fichiers ;
  - messagerie électronique ;
  - contrôle à distance (terminal virtuel) ;
  - jeux ;
  - etc.

Richard REY (Rey)

## Couche 7

Application layer

25

**La couche application :** Elle donne au processus applicatif le moyen d'accéder à l'environnement OSI et fournit tous les services directement utilisables :

- le transfert d'information
- l'allocation de ressources
- l'intégrité et la cohérence des données
- la synchronisation des applications coopérantes

**Connaissance des réseaux****1. Historique**

1. De Chappé à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. IEEE 802 – IEEE FF
4. IEC 61375

**3. Classification des réseaux**

1. En fonction de la topologie
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données**

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WiFi et CPL

**6. TCP-IP**

1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
2. L'adressage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT – PAT
4. Les protocoles applicatifs
5. Architectures

**7. L'accès à Internet**

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

**8. Développement réseau**

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3  
4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

26

Richard REY (Rey)

Début des réseaux locaux (1970 – 1980) → 3 standards de niveau 2 du modèle OSI :

- **Ethernet** (Digital Intel Xerox)
- **Token Ring** (IBM)
- **Token Bus** (General Motors)

Février 1980 : l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) est chargé de définir des normes pour les réseaux locaux → création du groupe 802.

Contraintes fonctionnelles :

- Supporter au moins 200 machines (hosts) le long d'un support de transmission d'au moins 2 km
- 1 Mbit/s < Débit < 100 Mbit/s
- Retirer ou ajouter un équipement sans créer de perturbations
- Définir un système d'adressage local pour chaque station (unicast), des groupes de stations (multicast) ou l'ensemble des stations simultanément (broadcast)

Richard REY (Rey)



Dans les années 70, les précurseurs des réseaux étaient des grandes sociétés qui ont mis en place leur propre réseau et qui ont développé leurs propres technologies.

Un besoin de standardisation a vu le jour : L'IEEE (association professionnelle d'ingénieurs) a été chargé de l'étude.

Le but de cette étude était de développer un standard permettant la transmission entre systèmes informatiques de conception courante, quelque-soit l'architecture.

L'IEEE a pris en compte les contraintes imposées :

- Coût ;
- Supporter au moins 200 équipements sur un support de 2 km ;
- Débit entre 1 Mb/s et 100 Mb/s
- Pouvoir ajouter et retirer des équipements facilement ;
- Pouvoir adresser 1 station (unicast), un groupe de stations (multicast) ou toutes les stations (broadcast)

IEEE (Institute of Electrical & Electronic Engineers) est une organisation à but non lucratif de droit américain qui compte plus de 400 000 membres (ingénieurs, étudiants, entreprises).

Le comité 802 (80 pour 1980 et 2 pour février) a été créé pour traiter les problématiques de réseau locaux.

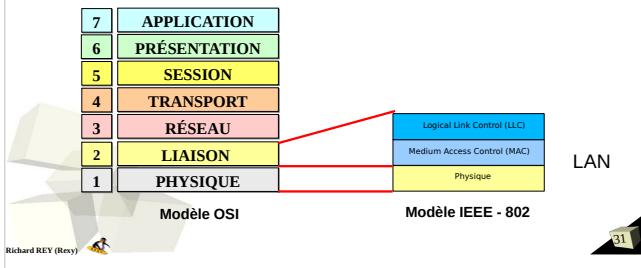
Il est organisé en sous-comités :

802.1 : architecture générale des réseaux locaux ;

802.2 : les couches LLC (Logical Link Control) ;

802.3 : la méthode d'accès au média (CSMA/CD).

L'IEEE a normalisé la quasi totalité des couches 1 & 2 du modèle OSI



L'IEEE a créé un modèle calqué sur celui de l'ISO avec une couche liaison de données revue et retravaillée.

Sans être spécifique à un constructeur, le standard souhaite être transparent à la topologie du réseau, à la vitesse de transmission, au support de communication et aux techniques et codifications.

La couche 1 = couche 1 ISO

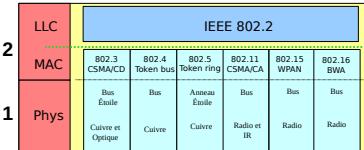
La couche 2 = 2 sous-couches (MAC + LLC)

La sous-couche MAC : elle gère les contrôles d'accès au support. Elle contient les méthodes d'accès devant être utilisées par les stations informatiques pour accéder au support de transmission (le média) :

- Norme 802.3 : CSMA/CD 8802.3 → Ethernet sur support filaire partagé via des concentrateurs (HUB).
- Norme 802.4 : TOKEN BUS 8802.4 → bus à jeton (GENERAL MOTORS).
- Norme 802.5 : TOKEN RING 8802.5 → anneau à jeton (IBM).
- ...

La sous-couche MAC comprend autant de méthodes d'accès que de réseaux normalisés.

La sous-couche LLC : elle a 2 rôles. Elle masque les méthodes d'accès à la couche supérieure. Elle protège éventuellement contre les pertes de données et contre les erreurs de transmission.



La couche MAC gère les contrôles d'accès au support.

La couche LLC a 2 rôles. Elle masque les méthodes d'accès à la couche supérieure. Elle protège éventuellement contre les pertes de données et contre les erreurs de transmission.

Les normes publiées par l'IEEE sont également disponibles dans la nomenclature ISO. Ces publications sont reconnaissables par le « 8 » qui précède la norme IEEE. Ainsi la norme 802.3 devient la norme 8802.3. pour l'ISO.

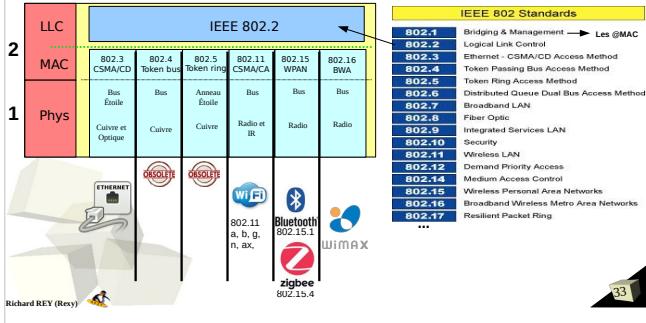
Richard REY (Rey)

IEEE 802 Standards							
<b>802.1</b>	Bridging & Management						
<b>802.2</b>	Logical Link Control						
<b>802.3</b>	Ethernet - CSMA/CD Access Method						
<b>802.4</b>	Token Passing Bus Access Method						
<b>802.5</b>	Token Ring Access Method						
<b>802.6</b>	Demand Priority Dual Bus Access Method						
<b>802.7</b>	Broadband LAN						
<b>802.8</b>	Fiber Optic						
<b>802.9</b>	Integrated Services LAN						
<b>802.10</b>	Security						
<b>802.11</b>	Wireless LAN						
<b>802.12</b>	Demand Priority Access						
<b>802.13</b>	Virtual Source Control						
<b>802.15</b>	Wireless Personal Area Networks						
<b>802.16</b>	Broadband Wireless Metro Area Networks						
<b>802.17</b>	Resilient Packet Ring						

32

Le modèle de l'IEEE divise la couche liaison en une sous-couche MAC (Medium Access Control) et une sous-couche LLC (Logical Link Control). Une caractéristique fondamentale des réseaux locaux est l'utilisation d'un support de transmission partagé. En conséquence, si plusieurs équipements émettent en même temps, aucun des deux messages ne sera compréhensible. Pour éviter les conflits d'accès au support, plusieurs techniques sont possibles suivant la nature du support ou la topologie du réseau. Une fois que la sous-couche MAC a gagné l'accès au support, la sous-couche LLC est chargée de contrôler la transmission des données et d'indiquer le protocole utilisé au niveau supérieur.

Différents sous-comités travaillent sur des points particuliers liés aux réseaux locaux. Ces sous-comités sont désignés par un numéro. Pour référencer les différents documents produits par ces sous-comités, une lettre suit le nom de celui-ci.



**Connaissance des réseaux****1. Historique**

1. De Chappé à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 - 1/IEC ITF

**3. Classification des réseaux**

1. En fonction de la topologie
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données**

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  - 1. La numérisation
  - 2. Le transcodage
  - 3. La modulations
3. Les supports physiques
  - 1. Électriques
  - 2. Optiques
  - 3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WiFi et CPL

**6. TCP-IP**

1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
2. L'adressage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT – PAT
4. Les protocoles applicatifs

**7. L'accès à Internet**

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

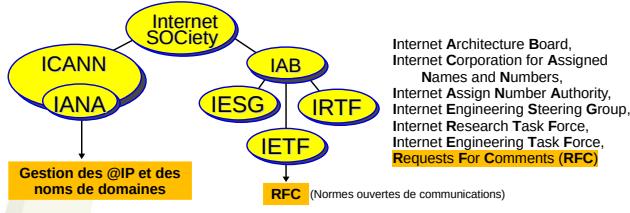
**8. Développement réseau**

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3  
4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

34

Richard REY (Rey)



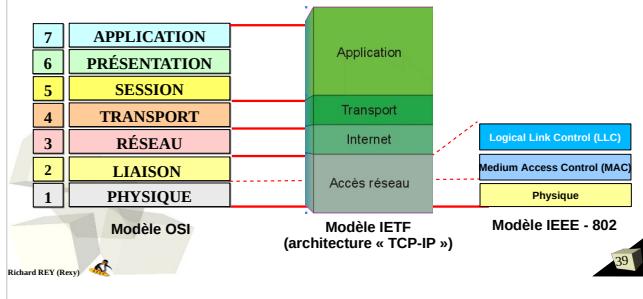
(Wikipedia) : « L'Internet SOCIETY (ISOC) est une association de droit américain à vocation internationale créée en janvier 1992 par les pionniers de l'Internet pour promouvoir et coordonner le développement des réseaux informatiques dans le monde »

Richard REY (Rey)

38

Les RFC (Requests For Comments) sont des documents numérotés décrivant techniquement chaque étude de l'IETF. Quasiment tous les protocoles situés au-dessus de la couche 2 et exploités par Internet ont été définis par l'IETF via des RFC. Ce sont des standards ouverts.

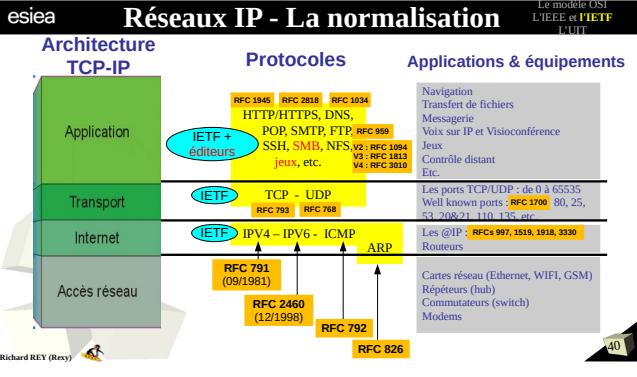
Ex : RFC791 (IP), RFC793 (TCP), RFC959 (FTP), RFC2616 (HTTP), etc.

L'IETF ne s'occupe que des couches  $\geq 3$ 

## L'architecture TCP-IP

Contrairement aux modèles OSI et IEEE, les protocoles utilisés dans l'environnement IP ne sont pas décrit dans un modèle mais dans une architecture.

L'architecture TCP-IP n'a été conçue qu'après la définition des différents protocoles qui la compose et n'a pas servi de modèle pour leur conception.



## L'architecture TCP-IP

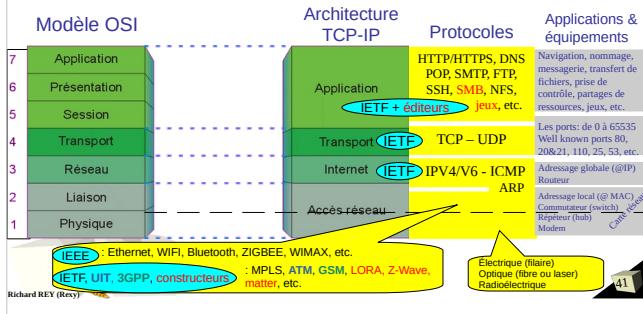
Dans l'architecture « TCP-IP », la couche Accès au réseau (Network Access), qui correspond aux couches 1 et 2 du modèle OSI, n'est pas définie, car on considère que la couche 3 (« Internet ») peut être transportée par n'importe quel protocole de niveau 2 et sur n'importe quel type de support.

La couche Internet (Internetwork) correspond à la couche réseau (couche 3) du modèle OSI. « IP » est à la fois un système d'adressage global des équipements ainsi qu'un mécanisme de routage des paquets IP.

La couche Transport correspond à la couche de même nom du modèle OSI et propose des services en mode connecté (plus lent et plus fiable) ou non connecté (plus rapide et moins fiable), respectivement les protocoles TCP (Transport Control Protocol) et UDP (User Datagram Protocol).

Les couches 5, 6 et 7 du modèle OSI sont fondues en une seule couche dans l'architecture IP. Les fonctionnalités décrites dans ces différentes couches sont intégrées aux différents protocoles applicatifs du monde IP (exemple : Telnet, HTTP, FTP, DNS, IMAP...). C'est donc le développeur qui doit intégrer les fonctions de ces couches dans ses applications réseau.

## OSI + TCP-IP + IEEE + IETF + éditeurs/constructeurs



Richard REY (rey)

41

**Connaissance des réseaux****1. Historique**

1. De Chappé à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI

**3. IEEE 802 – IETF****3. Classification des réseaux**

1. En fonction de la topologie
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données****1. La chaîne de transmission**

2. Le traitement du signal

1. La numérisation

2. Le transcodage

3. La modulations

1. Électriques

2. Optiques

3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
3. WiFi et CPL

**6. TCP-IP**

1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
2. L'adressage statique et dynamique

3. TCP – UDP – NAT – PAT

4. Les protocoles applicatifs

5. Architectures

**7. L'accès à Internet**

1. Les boucles locales xDSL et FTTx

**8. Développement réseau**

- (cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3

4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

Richard REY (Rey) 

42

**L'UIT**  
**(Union Internationale des  
Télécommunications)**

- Agence spécialisée de l'ONU
- Siège : Genève
- Création par 20 pays le 17 mai 1865

**Réglemente et planifie les  
télécommunications mondiales**

- Établit les normes Télécom
- Attribue les bandes de fréquences
  - Hertziennes
  - Maritimes et aériennes
  - De télédiffusion
- Fixe les orbites satellitaires



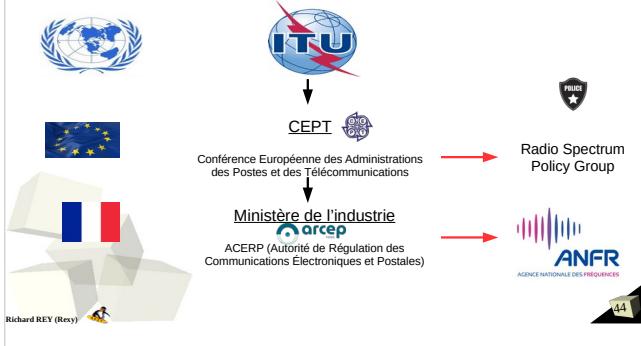
43

Richard REY (Rey)

L'IUT a été créé en 1865 sous le nom d'Union International du Télégraphe. Elle a été renommée en 1932.

L'UIT a caractérisé le spectre des radiofréquences qui s'étend de 9 kHz à 300 GHz. Cette ressource limitée et stratégique est indispensable à la fois pour les services publics, les communications privées, et les infrastructures critiques (services de sécurité, systèmes de navigation (GPS, Galileo), objets connectés (IoT), etc.).

Il s'agit d'un bien public inaliénable qui doit être protégé de toute utilisation abusive ou illégale, notamment des brouillages.



La planification, la gestion et le contrôle du spectre en France est assurée par l'ANFR. Elle attribue des bandes de fréquences à chaque service ou administration en fonction de leurs besoins spécifiques et conformément aux règles des organismes de niveau supérieur (UIT + Europe).

La protection du spectre repose sur des règles strictes et une surveillance constante. Un brouillage, même involontaire, peut empêcher l'utilisation normale de ces fréquences dans une zone donnée, paralysant des infrastructures critiques comme les réseaux de téléphonie mobile ou les systèmes de navigation. Pour garantir une utilisation harmonieuse du spectre, l'ANFR veille à la conformité des équipements et intervient en cas de violation des normes.

Si l'ANFR constate un brouillage, elle s'appuiera sur la législation française qui encadre strictement l'utilisation du spectre radioélectrique. Le Code des Postes et des Communications Électroniques (CPCE) prévoit des sanctions sévères pour toute utilisation non conforme, incluant des peines allant jusqu'à 6 mois d'emprisonnement et 30000 € d'amende pour les brouillages intentionnels. L'importation, la publicité, la cession à titre gratuit ou onéreux, la mise en circulation, l'installation, la détention et l'utilisation de brouilleurs sont strictement interdites et punies des mêmes peines.



Gardienne du spectre, l'ANFR rappelle que sa mission de contrôle « vise à garantir la continuité des applications établies, économiques et sociétales qui en dépendent ».

« Le brouillage est une menace tout aussi critique qu'une attaque informatique. En effet, le brouillage d'une bande de fréquences entrave, voire empêche toutes les utilisations de cette bande dans un périmètre donné. Selon les services concernés, les brouillages peuvent engendrer des situations dangereuses ou économiquement pénalisantes. »

Pour ses 25 ans, l'ANFR a publié un recueil de 25 enquêtes liées au brouillage



Brouillage intentionnel  
6 mois de prison + 30000€ d'amende (CPCE)

Richard REY (Rey)

<https://www.youtube.com/watch?v=jm04Yo-lgww>

45

Petite histoire : 2020, dans la Drôme, une entreprise développant des équipements professionnels GPS et Galileo pour de la géolocalisation par satellite de haute précision était perturbée par un brouillage.

Elle a mené ses propres investigations et avait elle-même caractérisé le problème : « une interférence pulsée, centrée sur la fréquence 1 581,15 MHz, qui affectait de manière permanente la réception des signaux GPS L1 et Galileo E1 dans la bande de fréquences centrée sur 1 575,42 MHz ».

Elle a donc fait appel à l'ANFR qui a dépêché des techniciens sur place. Une fois le problème confirmé, ils ont remonté la piste en suivant la direction du signal et sont arrivés à la porte d'un appartement du rez-de-chaussée.

La fautive a été identifiée : « L'occupante des lieux, une dame âgée, leur a permis d'entrer dans son logement. Bientôt, il n'y eut plus aucun doute : il s'agissait simplement... d'une box internet ! Elle émettait en effet des rayonnements indésirables dans la bande de fréquences réservée au GNSS ».

« Cette box, quoique défectueuse, continuait d'assurer convenablement l'accès à internet – tout en parasitant une bande de fréquences sensible réservée à l'Aviation civile, à la Défense et à l'Espace ! Une demande a donc été faite auprès de l'opérateur pour qu'il remédie à ce défaut. Un nouvel équipement était en place trois jours seulement après le passage » des techniciens, explique l'ANFR.

« Entre-temps, l'entreprise victime du brouillage, compréhensive, avait toutefois accepté que l'utilisatrice puisse continuer à utiliser quelques jours de plus le coupable engin : sans lui, elle n'aurait pu ni téléphoner, ni regarder la télévision, ni se connecter à internet », indique l'Agence en guise de conclusion.

**Connaissance des réseaux****1. Historique**

1. De Chappé à l'ENIAC
2. Du traitement centralisé au cloud computing

**2. Normalisation**

1. Les entités de normalisation
2. Le modèle OSI
3. L'IEEE 802 – LEIETF
- 4. IETF**

**3. Classification des réseaux**

1. En fonction de la topologie
2. En fonction de la topologie
3. En fonction de l'emploi

**4. La transmission de données**

1. La chaîne de transmission
2. Le traitement du signal
  1. La numérisation
  2. Le transcodage
  3. La modulation
3. Les supports physiques
  1. Électriques
  2. Optiques
  3. Radioélectriques

**Pratique des réseaux****5. Le réseau local**

1. Les méthodes d'accès au support
2. Ethernet – les équipements – les VLAN
- 3. WiFi et CPL**

**6. TCP-IP**

1. IPv4 – ARP – ICMP – DHCP – IPv6
2. L'adressage statique et dynamique
3. TCP – UDP – NAT – PAT
- 4. Les protocoles applicatifs**
5. Architectures

**7. L'accès à Internet**

1. Les boucles locales xDSL et FTTx
2. Introduction GSM et Satellite

**8. Développement réseau**

(cf. cours « programmation système »)

3A - INF3050 - 36h - coefficient 3  
4A - INF4032 - 27h - coefficient 3

Richard REY (Rey) 

