

# Chapitre 1 : Introduction aux réseaux informatiques

Z:\Polys\Internet RES001.Intro.fm - 9 janvier 2014 10:10

## Plan

- |  |     |
|--|-----|
| - 1. Introduction                        | p16 |
| - 2. Structure des réseaux informatiques | p17 |
| - 3. Les supports de communication       | p19 |
| - 4. Caractéristiques de la liaison      | p20 |
| - 5. Grandeurs caractéristiques          | p27 |
| - 6. Le modèle de référence OSI          | p31 |
| - 7. Conclusion                          | p38 |

## Bibliographie

- G. Pujolle, Cours réseaux et télécoms (avec exercices), Eyrolles, 2004.
- J. Kurose, K. Ross, Analyse structurée des réseaux, Pearson Education, 2003.
- C. Servin, Réseaux et Télécoms (avec exercices), Dunod, 2006.
- S. Lorier, A. Quidelleur, Le réseau Internet, Dunod, 2010.

## 1. Introduction

### 1.1. Définition

La **téléinformatique** est la science des méthodes, des techniques, des équipements permettant l'échange d'informations numériques entre plusieurs systèmes informatiques.

- des méthodes
- des techniques
- des équipements
- **transmission d'informations numériques**
- entre plusieurs systèmes informatiques

Télécommunication :

- domaine où les systèmes communicants ne sont pas nécessairement informatiques : traitement du signal, transmission analogique, etc.

Applications informatiques réparties

- domaine où les caractéristiques des équipements et les phénomènes survenant lors de transmission sont masquées.

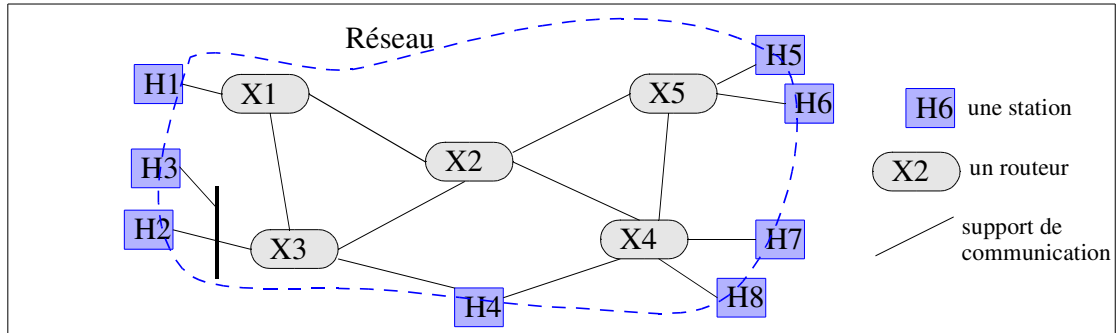
## 2. Structure des réseaux informatiques

### 2.1. Le but d'un réseau informatique

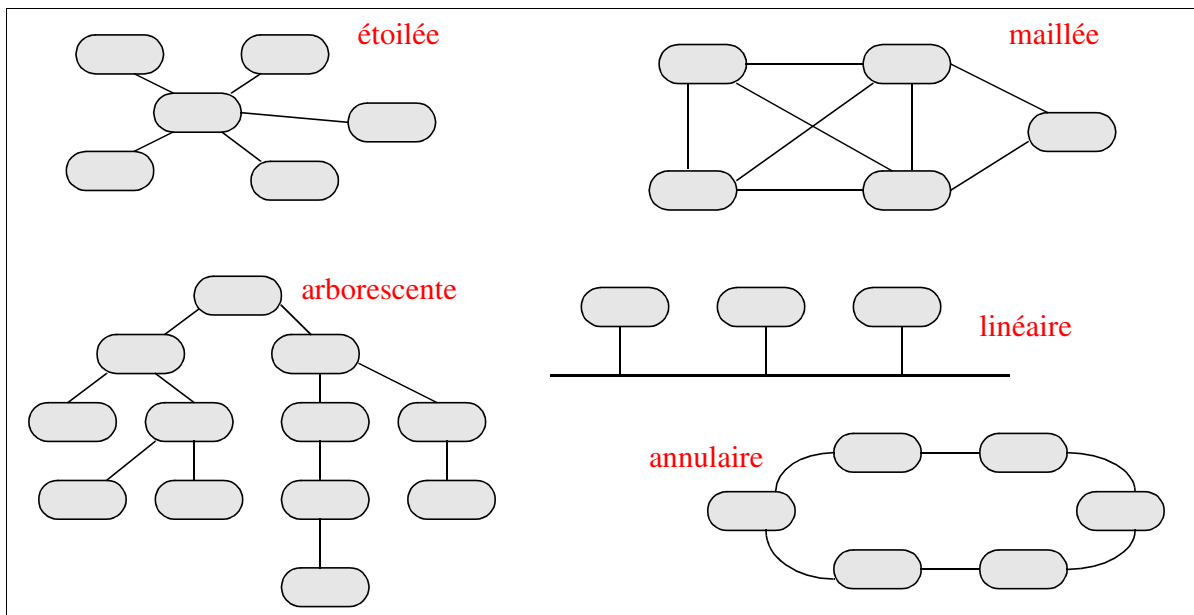
- Transmettre des données numériques entre équipements informatiques

### 2.2. La structuration physique

- Trois types d'éléments :
  - les supports de communication (câble, fibre optique, liaison radio, etc.)
  - les équipements d'interconnexion (noeud, routeur, pont, passerelle, etc.)
  - les équipements terminaux (ordinateur, station de travail, serveur, périphérique, etc.)



### 2.3. Quelques topologies d'interconnexion



Toutes les combinaisons sont possibles !

Quelques critères de sélection des topologies : fiabilité, simplicité, évolutivité, etc.

### 3. Les supports de communication

Trois types d'agents de communication (physique) :

- l'électron
- les ondes électromagnétiques
- le photon

Deux grandes classes de supports de transmission :

- les **supports à guide physique**
  - . les paires torsadées, les câbles coaxiaux, les fibres optiques, etc.
- les **supports sans guide physique**
  - . les ondes hertziennes, radio-électriques, ultraviolettes, lumineuses, infrarouge, ...

Les supports :

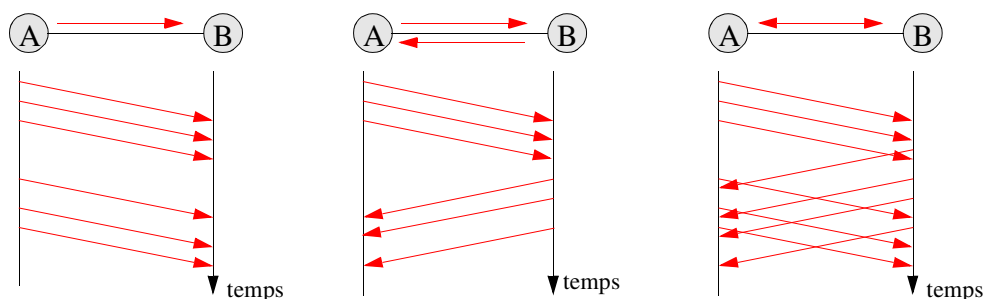
- la paire métallique
- le câble coaxial
- la fibre optique
- les liaisons radio (faisceaux hertziens et autres)

### 4. Caractéristiques de la liaison

Une liaison est une vision logique utilisant un ou plusieurs supports de communication. On veut souvent communiquer dans les deux sens.

#### 4.1. Type de communication de la liaison

- unidirectionnelle ("simplex")
- bidirectionnelle à l'alternat ("half duplex")
- bidirectionnelle ("full duplex")

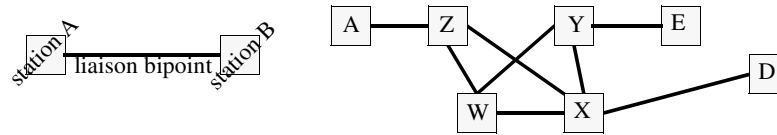


La plupart des liaisons utilisent deux supports de communication : un dans chaque sens, chacun des supports étant utilisé unidirectionnellement (par exemple : 2 paires métalliques).

## 4.2. Le mode de communication de la liaison

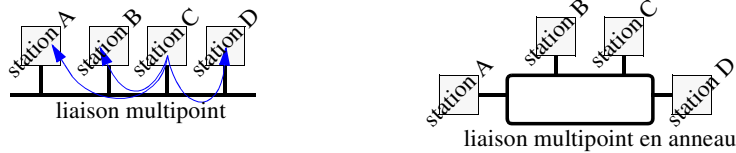
**Mode point-à-point (bi-point)** : les deux équipements sont interconnectés directement via une même et unique liaison.

- l'interconnexion de plus de deux équipements nécessite des équipements intermédiaires



**Mode multipoint** : plusieurs équipements sont interconnectés directement via une même et unique liaison

- les informations envoyées par un équipement sont reçues par tous les autres équipements
- conflit d'accès au support, identification du destinataire
- exemple : les réseaux locaux



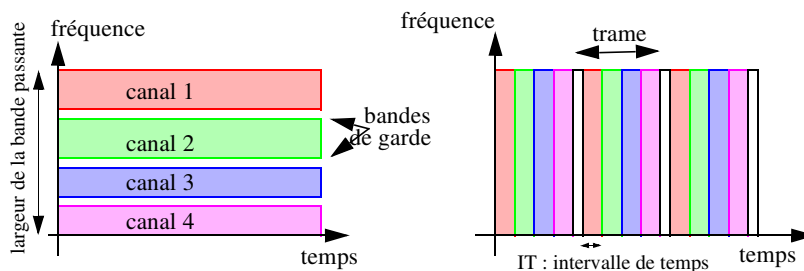
## 4.3. Multiplexage d'une liaison

### 4.3.1 Efficacité :

- Partage d'une même liaison entre plusieurs canaux simultanés.

Deux types de multiplexage :

- **Fréquentiel** (FDMA : "Frequency division multiple access") :
  - . répartition en fréquence,
  - . adapté aux transmissions analogiques.
- **Temporel** (TDMA : "Time division multiple access") :
  - . répartition en temps,
  - . plus souple/adaptatif,
  - . plus adapté aux transmissions numériques.



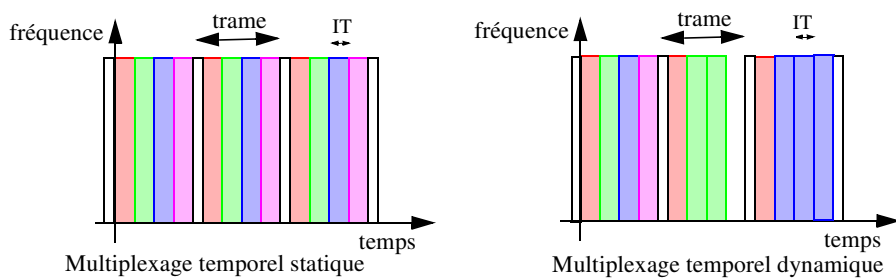
### 4.3.2 Les deux types de multiplexage temporel

#### - Statique

- . l'accès au canal est réservé, périodique.
- . un intervalle de temps (IT) est implicitement et périodiquement réservé pour chaque canal. Les IT non-utilisés sont perdus.
- . une trame est formée d'IT. Un IT au moins pour chacun des canaux.
- . ex : MIC (modulation par impulsions codées)
  - . une trame de 30+2 octets toutes les 125  $\mu$ s, l'IT est égal à un octet
  - . un canal = 1 octet toutes les 125  $\mu$ s  $\Rightarrow$  64 Kbit/s

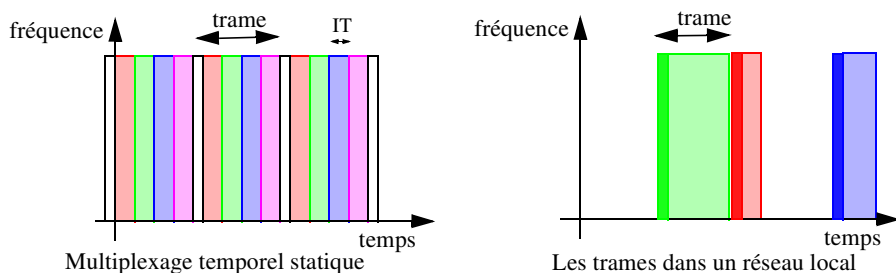
#### - Dynamique

- . le multiplexage est adaptatif,
- . le nombre d'IT attribués à un canal dépend du besoin (il peut être nul)



### 4.3.3 Le multiplexage temporel dynamique

- Le nombre d'IT attribués à un canal dépend du besoin
- L'identification de l'attribution de l'IT à un canal est souvent explicite.
  - . surcoût dû aux informations de contrôle
  - . complexité dû au traitement des demandes
- Si on augmente encore la souplesse dans la gestion du multiplexage temporel
  - la longueur de la trame est variable
  - la liaison est multipoint
    - . le nombre d'équipements interconnectés est supérieur à 2
  - $\Rightarrow$  Méthode d'accès au réseau local, par ex. Ethernet.
    - . sans pré-réservation : **risque de collisions !**



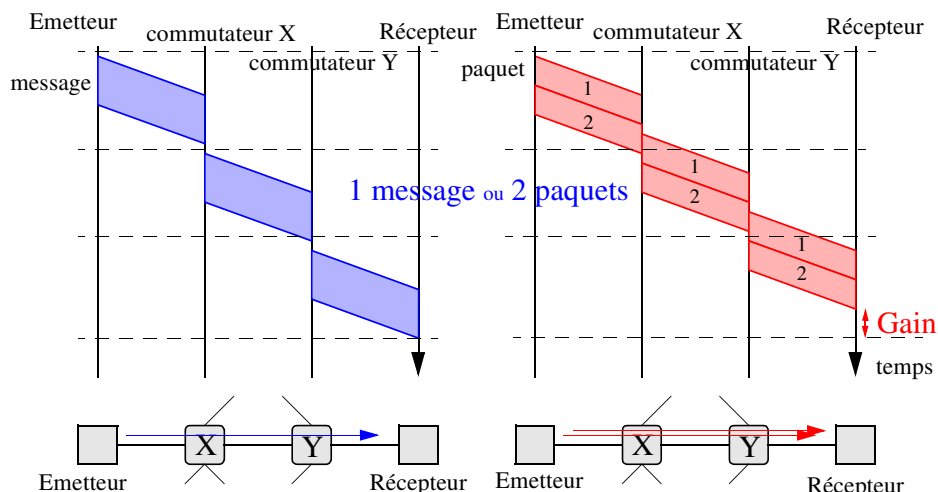
#### 4.4. Techniques de commutation

La commutation est nécessaire lorsqu'une communication emprunte successivement plusieurs liaisons. Les équipements intermédiaires associent une liaison (entrante) à une autre liaison (sortante) parmi celles disponibles.

Trois grandes techniques de commutation (définies par l'unité de commutation) :

- **Commutation de circuits** (procédé analogique) :
  - . l'ensemble des liaisons (le circuit) utilisées pour une communication est réservé à cette communication pendant toute sa durée.
  - . indépendance vis-à-vis de la technique de modulation.
- **Commutation de messages** (procédé numérique) :
  - . la communication est constituée de messages. Une liaison n'est utilisée par une communication que pendant les périodes de transmission de ses messages. D'autres messages appartenant à d'autres communications peuvent utiliser les mêmes liaisons lors de cette communication.
- **Commutation de paquets** (procédé numérique) :
  - . même principe.
  - . cependant les messages sont constitués d'une succession de paquets dont la taille est parfaitement adaptée à la transmission.

- **Optimisation** :
  - . parallélisation du traitement grâce aux différents équipements intermédiaires
  - . dépend du nombre d'équipements intermédiaires



## 5. Grandeurs caractéristiques

### 5.1. Débit

Unité : bit/s

Débit nominal : vitesse de transmission du support (débit brut)

- exemple : Ethernet à 100 Mbit/s

Débit utile : débit nominal moins le débit affecté au contrôle de la liaison

- exemple : une trame Ethernet de 64 octets possédant un entête de 18 octets est émise à 100 MBit/s, le débit utile sera de  $(64-18)/64 * 100 \text{ Mbit/s} = 71,875 \text{ Mbit/s}$

Evolution : Mbit/s => Gbit/s

Exemples :

- RTC (+modem) : 56 Kbit/s, jusqu'à 8 Mbit/s (ADSL) => 20 Mbit/s (avec ADSL2+)
- Ethernet : 10, 100 Mbit/s, 1 GBit/s => 10 Gbit/s
- ATM : 25, 155, 620 Mbit/s => 2,5 Gbit/s

### 5.2. Délai

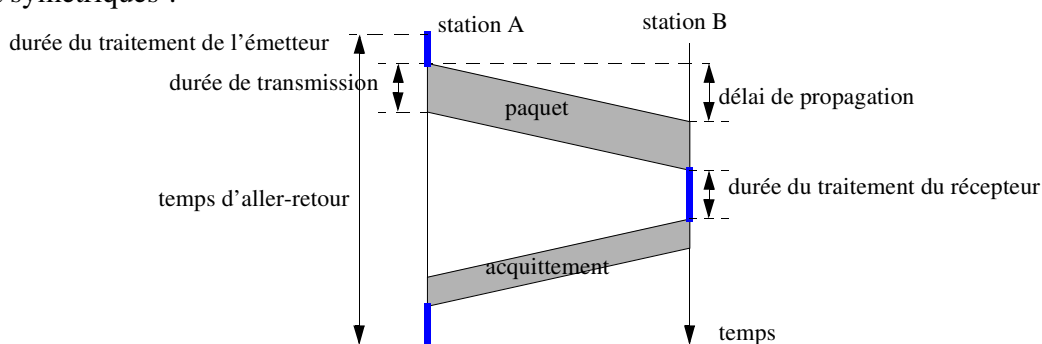
Unité : s

Délai de propagation ( $D_p$ ): éloignement ( $L$ ), délai dûs aux équipements intermédiaires ( $D_i$ ), vitesse de propagation ( $V$ )

Durée de transmission ( $D_t$ ): quantité de données ( $Q$ ), débit ( $D$ )

$$D_p = L/V + \sum_{i \in N} D_i \quad ; \quad D_t = Q/D$$

Temps d'aller-retour = (transmission + propagation + traitements) \* 2, si les traitements et la liaison sont symétriques !



Exemples : moins d'1 ms sur les réseaux locaux, env. 100 ms sur les réseaux internationaux

### 5.3. Taux d'erreurs

#### BER ("Bit error rate")

- probabilité qu'un bit soit erroné pendant la transmission

Dépend de la qualité de la transmission, de la charge du réseau, etc.

Exemples :

- $10^{-3}$  = très mauvaise liaison
- $10^{-13}$  = réseau de faible étendue avec un support de très bonne qualité et un environnement contrôlé.

#### PER ("Packet error rate")

- probabilité qu'un paquet soit erroné lors de la transmission
- dépend du BER, de la longueur des paquets, de la forme des erreurs.

Autres taux d'erreurs :

- taux d'erreur du message (un message = plusieurs paquets)
- taux d'établissement de la connexion
- taux de disponibilité : MTBF ("Mean Time Between Failure")

### 5.4. Différents types de réseaux

Critères	Bus interne	Réseau local	Réseau d'interconnexion
Utilisation	personnelle (machine)	entreprise (bâtiment)	nationale (internationale)
Mode de commutation	sans	sans (sauf pont)	par paquets (équipements intermédiaires)
Type de transmission	parallèle	série	série
Etendue	10 m	1 km	10000 km
Débit	1 Tbit/s	10 Gbit/s	100 Mbit/s
Délai	1 ns	1 ms	100 ms
Taux d'erreurs (BER)	-	$10^{-12}$	$10^{-8}$

Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif, l'évolution des techniques les fait progresser tous les jours

Quelques acronymes : LAN, MAN & WAN ("Local, Metropolitan or Wide area networks").

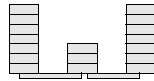


## 6. Le modèle de référence OSI de l'ISO

### 6.1. Présentation

Norme de description de l'architecture générale des réseaux informatiques:

- L'OSI = "Open Systems Interconnection : reference model".
- appelé le modèle en 7 couches.

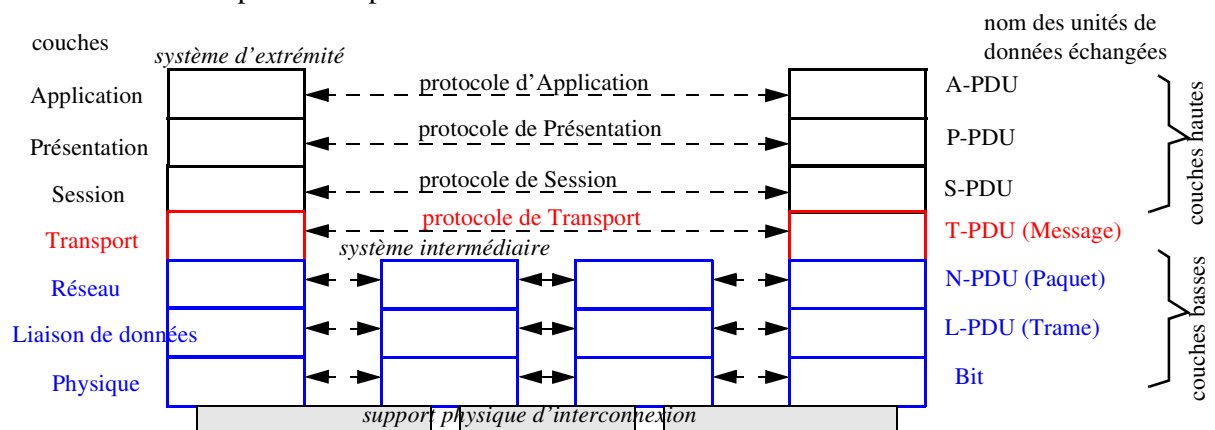


Les noms de la norme :

- ISO : IS 7498
- IUT-T (ex-CCITT) : X200
- AFNOR : NF.Z.70.001

### 6.2. Architecture générale du modèle OSI

Le modèle OSI possède sept couches



Le modèle décrit simplement ce que chaque couche doit réaliser (le service), les règles et le format des échanges (le protocole), mais pas leur implantation.

Notamment, les valeurs de certains paramètres ou certaines heuristiques sont pas déterminées :

- ex : valeur du MSS de TCP, variantes Reno ou Tahoe de TCP, nombre maximal de retransmission (peuvent parfois être modifiées par l'administrateur)
- cependant la plage des valeurs admissibles ou l'enveloppe du comportement le sont.

### 6.3. Les sept couches du modèle OSI

#### 6.3.1 La couche Physique (couche 1)

Fournit les moyens mécaniques, optiques, électroniques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des **connexions physiques** nécessaires à la transmission de trains de bits.

Note : les systèmes sont interconnectés réellement au moyen de supports physiques de communication. Ces derniers ne font pas partie de la couche Physique.

#### 6.3.2 La couche Liaison de données (couche 2)

Assure la transmission d'informations entre (2 ou plusieurs) systèmes immédiatement **adjacents**. Détecte et corrige, dans la mesure du possible, les erreurs issues de la couche inférieure. Les objets échangés sont souvent appelés **trames** ("frames").

#### 6.3.3 La couche Réseau (couche 3)

Achemine les informations à travers un **réseau** pouvant être constitué de systèmes intermédiaires (routeurs). Les objets échangés sont souvent appelés **paquets** ("packets").

#### 6.3.4 La couche Transport (couche 4)

Assure une transmission de **bout en bout** des données. Maintient une certaine qualité de la transmission, notamment vis-à-vis de la fiabilité et de l'optimisation de l'utilisation des ressources. Les objets échangés sont souvent appelés **messages** (de même pour les couches supérieures).

#### 6.3.5 La couche Session (couche 5)

Fournit aux entités coopérantes les moyens nécessaires pour **synchroniser** leurs dialogues, les interrompre ou les reprendre tout en assurant la cohérence des données échangées.

#### 6.3.6 La couche Présentation (couche 6)

Se charge de la **représentation** des informations que les entités s'échangent. Masque l'hétérogénéité de techniques de codage utilisées par les différents systèmes.

#### 6.3.7 La couche Application (couche 7)

Donne aux processus d'application les moyens d'accéder à l'environnement de communication de l'OSI. Comporte de nombreux protocoles **adaptés** aux différentes classes d'application.

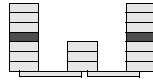
Note : les fonctionnalités locales des applications proprement dites sont hors du champ de l'OSI donc de la couche Application !

### 6.3.8 Conclusion

Notions présentées : couche, protocole, service.

Les trois premières couches constituent les **couches basses** où les contraintes du réseau sont perceptibles. Fonctions élémentaires spécialisées dans la transmission.

La couche Transport est une couche charnière, d'adaptation ou intermédiaire, associée le plus souvent aux couches basses.



Les trois dernières couches constituent les **couches hautes** où les contraintes de l'application sont perceptibles. Fonctions complexes et variables adaptées aux traitements applicatifs.

**Attention** : La norme stipule clairement qu'il s'agit d'un modèle de référence et par conséquent, suivant le contexte dans lequel on se trouve et les besoins de communication, certaines fonctionnalités de certaines couches peuvent ne pas être utilisées (protocoles alternatifs, classes de protocole, options, etc.).

## 7. Conclusion

Le but de la téléinformatique est de masquer les caractéristiques de la communication : la topologie, les équipements intermédiaires, les limitations des supports physiques, l'hétérogénéité des stations et celle des applications, etc.

La téléinformatique ne se limite pas uniquement aux caractéristiques physiques de la communication, elle propose des services de traitements répartis et de communication de données : fiabilité, cohérence, chiffrement (cryptage), authentification, intégrité, etc.

- Quelques problèmes à résoudre :
  - adaptation du signal au support
  - contrôle des erreurs de transmission
  - accès au support de communication
  - contrôle de flux
  - technique de routage
  - préservation de l'ordre
  - contrôle de congestion
  - représentation des informations
  - etc