

# Réseaux

## Compréhension de l'interconnexion des ordinateurs


Patrice Laurençot

# Déroulement du cours

Durée du cours : 11 semaines

- 7 semaines orientées cours
- 4 semaines de TD

L'ISIMA est devenue CNA ( Cisco Networking Academy)

 Permet une préparation à la certification concernant le réseau : CCNA

(certification reconnue par l'industrie)

2 Cours possibles :

CCNA exploration (connaissance plus approfondie)

CCNA discovery (connaissance de base)

-> 4 modules ( ccna1, ccna2, ccna3, ccna4)

# Plan général

1. Introduction et modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts  
( cours semaines 1 et 2, chapitre cisco 1)
2. Communications sur un médium (couches 1, 2, et MAC)  
( cours semaine 2 et 3, chapitre cisco 2)  
TP sur Ethernet ( TP semaine 4, chapitre cisco 3)
3. Service Réseau, Routage et Internet Protocol (IP)  
( cours semaine 5, chapitre cisco 4, 5)  
TP sur IP et routage-IP ( TP semaine 6, chapitre cisco 6)
4. Services Transport, TCP et UDP  
(cours semaine 7, chapitre cisco 7)  
TP sur TCP ( TP semaine 8, chapitre cisco 8)
5. Applications  
( cours semaine 9, chapitre cisco 9)  
TP sur DNS ( TP semaine 10, chapitre cisco 10)
6. Introduction à la sécurité  
( cours semaine 11, chapitre cisco 11)

# Introduction

# Pourquoi interconnecter des ordinateurs ?

Pour transférer des informations d'un système à un autre

## Pourquoi ce besoin de transfert ?

- parce que la création d'une information se fait sur un système, et son utilisation sur un autre ( ex : le web, le streaming, les flux RSS, les wikis ....)
- Pour partager l'information entre plusieurs personnes (blog, mail, jeux en réseau, communauté, ...)
- Pour communiquer rapidement entre différentes personnes (messagerie instantanée, Voix sur IP...)
- Pour travailler ensemble sur un problème (outil collaboratif,...)
- Et aussi parce qu'il est nécessaire de copier l'information par sécurité (réplication, haute disponibilité,...)
- ...

# Autres exemples de services réseau

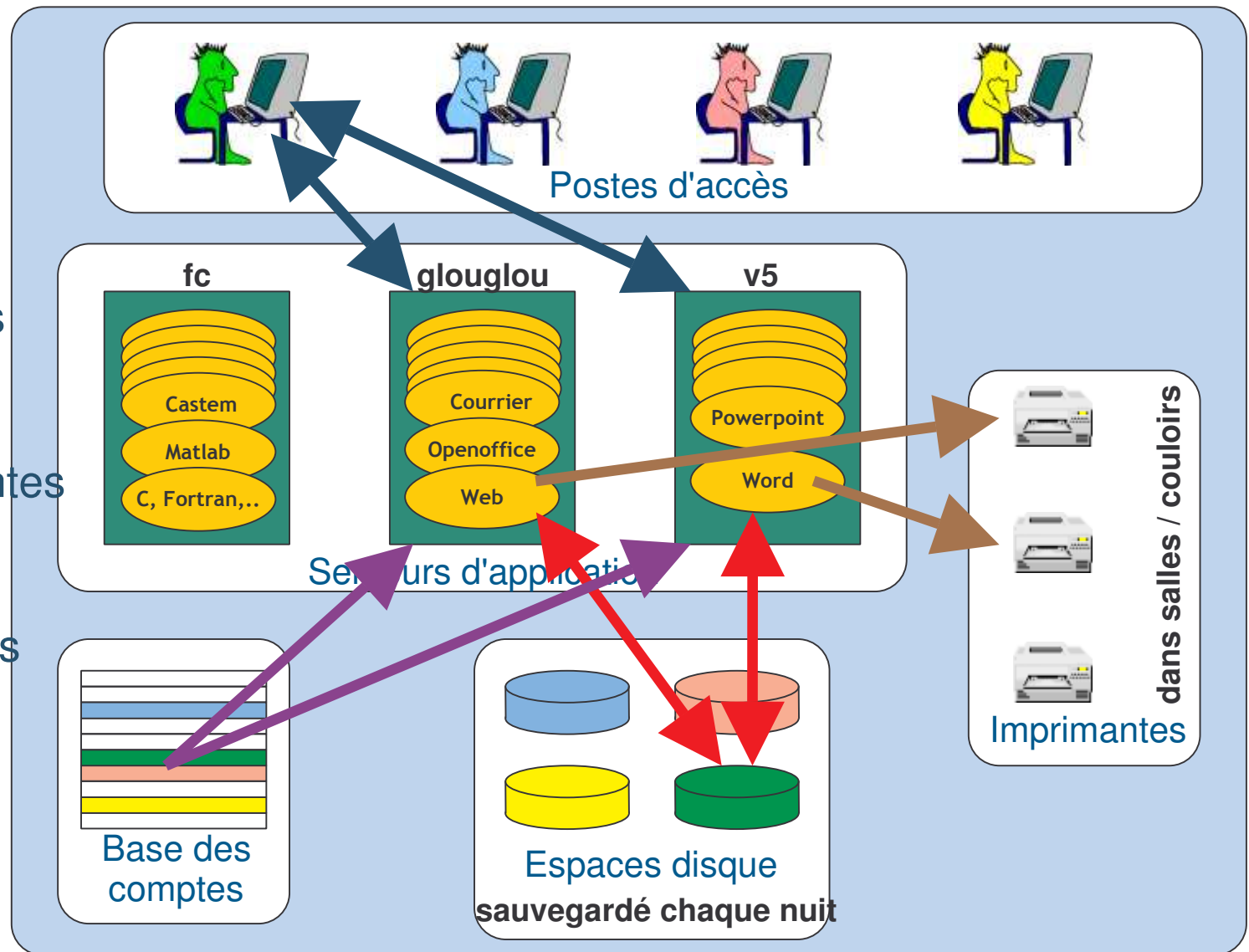
➡ Travail à distance

➡ Partage de disques

➡ Partage d'imprimantes

➡ Partage de comptes

Mail, Web



# Définitions (1)

## Téléinformatique

C'est l'ensemble des techniques permettant la transmission des données entre une source et un collecteur de données.

C'est l'art de réaliser une transmission de données qui soit la plus parfaite possible, avec des supports qui eux, ne le sont pas.

## Objectif

pouvoir faire dialoguer des systèmes distants

⇒ Nécessité d'un protocole de communication

Un protocole de communication est une description formelle d'un ensemble de règles et de conventions qui régissent un aspect particulier de la façon dont les équipements communiquent sur un réseau.

# Définitions (2)

## Connexion internet :

- une connexion physique
- une connexion logique ( protocole de communication)
- une application (navigateur web, mail, ftp,...)

## Les éléments d'une communication

- Une communication commence avec un message ou une information qui doit être envoyé vers un individu en utilisant différents méthodes de communication.

On a toujours : - une source (sender)

- un destinataire (receiver)
- un canal de transmission



# Historique Rapide

1844 : Télégraphe (Morse)

1876 : Téléphone (Bell)

1920 : Radio AM

1945 : Ordinateur : EDVAC

1950 : Invention circuit imprimé

1956 : Liaison transatlantique stable

1957 : Création du réseau ARPA (DoD)

1962 : Liaison satellite (Telstar 1)

1964 : Transmission de données sur RTC

1969 : Réseau ARPANET

1970 : Alohanet développé à Hawaï

1973 : Définition de TCP/IP

1975 : développement BBS par RTC

1981 : terme Internet

1982 : modèle OSI

1984 : Messagerie X400

1988 : Numéris, RNIS

1991 : apparition de www

1993 : Navigateur mosaïc

1995 : ATM, Démocratisation GSM

1999 : WAP

2005 : UMTS alias 3G, VoIP

2008 : Wimax

2011 ? : 4G (LTE)

# Quelques problèmes



La transmission du signal de médium en médium

- changement de médium (fibre optique ↔ câble métallique, air ↔ câble)
- perturbation du signal transmis
- atténuation du signal



Trouver le système destinataire et acheminer les données

- désignation des systèmes, routage de médium en médium



Le codage des chaînes de bits transmises

- l'information codée par un algorithme en un signal doit être décodée par l'algorithme inverse - et il existe beaucoup d'algorithmes de codage/décodage



La livraison de l'information transmise au bon processus

- protection de l'information, protection des processus



L'interprétation des chaînes de bits transmises

- un entier est-il sur 16 ou 32 bits ?

et de nombreux autres problèmes ...

# Les types de solution

## Solutions privées

- pour un problème
- par un utilisateur

- bien adaptées à la date de réalisation
- évolution difficile et onéreuse
- rarement compatible avec d'autres solutions

## Solutions propriétaires

- licence fournisseur

- bien adaptées à un type de systèmes
- licence parfois onéreuse
- maintenance, évolution
- incompatible avec d'autres solutions  
⇒ capture des clients

## Solutions publiques





- tout type de systèmes
- conception publique ⇒ qualité
- concurrence de développement

# Organismes de normalisation

<b>ISO</b>	International Standard Organisation membres : ANSI, AFNOR, BSI...	<a href="http://www.iso.ch">www.iso.ch</a>
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission	<a href="http://www.iec.ch">www.iec.ch</a>
<b>ITU</b>	International Telecommunication Union	<a href="http://www.itu.int">www.itu.int</a>
<b>CENELEC</b>	Comité Européen pour la Normalisation en ELECTrotechnique	<a href="http://www.cenelec.org">www.cenelec.org</a>
<b>ECMA</b>	European Computer Manufacturers Association	<a href="http://www.ecma.ch">www.ecma.ch</a>
<b>EIA</b>	Electronic Industries Alliance	<a href="http://www.eia.org">www.eia.org</a>
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers	<a href="http://www.ieee.org">www.ieee.org</a>
<b>IETF</b>	Internet Engineering Task Force	<a href="http://www.ietf.org">www.ietf.org</a>
<b>W3C</b>	World Wide Web Consortium	<a href="http://www.w3.org">www.w3.org</a>

RFC traduites en français : [abcdrfc.free.fr](http://abcdrfc.free.fr)

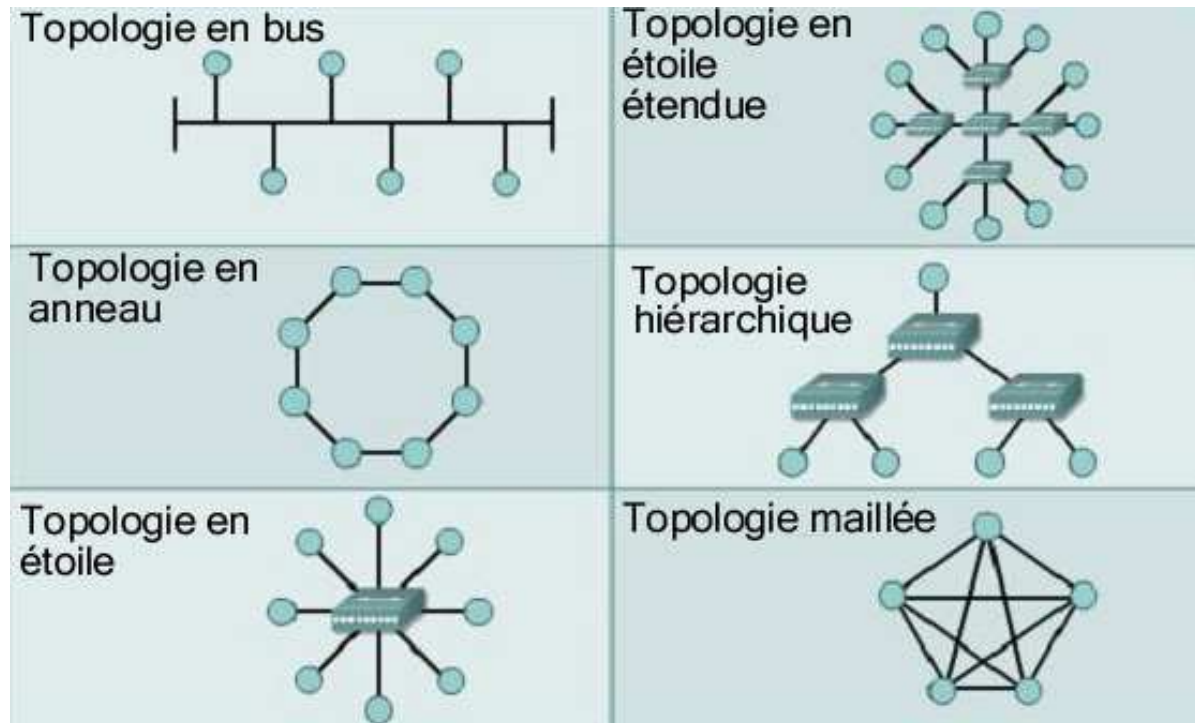
# La standardisation

-  La communication dans un réseau suit des règles prédéfinies : **le protocole de communication**
-  Chaque protocole de communication est implémenté dans les couches logicielles ou matérielles du système qui devra l'utiliser
-  Un protocole de communication décrit:
  - le format et la structure d'un message
  - le(s) moyen(s) à utiliser pour faire passer un message de la source vers la destination
  - Quand et comment sont passés les erreurs et les messages de contrôle entre les différentes entités
  - Comment commence et se termine une communication
-  Un protocole de communication peut être utilisé par tout le monde de la même façon s'il est standardisé

# Vocabulaire

# Vocabulaire (1)

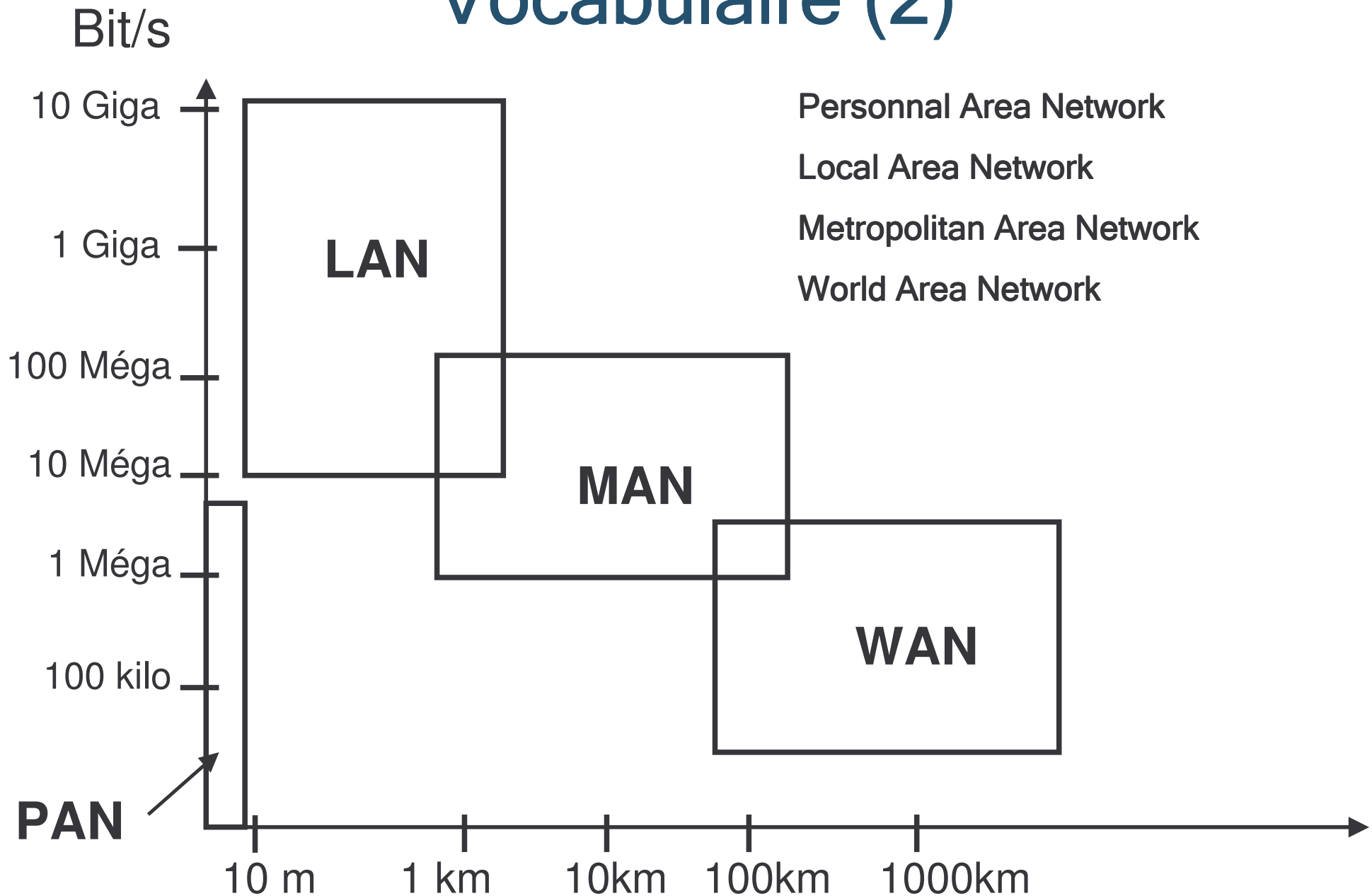
## Topologie physique



## Méthodes d'accès aussi appelées Topologie logique

- Passage de jeton ( token)
- Diffusion (broadcast)

# Vocabulaire (2)





# Réseaux locaux (LAN)

## Les réseaux locaux (LAN) sont conçus pour :

- Fonctionner dans une région géographique limitée
- Relier physiquement des équipements adjacents
- Permettre des accès multiples aux média à large bande
- Assurer un contrôle privé du réseau sous administration locale

## Avec les équipements suivants :



Repéteur



HUB



Commutateur



Pont



Routeur

## Quelques protocoles courants :

Ethernet (10 MB, 100MB, Gigabit), FDDI, Token Ring, Wifi ...

# Réseaux MAN et SAN

## Réseaux MAN

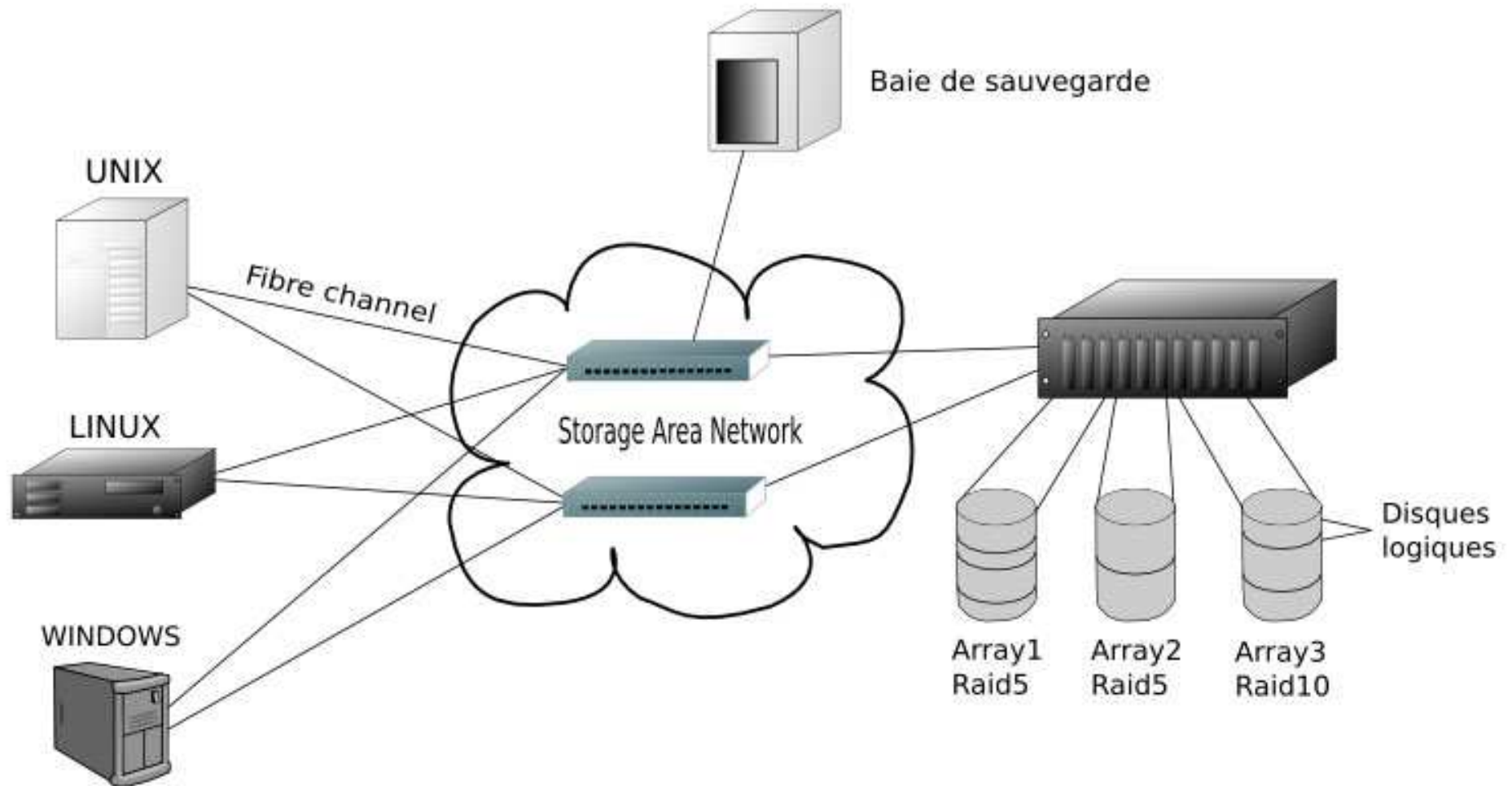
But : Relier au moins deux réseaux LAN

Zone géographique moyennement étendue

## Réseaux SAN

- Stockage Area Network
- Réseau Haut débit pour le stockage (sauvegarde) des données
- Caractéristique :
  - Performant (haut débit)
  - Disponible (tolérant aux fautes)
  - Evolutif

# Réseau SAN



# Réseaux WAN

## Les réseaux WAN sont conçus pour :

- Fonctionner sur une vaste région géographique
- Relier des équipements dispersés à une échelle planétaire
- Permettre l'accès par des interfaces série plus lente
- Assurer une connectivité continue ou intermittente

## Avec les équipements suivants :



Routeur



Serveur de commutation



Modem CSU/DSU ou TA/NT1

## Quelques technologies courantes :

RNIS, Frame Relay, xDSL, Sonet, SDH, ATM, ...

# Les réseaux VPN

## VPN : Réseau Privé Virtuel

- Réalisation d'un tunnel sécurisé entre un PC et un serveur VPN sur internet.
- Les données sont cryptées sur cette communication point à point

## -Terminologie :

- VPN d'accès : du particulier vers son entreprise par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique, de l'ADSL, du RNIS.
- VPN intranet : d'une agence vers le site central par l'intermédiaire de lignes séries ( possibilité d'accéder à l'intranet de l'entreprise)
- VPN extranet : d'un fournisseur vers le site central par l'intermédiaire de lignes séries.

# Attention !!!

- 3 termes proches :

- **Intranet** : terme utilisé pour qualifier le réseau interne à l'entreprise et qui ne peut être accessible que par les machines appartenant à l'entreprise
- **Internet** : réseau de réseaux, c'est la jonction entre tous les réseaux LAN, WAN du monde
- **Ethernet** : protocole de niveau 2 permettant de faire transiter des données (actuellement le plus utilisé)

# Les modèles de référence

# Le modèle de référence (1)

## Modèle de référence pour l'interconnexion de systèmes ouverts (*Open System Interconnection Reference Model*)

- modèle fondé sur un principe énoncé par Jules César:  
*"Diviser pour mieux régner"*
- le principe de base est la description des réseaux sous forme d'un ensemble de couches superposées les unes aux autres
- l'étude du tout est réduit à celle de ses parties, l'ensemble est donc plus facile à manipuler

### Règles:

- Créer une couche chaque fois qu'une fonction particulière est mise en jeu
- Ne pas créer plus de couches que nécessaire, ce qui conduit à regrouper les fonctions similaires dans la même couche



# Le modèle de référence (2)

## Avantages :

- il réduit la complexité
- il uniformise les interfaces
- il facilite la conception modulaire
- il assure l'interopérabilité de la technologie
- il accélère l'évolution
- il simplifie l'enseignement et l'acquisition des connaissances

## D'où

- Les modifications apportées à une couche n'affectent pas les autres couches.
- Il uniformise les éléments du réseau afin de permettre le développement et le soutien multiconstructeur.

# Les couches de l'OSI (1)

7	Application <i>Application</i>	échanges de données d'application (selon l'application)
6	Présentation <i>Presentation</i>	mise en forme des données pour la transmission
5	Session <i>Session</i>	synchronisation de processus
4	Transport <i>Transport</i>	transfert de blocs d'octets entre processus
3	Réseau <i>Network</i>	transfert de blocs d'octets entre systèmes (pas forcément raccordés au même médium)
2	Liaison de données <i>Data Link</i>	transfert fiable de blocs d'octets entre systèmes raccordés au même médium
1	Physique <i>Physical</i>	transfert de bits entre systèmes raccordés au même médium

# Les couches de l'OSI (1 bis)

7	Application <i>Application</i>	échanges de données d'application (selon l'application)
6	Présentation <i>Presentation</i>	mise en forme des données pour la transmission
5	Session <i>Session</i>	synchronisation de processus
4	Transport <i>Transport</i>	transfert de blocs d'octets entre processus
3	Réseau <i>Network</i>	transfert de blocs d'octets entre systèmes (pas forcément raccordés au même médium)
LLC	Contrôle de lien logique <i>Logical Link Control</i>	transfert fiable de blocs d'octets entre systèmes raccordés au même médium
MAC	Contrôle d'accès au médium <i>Medium Access Control</i>	transfert de bits entre systèmes raccordés au même médium, avec contrôle du droit d'émission
1	Physique <i>Physical</i>	transfert de bits entre systèmes raccordés au même médium

# La couche 1 de l'OSI

## Couche Physique

Description des moyens physiques de transmission (spécification des connecteurs, des tensions,...)

Transmission de blocs de bits codés en signaux physiques sur un médium

Notion de bande passante { analogique ( Hz)  
numérique ou « débit » (b/s)

débit idéal > débit réel

car

- topologie du réseau
- nb d'utilisateurs sur le réseau
- équipements d'inter-réseau
- conditions d'alimentation, ...

*Équipement utilisé* : Répéteur, concentrateur actif ou passif (HUB),  
modem (téléphonique, DSL, câble), cartes réseaux

↙ connexion permanente

# La couche 2 de l'OSI

## Couche Liaison de Données

Transfert de blocs d'octets entre 2 systèmes raccordés au même médium, dans des trames

Transfert dans le bon ordre et sans multiplication

Détection/ Correction d'erreurs

Régulation de flux

*Équipement utilisé* : Pont, Commutateur (Switch)

Carte NIC - Network Interface Card - (carte réseau)

- choix selon : { type de média connecté (cuivre, fibre optique, sans fil)  
protocole utilisé  
type de bus interne au système (ISA, PCI)

# La couche 3 et 4 de l'OSI

## Couche Réseau

Transfert de blocs d'octets de médium en médium, par l'intermédiaire de routeurs, dans des paquets

Calcul de route(s)

Contrôle de flux, gestion des ressources du réseau

Problème d'interconnexion des réseaux

Appellation (adressage logique)

*Equipement utilisé* : routeur

## Couche Transport

Transmission de blocs d'octets entre processus, dans des segments

Contrôle des pertes et duplications de segments, ainsi que de l'ordre de livraison des blocs d'octets

# Les couches 5, 6 ET 7 de l'OSI

## Couche Session

Organisation des échanges  
Définition de points de reprise

## Couche Présentation

Mise en forme des données d'application, pour tenir compte des différences de codage des systèmes  
Cryptage (si nécessaire)

## Couches Application

Services aux utilisateurs : Web, FTP, messagerie, ...  
Supervision de processus industriels  
Télé-travail,....

# Les couches de TCP/IP

Application	échanges de données d'application (selon l'application) mise en forme de données échangées synchronisation de processus distants
Transport	transfert de blocs d'octets entre processus
Internet	transfert de blocs d'octets entre systèmes distants (pas forcément raccordés au même médium)
Accès Réseau	transfert fiable de blocs d'octets entre systèmes raccordés au même médium



# Le modèle de solution

## selon le concept utilisateur-fournisseur

chaque couche fournit un Service à la couche supérieure  
elle est fournisseur pour les couches supérieures

chaque couche utilise le Service d'une couche inférieure  
elle est utilisateur d'une ou plusieurs couches inférieures

la manière selon laquelle fonctionne une couche (comment est réalisé le Service)  
peut être ignorée de ses utilisateurs

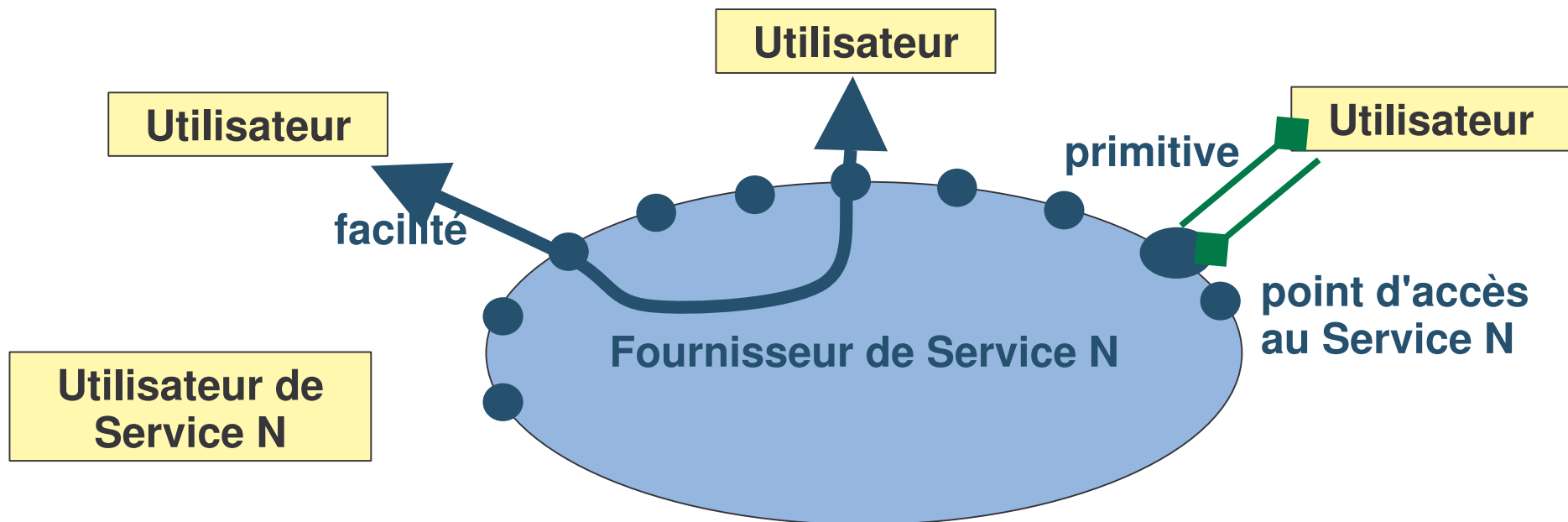
## les conséquences

différentiation entre

- comment utiliser le Service, connu des utilisateurs et du fournisseur
  - comment fonctionne le fournisseur de Service, connu du seul fournisseur
- simplification de conception et de réalisation des solutions

# Service - schéma de principe

- Le fournisseur fournit à ses utilisateurs un **Service**, qui se décline en **facilités**
- Le fournisseur et ses utilisateurs interagissent en des **points d'accès au Service**
- Les interactions entre le fournisseur et ses utilisateurs sont appelées **primitives**, et comportent des **paramètres**



# Service - Primitives

## Enchaînements

- |   |              |
|---|--------------|
| 1 - l'expéditeur dépose la lettre dans la boîte de La Poste                       | demande      |
| 2 - La Poste dépose la lettre dans la boîte du destinataire                       | indication   |
|   |              |
| 1 - l'expéditeur dépose la lettre et le formulaire au guichet de La Poste         | demande      |
| 2 - La Poste remet la lettre et le formulaire au destinataire                     | indication   |
| 3 - le destinataire remet le formulaire signé à La Poste                          | réponse      |
| 4 - La Poste dépose le formulaire signé dans la boîte aux lettres de l'expéditeur | confirmation |

## Quelles primitives ?

- 4 types de primitives : demande, indication, réponse, confirmation  
*(request, indication, response, confirmation)*
- toujours dans cet ordre

# Protocole

## le fournisseur est réparti dans plusieurs systèmes

une entité du fournisseur dans chaque système participant  
désignée par son **appellation** (unique dans l'univers du fournisseur)

## le Protocole spécifie le fonctionnement d'un fournisseur

les actions des entités impliquées dans la réalisation de chaque facilité,  
les interactions entre elles

## le Protocole spécifie ce que se transmettent les entités du fournisseur

quelles informations ? (en plus des informations passées par les utilisateurs)

- informations des utilisateurs
- informations de contrôle d'acheminement, de statistiques, ...

sous quelle forme ?

- codage, structure des informations ...

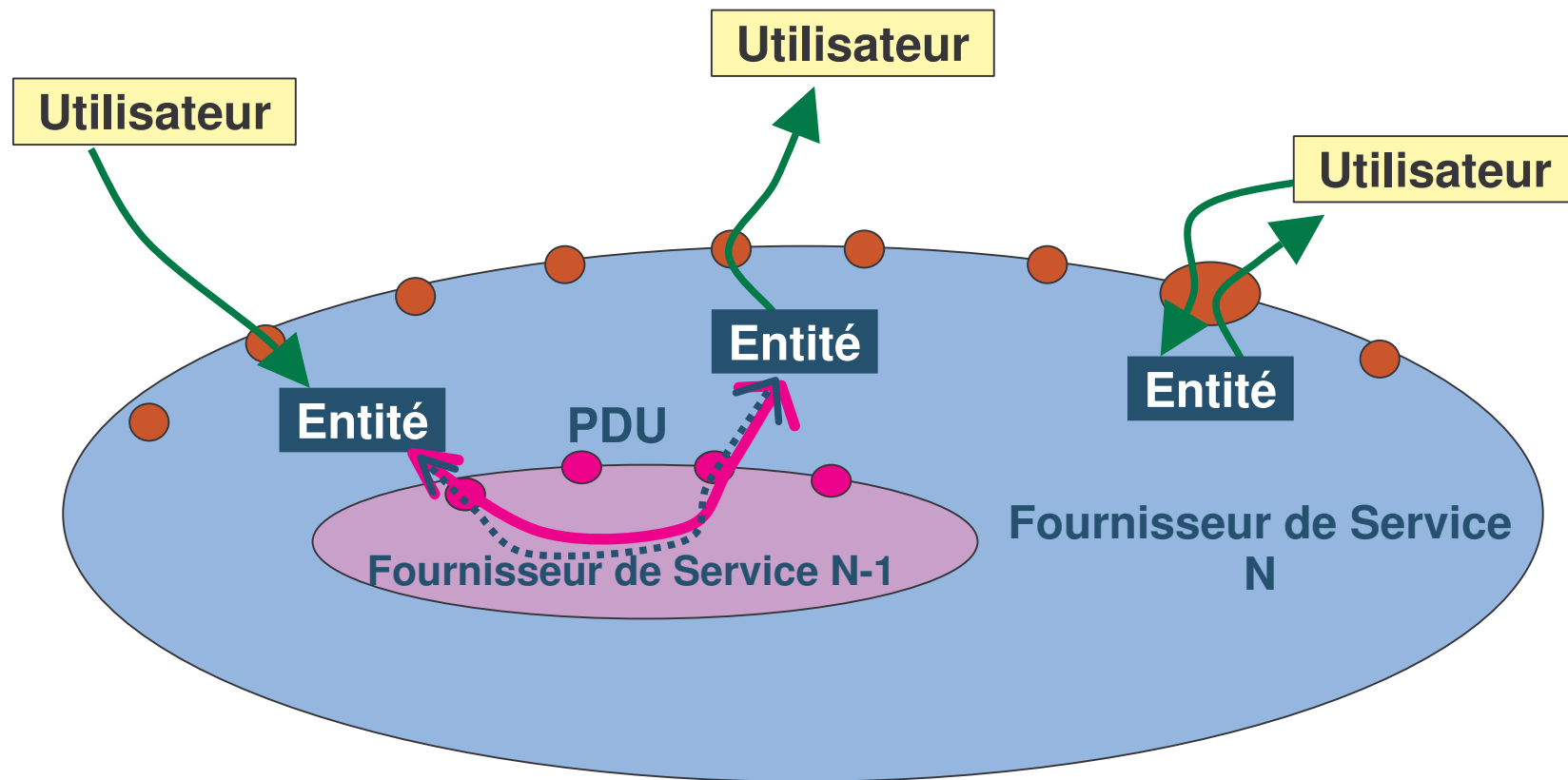
par quel moyen ?

- quel(s) fournisseur(s) ?
- les entités du fournisseur sont utilisateurs du service fourni par le fournisseur support

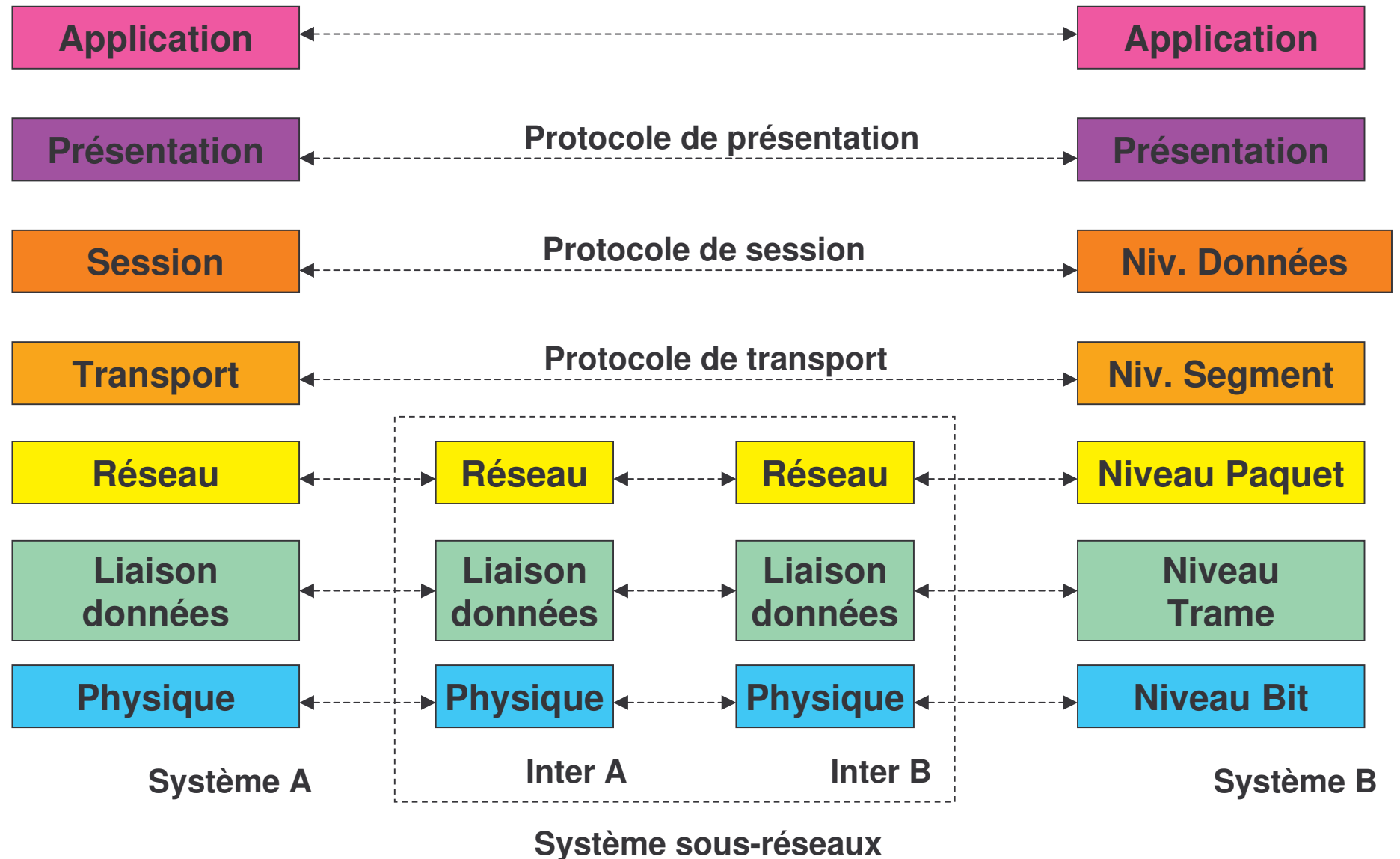
# Protocole - schéma

les entités du fournisseur de Service N utilisent le Service N-1, pour la transmission des PDU-N entre elles

les PDU du Service N sont transportées dans des PDU du Service N-1



# Les couches de l'OSI



# L'architecture - principe

Chaque couche (sauf la couche physique) utilise le service de la couche immédiatement inférieure.

## Les conséquences

le service de niveau N-1, utilisé par la couche de niveau N n'est pas visible des utilisateurs du service N

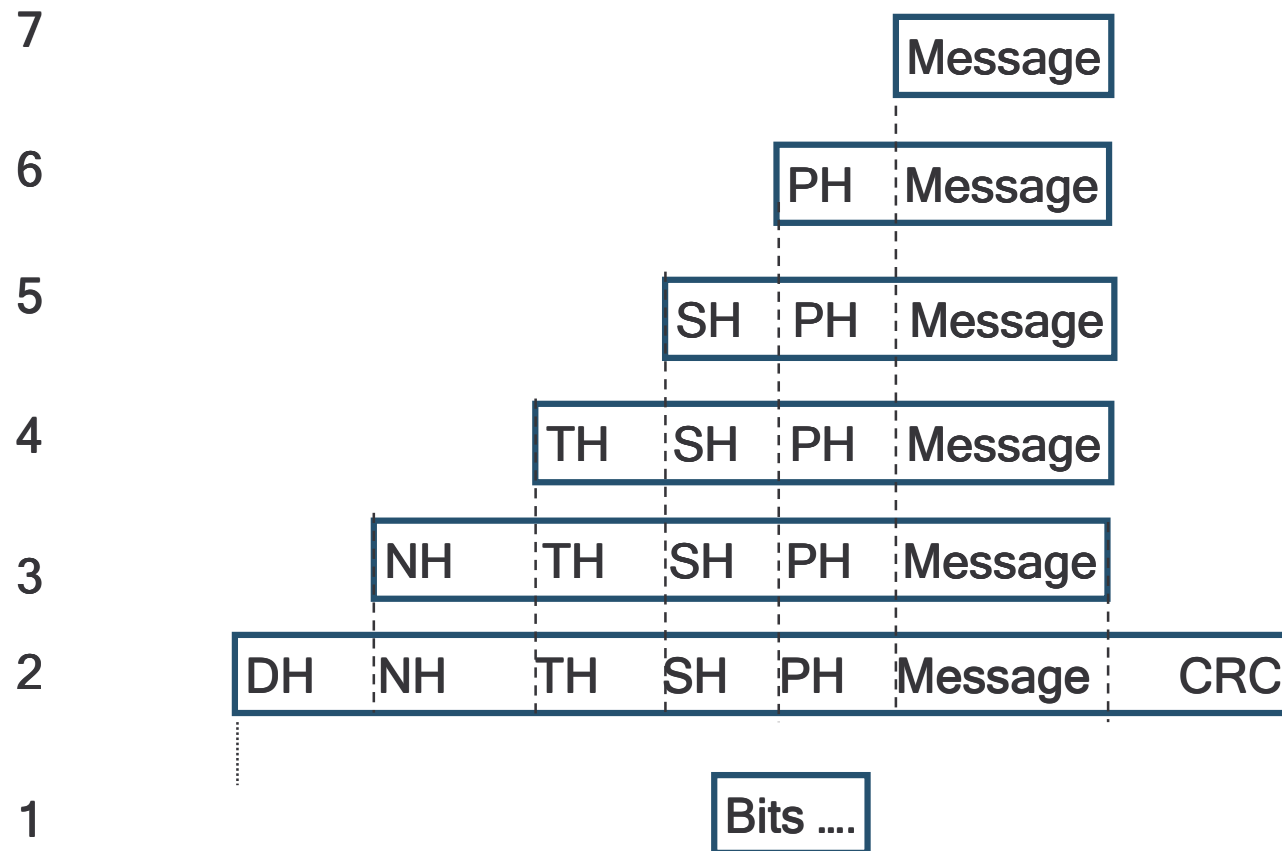
les PDU du protocole de niveau N que les entités du fournisseur de service de niveau N ont à se transmettre sont encapsulées dans les PDU de niveau N-1

PDU de niveau N-1

PDU de niveau N

# L'encapsulation

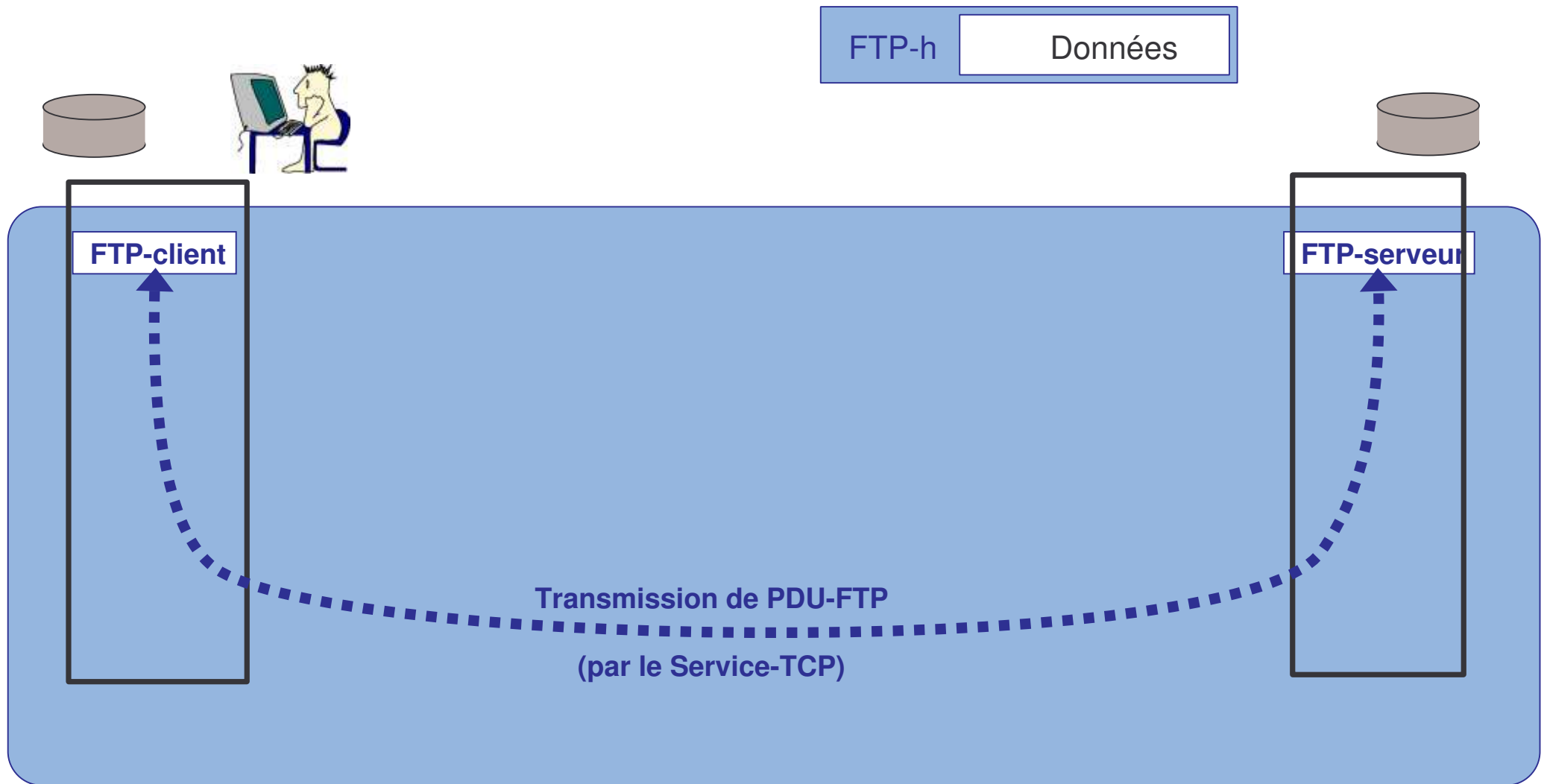
H=header  
CRC= code correcteur



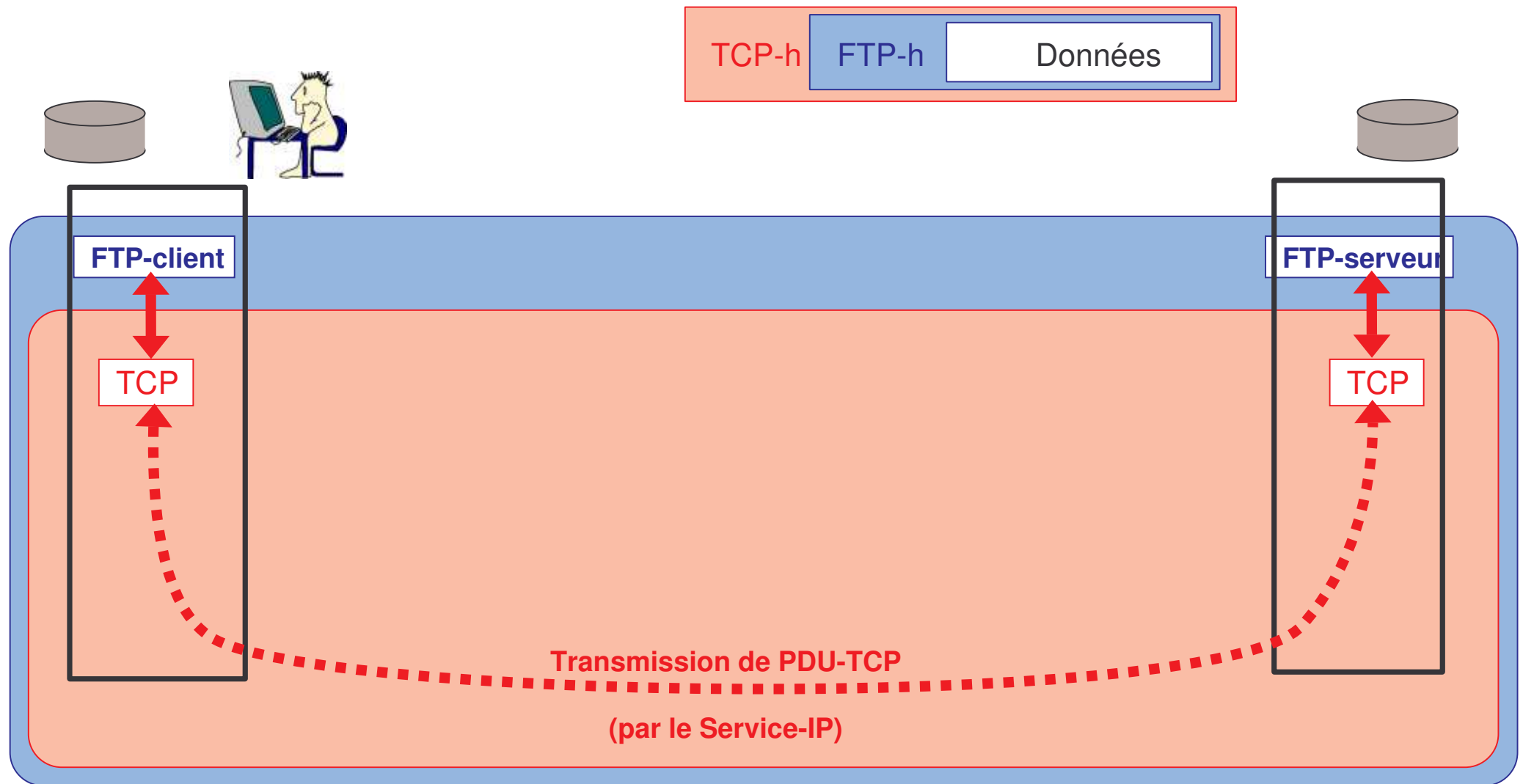


# Application du modèle de référence sur FTP

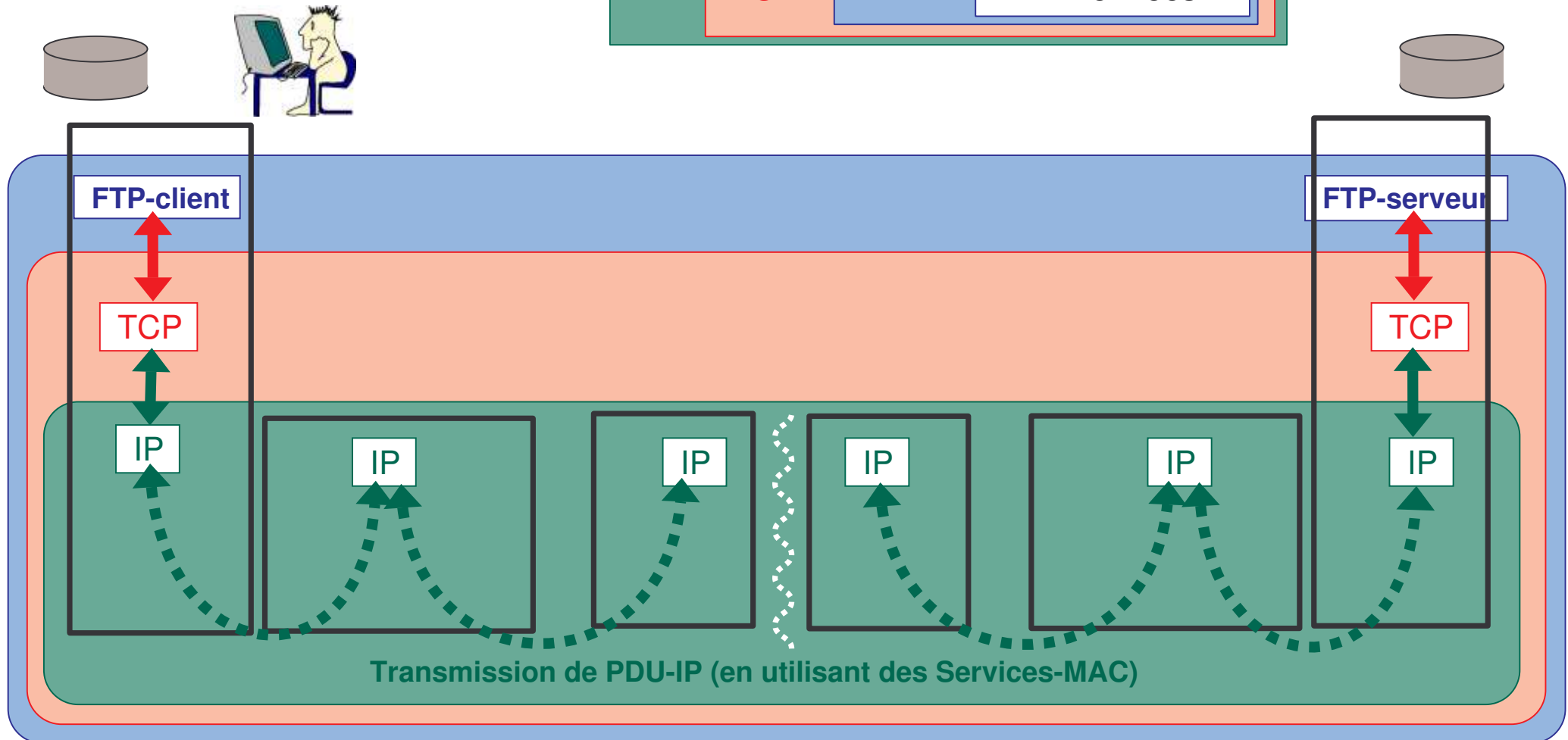
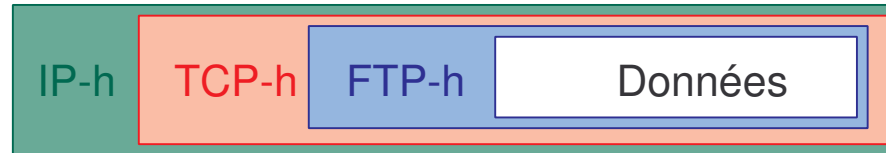
Les entités-FTP réalisent chaque facilité demandée, en coopérant par la transmission de PDU-FTP



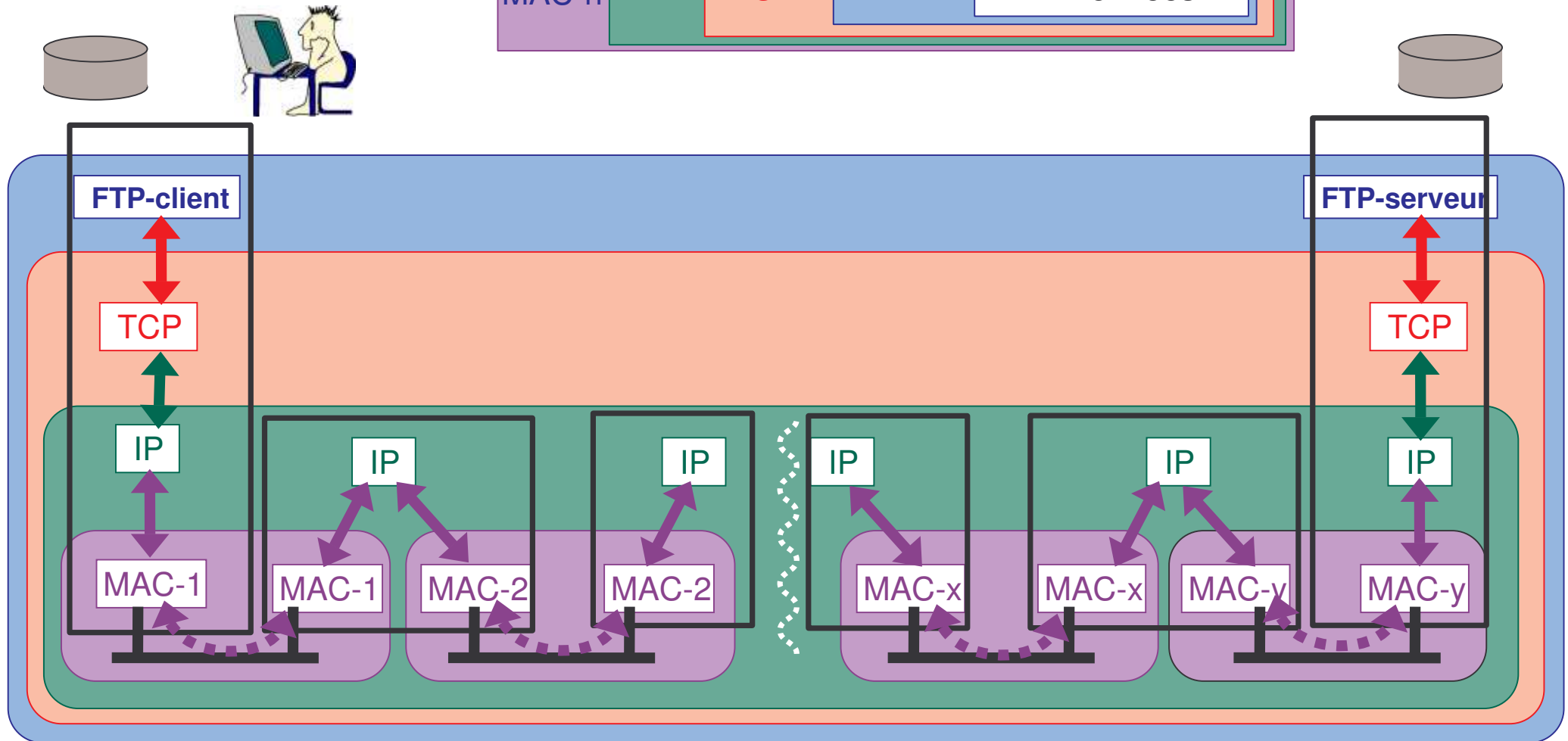
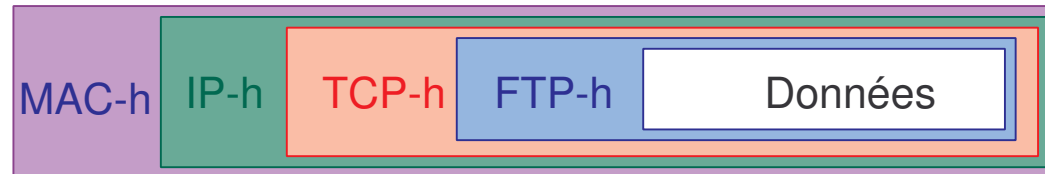
# Les entités-TCP réalisent la transmission des PDU-FTP, en coopérant par la transmission de PDU-TCP



Les entités-IP réalisent la transmission des PDU-TCP, en  
coopérant par la transmission de PDU-IP  
La transmission est effectuée en plusieurs étapes



Dans chaque couche-MAC, les entités-MAC réalisent la transmission des PDU-IP, en coopérant par la transmission de PDU-MAC par le médium



# Partage de disques - NFS

