Le Réseau

Comprendre les principes de bases d'Internet

Comment fonctionne un réseau informatique

P. Laurençot

Pourquoi interconnecter des ordinateurs ?

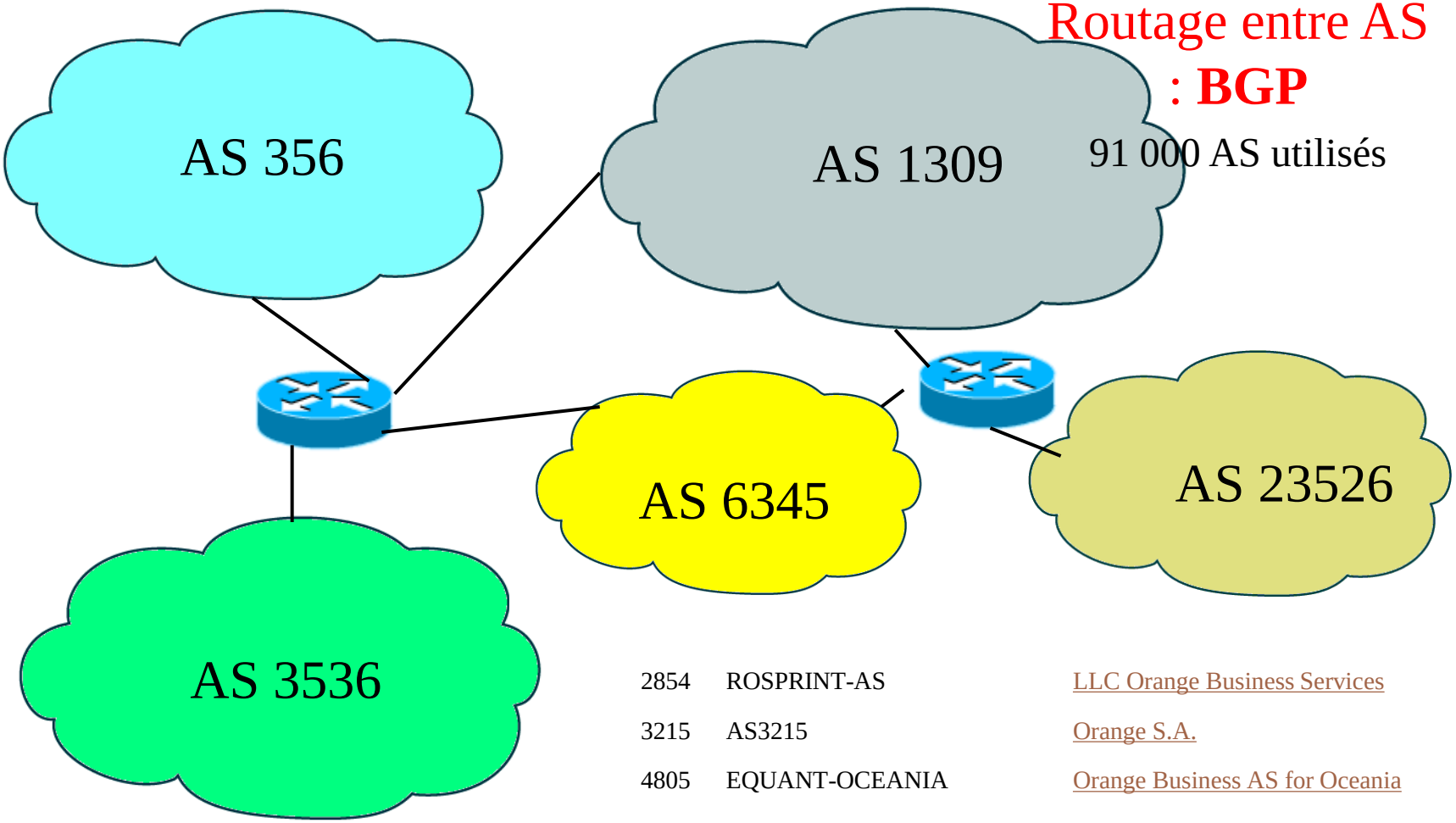
Pour transférer des informations d'un système à un autre

- 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, les télécommandes, la domotique, IOT, ….)
  - Pour partager l'information entre plusieurs personnes (mail, jeux en réseau, communauté, …) et communiquer rapidement entre différentes personnes (messagerie instantanée, Voix sur IP…)
  - Pour travailler ensemble sur un problème (outil collaboratif,…) ou stocker des informations (cloud, …)
  - Et aussi parce qu'il est nécessaire de copier l'information par sécurité (réplication, haute disponibilité,…)
  - …

Internet (1)

Routage entre AS : **BGP**

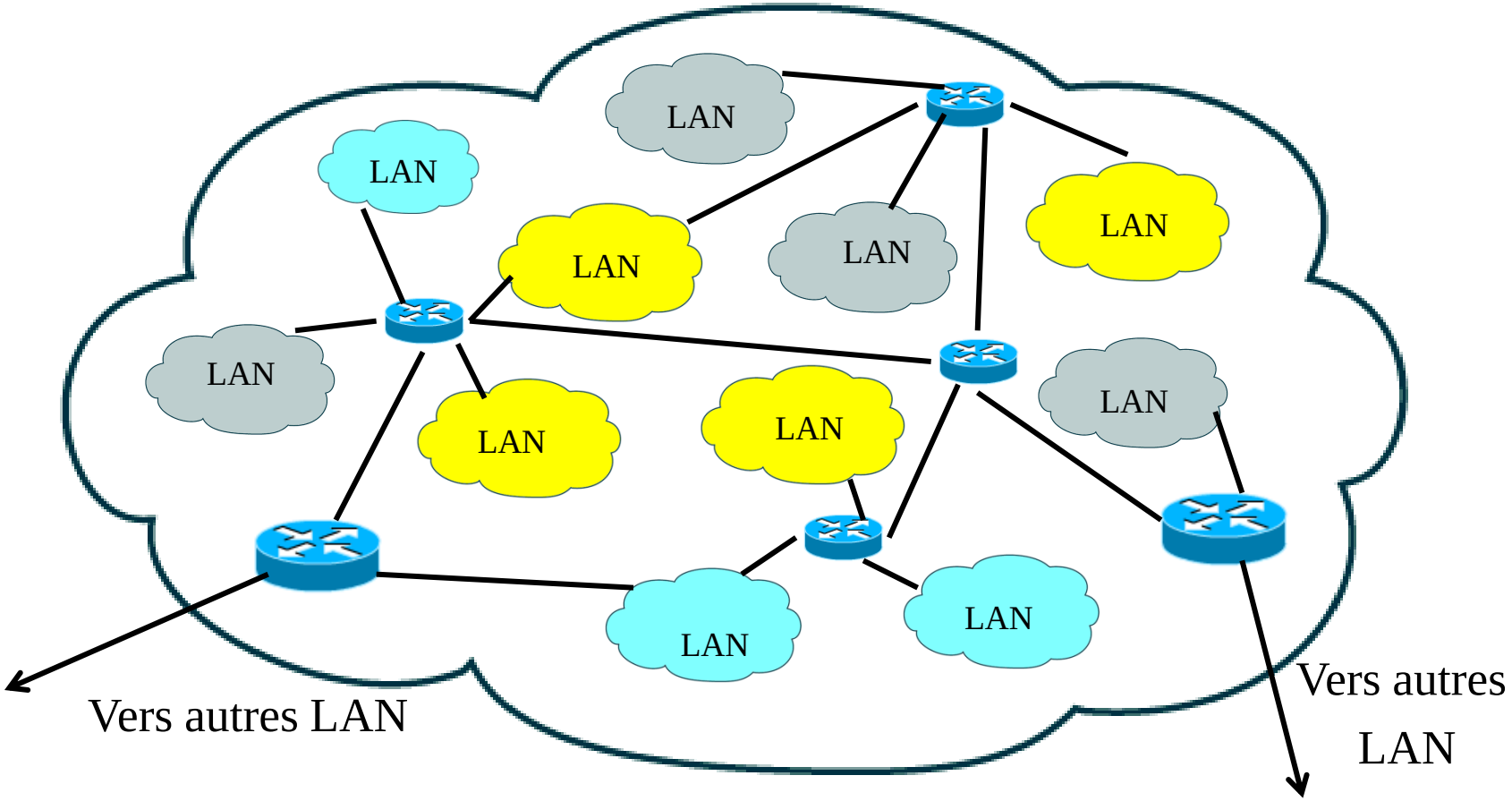
91 000 AS utilisés



Visualisation AS

2854	ROSPRINT-AS	LLC Orange Business Services
3215	AS3215	Orange S.A.
4805	EQUANT-OCEANIA	Orange Business AS for Oceania
4861	GLOBAL-IP-KOREA-AS-AP	Orange Business
3256	UNSPECIFIED	Renater
4862	EQUANT-ASIA	Orange Business AS for Asia

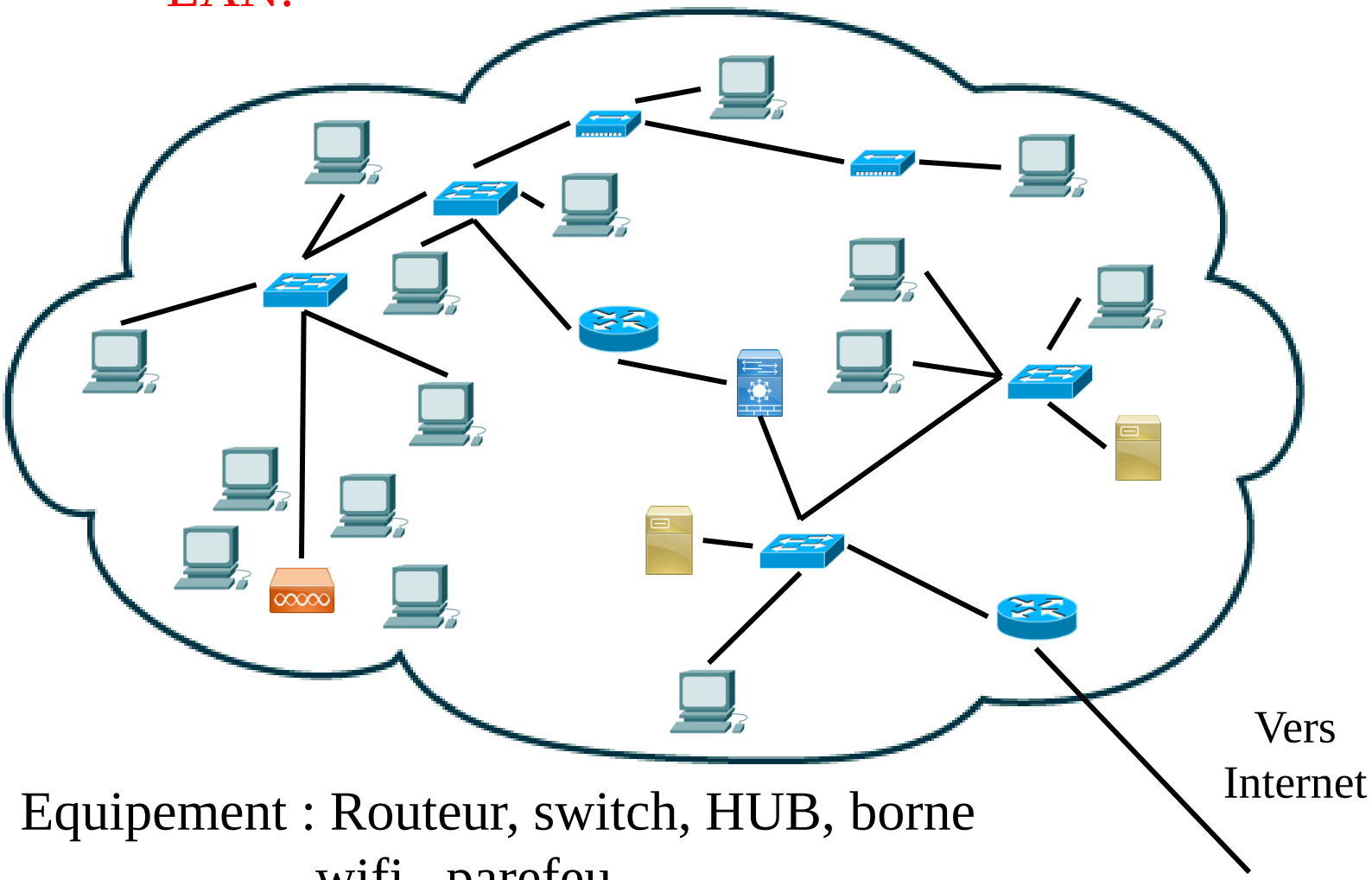
Internet (2)



Internet : relier les Lan entre eux via des routeurs

Internet (3)

LAN:



Equipement : Routeur, switch, HUB, borne wifi, parefeu …

Introduction

Définitions (1)

Réseau

- Un **réseau informatique** est un ensemble d'équipements reliés entre eux pour échanger des informations (cf wikipedia).

Autre définition possible

- C'est l'ensemble des techniques permettant la transmission de 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 d'une manière fiable des systèmes distants

  ⇒ nécessité d'un protocole de communication

Définitions (2)

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.

- Pour une communication, on a toujours :
  - Une source (sender)
  - Un destinataire (receiver)
  - Un canal physique de transmission allant de la source au destinataire
  - Des protocoles de communication
    - *Mode d'emploi pour envoyer/recevoir les données*
    - Décrit dans des RFC (Request For Comment)
      - Ex : -RFC 793 : TCP
        -RFC 959 : FTP
        -RFC 1678 : Ipng Requirements of Large Corporate Network…

Historique Rapide

1844 : Télégraphe (Morse)
1876 : Téléphone (Bell)
1945 : Ordinateur : EDVAC
1956 : Liaison transatlantique stable
1957 : Création du réseau ARPA (DoD)
1964 : Transmission de données sur RTC
1969 : Réseau ARPANET
1970 : Alohanet développé à Hawaï
1971 : ARPANET a 23 ordinateurs
1973 : Définition de TCP/IP
1973 : Première apparition d'Ethernet
1980 : le Minitel, protocole ATM
1981 : terme Internet
1982 : modèle OSI
1984 : Messagerie X400
1991 : apparition de www
1993 : Navigateur mosaïc
1995 : Démocratisation GSM
1999 : WAP
1999 : WI-FI
2005 : UMTS alias 3G, VoIP
2008 : Wimax
2012 : début de la 4G (LTE)
2021 : début de la 5G
2022 : fin téléphonie classique

L'évolution du marché pour le réseau

Solutions privées

- pour un problème
- pour 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

  $\Rightarrow$capture des clients

Solutions publiques

- tout type de systèmes
- conception publique $\Rightarrow$ qualité
- concurrence de développement

Organismes de normalisation

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

RFC traduites en français : `abcdrfc.free.fr`

Les modèles de référence

Quelques problèmes à résoudre

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

et d’autres problèmes ...

Le modèle de référence (1)

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

- modèle fondé sur un principe simple énoncé par Jules César:
  "*Diviser pour mieux régner*"
- le principe de base est la description des réseaux sous forme d'un ensemble de couches (fonctionnalité) superposées les unes aux autres. **Chaque couche permet de régler au moins 1 problème.**
- 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, et ne pas créer plus de couches que nécessaire (regroupe les problèmes similaires).*

Les couches de l'OSI (1)

7	Application *Application*	échanges de données d'application (selon l'application)
6	Présentation *Presentation*	mise en forme des données pour la transmission
5	Session *Session*	synchronisation de la communication entre processus
4	Transport *Transport*	transfert de blocs d'octets entre des processus
3	Réseau *Network*	transfert de blocs d'octets entre réseaux distants (pas forcément raccordés au même médium)
2	Liaison de données *Data Link*	transfert fiable de blocs d'octets entre systèmes situés sur le même réseau. (raccordés au même médium)
1	Physique *Physical*	transfert de bits entre systèmes raccordés au même support physique (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 → débit (b/s)

débit idéal > débit réel

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

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

La couche 2 de l'OSI

Couche Liaison de Données

- **objectif : Transfert de blocs d'octets entre 2 systèmes raccordés au même réseau, dans des trames**

- Transfert dans le bon ordre et sans multiplication
- Détection/ Correction d'erreurs
- Régulation de flux

- *Equipement utilisé* : Commutateur (Switch)

La couche 3 et 4 de l'OSI

Couche Réseau

- objectif : Transfert de blocs **d'octets** **sur des réseaux distincts**, 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

- objectif : 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
- Chiffrement (si nécessaire)

Couche Application

- Services aux utilisateurs : Web, FTP, messagerie, jeux, …
- Supervision de processus industriels
- Supervision du réseau, des ordinateurs, ..
- Télé-travail,….

Le modèle 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 réseaux distants (pas forcément raccordés au même médium)

Accès Réseau	transfert fiable de blocs d'octets entre systèmes raccordés au même médium, c'est-à-dire sur le même réseau

Rem : pas besoin théoriquement de la couche 3 pour communiquer sur un même réseau…

Le modèle de solution

Selon le concept utilisateur-fournisseur

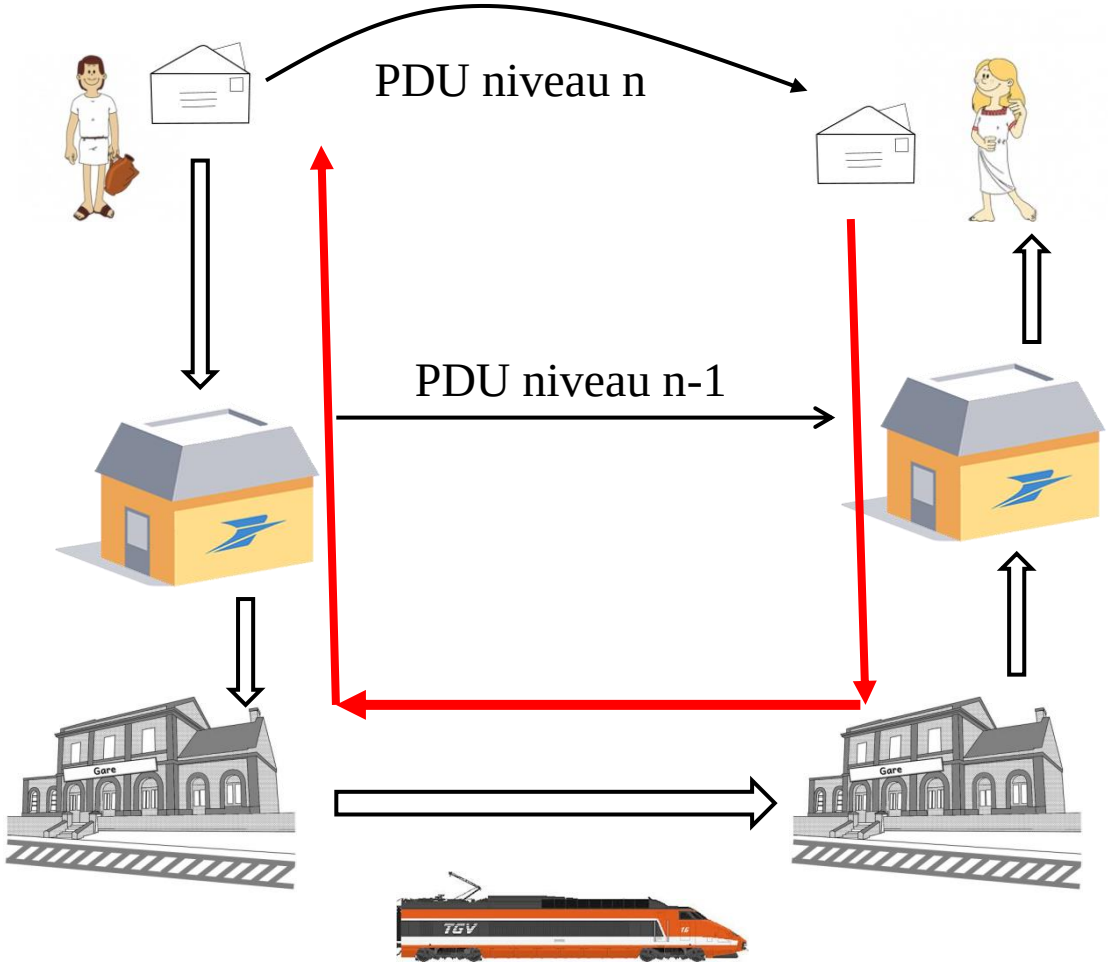
- Chaque couche fournit un Service à la couche supérieure
  elle est **fournisseu**r pour les couches supérieures
- Chaque couche utilise le Service d'une couche inférieure
  elle est **utilisateur** d'une ou plusieurs couches inférieures
- La manière selon laquelle fonctionne une couche (comment est réalisé le Service) peut être ignorée de ses utilisateurs
- Une couche connait seulement les interfaces avec la couche supérieure ou inférieure.

Les conséquences

- Comment utiliser le Service, connu des utilisateurs et du fournisseur
- Comment fonctionne le fournisseur de Service, connu du seul fournisseur

Analogie Poste/réseau

- But : distribuer une lettre/un message

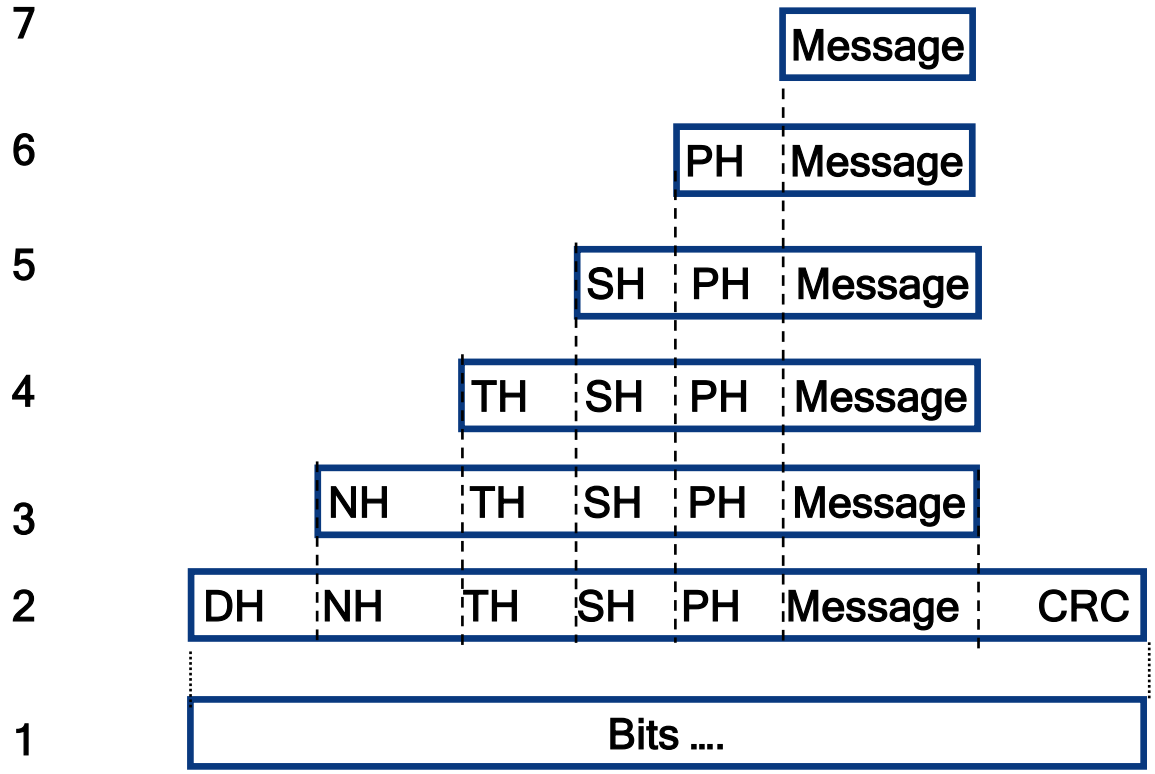


L'architecture - principe

- 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

L'encapsulation

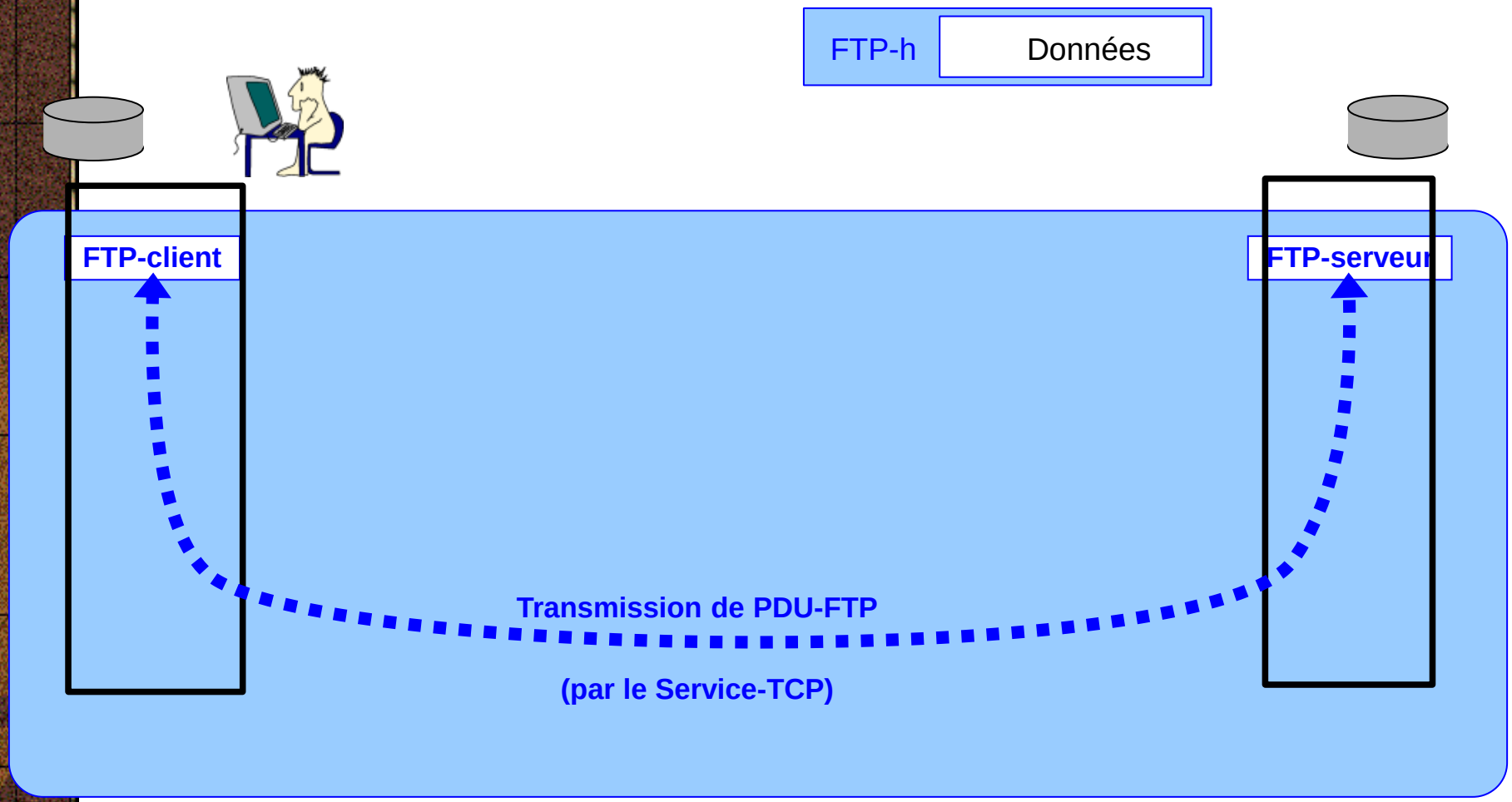
H=header
CRC= code correcteur



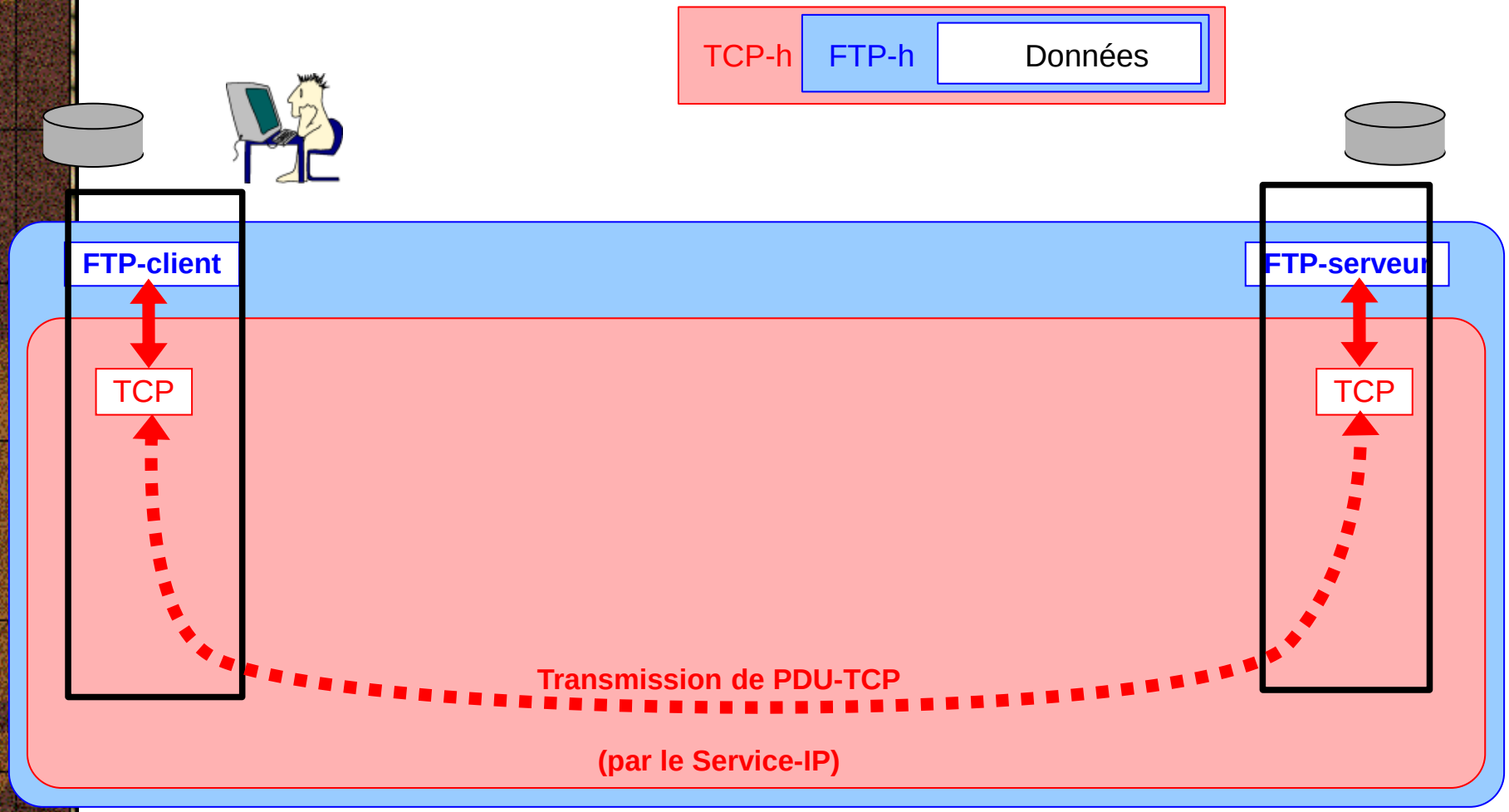
Data transitant sur le réseau

Application du modèle de référence sur FTP

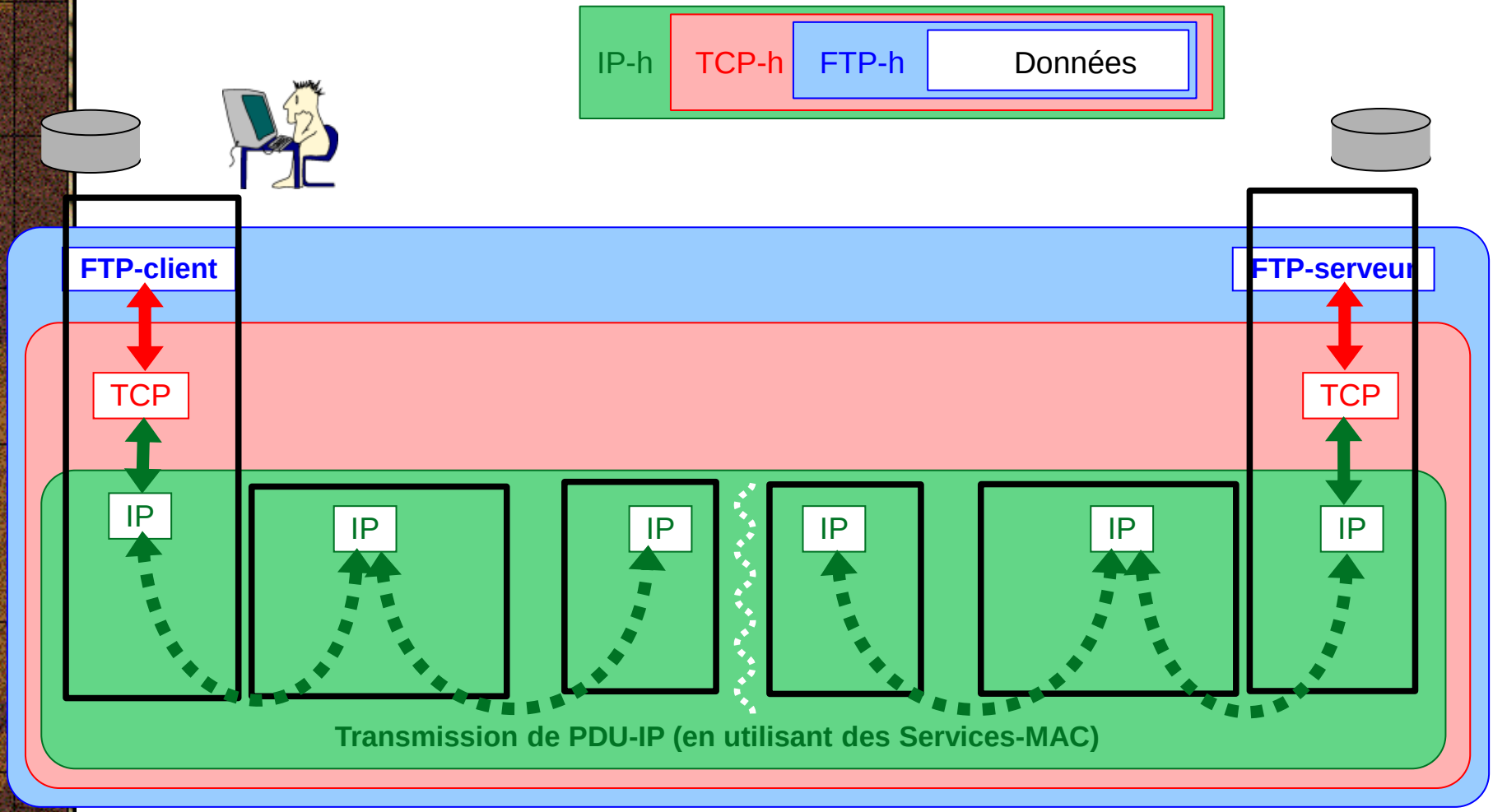
Les entités-FTP réalisent chaque facilité demandée, en coopérant par la transmission de PDU-FTP



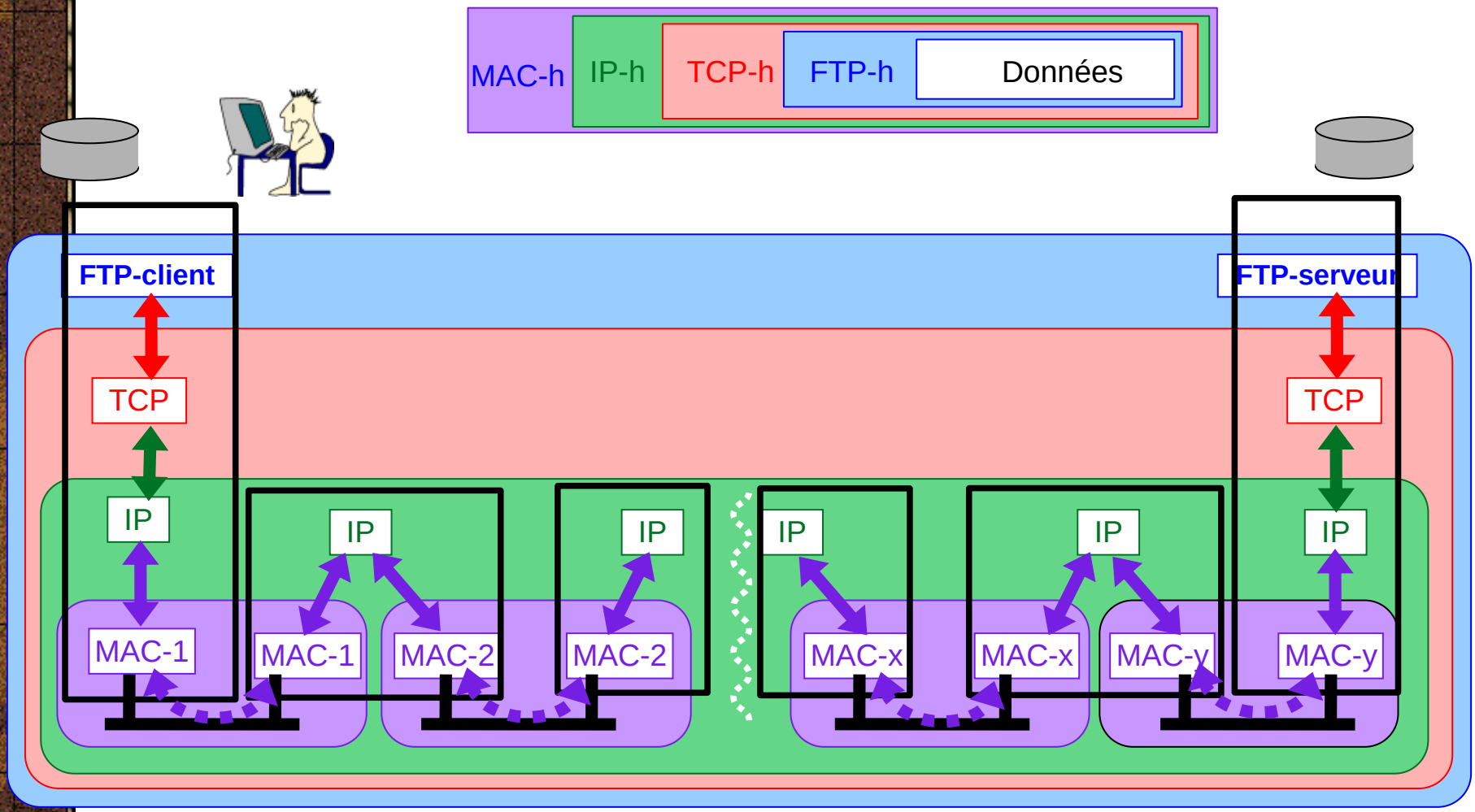
Les entités-TCP réalisent la transmission des PDU-FTP, en coopérant par la transmission de PDU-TCP



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



Plan général

1. **Généralité et modèle de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts**

2. **Communications sur un médium (couches 1, 2, et MAC)**
   a) Couche physique
   b) Ethernet, Wifi, SCADA

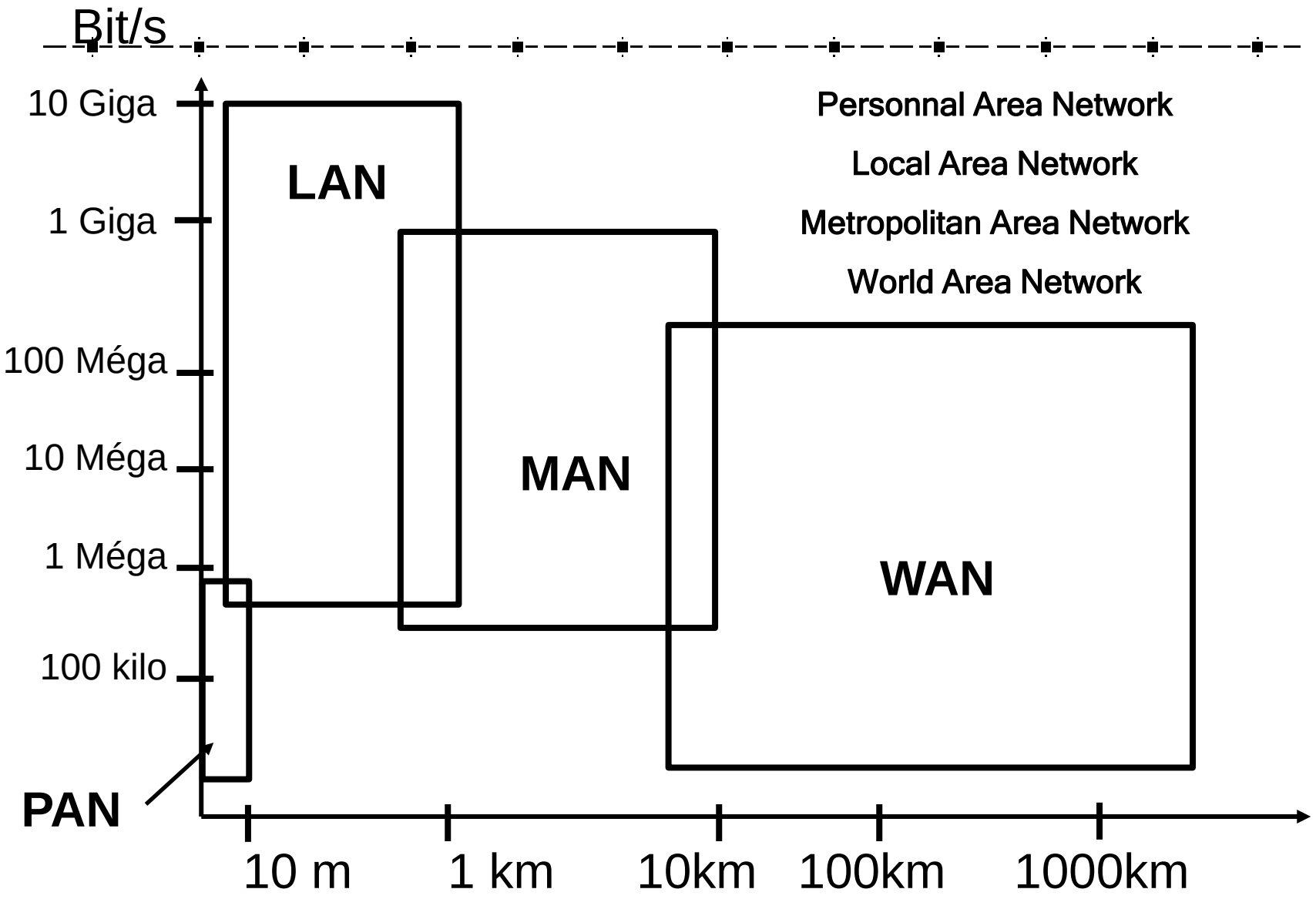
3. **Couche Réseau : Routage et Internet Protocol (IP)**
   a) Adressage IP (v4/v6)
   b) Notion de sous-réseaux/ VLAN
   c) Routage statique et un peu dynamique

4. **Couche Transport (TCP et UDP), et couche applicative**
   a) Quelques protocoles
   b) Le DNS

5. **Sécurité d'un réseau**
   a) Parefeu, Proxy, NAT
   b) HTTP/HTTPS, certificat

Vocabulaire

Vocabulaire



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 :

Répéteur

HUB

Commutateur (switch)

Pont

Routeur

Quelques protocoles courants :

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

Réseaux MAN et WAN

Réseaux MAN

But : Relier au moins deux réseaux LAN

Zone géographique moyennement étendue

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

Equipement : Routeur, modem CSU/DSU , Box xDSL,…

Protocoles : RNIS, xDSL, Sonet, SDH, ATM, 3G, 4G …

La Couche Physique

La couche physique

- Objectif :
  - Relier deux éléments physiquement pour communiquer

- Technologie possible
  - Signal électrique
  - Onde lumineuse
  - Onde électromagnétique

Chaque technologie a des avantages et des inconvénients

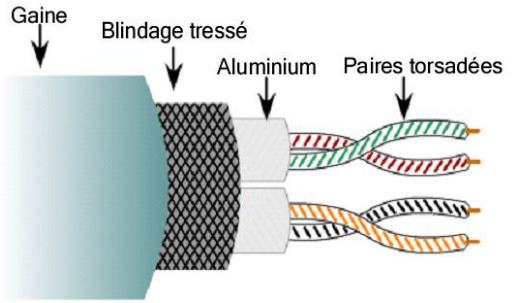
Types de médium (1)

Câble à paires torsadées blindées (STP : Shielded Twisted Pair)

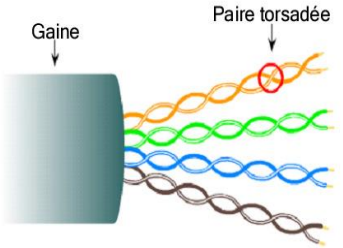
- conducteurs de cuivre, isolés l'un de l'autre et enroulés de façon hélicoïdale autour de l 'axe et protégés par de l'aluminium

  (torsade ->réduction du bruit électromagnétique)

- 2 ou 4 paires de fils
- BP = 500kHz, débit = 10 à 1000Mb/s
- Longueur de câble max : 100 m
- Te = 10^{-7} Coût : modéré



Câble à paires torsadées non blindées (UTP : Unshielded Twisted Pair)

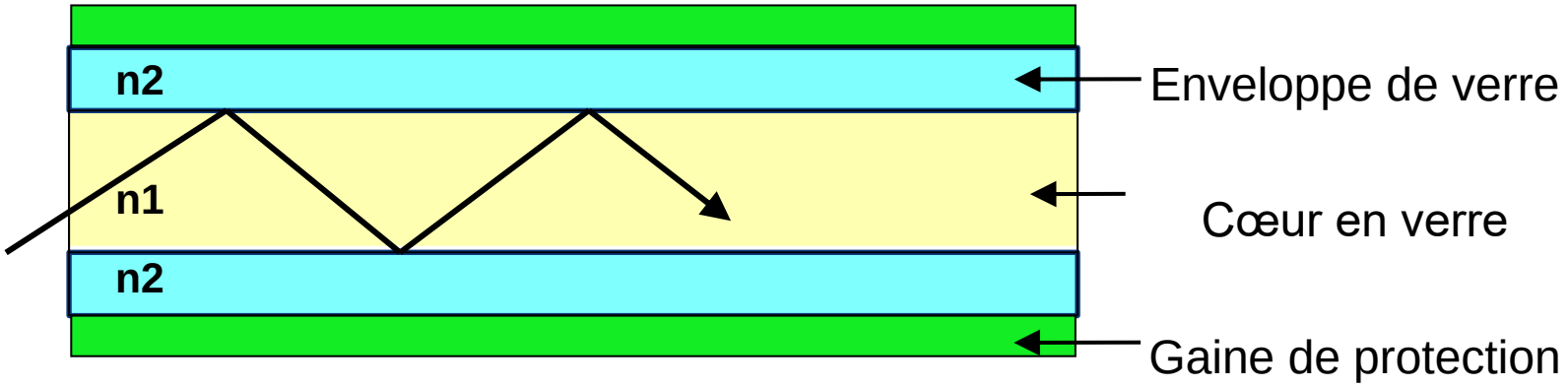


- 4 paires de fils
- BP = 500kHz, débit = 10 à 10Gb/s
- Longueur de câble max : 100 m
- Catégorie 2 (4Mb/s), 3 (10Mb/s), 4 (16Mb/s),5 (100Mb/s), 5e(1Gb/s), 6 (10Gb/s), 7 (10Gb/s), 8 (40Gb/s) … (diminue le taux d'erreurs)
- Coût : le moins onéreux

Types de médium (2)

La fibre optique :

- BP > 1 GHz, débit > 1 Tb/s, mode simplex
- distance = 10000 Kms.
- propagation de la lumière par réflexions successives sans perte
  - Indice de réfraction n1 (coeur) > n2 (enveloppe)
  - Angle d'incidence du rayon lumineux supérieur à l'angle critique du coeur et de l'enveloppe (pour éviter la réfraction)
- fibre monomode (un chemin, coeur = 10 microns, diamètre extérieure = 125 microns)
- fibre multimode (plusieurs chemins, coeur 50 microns, diamètre extérieure = 125 microns)
- Utilisation laser ou LED, aucun bruit électromagnétique
- Plusieurs longueurs d'onde possible dans une fibre



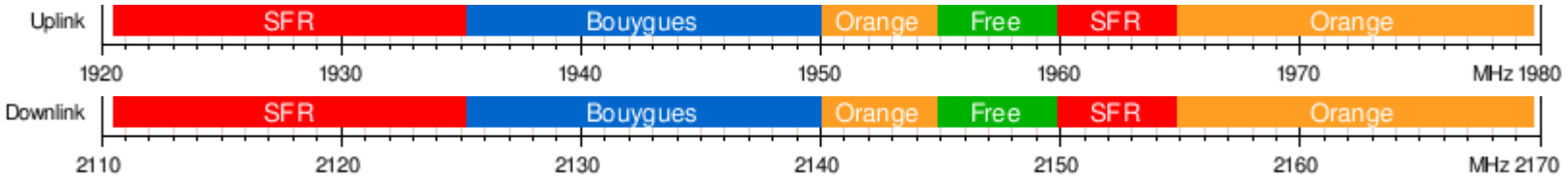
Types de médium (3)

Le Faisceau satellitaire :

- 40 GHz > BP > 400 MHz, débit = 140 Mb/s
- antenne directive vers satellite + relais sur terre
- satellite géostationnaire (à 36000 km de la terre)

Le Faisceau Hertzien :

- BP limitée , utilisation bande ISM : Industrial, Scientific and Medical libre de droit (2,4 Ghz, 5 Ghz, 5,7Ghz,..)
  Autre bande : 900 Mhz, 1800Mhz, …700 Mhz, 800 Mhz, 1900 Mhz, 2100 Mhz…



- Débit : dépend de la norme utilisée et du mode d'accès aux fréquences
  (de 1MB/s à 300 MB/s)
- Distance : jusqu'à 200 m (diffusion circulaire) -> norme 802.11, Wifi, bluetooth, Zigbee,…
  jusqu'à 50 km (point à point) -> norme Wimax

(Pourquoi maximum = 50 km ?)

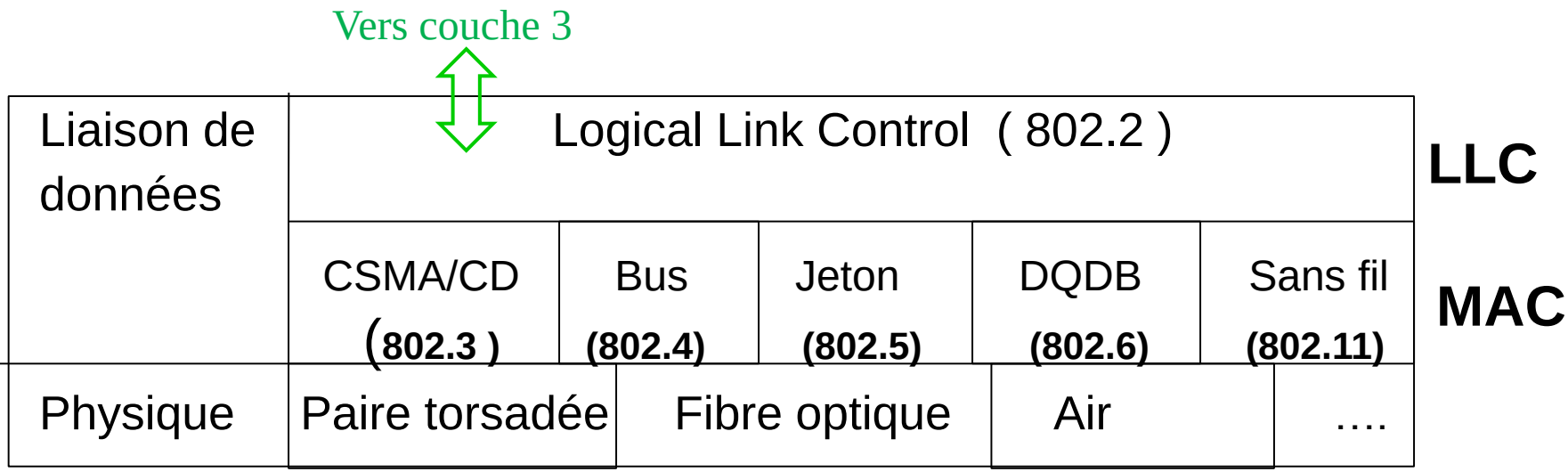
Récapitulatif

	débits	longueur maximale	raccordement	prix
câble coaxial	10 Mb/s	200 m à 500 m	BNC	ancien
paire torsadée Blindée ou non	10 Mb/s à 10 Gb/s	100 m	RJ45	le moins cher
fibre optique	100 Mb/s à 100 Gb/s	quelques km	SC	moyen
faisceau satellitaire	140 Mb/s	qq centaines km à qq milliers km	antenne directive	très cher
faisceau hertzien (réseau sans fil)	1Mb/s à 300Mb/s	qq cm à qq km	antenne (directive)	très divers
ligne série	très divers	très divers	Modem	très divers

La Couche Liaison de données

La couche MAC - Généralité (1)

Transmission de bits entre systèmes raccordés au même réseau local



MAC : Medium Access Control

En général, tout signal émis par l'un des systèmes raccordés peut être entendu par tous les autres

Équipement : switch, HUB, point d'accès

Couche 2 - Généralité

Les fonctionnalités de la couche 2

- Gestion des données
  - Problème : Repérage des différentes trames sur le support physique (suite de bits)

utilisation d'un fanion

- Détection et correction des erreurs
  - Numérotation des trames
  - Utilisation de code détecteur/correcteur d'erreurs

- Régulation du trafic
  - utilisation d'acquittement
  - Emission entre une source et un destinataire

Appellation unique de chaque entité MAC sur le médium

Identifie le système sur médium (le réseau local)

Appellation physique → adresse MAC

La couche MAC - Généralité (2)

Une entité-MAC par système

- reçoit les demandes d'émission (de la couche supérieure)
- décide quand émettre (méthode d'accès au médium)
- écoute ce qui est transmis, et décide de recevoir ou non

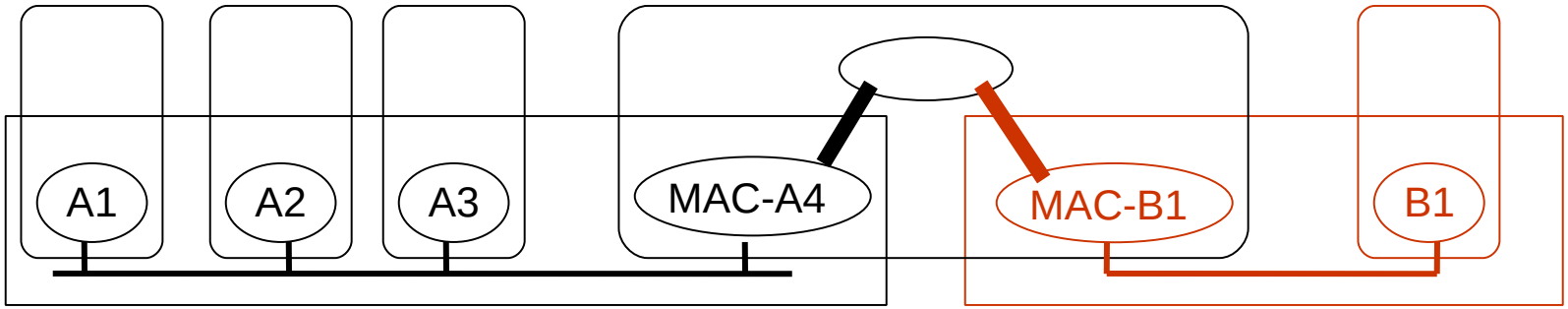
Si plusieurs couches MAC

Pas de communication entre deux couches MAC

Sauf si

un système est raccordé aux 2 supports et contient :

- une entité MAC pour chaque médium
- une entité-utilisateur de couches MAC liée à chacune des deux couches MAC ⇨ Routeur



L'adresse MAC

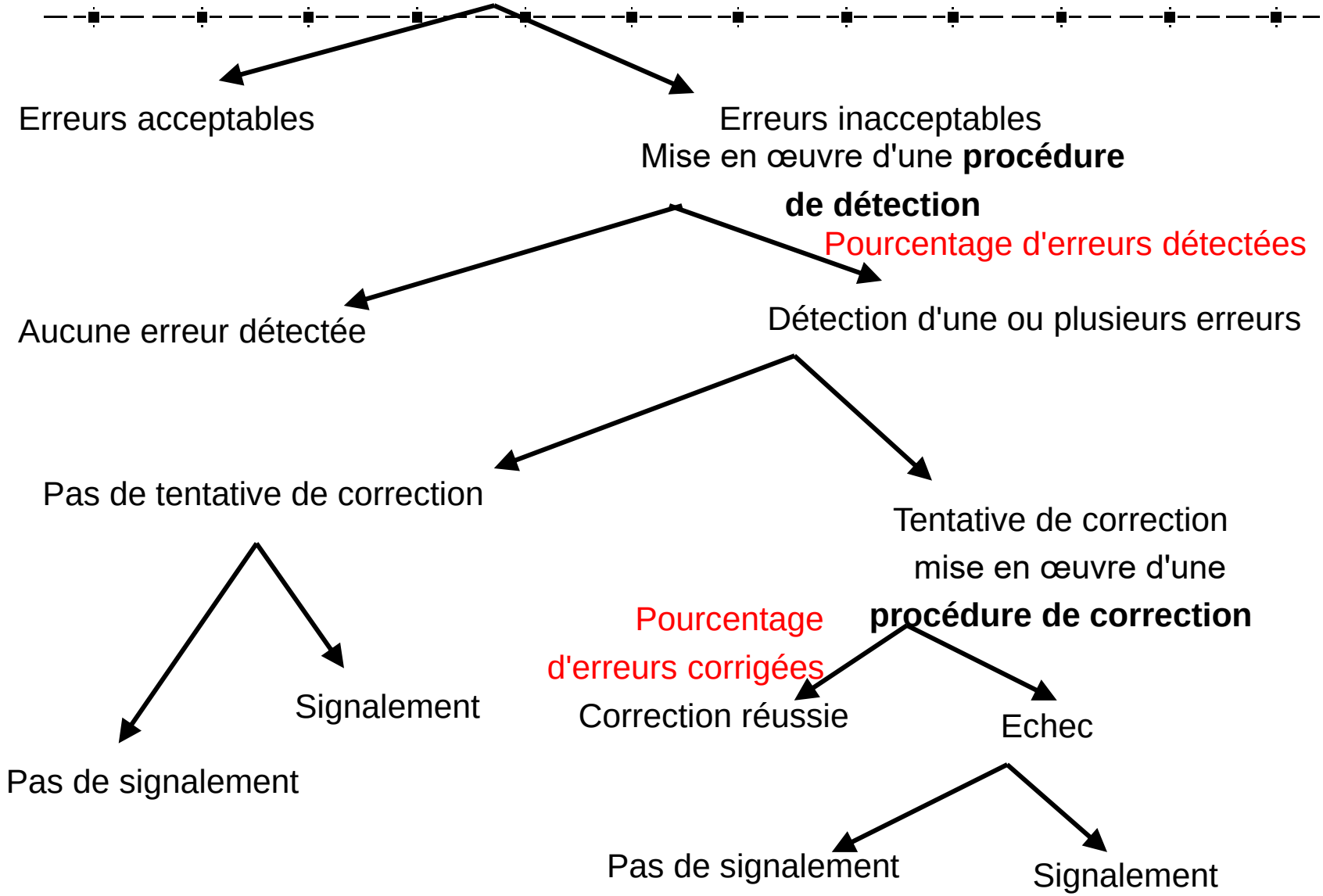
- Identification du niveau 2 :
  - **Unicité sur le médium/réseau local**
  - **adresse 6 octets**
    - 3 premiers octets :OUI (Organizationally Unique Identifier)
      - Concerne entreprise
    - 3 octets suivants : un numéro unique pour l'entreprise
    - Existe des @mac de groupe ou de broadcast

Tous les équipements réseaux communiquent en local grâce à leur adresse MAC (ou leur identifiant physique)

Test : ipconfig /all dans un shell windows : cmd

Traitement des erreurs

Stratégie de traitement d'une erreur



Code détecteur d'erreurs (1)

Contrôle de parité

- code VCR (Vertical redundancy Check)
- code LCR (Longitudinal Redundancy Check)

Codes Polynomiaux

- CRC : Cyclic Redundancy Check
- FCS : Frame Control Check

G(x) : polynôme générateur de degré r

M(x) : message à encoder

1100101 <-> $1*x^6 + 1*x^5 + 0*x^4 + 0*x^3 + 1*x^2 + 0*x^1 + 1*x^0$

<-> $x^6 + x^5 + x^2 + 1$

ex : $G(x)= x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ CRC-CCITT

$G(x)= x^8 + x^2 + x + 1$ ATM

$G(x)= x^{32}+ x^{26}+ x^{23}+ x^{22}+ x^{16}+ x^{12}+ x^{11}+ x^{10}+x^8+ x^7+ x^5+ x^4+ x^2+ x+1$ CRC-32-ethernet

Code détecteur d'erreurs (2)

Méthode

- On divise le polynôme $M(x)*x^r$ par $G(x)$ et on obtient le reste $R(x)$

  $M(x)*x^r = G(x)*Q(x) + R(x)$

- On envoie la séquence de bits de longueur $n=m+r$ tel que :

  $N(x)=M(x)*x^r + R(x)$

  - $N(x)$ est multiple de $G(x)$ car :

    $N(x)=M(x)*x^r + R(x) = G(x)*Q(x)+R(x)+R(x)$

    $= G(x)*Q(x)$

- On décode en faisant la division, le reste doit être nul

Mathématique en base 2 :

Addition

+	0	1
0	0	1
1	1	0

Soustraction

-	0	1
0	0	1
1	1	0

Exemple

- $G(x) = x^2 + 1$, → 101
- Message à envoyer : 1100 , c'est à dire $x^3 + x^2$

Division de $(x^3 + x^2) * x^2 = x^5 + x^4$ par le polynôme G(x)

```
1 1 0 0 0 0 | 1 0 1
0 1 1       |  xxxx
  0 1 1     |
    0 1 1   |
      0 1 1 |
```

Reste 11

Message envoyé : 110011

Vérification :

```
1 1 0 0 1 1 | 1 0 1
0 1 1       |
  0 1 1     |
    0 1 0   |
      0 0 0 |
```

Protocole de niveau 2

IEEE 802.3..., Ethernet -II

- Technique : CSMA/CD
  Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
- Topologie : Bus et maintenant maillage
- Méthode d'accès : par compétition

➡ Sur un bus :
(écoute du médium : si libre, émission
sinon attente)
Réémission après un temps d'attente si collision -> half-duplex

➡ Topologie maillée :
full-duplex → aucune collision possible, on émet immédiatement

- Débit :10 Mb/s, 100 Mb/s, 1 Gb/s, 10Gb/s

IEEE 802.3..., Ethernet -II

- Equipement :

  Half-duplex -> HUB

  Full-duplex → switch (commutateur)

- Trame :

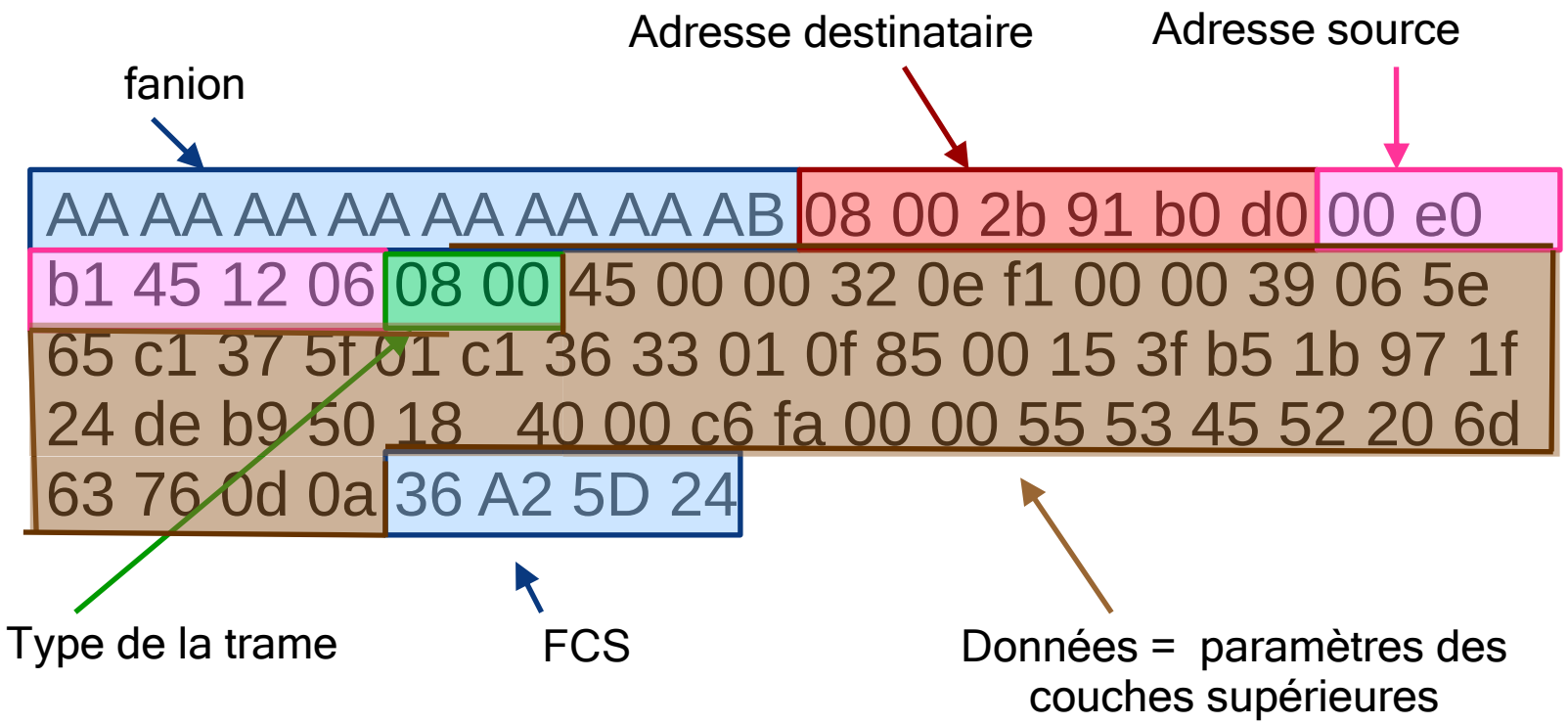
8 octets	6 octets	6 octets	2 octets	1 à 1500 octets	4 octets
Synchro	Adresse destinataire	Adresse expéditeur	type de trame / lg données	Données + bourrage	FCS

- Ethernet 802.3: lg données < 0x05DC

  Ethernet –II : protocole de niveau 3 encapsulé > 0x05DC

Exemple ethernet -II

Exemple d'une trame en hexadécimal :



Le fanion et le contrôle d'erreur (FCS) ne sont jamais représentés sauf ici.

La norme 802.11

La norme **802.11** définit la couche 1 et 2 pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques :

- La couche physique
  codage DSSS, FHSS, IrDA

DSSS: étalement de spectre en séquence directe
FHSS : étalement de spectre avec sauts de fréquence

- La couche Liaison de données
  couche LLC et couche MAC

Cette norme permet d'avoir un débit de 1 ou 2Mb/s et elle utilise un accès au médium par compétition (méthode CSMA/CA)
(CA : Collision Avoidance)

Mais, évolution de cette norme Wi-Fi
(Wireless Fidelity)

Wi-Fi

Nom de la norme	Nom	Description
802.11a	Wi-fi	Débit : 54Mb/s, 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5 Ghz.
802.11b	Wi-fi	Débit : 11Mb/s, portée 300m, 3 canaux radio dans la bande de fréquence des 2,4 Ghz
802.11c	Pontage	Etablissement d'un pont pour la norme 802.11d
802.11d	International	Etablit les règles à respecter entre les différents pays pour transporter les données 802.11
802.11f	Roaming	Interopérabilité entre les différents points d'accès pour permettre l'itinérance (définition de l'IAPP)
802.11g	Wi-fi	Débit : 54MB/s, portée 300m, compatible avec 802.11b
802.11i	WPA2	Amélioration de la sécurité pour les normes a, b et g.
802.11n	Wi-fi 4	Débit : 600 Mb/s avec intégration de la norme i mais pas de compatibilité avec les normes précédentes
802.11ac	Wi-fi 5	Débit :1 300 Mb/s , utilisation de la bande de fréquences des 5 Ghz
802.11ax	Wi-fi 6	Débit max :10 Gb/s , utilisation de la bande de fréquences de 1 à 7,1 Ghz, QAM à 1024
802.11be	Wi-fi 7	A venir… 46 Gb/s, QAM à 4096, multi bande

Topologies sans fils (1)

- **2 Sortes d'équipement**
  - *Une station sans fil*

    - un ordinateur, smartphone, etc muni d'une carte Wifi

      (carte PCI, PCMCIA, adaptateur USB, carte compactflash, …)

  - *Un point d'accès* (Access Point) ou borne sans fil

    - joue le rôle de pont entre réseau filaire et sans fil
    - équipé : d'un émetteur/récepteur radio
      d'une carte réseau filaire
      d'un logiciel de pontage conforme à la norme 802.11d

Access Point

Topologies sans fils (2)

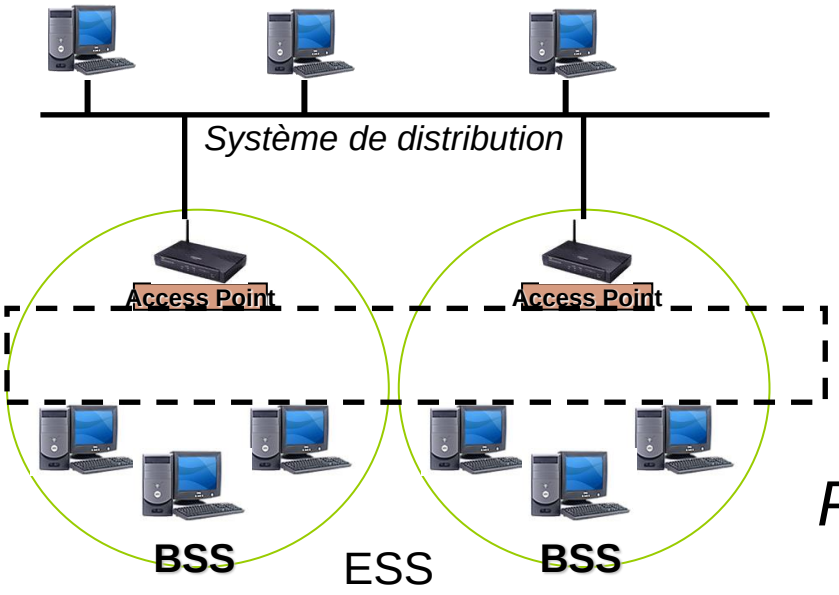
➢ Mode Infrastructure, autrement nommé HOTSPOT

• Au minimum , 1 AP + postes sans fil

BSS : Basic Service Set

- identifié par un BSSID (abrégé en SSID -> Service Set Identifier)

Toute communication passe par le Point d'Accès



• Plusieurs BSS forment un ESS (Extended Service Set) relié par un DS (Système de Distribution)

- identifié par un SSID

Possibilité de roaming si même SSID

Topologies sans fils (3)

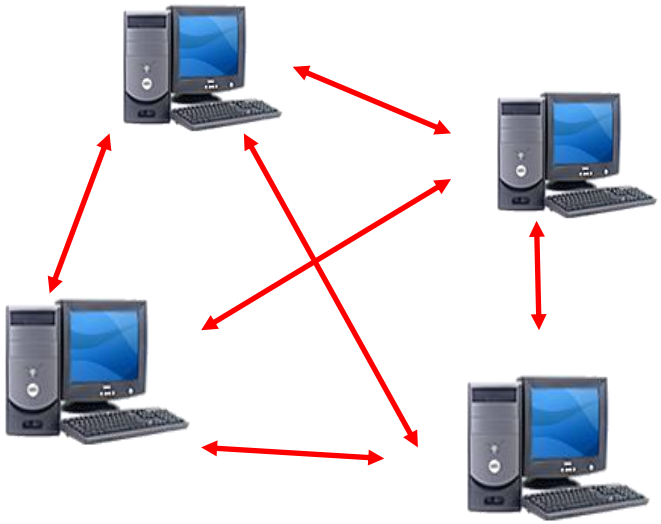
➢Mode Ad-Hoc

• Aucun AP, que des postes sans fil

IBSS : Independant Basic Service Set

- identifié par un SSID

Communication directe entre poste



• Problème pour le routage

si A ---> B
si B ---> C } alors A -\-> C

Tout le monde doit voir tout le monde
ou
Pc configuré comme routeur

Trames utilisées

❑La couche MAC

- Similaire à la couche Mac ethernet pour les adresses
- ***Fonctionnalité***
  - Contrôle d'accès au support
  - Contrôle d'erreur par CRC
  - Fragmentation et réassemblage
  - Gestion de l'énergie
  - Gestion de la mobilité
- ***Deux méthodes d'accès pour le 802.11a, b, g, n, ac,…***
  - **DCF** (Distributed Coordination Function) : utilisation pour les données asynchrones, collisions possibles
  - **PCF** (Point Coordination Function) : utilisation pour les données synchrones, pas de collision (méthode non utilisée).

Distributed Coordination Function

❖DCF

- **Basé sur un accès CSMA/CA**

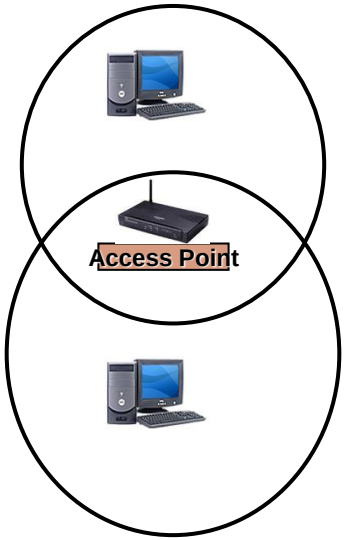
Pour émettre :

- On écoute le support (ondes)
- Si libre pendant un temps donné (*DIFS*, Distributed Inter Frame Space)
  -> transmission d'une trame Ready To Send (RTS) contenant les informations sur le volume de données et la vitesse de transmission.
  -> réception d'un Clear To Send (CTS)
  -> envoie des données
  -> récupération d'un ACK pour chaque trame

(RTS et CTS sont maintenant optionnelles)

Pourquoi un ACK pour chaque trame ?

2 stations peuvent vouloir émettre en même temps sans se voir. (Collision Avoidance…)

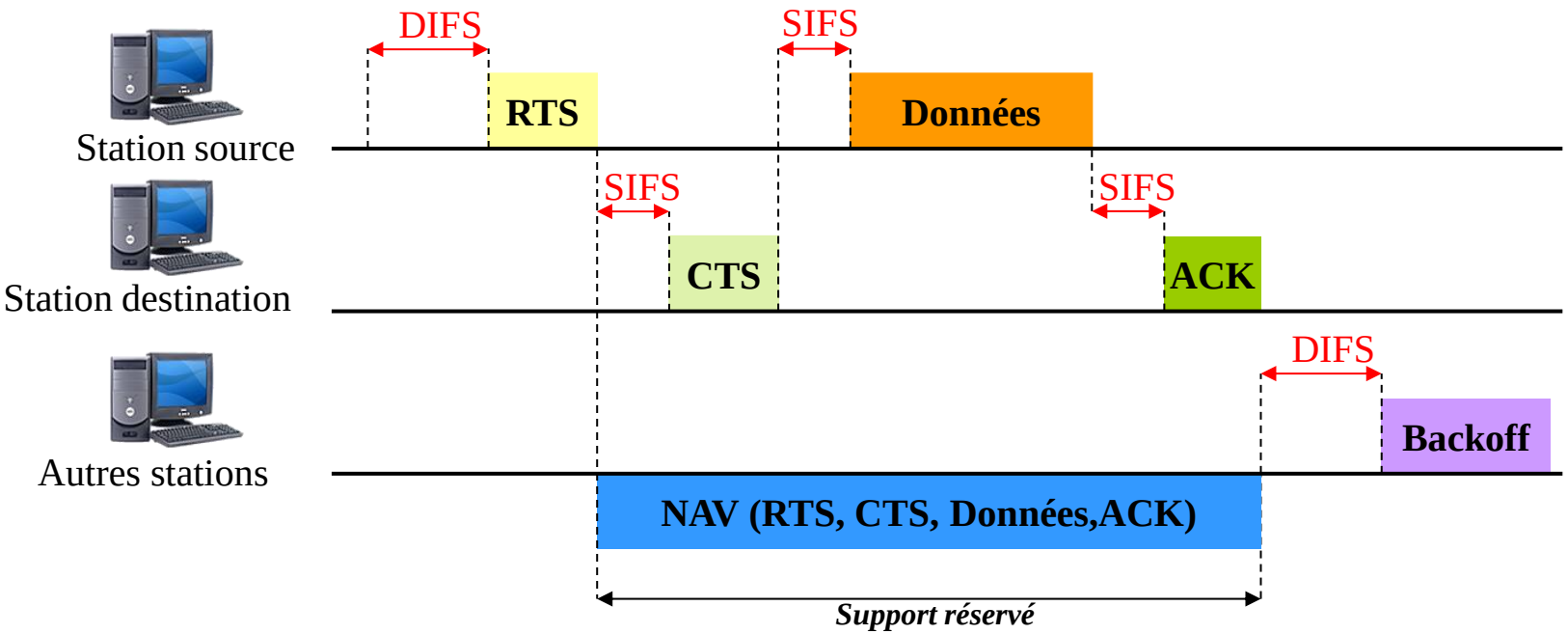


Distributed Coordination Function

❖DCF

• *Exemple de dialogue*

SIFS : Short Inter Frame Space < **PIFS** : Prioritary < **DIFS** < **EIFS** (Extented)



Backoff : temps d'attente aléatoire pour que toutes les stations n'émettent pas en même temps.

Les Trames WiFi

Couche MAC pour les trames de données

Contrôle de trame 2 octets	Durée/ID 2 octets	Adresse 1 6 octets	Adresse 2 6 octets	Adresse 3 6 octets	Séquence 2 octets	Adresse 4 6 octets

Corps de la trame 0 à 2312 octets	CRC 4 octets

Contrôle de trame

Version de protocole (2 bits)	Type (2 bits)	Sous-Type (4 bits)	To DS (1 bit)	From DS (1 bit)	More Frag (1 bit)	Retry (1 bit)	Power Mgt (1 bit)	More Data (1 bit)	WEP (1 bit)	Order (1 bit)

Version : actuellement, 00
Type : 3 types, plusieurs sous-types (00 : gestion, 01:contrôle, 10 : données)
To DS ou From DS : trame vers ou en provenance du système de distribution
More fragment : 1, trame fragmentée et pas dernier fragment, 0 sinon
Retry : 1 , retransmission
Power management : 1 , économie d'énergie, 0 actif
More Data : 1 si d'autres données à faire parvenir à la station
WEP : trame chiffrée par WEP ou non
order : Trame ordonnée ou non