

Introduction aux réseaux locaux d'entreprises

**CARACTERISTIQUES et
NORMALISATION
des Réseaux Locaux :**

LANs : caractéristiques générales (1/3)

- **LAN : Local Area Network**

- réseau de portée géographique « locale » :
- De quelques dizaines à quelques km² de couverture maximale

= = > RESEAU LOCAL

- différences avec MANs et WANs

= = > opérateur = utilisateur (*Entreprise*)

- **Objectif :**

- moyen de communication d'informations et de partage de ressources matérielles et/ou logicielles

- *Réseau d'accès à l'INTERNET*

LANs : caractéristiques générales (2/3)

- **Contraintes physiques de transmission :**
 - débits élevés : à partir de 10 Mbps
 - délais de propagation faibles : distance faible
 - fiabilité élevée : taux d'erreur inférieur à 10^{-14}
- **Contraintes d'exploitation :**
 - grande flexibilité et souplesse d'utilisation
 - respect des standards
 - coût minimal (rapport qualité/prix acceptable)

LANs : normalisation (1/14)

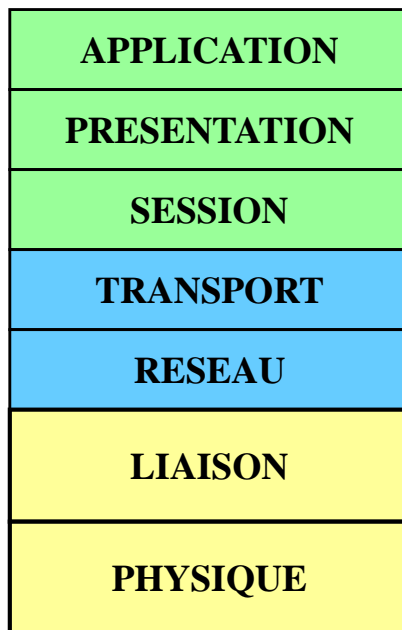
- **Normalisation initiale IEEE :**
 - dès 1979 IEEE :
Institute of Electrical and Electronics Engineers
 - normes IEEE 802.X
 - « *standards pour la transmission de trames d'informations entre équipements informatiques de conception courante partageant un même support physique de transmission* »
- **Normalisation ISO :**
 - intégration dans le modèle architectural OSI de l'ISO
 - normes ISO 8802-X

LANs : normalisation (2/14)

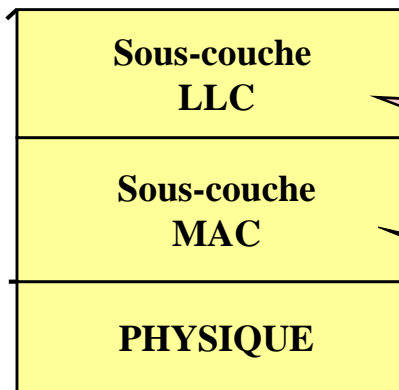
- Modèles architecturaux

Modèle architectural

OSI de l'ISO



Couverture de la normalisation IEEE des Réseaux locaux



LOGICAL LINK CONTROL
(Contrôle de liaison logique)
Gestion du transfert des données

MEDIUM ACCESS CONTROL
(Contrôle d'accès au support)
Gestion de l'accès (donc du partage)
au support de transmission de données

Médium physique de transmission

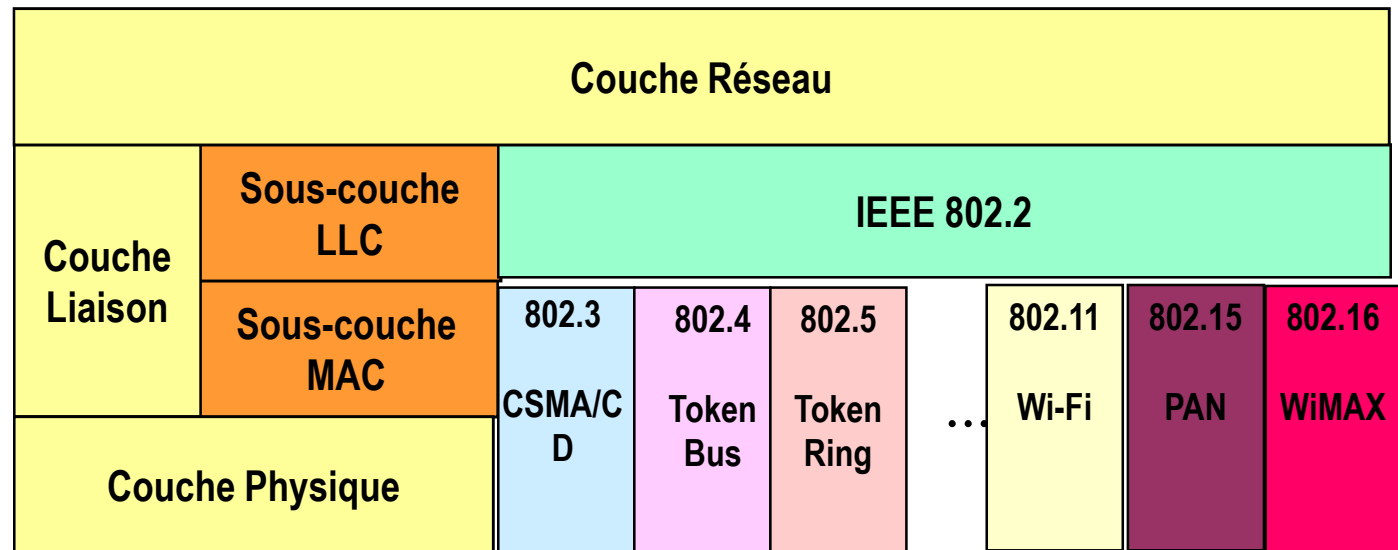
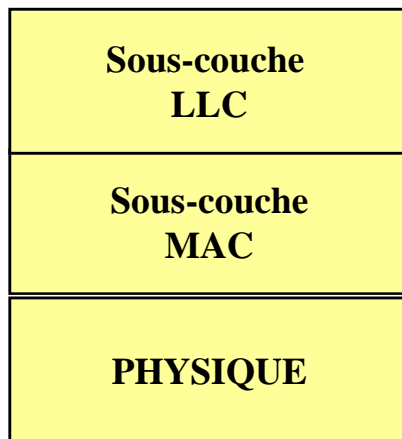
LANs : normalisation (3/14)

- Principales normes

**Couverture
normalisation IEEE
des Réseaux locaux**

Normes IEEE (ISO)

**Standard
de fait**



Médium physique de transmission

LANs : normalisation (4/14)

- Rôle de la sous-couche MAC

- ANALOGIE : *assemblée de personnes*



- OBJECTIF : *partager un canal de communication*

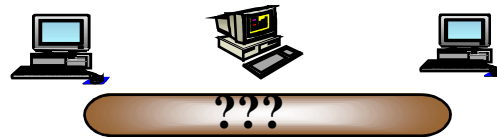


- support de transmission ==> contraintes physiques
- politique d'accès au support ==> gérer le partage
- identification et localisation des équipements

LANs : normalisation (5/14)

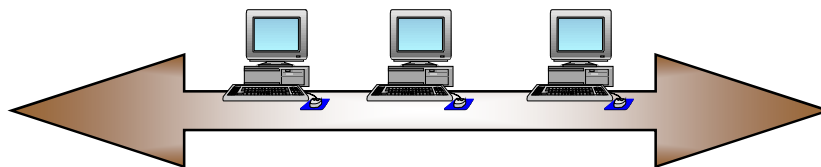
- Topologie de signalisation

- OBJECTIF : *organisation logique du canal de communication*
= = > *moyen de propagation du signal (information)*



- TOPOLOGIES PRINCIPALES :

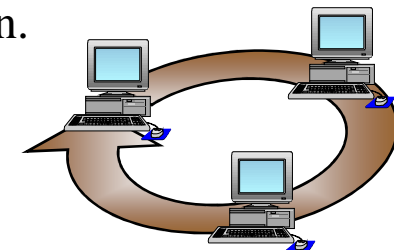
BUS : diffusion à tous les équipements



802.3 (CSMA/CD)

BOUCLE : propagation unidirectionnelle de voisin à voisin.

802.4 (Token Bus)
802.5 (Token Ring)

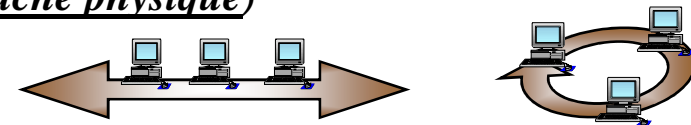


✗ Topologie logique ≠ Topologie physique

LANs : normalisation (6/14)

• Topologie physique

- **OBJECTIF** : *mise en oeuvre physique de la topologie logique de signalisation*
==> **CONNECTIQUE** (couche physique)

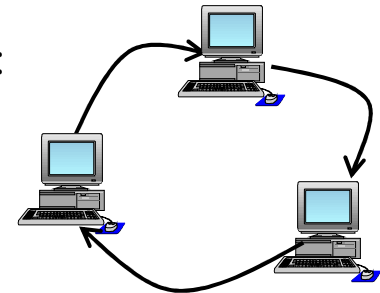


• TOPOLOGIES PRINCIPALES :

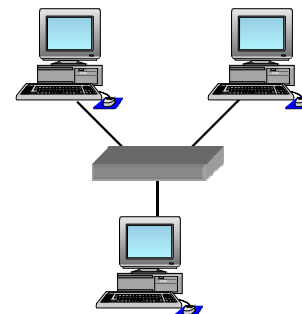
BUS :



BOUCLE :



ETOILE :



- *définie par le système de câblage physique*
- *multipoint ou point à point*
- *correspondances diverses entre topologies logiques et physiques*

LANs : normalisation (7/14)

- **Protocoles MAC**

- **OBJECTIF** : *Spécifier les règles d'accès au médium de transmission*
Garantir qu'un seul équipement à la fois émettra des données à un instant donné sur le support partagé
Offrir un partage équitable du support par une politique de contrôle appliquée sur une topologie logique de signalisation
= = > PROTOCOLES MAC

- **PROTOCOLES MAC** :

CSMA/CD : *(Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)*
= = > IEEE 802.3, Ethernet

TOKEN BUS : *= = > IEEE 802.4*

TOKEN RING : *= = > IEEE 802.5*

LANs : normalisation (8/14)

- CSMA/CD (802.3) : aperçu

- TOPOLOGIE de SIGNALISATION : BUS



- TOPOLOGIES PHYSIQUES : BUS, ETOILE



- PRINCIPE : Avant d'émettre on écoute le bus :

Si silence alors émission sinon émission différée

= = > possibilité de collisions (émissions simultanées)

Si collision détectée pdt l'émission alors arrêt de l'émission
et nouvelle tentative plus tard...

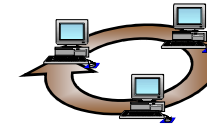
- PROPRIÉTÉS :

- pas d'arbitrage (compétition)
- pas d'échange d'informations de contrôle
- simplicité de mise en œuvre, faible coût...

LANs : normalisation (9/14)

- **TOKEN BUS (802.4) : aperçu**

- TOPOLOGIE de SIGNALISATION : *BOUCLE*



- TOPOLOGIE PHYSIQUE : *BUS*



- PRINCIPE : *Droit de parole symbolisé par la possession d'un jeton*
Si on possède le jeton alors émission sinon attendre jeton
Lorsque émission terminée passer le jeton au successeur
sur l'anneau virtuel
= = > possibilité de perte du jeton

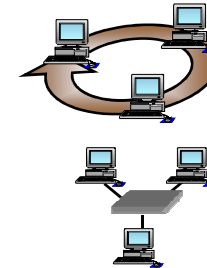
- PROPRIÉTÉS :

- arbitrage distribué, tour de parole
 - échange d'informations de contrôle (jeton)
 - algorithmique complexe, coût élevé de mise en œuvre
 - garantie déterministe d'une borne maximale du temps d'émission
- = = > *peu utilisé, réseaux locaux industriels*

LANs : normalisation (10/14)

• TOKEN RING (802.5) : aperçu

• TOPOLOGIE de SIGNALISATION : *BOUCLE*



• TOPOLOGIE PHYSIQUE : *ETOILE*

• PRINCIPE : *Droit de parole symbolisé par la possession d'un jeton*
Si on possède le jeton alors émission des données
puis émission du jeton au successeur
Sinon attente du jeton

• PROPRIÉTÉS :

- arbitrage distribué, tour de parole
- échange d'informations de contrôle (jeton), station de supervision
- algorithmique plus simple que 802.4 (anneau physiquement mis en œuvre)

= = > *Proposé par IBM, très utilisé en milieu bancaire*

LANs : normalisation (11/14)

- **Adressage MAC (802.1)**

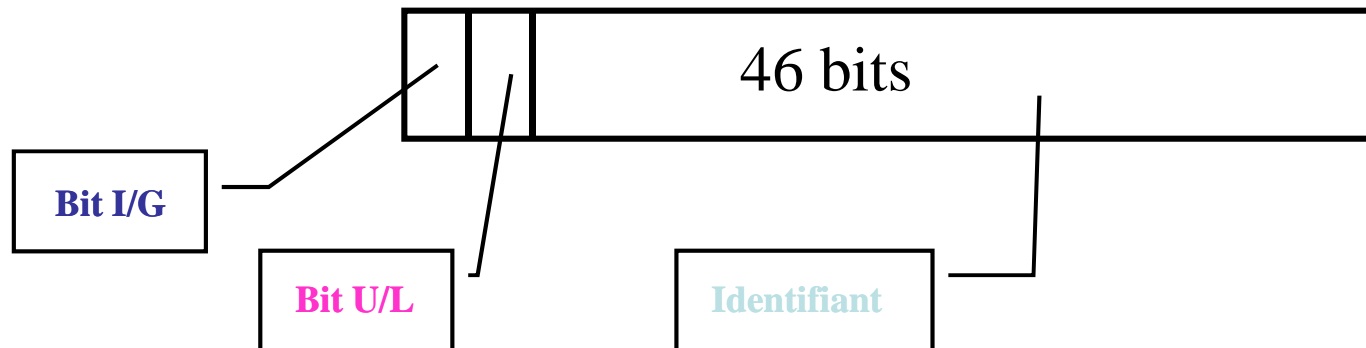
- **OBJECTIF** : *identifier et différencier les équipements interlocuteurs*

Qui émet ? (expéditeur)

Qui doit recevoir ? (destinataire)

- **SYSTÈME d'ADRESSAGE MAC** :

FORMAT IDENTIQUE à TOUS les PROTOCOLES MAC IEEE
sur 6 OCTETS :



LANs : normalisation (12/14)

- **Adressage MAC Individuel : Bit I/G à 0**

- **OBJECTIF** : *désignation d'un équipement particulier (carte réseau)*

= = > adresse source, adresse de destination

- **ADRESSAGE UNIVERSEL** : Bit U/L à 0

- *adressage universel géré par l'IEEE qui attribue un identifiant de constructeur/vendeur de cartes réseaux*

= = > 3 premiers octets

- *le constructeur attribue à la carte un numéro de série*

= = > 3 derniers octets

exemples : 08:00:5A:12:45:2F (*carte IBM*)
 00:00:0C:2F:9E:65 (*carte CISCO*)

- **Gestion simplifiée : Ethernet**

- **ADRESSAGE LOCAL** : Bit U/L à 1

- *adressage géré par l'administrateur du réseau*

= = > 6 octets

- **Token Ring essentiellement**

LANs : normalisation (13/14)

- **Adressage MAC de Groupe : Bits I/G et U/L à 1**

- **OBJECTIF** : *désignation d'un groupe d'équipements*
= = > *adresse de destination uniquement*

- **DIFFUSION TOTALE** : **Broadcast**

- *adresse dédiée « tout à 1 » : FF:FF:FF:FF:FF:FF*

Tous les équipements reçoivent...

- **DIFFUSION RESTREINTE** : **Multicast**

- *L'administrateur attribue une adresse MAC de diffusion restreinte à chaque groupe à constituer (début par un 1)*

- *Les couches MAC des équipements appartenant à un groupe connaissent l'adresse MAC de ce groupe*

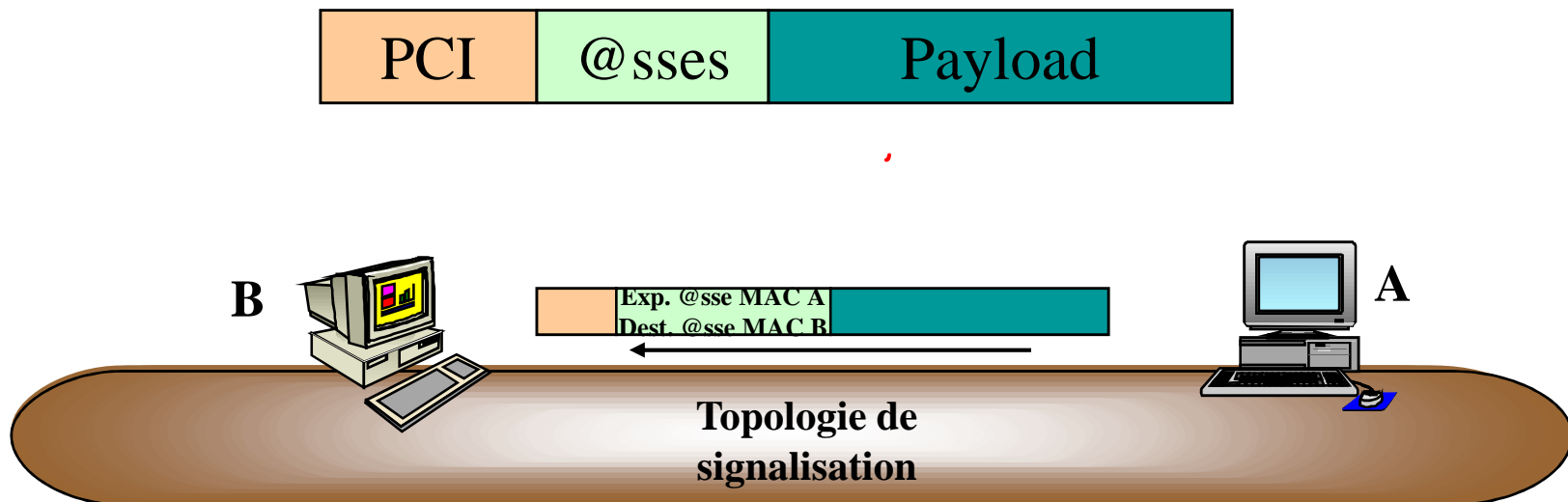
Seuls ces équipements reçoivent...

LANs : normalisation (14/14)

• Format des Trames MAC

- **OBJECTIF** : *structurer les messages échangés entre équipements*
 - = = > *Informations de contrôle (fonctionnement du protocole) (PCI)*
 - = = > *Informations d'identification des interlocuteurs (adresses)*
 - = = > *Charge utile (données, informations à échanger) (Payload)*

• **VISION LOGIQUE** :



ELEMENTS MATERIELS

dans les Réseaux Locaux

SUPPORTS PHYSIQUES (1/1)

- **supports filaires**
 - câble coaxial
 - paire torsadée
 - fibre optique
- **supports sans fil**
 - ondes radioélectriques
 - infra-rouge
 - laser...

Câbles Coaxiaux (1/2)

- **câble coaxial RG11 («gros Ethernet»)**
 - diamètre 1 cm
 - conducteur central solide
 - blindage lourd (tresses et écran)
= = > protection des signaux aux influences électromagnétiques extérieures
 - gainage PVC jaune
= = > protection contre incendie
 - impédance 50 Ω
 - installation difficile, rayon de courbure élevé
 - faux planchers, plafonds...



Câbles Coaxiaux (2/2)

- **câble coaxial RG58 («Ethernet fin»)**
 - diamètre 0,5 cm
 - gainage noir
 - impédance 50 Ω
 - flexible, maniable



Paires Torsadées (1/6)

- **Paires torsadées non blindées :**
UTP : Unshielded Twisted Pair

- câble de 4 paires UTP
- diamètre 5,2 mm



- câble de 3 x 4 paires UTP
- diamètre 12,70 mm

Paires Torsadées (2/6)

- Paires torsadées blindées

FTP : Foiled Twisted Pair

fil de « drain » rajouté

== > réduction des perturbations électromagnétiques

- câble de 4 paires FTP
- diamètre 5,8 mm

- câble de 6 x 4 paires FTP
- diamètre 21 mm



Paires Torsadées (3/6)

- Normalisation des câbles 100-120 Ω (ISO 11801)

Catégorie	Bande Passante	Principales applications dans les LANs
1	Non Spécifié	aucune
2	4 kHz	aucune
3	16 MHz	Ethernet 10 Mbps Token Ring 4 Mbps
4	20 MHz	Token Ring 4 et 16 Mbps
5	100 MHz	Ethernet de 10 à 100 Mbps Token Ring 16 Mbps ATM 155 Mbps
6	250 MHz	En cours de normalisation
7	600 MHz	

• Paires Torsadées (4/6)

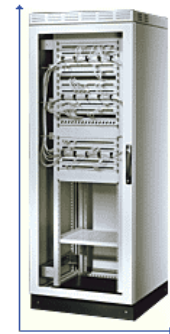
• Intérêts du câblage structuré

- Pré-câblage d'immeubles de bureaux dès leur construction (idem téléphonie, électricité) en paires torsadées pour la transmission de données informatiques
- Ossature de câblage stable, transparente et normalisée
- Gestion plus souple des réseaux locaux

• Principe :

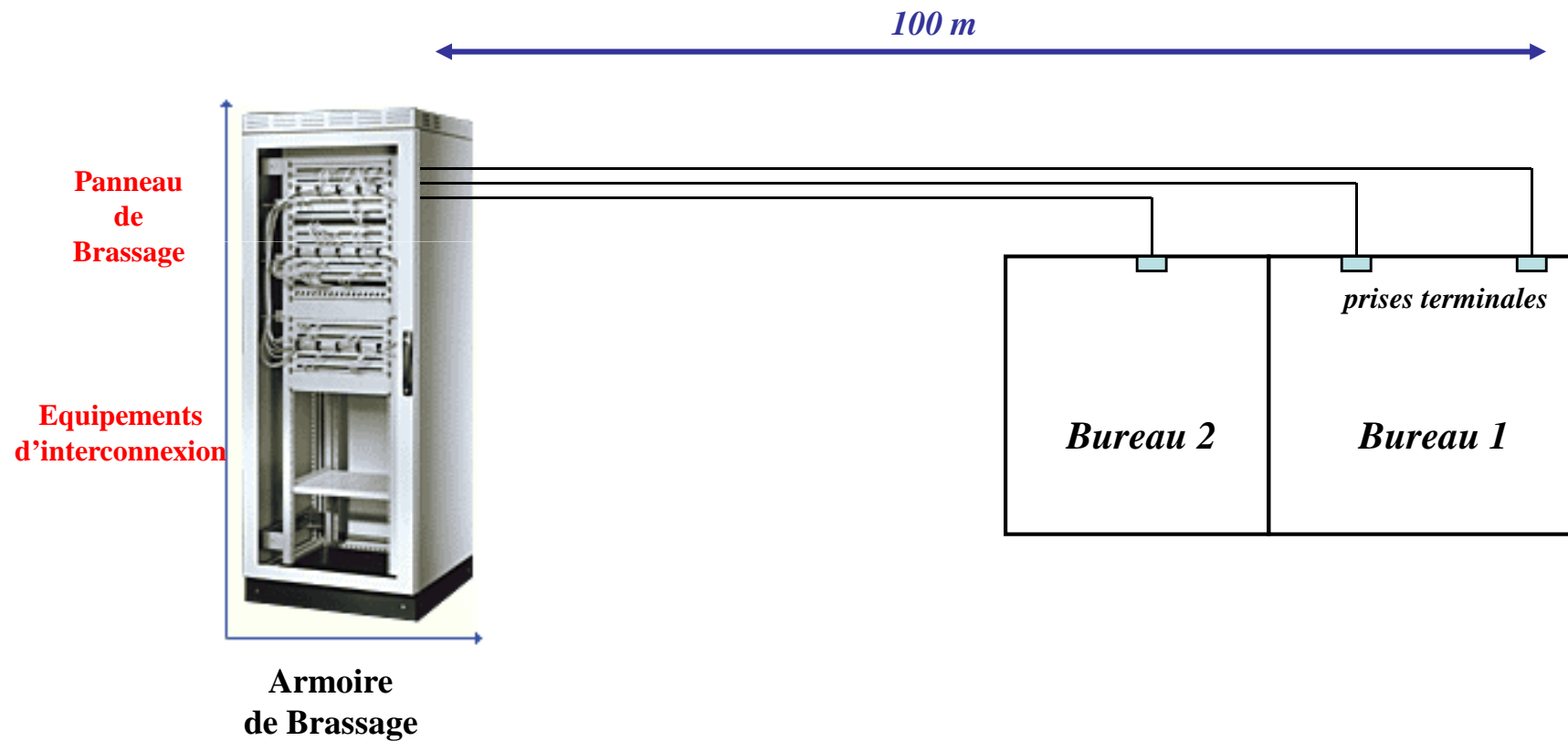
- les câbles vont d'un bureau (prise terminale) à un panneau de brassage (ou répartiteur)
- de ce panneau partent d'autres câbles qui vont vers des équipements d'interconnexion

= = > topologie en étoile (distribution capillaire)



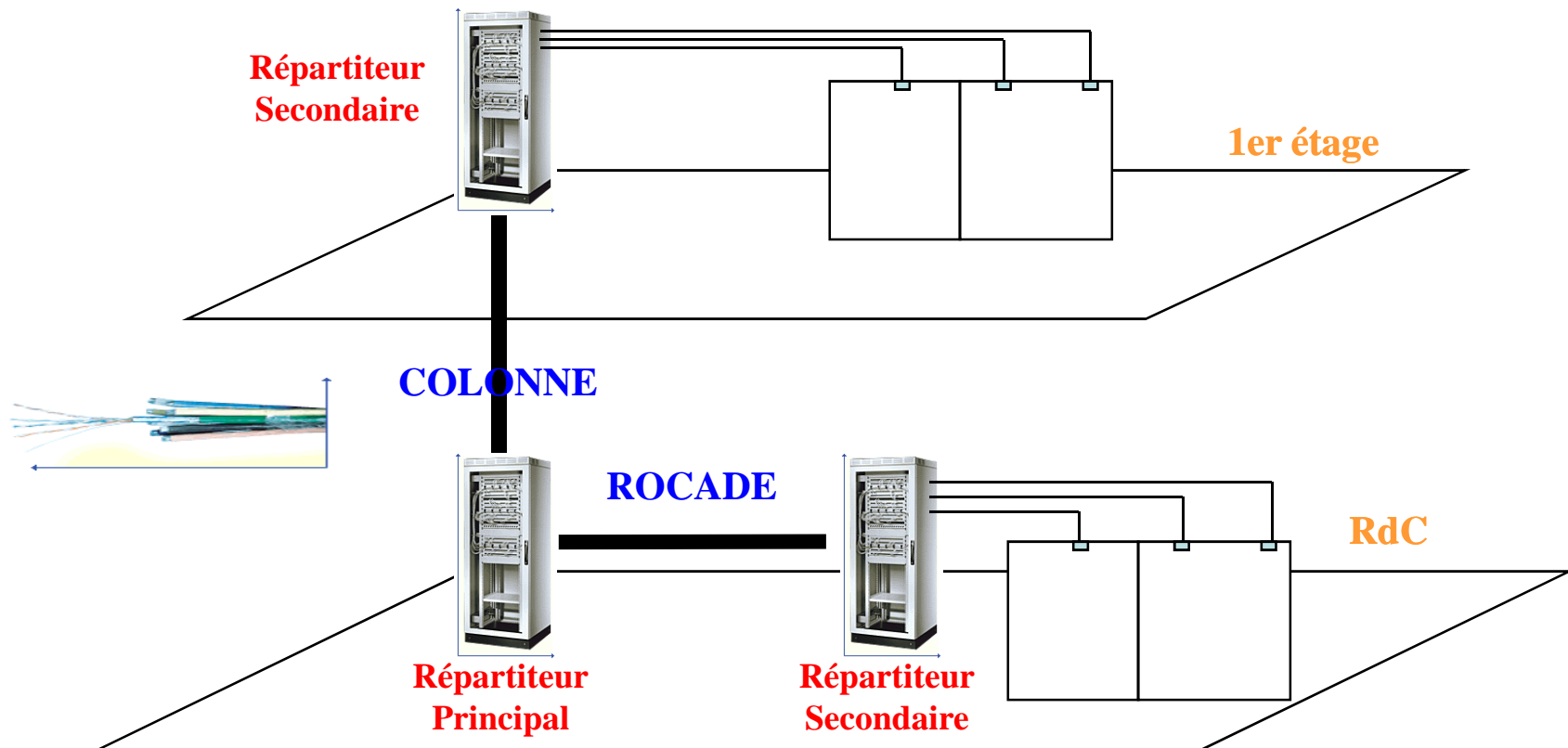
Paires Torsadées (5/6)

- Illustration du câblage structuré



Paires Torsadées (6/6)

- Hiérarchisation possible des répartiteurs



Fibres Optiques (1/1)

- **coeur entouré d'une gaine : selon le diamètre du coeur :**
- **fibres monomode**
 - diamètre fin (5 à 10 microns)
 - un seul chemin optique
 - laser (1300 nm – 1500 nm)
 - conecitique délicate (télécom)
- **fibres multimode**
 - diamètre plus important (50 à 62.5 microns)
 - Plusieurs chemins optiques
 - diode electro-luminescente (850 nm – 1300 nm)
 - conecitique plus simple
- **fibres en plastique**
 - coeur de 1 mm
 - lumière visible (650 nm)
 - performances TP catégorie 5



Les Réseaux Locaux

CSMA/CD :

ETHERNET et 802.3

Historique et Caractéristiques (1/1)

- **Histoire :**

Xerox (73) - -> DIX - -> 3COM - -> IEEE...

- **Succès :** Plus de 95% du marché des solutions LANs

- **CAPACITE d'EVOLUTIVITE :**

Coaxial épais initialement

Coaxial fin (mi 80's)

Paire torsadée (mi 80's)

Câblage structuré (début 90's)

Fast Ethernet 100Mbps (95) (paire torsadée, Fibre)

Commutation, Full-Duplex, VLANs...

Giga Ethernet 1Gpbs (en cours)

= = > diminution des coûts...

- **FIABILITE :**

Mécanisme CSMA/CD simple, sûr et robuste

Systèmes normalisés et structurés

- **ADMINISTRATION :**

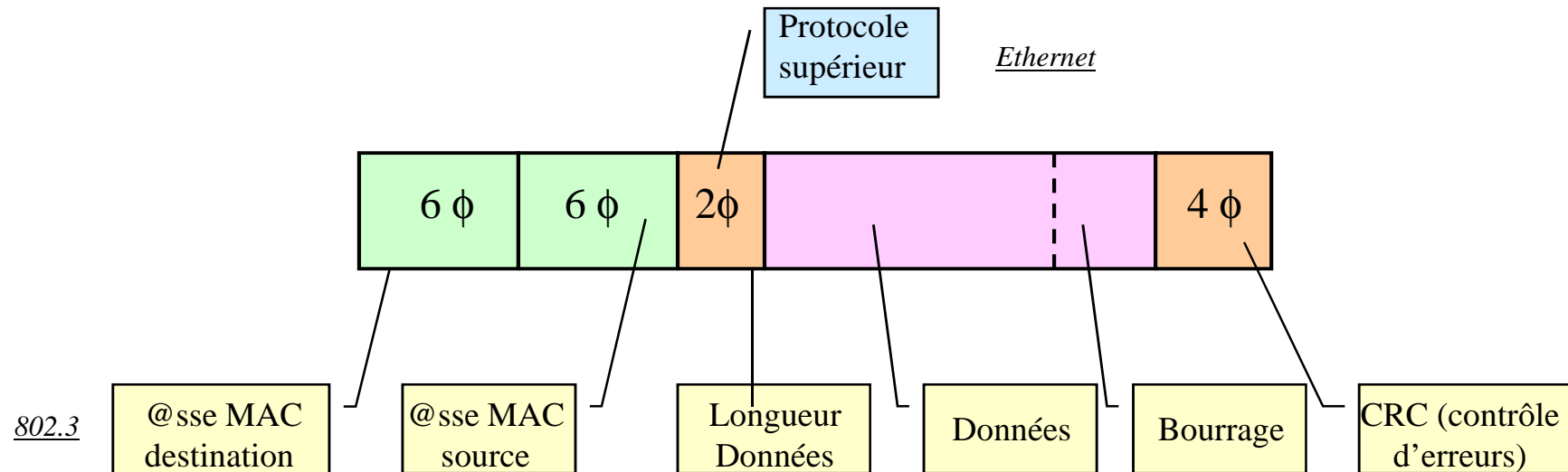
Nombreux outils disponibles (SNMP) → supervision

aisée

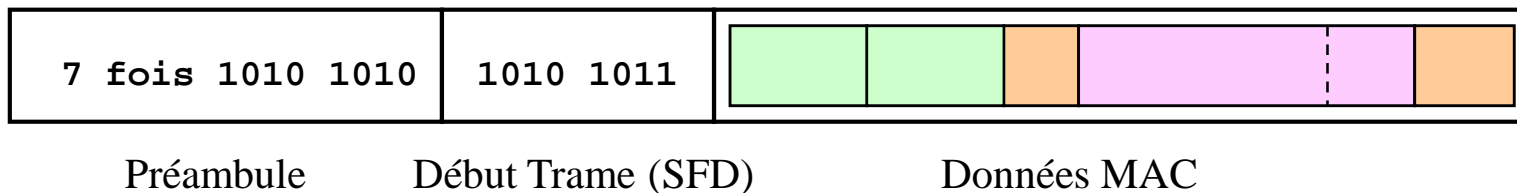
Protocole CSMA/CD (1/4)

- **Format des trames MAC :**

Structuration des messages échangées par les stations



- **Encapsulation au niveau physique :**



Protocole CSMA/CD (2/4)

- Principe de base :



Globalement, les stations émettent une trame sur le bus quand elles le désirent
= = > une station dispose de tout le canal si les autres n'ont rien à émettre
= = > accès aléatoire = = > problèmes de collisions

- Traitement des collisions :

COLLISION : le fait que deux stations émettent en même temps

PRINCIPE CSMA : (Carrier Sense Multiple Access)

Avant d'émettre une station écoute le canal :

S'il est libre, elle émet la trame, sinon elle diffère son émission

= = > réduire le nombre de collisions

= = > collisions résiduelles dues aux délais de propagation

PRINCIPE CD : (Collision Detection)

Pendant l'émission la station écoute le canal et peut ainsi détecter une collision en cours :

= = > arrêt de l'émission : celle-ci est différée

= = > émission signal de brouillage pour que les autres détectent...

Topologies Physiques (1/1)

- **Identificateurs 802.3 :**

- CONSTITUTION des IDENTIFICATEURS :

<nombre><{BASE | BROAD}>-<sigle>

- INTERPRETATION :

<nombre> == > débit en Mbps spécifié par la norme

BASE | BROAD == > technique de transmission
BASE pour Bande de Base
BRAOD pour Large bande

sigle == > Nature support, distance,

- EXEMPLES :

Torsadée

10BASE-T Ethernet 10 Mbps sur Paire

Optique

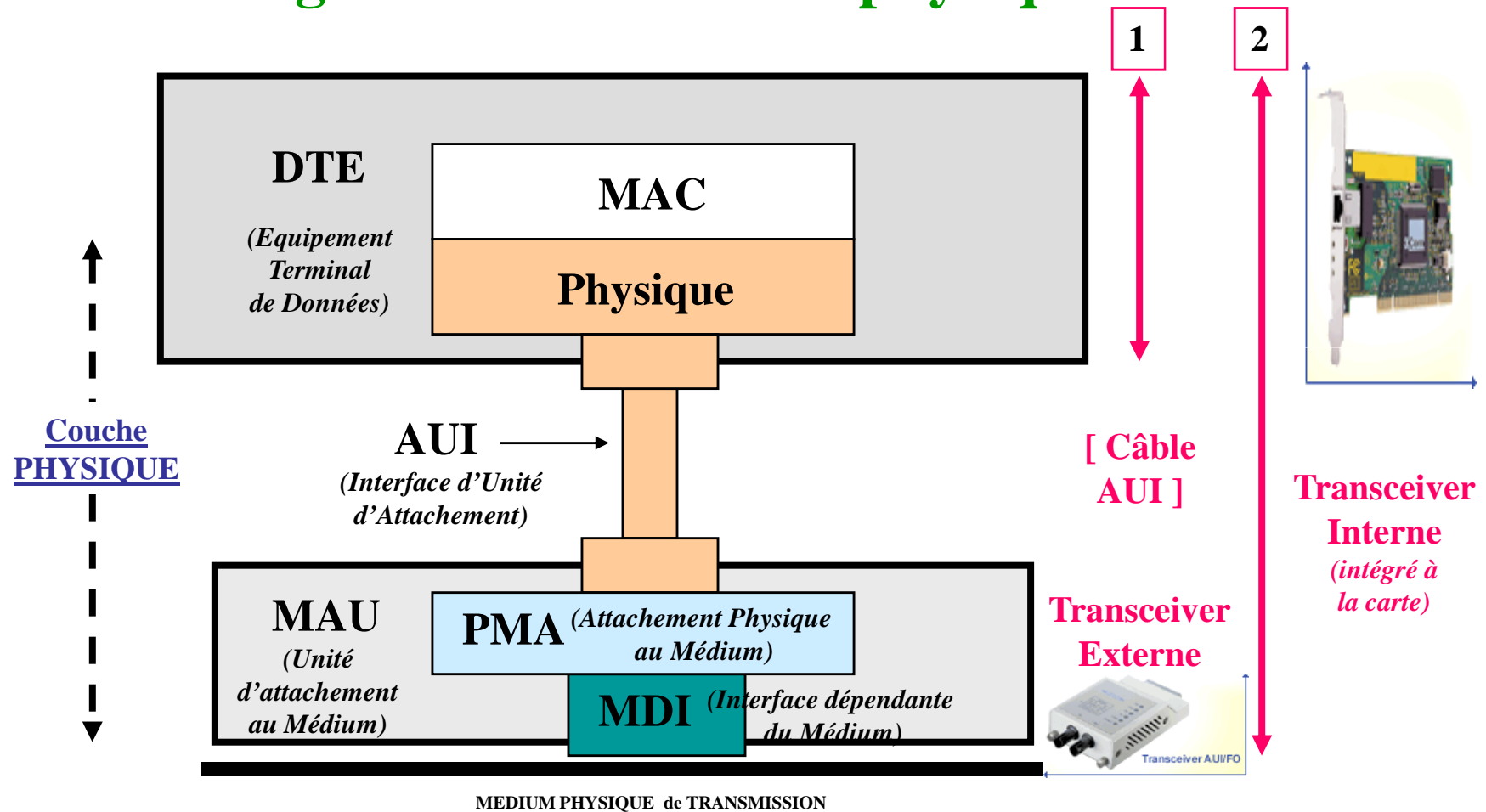
100BASE-FX Ethernet 100 Mbps sur Fibre

épais

10BASE-5 Ethernet 10 Mbps sur Coaxial

Topologies à 10, 100, 1000 Mbps (2/2)

- Modèle général de la couche physique :



Topologie 10, 100, 1000 BAS T (2/2)

- **Caractéristiques :**

- CONNECTIQUES de RACCORDEMENT :

*Généralement, Transceiver interne intégré à l'équipement
qui présente une prise RJ45 femelle
ou
plus rarement, Transceiver externe et câble AUI)*

*Utilisation fréquente de système de câblage structuré
(précâblage)
== > raccordement à une prise terminale RJ45 (murale...)*



- SIGNALISATION :

Codage MANCHESTER

Topologie 10,100,1000 BAS T (1/2)

- **Caractéristiques :**

- **NATURE d'un SEGMENT :**

Un câble de paires torsadées (minimum catégorie 3)
d'au plus 100 mètres dont chaque extrémité est terminée
par un connecteur RJ45 mâle (8 broches)



Deux paires de fils utilisées : - une en émission
- une en réception

=> CABLAGE CROISÉ nécessaire...

Liaison point à point == > pas de bouchon terminateur

Interconnexion de segments 10, 100 BASE-T (1/2)

- **Objectifs :**

émuler un bus logique == > multipoint

INTERCONNEXION au niveau PHYSIQUE par HUBS (CONCENTRATEURS)

- **Principe fonctionnel d'un hub :**

HUB ou CONCENTRATEUR \cong *RÉPÉTEUR MULTIPORTS*

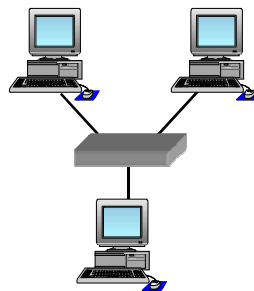
équipement qui régénère le signal reçu sur un port vers tous les autres ports

==> diffusion du signal à tous les autres équipements

== > si collision détectée par le hub : signal de collision diffusé à tous

== > EMULATION d'un BUS CSMA/CD

Topologie en étoile :



Interconnexion de segments coaxiaux

(1/2)

- Objectifs :

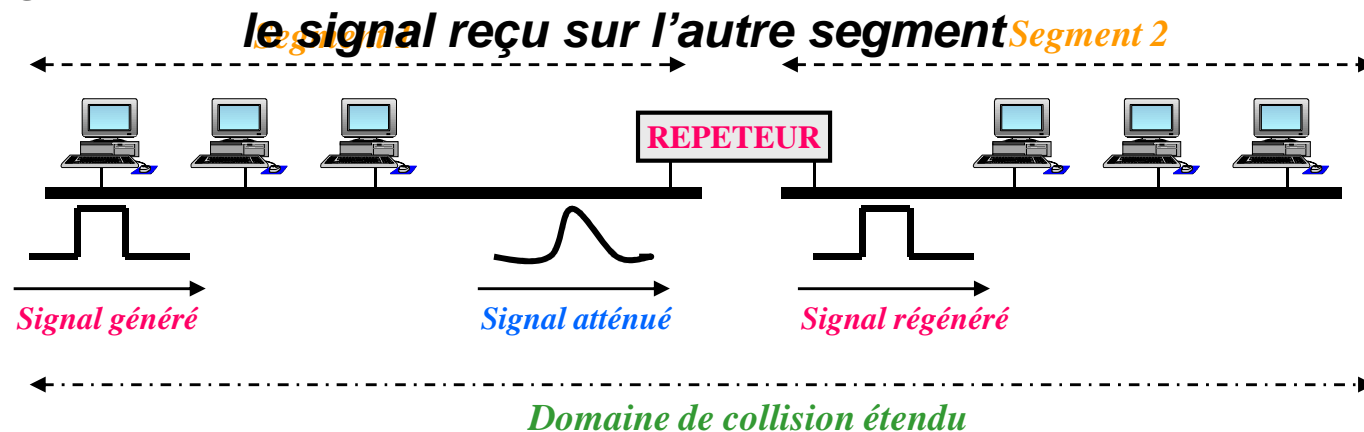
SEGMENT = un seul domaine de collision couvrant une distance géographique maximale (atténuation du signal)

INTERCONNEXION de SEGMENTS : augmenter longueur et taille du réseau

INTERCONNEXION au niveau **PHYSIQUE** par **RÉPÉTEURS**

- Principe fonctionnel d'un répéteur :

RÉPÉTEUR = équipement qui régénère sur le port le rattachant à un segment

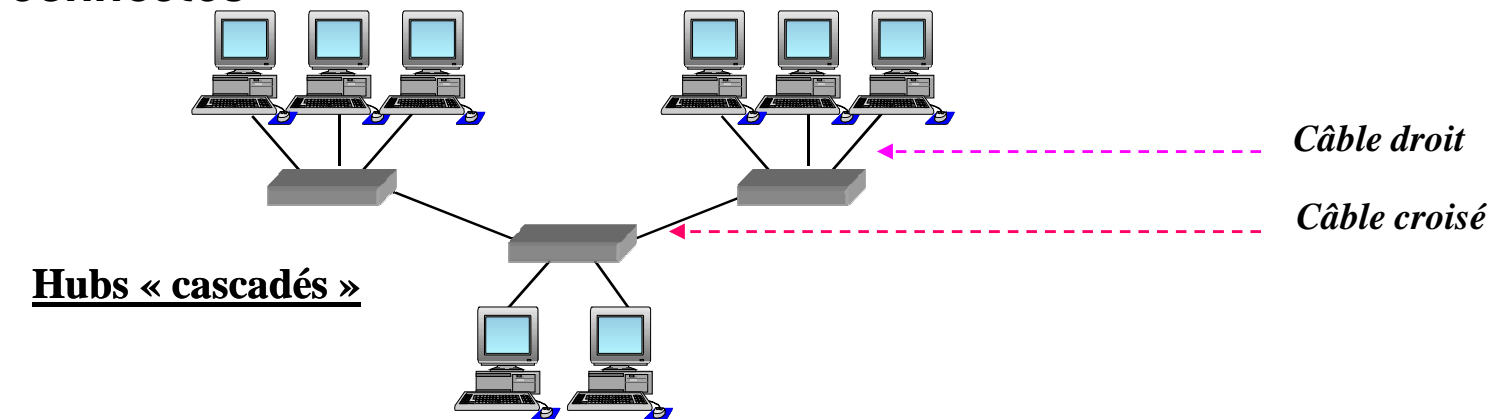


Interconnexion de segments 10, 100 BASET (2/2)

- **Objectifs :**

NOMBRE d'EQUIPEMENTS = fonction du nombre de ports du hub

INTERCONNEXION de HUBS : augmenter le nombre d'équipements connectés



- **Règles :** Identiques au cas du coaxial == > Pas plus de 5 hubs cascades

Hubs « stackables » : 2 hubs empilables = 1 hub logique

- **Interconnexion avec des segments coaxiaux :**

==> utiliser un répéteur convertisseur de média (exemple : RJ45 <---> BNC)

Interconnexion au niveau Physique (1/2)

• Constat :

- *REPETEURS, HUBS et CONVERTISSEURS de MEDIA contribuent à :*
 - *interconnecter des segments homogènes et/ou hétérogènes (type de médium, topologie physique...)*
 - *augmenter la portée géographique du LAN*
 - *augmenter le nombre de stations connectables*
- *n'interviennent qu'au niveau PHYSIQUE en régénérant le signal de transmission sur un ou plusieurs segments*
- *favorisent l'OBTENTION d'un DOMAINE de COLLISION UNIQUE*
= => un seul BUS LOGIQUE CSMA/CD

• Limites :

- *Diffusion totale sur le domaine de collision (temps, sécurité)*
- *Canal partagé entre tous (équipements plus sollicités : serveurs)*
- *Pas de découpage logique du réseau*

= => le principe de la COMMUTATION ETHERNET apporte des réponses à ces limites

Commutation ETHERNET (1/2)

- **Principe général :**

- UN COMMUTATEUR ou SWITCH ETHERNET = équipement qui permet d'établir une association (canal virtuel) entre un port sur lequel arrive une trame MAC en entrée et le port de sortie sur lequel est connecté l'équipement destinataire de cette trame.

- **Conséquences :**

- Interconnexion de niveau MAC : analyse des adresses MAC*

- Associations simultanées possibles (matrice de commutation)*

- == > augmentation bande passante totale du réseau*

- Débit garanti pour chaque équipement connecté à un switch :*

- == > 100Mbps / nombre de ports*

- Pas de collisions entre équipements connectés*

- == > partage du domaine de collision*

- Pas de changement des équipements standards*

- == > Équipement « intelligent », mémoire == > coûteux*