



# *Technologies et architectures réseaux*

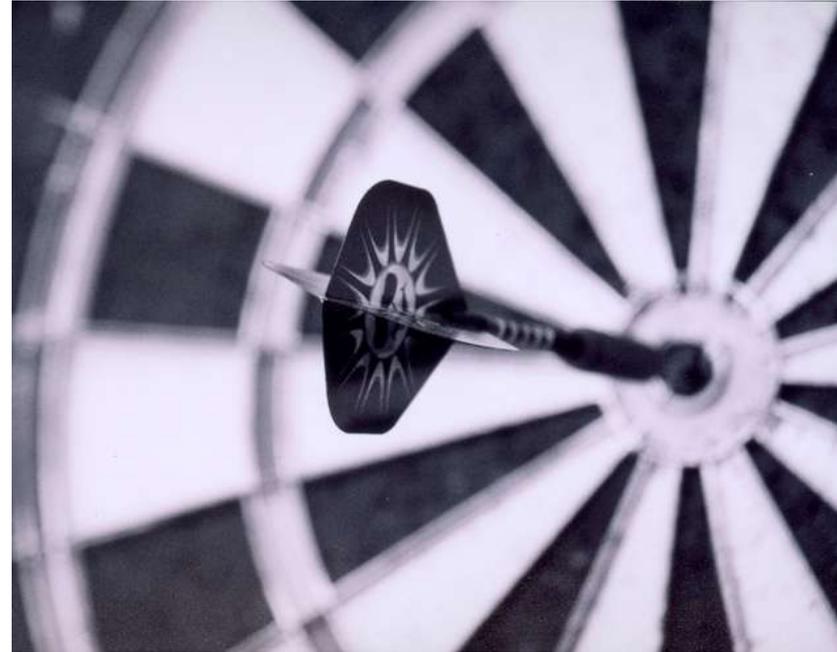
## *Extrait*





# Objectifs généraux

*Concevoir son réseau, le construire, l'administrer et en tirer tout le meilleur parti pour améliorer la compétitivité de l'entreprise exige la maîtrise de multiples techniques et la coordination de nombreux métiers.*



# → Objectifs pédagogiques

*A la fin de la formation, chaque participant devra :*

- avoir compris l'importance du réseau de télécommunication de l'organisation ;*
- maîtriser les bases techniques nécessaires pour analyser la place des réseaux dans les architectures techniques des systèmes d'information ;*
- avoir évalué l'impact des innovations et de l'évolution des standards sur l'éventail des solutions disponibles ;*
- être capable de dialoguer avec les techniciens spécialistes au sein d'une DSI ou d'une équipe projet.*





# Agenda

- **C01 Pourquoi un réseau ? Etude de cas Cévennes Auto**
- **C02 Comment l'offre réseau a-t-elle accompagné l'évolution des besoins des entreprises ?**
- **C03 Technologies de base**
- **C04 Internet et réseaux IP**
- **C05 Réseaux opérateurs et clouds publics**
- **C06 Architectures des réseaux d'entreprise**
- **C07 Réseaux locaux**
- **C08 Interconnexion des réseaux locaux**
- **C09 Réseaux sans fil**
- **C10 Gestion des réseaux d'entreprise (Administration, sécurité)**
- **C11 Bilan et perspectives.**





# Agenda

- ***C01 Pourquoi un réseau ? Etude de cas Cévennes Auto***
- ***C02 Comment l'offre réseau a-t-elle accompagné l'évolution des besoins des entreprises ?***
- ***C03 Technologies de base***
- ***C04 Internet et réseaux IP***
- ***C05 Réseaux opérateurs et clouds publics***
- ***C06 Architectures des réseaux d'entreprise***
- ***C07 Réseaux locaux***
- ***C08 Interconnexion des réseaux locaux***
- ***C09 Réseaux sans fil***
- ***C10 Gestion des réseaux d'entreprise (Administration, sécurité)***
- ***C11 Bilan et perspectives.***





## CHAPITRE #1

# Pourquoi un réseau ?



**Le réseau comme composant clef  
du système d'information,**

**le SI comme atout majeur  
de la stratégie de l'entreprise**





# Le cas : **CEVENNES-AUTOS**





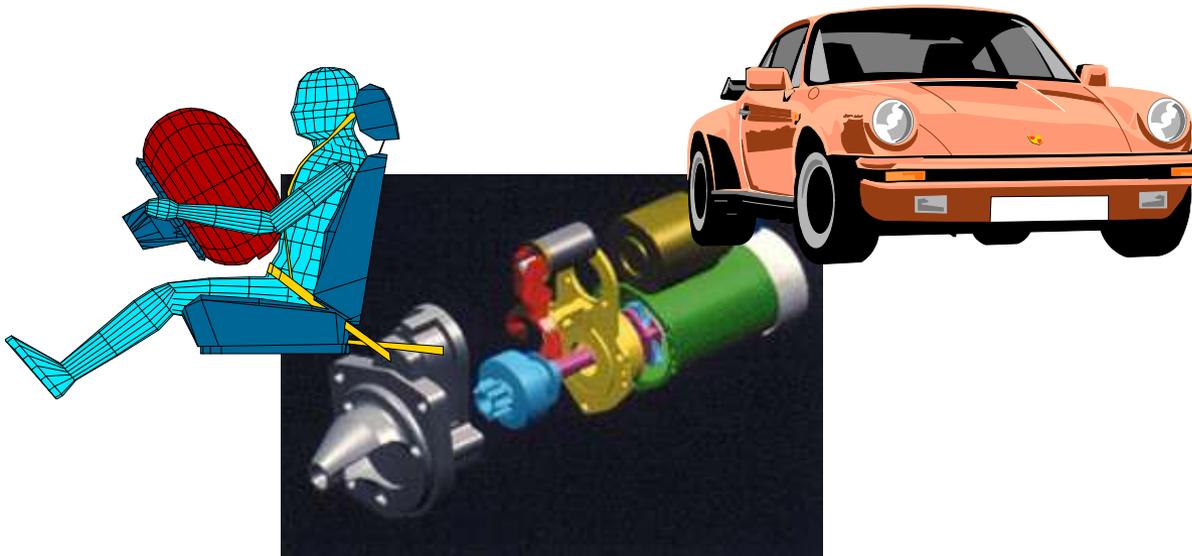
# Les étapes de notre étude de cas

- ***Qui sommes-nous ?***
- ***Quel Système d'Information pour supporter notre stratégie ?***
- ***Quel réseau pour supporter notre S.I. ?***
- ***Comment s'adapter aux évolutions des besoins, des technologies et des marchés***
- ***Concevoir un réseau***
- ***Construire un réseau***
- ***Exploiter et entretenir un réseau***
- ***Stratégie télécom et télécoms stratégiques : le réseau comme atout clef de la transformation numérique***



# → Une série de questions

□ Qui sommes-nous ?





# → Une série de questions

- ❑ Quel réseau pour supporter notre Système d'Information ?





# Le réseau de communication : un atout stratégique pour Cévennes Autos



*Communiquer pour  
mieux mettre en  
oeuvre la stratégie  
de l'entreprise*





# Un besoin de communication lié à une nouvelle stratégie

- \* Un engagement sur la Qualité Totale autour d'un référentiel de standards communs.
- \* De nouvelles méthodes de conception basées sur l'ingénierie simultanée.
- \* Améliorer nos échanges avec nos clients 1ère monte et intégrer nos fournisseurs.
- \* Mieux dialoguer avec nos distributeurs et nos clients finals sur le marché du remplacement.
- \* Etre présent sur les places de marché



Stratégie et communication :  
De nouveaux besoins





# Un besoin de communication lié à une nouvelle stratégie

- \* De nouveaux produits et services
- \* De nouveaux sites et de nouveaux marchés
- \* De nouveaux partenaires
- \* De nouveaux processus d'innovation et de distribution
- \* Un référentiel commun pour la recherche de la Qualité Totale
- \* Des échanges à l'intérieur et à l'extérieur du Groupe pour mener des projets communs et pour optimiser le fonctionnement de la chaîne logistique



De nouvelles exigences en matière de traitement et de transmission de l'information





# Ressources

- \* Des Hommes et des Femmes qui remplissent une mission déterminée dans le cadre de l'un des **Systemes de Gestion** de l'entreprise.
- \* Des Systemes de Gestion regroupés au sein d'un **Systeme d'Information**.
- \* Un Systeme d'Information dont le noyau fédérateur est un vaste **Reseau de communication**.

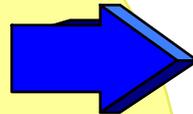




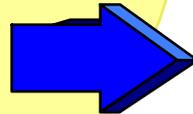
# Optimiser l'emploi de nos ressources pour atteindre les objectifs de notre stratégie

Un outil indispensable :

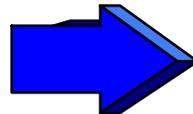
**LE RESEAU  
DE  
TELECOMMUNICATION  
DE L'ENTREPRISE**



*Relier les hommes, les machines, les hommes et les machines .....*



*... pour échanger les informations ...*



*... nécessaires à la vie de l'entreprise*

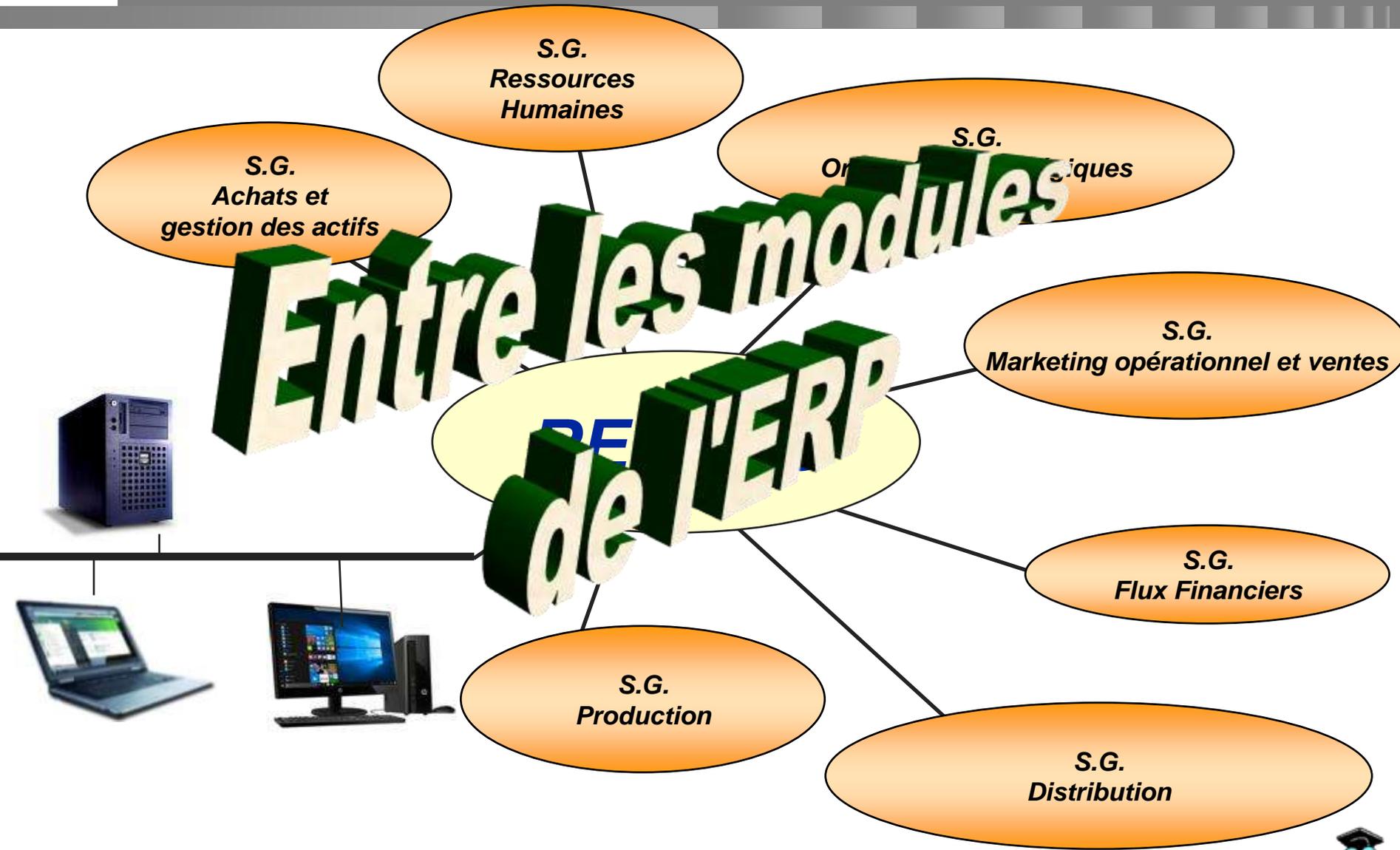


# → Echanges entre les individus





# Echanges entre les systèmes de gestion informatisés



# → Echanges entre les individus et les machines



# → Echanges entre les sites



*Siège Alès*

**CLIENTS**

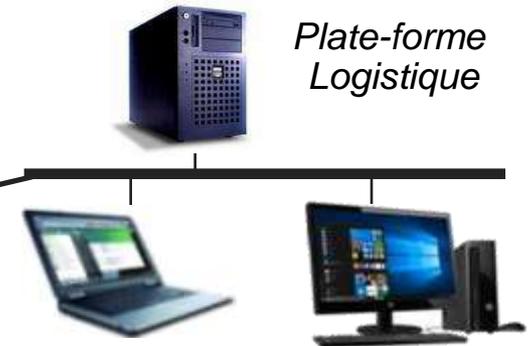
- . Constructeurs Première Monte
- . Distributeurs remplacement
- . Utilisateurs finals.

*Plate-forme  
Logistique*



- . FOURNISSEURS
- . SOUS-TRAITANTS
- . PARTENAIRES

**RESEAU**



*Agence commerciale  
Bureau commercial*

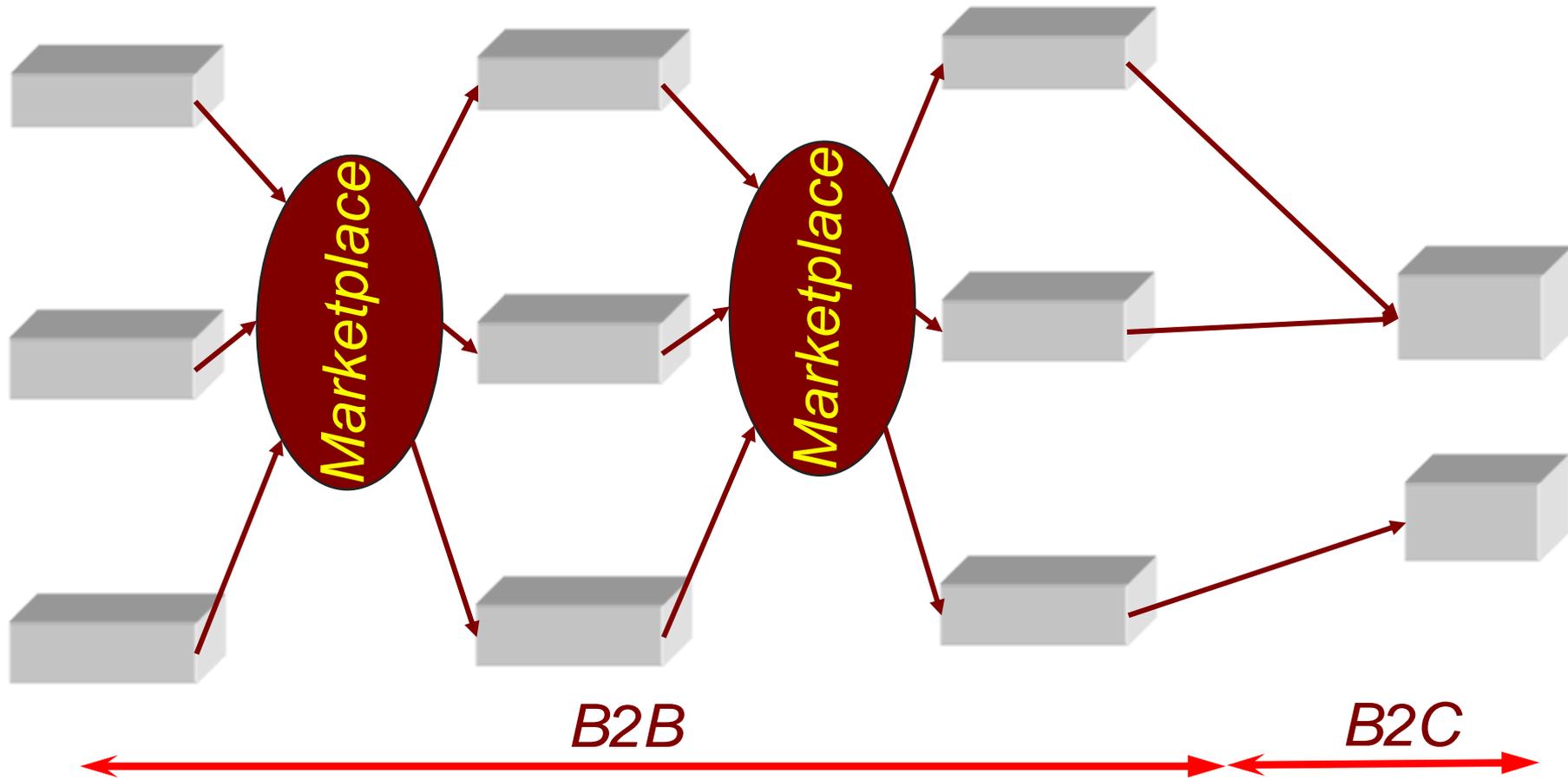
- . INVESTISSEURS
- . BANQUES
- . ADMINISTRATIONS

*Usine /  
Unité de production*

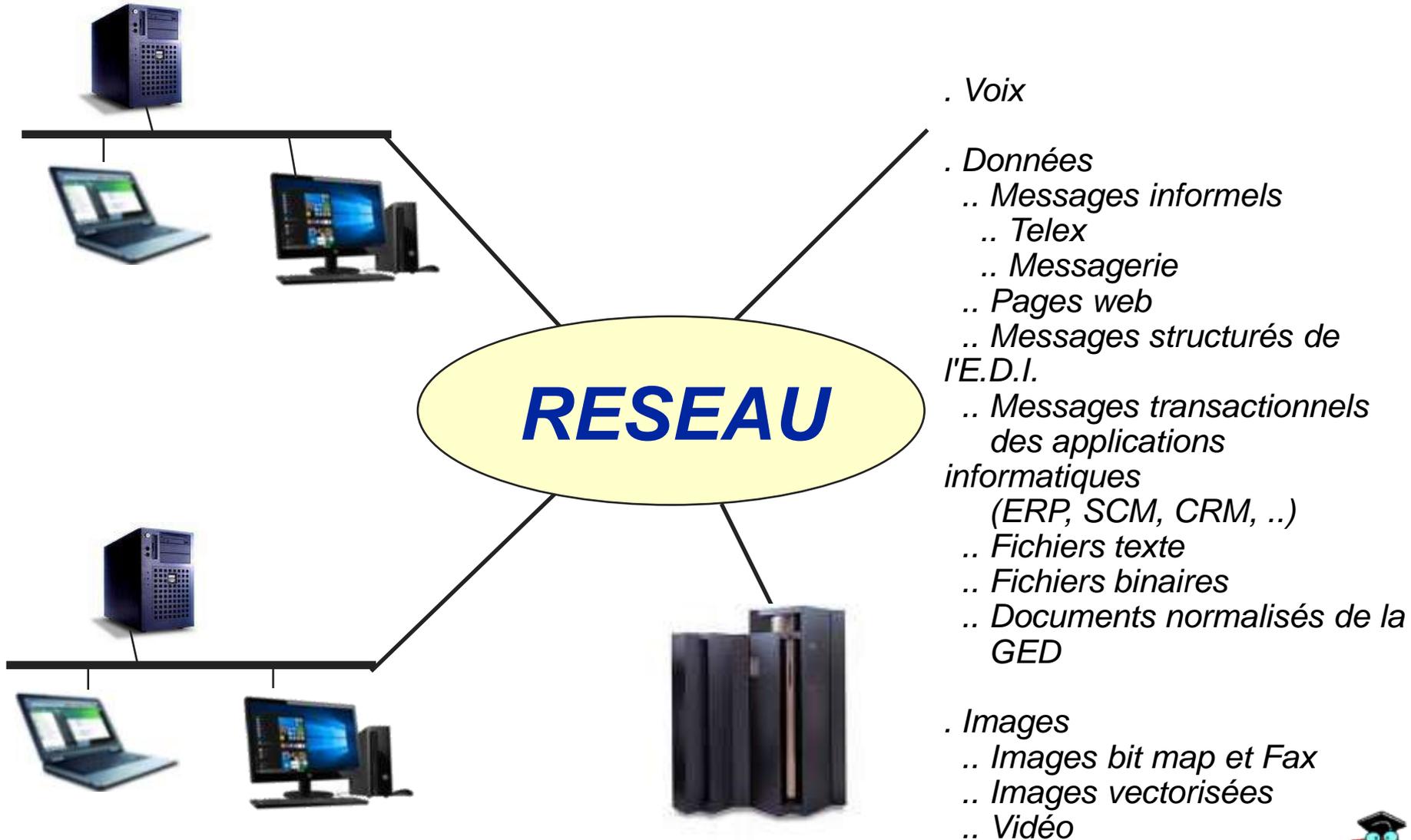


# → Echanges avec les partenaires

**Fournisseurs**                      **C.A. et ses concurrents**                      **Distributeurs**                      **Clients**



# → Echanges de natures diverses







# Agenda

- **C01 Pourquoi un réseau ? Etude de cas Cévennes Auto**
- **C02 Comment l'offre réseau a-t-elle accompagné l'évolution des besoins des entreprises ?**
- **C03 Technologies de base**
- **C04 Internet et réseaux IP**
- **C05 Réseaux opérateurs et clouds publics**
- **C06 Architectures des réseaux d'entreprise**
- **C07 Réseaux locaux**
- **C08 Interconnexion des réseaux locaux**
- **C09 Réseaux sans fil**
- **C10 Gestion des réseaux d'entreprise (Administration, sécurité)**
- **C11 Bilan et perspectives.**





## CHAPITRE #3

### Technologies de base

**Les technologies clefs sur lesquelles repose le monde des réseaux interconnectant nos terminaux d'accès aux serveurs hébergeant nos applications**





# Plan

- ***Signaux***
- ***Liaisons***
- ***Réseaux***
- ***Un modèle en couches pour comprendre le fonctionnement des réseaux***
- ***La couche physique : les éléments binaires du message***
- ***La couche physique : les médias***
- ***La couche physique : les équipements de connexion physique***
- ***La couche Liaison (niveau trame) : protocoles de liaisons et méthodes d'accès***
- ***La couche Réseau (niveau paquet) : contrôle des flux, routage et adressage***
- ***La couche Transport (niveau message) : ultime niveau de l'acheminement de l'information***







# Un modèle en couches pour comprendre le fonctionnement des réseaux

- ***Le modèle OSI***
- ***Services, protocoles et points d'accès aux services (SAP).***
- ***Cheminement d'un message d'une station A à une station B.***
- ***Les diverses couches à traverser.***
- ***Le rôle de chaque couche.***





# Le modèle OSI

- Le Modèle de Référence pour l'Interconnexion des Systèmes Ouverts (*Open System Interconnexion* = **O.S.I.**) définit une architecture de communication normalisée, adoptée conjointement par L'I.S.O. et l'I.U.T. (ex C.C.I.T.T.).
- L'objectif du modèle est la constitution des réseaux normalisés pouvant intégrer à divers niveaux des systèmes hétérogènes.
- Les normes spécifient les fonctions à remplir par chaque système et les règles de gestion des échanges à mettre en oeuvre entre ces systèmes, en fonction du niveau considéré pour l'interconnexion.
- A chaque niveau correspond une "**Couche**".





# Les sept couches du modèle OSI

- Couche Physique
- Couche Liaison de Données
- Couche Réseau
- Couche Transport
- Couche Session
- Couche Présentation
- Couche Application



# Les sept couches du modèle OSI

PROGRAMMES UTILISATEURS

## 7. APPLICATION

Fournit tous les services directement accessibles aux programmes d'application (Allocations ressources, accès fichiers, transferts).

## 6. PRESENTATION

Restructure les données depuis ou vers les formats standards en usage à l'intérieur du réseau, vers ou depuis les formats spécifiques de l'application.

## 5. SESSION

Etablit une communication transparente et fiable entre les applications exploitées sur deux stations différentes du réseau.

## 4. TRANSPORT

Assure la tâche de gestion des échanges de flots de données et de messages entre les stations entre lesquelles la session a été établie.

## 3. RESEAU

Normalise, gère et synchronise la manière dont est géré l'adressage des différents points du réseau.

## 2. LIAISON DE DONNEES

Définit comment le support physique est accédé, quels protocoles sont utilisés, les méthodes de mise en paquets ou en trames, ainsi que les fonctions de commutation.

## 1. PHYSIQUE

Définit le type de support (médium), la méthode de transmission, et les débits disponibles sur le réseau.



# → Rapports entre couches du modèle OSI

- La fonction de chaque couche est de fournir des services à la couche supérieure en la délivrant de toutes les tâches subalternes.
- Lors d'un échange entre une machine A et une machine B, chaque couche dans A a l'illusion de dialoguer directement avec la couche correspondante dans B.
- L'ensemble des règles de communication entre couches constitue un **protocole**.
- Les équipements de conversion de protocole entre deux machines varieront selon le niveau des couches concerné : le **répétiteur** n'assurera que la conversion de protocoles physiques alors que la **passerelle** pourra assurer la conversion de protocoles d'application.





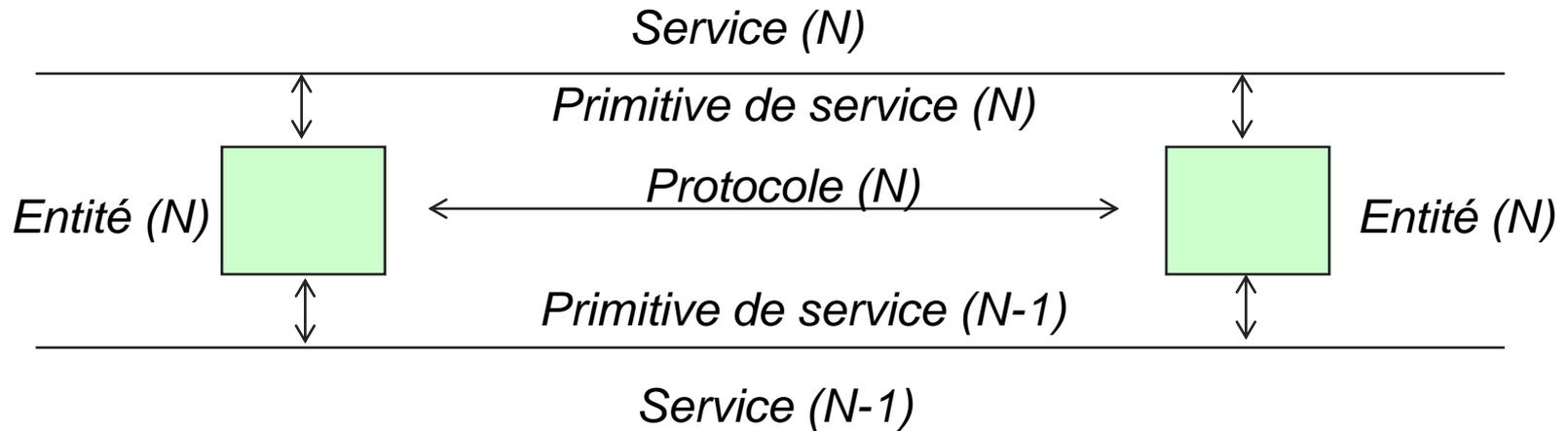
# Services, protocole et points d'accès aux services (SAP)

- Le service qui doit être rendu au niveau N de l'architecture est défini par le service (N) et il doit être réalisé par un ensemble d'actions devant être effectuées au niveau N
- Le protocole de niveau (N) définit un ensemble de règles nécessaires pour que le service de niveau (N) soit réalisé. Ces règles définissent les mécanismes qui vont permettre de transporter les informations d'un niveau (N) à un autre niveau (N).
- Les points d'accès au service (N) sont situés à la frontière entre les couches (N) et (N+1)



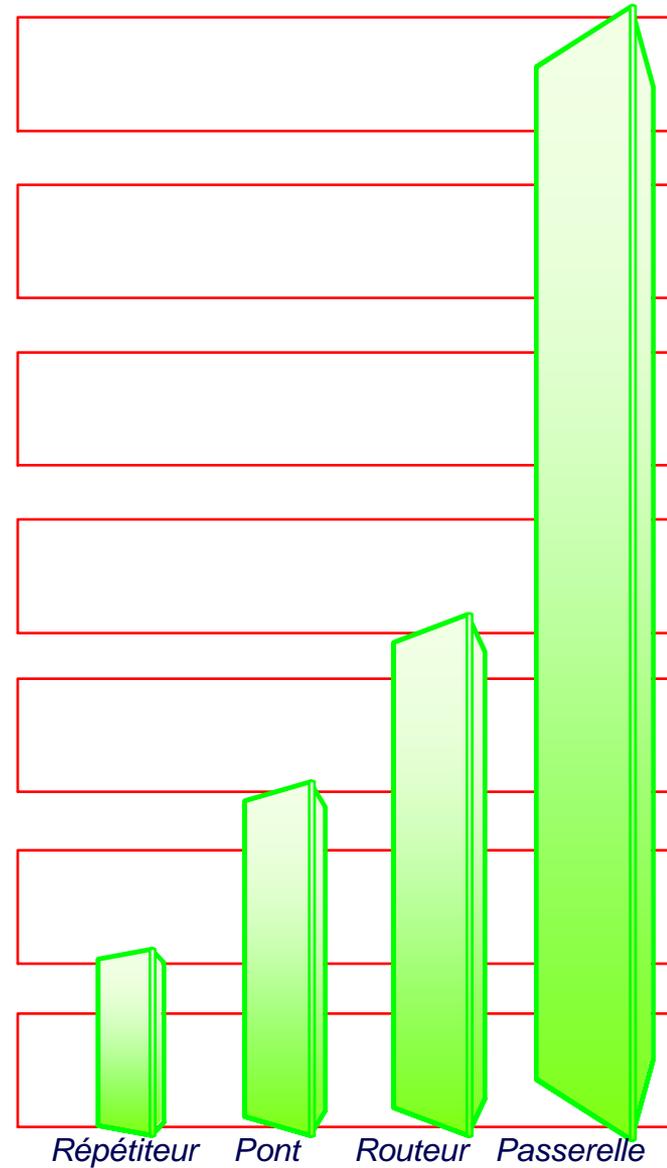
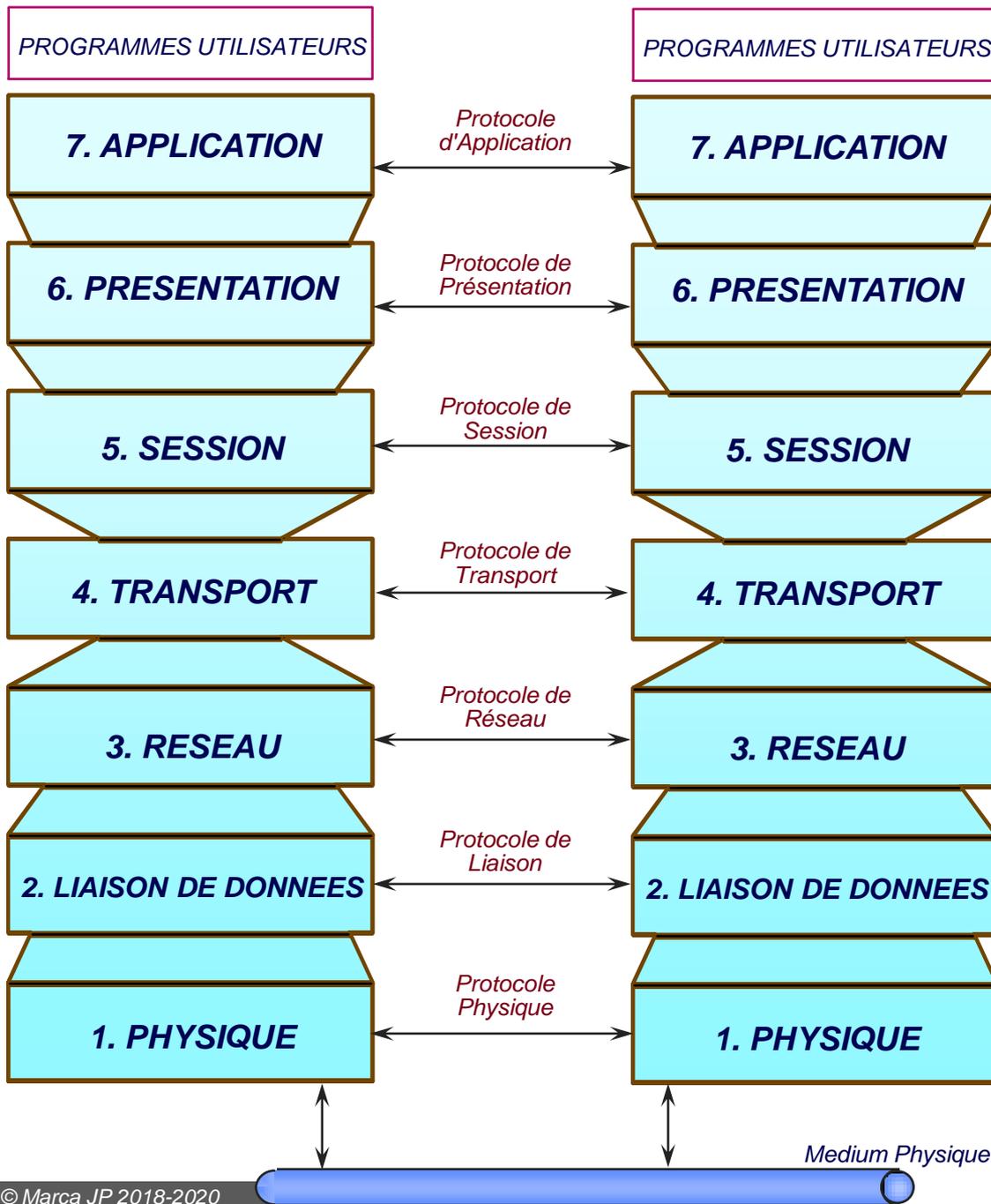


# Primitives de service



- Primitives de demande (demande de service).
- Primitives d'indication (prise en compte de la demande de service).
- Primitive de réponse (acceptation ou refus de la demande de service).
- Primitive de confirmation (prise en compte de la réponse).







# La couche physique

- La couche la plus basse (1) est la couche physique.
- Elle envoie un flux non structuré de bits à un médium physique (câble, fibre optique, ..).
- Cette couche définit comment ce médium est rattaché aux équipements de connexion de la machine (brochage du connecteur).
- Elle définit également la technique de transmission des données par le médium.
- Elle garantit qu'un bit 1 émis par la machine A sera reçu comme un bit 1 par la machine B, et qu'un bit 0 sera reçu comme un bit 0, ...
- ... sans se préoccuper de la signification des bits (l'observateur shannonien par excellence !).





# La couche de liaison

- La couche de liaison (2) structure les paquets de bits du niveau physique.
- Elle peut par exemple, à partir de la chaîne suivante, reçue par le niveau physique :

*1 0 ... 1 1 0 ... 0 1 0 1 ... 1 0 1 0 0 ... 1 1 0 0 1 0 ... 1 0*

- créer la structure (Trame ou LPDU) :

<i>1 0 ... 1 1</i>	<i>0 ... 0 1</i>	<i>0 1 ... 1</i>	<i>0 1 0 0 ... 1 1 0 0</i>	<i>1 0 ... 1 0</i>
<i>Identification Emetteur</i>	<i>Identification Récepteur</i>	<i>Type de Structure</i>	<i>Données du message</i>	<i>Données de contrôle de la qualité de la transmission</i>





# La couche de réseau

- La couche de Réseau (3) est responsable du traitement des adresses (conversion des noms logiques en adresses physiques) et de l'acheminement des messages.
- Elle détermine le chemin entre la machine A et la machine B en fonction de divers facteurs de disponibilité et de priorité.
- Elle gère les problèmes de trafic (commutation, acheminement, congestion, ..).
- Elle peut assurer un groupage de petites structures ou, au contraire, un dégroupage de grandes structures.





# La couche de transport

- Dans la machine émettrice, la couche de transport (4) est responsable de la transmission des messages qui viennent de la couche d'application placée au-dessus.
- Elle peut procéder à des groupages ou dégroupages de messages comme le niveau précédent procédait à des groupages ou dégroupages de structures.
- Dans la machine réceptrice, la couche de transport ouvre l'enveloppe des messages, les reconstitue en fonction des éventuels groupages et dégroupages faits par l'émetteur, et envoie un accusé de réception.





# La couche de session

- La couche de session (5) permet aux applications fonctionnant sur différents ordinateurs d'établir une connexion appelée session, puis d'y mettre fin.
- Cette couche assure le contrôle de l'identification de interlocuteurs.
- Elle s'occupe des fonctions nécessaires aux deux applications pour dialoguer au travers du réseau.
- Elle synchronise les tâches de l'utilisateur en plaçant des postes de contrôle dans le flux de données. Ces postes sont les points de reprise en cas d'incident réseau.
- Elle gère le dialogue entre processus de communication, en décidant quel côté transmet, quand et pendant combien de temps.





# La couche de présentation

- La couche de présentation (6) détermine la forme sous laquelle s'effectue l'échange de données entre l'émetteur et le récepteur.
- Du côté de l'émetteur, elle convertit le format spécifique à l'application en un format intermédiaire.
- Du côté du récepteur, elle convertit le format intermédiaire dans le format spécifique à l'application.
- La conversion dans le format intermédiaire peut inclure un processus de compactage.



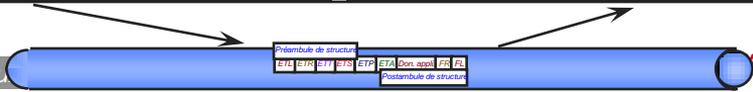
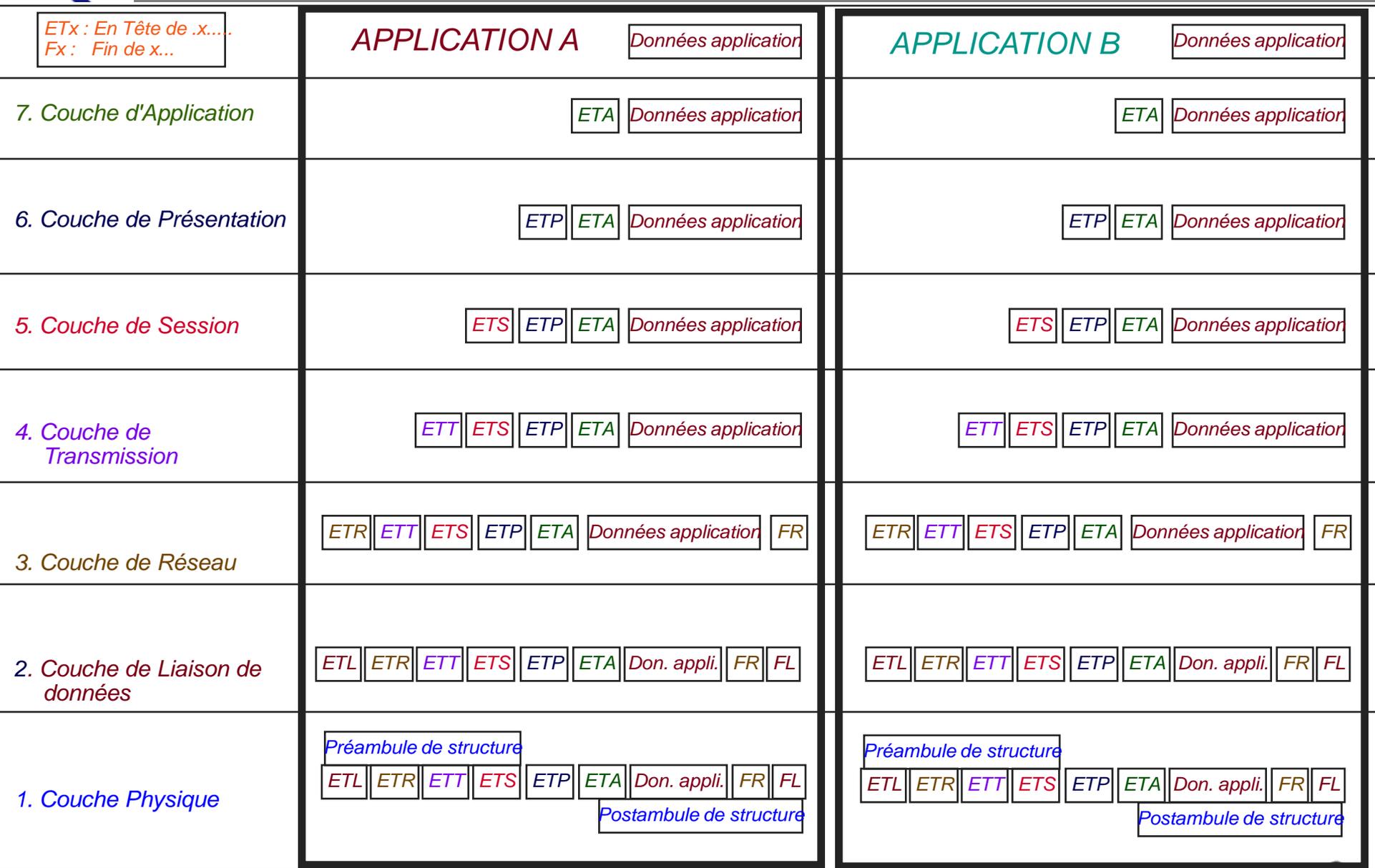


# La couche d'application

- La couche d'application (7) est le lieu d'échange où les processus de traitement de l'application accèdent aux services de communication.
- Elle représente les services supportant directement les applications, comme le transfert de fichiers, l'accès aux bases de données, la gestion des boîtes aux lettres d'une messagerie, ..



# Un exemple de transmission au travers des couches OSI



# Un exemple de transmission au travers des couches OSI

ETx : En Tête de .x...  
Fx : Fin de x...

APPLICATION A

Données

Dans la machine émettrice, au fur et à mesure que les informations traversent les couches OSI pour arriver au médium du réseau, chaque couche ajoute ses propres informations en tête, et parfois en fin de la structure qui descend du niveau supérieur.

7. Couche d'Application

ETA

6. Couche de Présentation

ETP

ETA

5. Couche de Session

ETS

ETP

ETA

Données applic...

ETS

ETP

ETA

Données applica...

4. Couche de Transmission

ETT

ETS

ETP

ETA

Données application

ETT

ETS

ETP

ETA

Données application

3. Couche de Réseau

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Données application

FR

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Données application

FR

2. Couche de Liaison de données

ETL

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Don. appli.

FR

FL

ETL

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Don. appli.

FR

FL

1. Couche Physique

Préambule de structure

ETL

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Don. appli.

FR

FL

Postambule de structure

Préambule de structure

ETL

ETR

ETT

ETS

ETP

ETA

Don. appli.

FR

FL

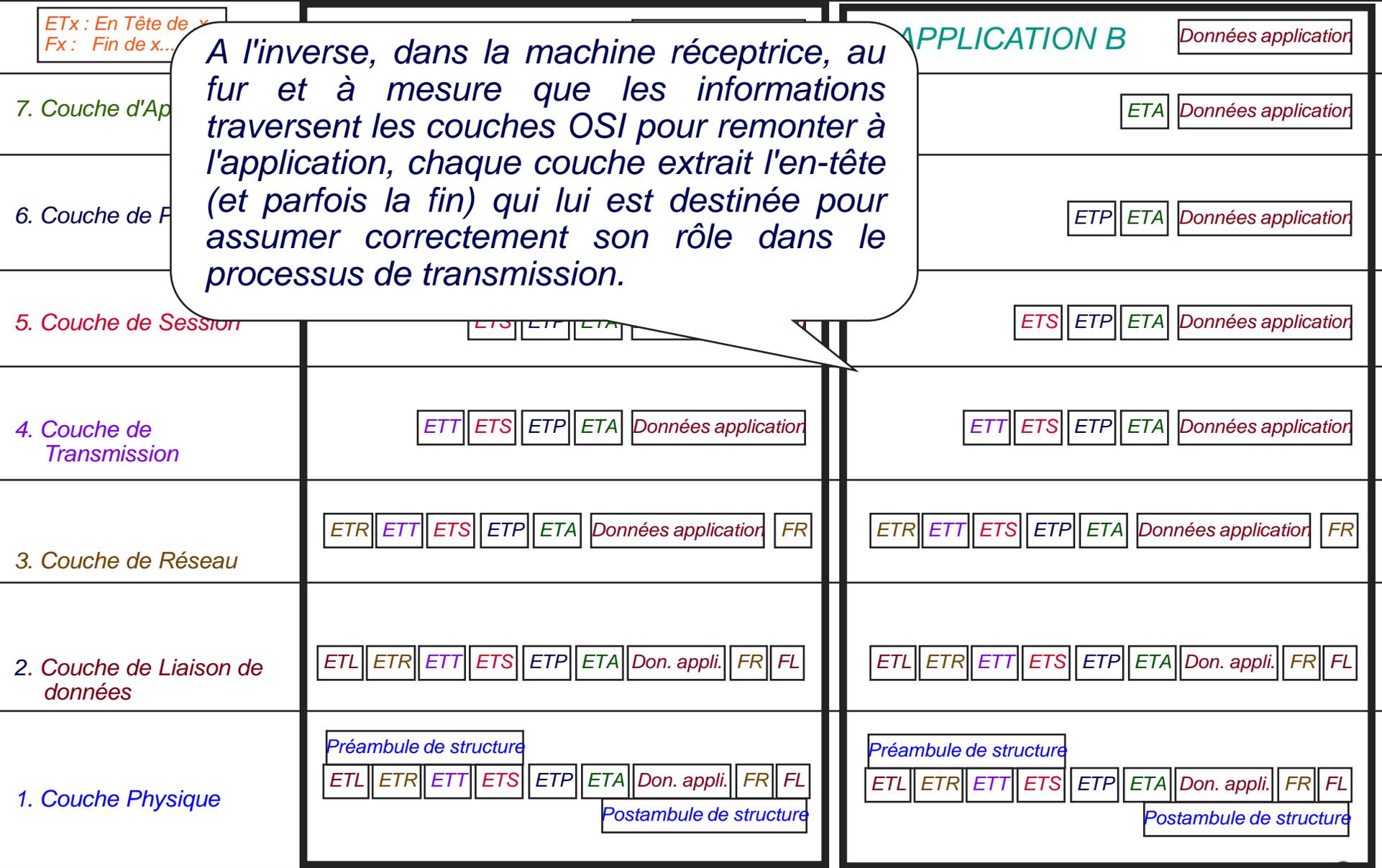
Postambule de structure



# Un exemple de transmission au travers des couches OSI

ETx : En Tête de x  
Fx : Fin de x...

A l'inverse, dans la machine réceptrice, au fur et à mesure que les informations traversent les couches OSI pour remonter à l'application, chaque couche extrait l'en-tête (et parfois la fin) qui lui est destinée pour assumer correctement son rôle dans le processus de transmission.





# La couche physique : les éléments binaires du message

- ***Codage des informations et codification des messages.***
- ***Les diverses normes.***
- ***Les organismes de normalisation: ITU-T (CCITT), ISO, IEEE***
- ***Codes de caractères de communication de données.***
- ***Protection contre les erreurs. Codes de contrôle.***







# Agenda

- **C01 Pourquoi un réseau ? Etude de cas Cévennes Auto**
- **C02 Comment l'offre réseau a-t-elle accompagné l'évolution des besoins des entreprises ?**
- **C03 Technologies de base**
- **C04 Internet et réseaux IP**
- **C05 Réseaux opérateurs et clouds publics**
- **C06 Architectures des réseaux d'entreprise**
- **C07 Réseaux locaux**
- **C08 Interconnexion des réseaux locaux**
- **C09 Réseaux sans fil**
- **C10 Gestion des réseaux d'entreprise (Administration, sécurité)**
- **C11 Bilan et perspectives.**





## CHAPITRE #7

# Réseaux locaux



**A l'origine : permettre le partage de ressources locales (disques, imprimantes) par plusieurs micro-ordinateurs.**

**Evolution en tant que fédérateur de postes de travail permettant les échanges et l'accès à des services communs.**





# Plan

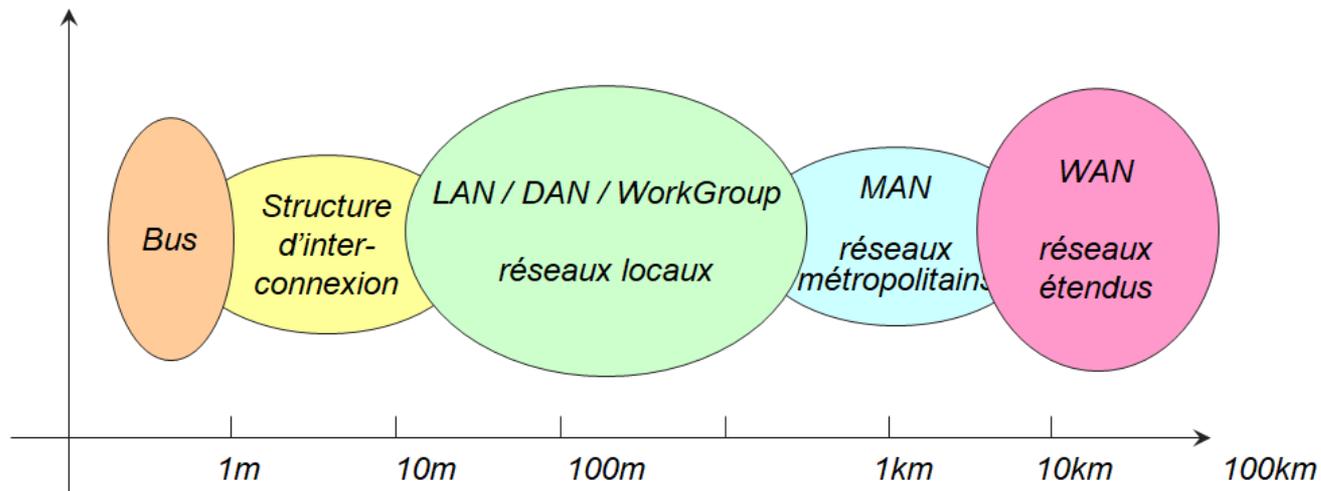
- ***Typologie***
- ***Modèles et protocoles***
- ***Couche physique et câblage***
- ***Couche liaison et adresse MAC***
- ***Les Topologies***
- ***Les méthodes d'accès***
- ***Standards IEEE***
- ***Fonctionnement d'un réseau Ethernet***
- ***Les matériels***
- ***Réseaux locaux dans l'environnement Microsoft***





# Types de réseaux locaux

- Réseaux étendus (WAN)
- Réseaux métropolitains (MAN) : ville, campus.
- **Réseaux d'établissement (LAN).**
- **Réseaux départementaux ou capillaires (DAN).**
- **Réseaux Groupe de Travail (Workgroup).**
- Structures d'interconnexion (Type SAN) et bus





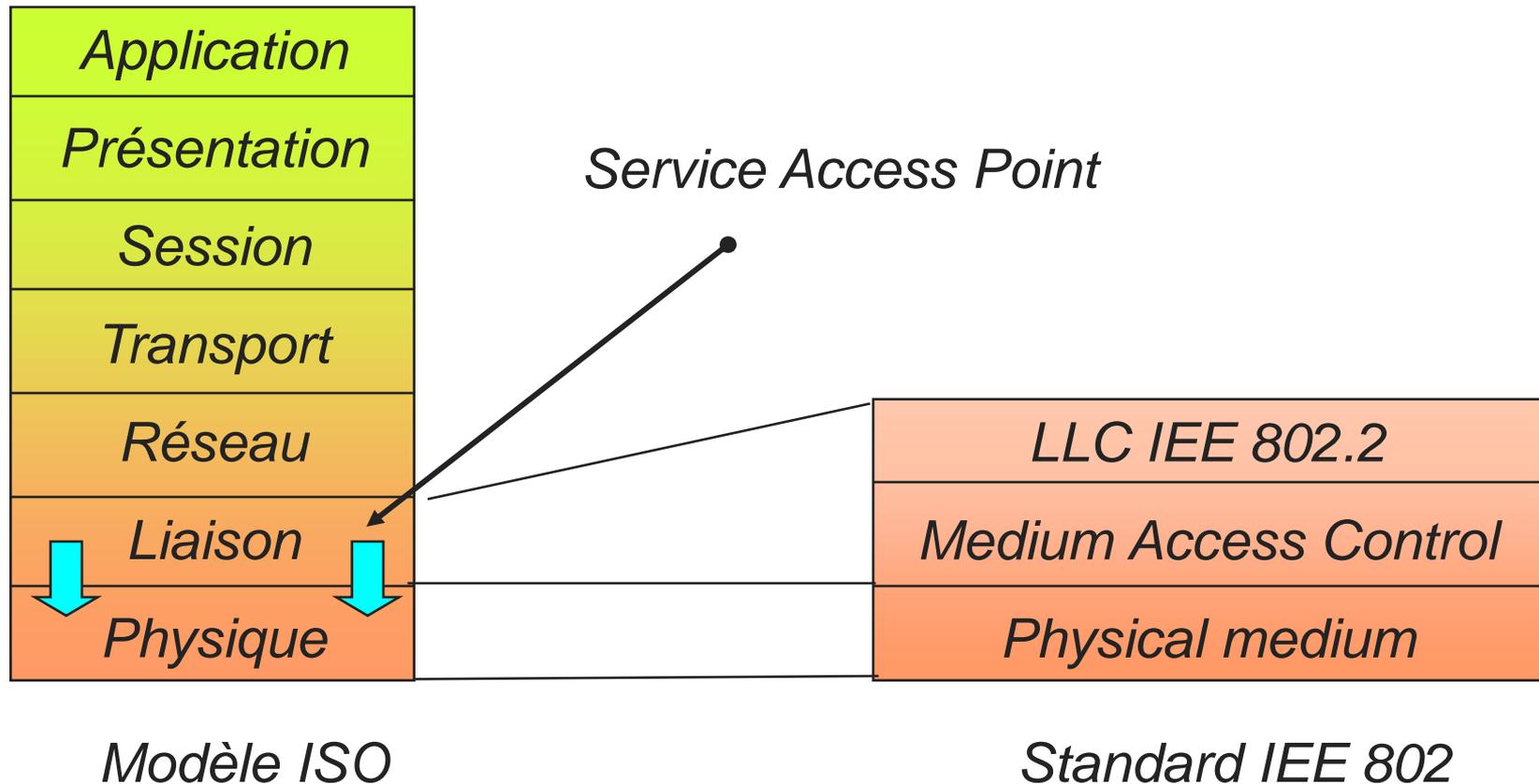
# Les composants de base du réseau local

- Des stations.
- Une connexion physique par le biais d'un medium.
- Un matériel permettant la connexion des stations au medium (carte réseau). Ce matériel va requérir des ressources machines:
  - Un niveau d'interruption pour pouvoir solliciter l'attention du système d'exploitation, qui doit de ce fait intégrer une capacité à gérer le réseau et à rediriger (d'où le nom parfois utilisé de redirecteur) les demandes des programmes d'application -qui ne savent pas si la ressource adressée est locale, par exemple sur le disque dur) ou sur le réseau-.
  - Des adresses mémoires pour permettre le stockage des données échangées.
  - Des logiciels permettant la gestion des échanges (protocoles réseau).
  - Des interfaces de programmation avec les programme d'application.





# Normalisation





# Modèle IEEE 802

- Le modèle **IEEE 802** fournit des spécifications complémentaires pour les couches physiques et de liaison des réseaux locaux (L.A.N.).
- La couche de liaison est subdivisée en deux sous-couches.
- La sous-couche **M.A.C. (Media Access Control)** permet à la carte réseau de l'ordinateur d'accéder à la couche physique.
- La sous-couche **L.L.C. (Logical Link Control)**, placée au-dessus de la sous-couche M.A.C., définit l'emploi des points d'interface logiques appelés **S.A.P. (Service Access Point)**.
- La norme 802.2 traite de la L.L.C.. Les couches M.A.C. et physiques font l'objet de plusieurs normes.



# → Couche physique et couche liaison

- La **couche physique** code et décode les signaux représentant les bits d'information sur le medium physique.
- La **couche liaison** structure (réception) ou déstructure (émission) ces mêmes bits d'informations sous forme de trames et s'assure de la bonne qualité des échanges.
- Selon le niveau de service demandé, elle peut également assurer le contrôle d'erreur et le contrôle de flux.





# Couche physique

- La couche physique remplit essentiellement 3 rôles :
  - Conversion des bits de données en signaux pour l'émission des trames
  - Conversion des signaux en bits de données à la réception des trames
  - Gestion des préambules et postambules pour détecter le début et la fin des trames qui circulent sur le medium (synchronisation des horloges émettrices et réceptrices)





# Câblage et couche physique

- Définit la topologie du support et l'interface entre ce support et les couches supérieures :
  - standards mécaniques (connecteurs),
  - standards électriques (tension),
  - standard fonctionnel (vitesse de commutation, etc.),
  - procédures.
- Définir le support : coaxial, paire torsadée, ...
- Type de transmission.





# Câblage et couche physique

## Etude de l'architecture de câblage

- Le document de référence pour cette étape est le plan de l'immeuble à l'échelle. Il permet de positionner les prises réseaux et les locaux techniques, de calculer les distances entre les deux, d'aider à déterminer les chemins de câble.
- La visite de site permet de recenser les contraintes techniques liées à la topologie des lieux (structure bâtiment, courants forts et sources de perturbation).
- Les prises étant positionnées, il faut procéder aux choix techniques concernant le système de câblage.
- La tendance actuelle repose sur un câblage cuivre en paires torsadées centré en étoile autour des locaux techniques, une connectique RJ45 et un câblage en catégorie 5 avec une chaîne de liaison de classe D. Le câble est de 100 ohms, UTP, STP ou SFTP selon les contraintes.





# Facteurs pour le choix du medium physique

- Trafic.
- Performances.
- Coût.
- Environnement.
- Contraintes particulières des utilisateurs.
- Fiabilité.
- Capacité d'évolutivité.
- Nombre d'utilisateurs.
- Perturbations électroniques et climatiques.
- Sécurité.
- Topologie du bâtiment.





# Le codage des signaux

- Deux technologies sont mises en œuvre pour coder les signaux numériques utilisés par les réseaux locaux.
  - Les codages en ligne, qui impliquent la conversion en temps réel des bits d'information (NRZ\_L, NRZI, HDB3).
  - Les codages complets qui se réfèrent à des tables de conversion.
- Les codages complets sont utilisés conjointement avec des codages en ligne.



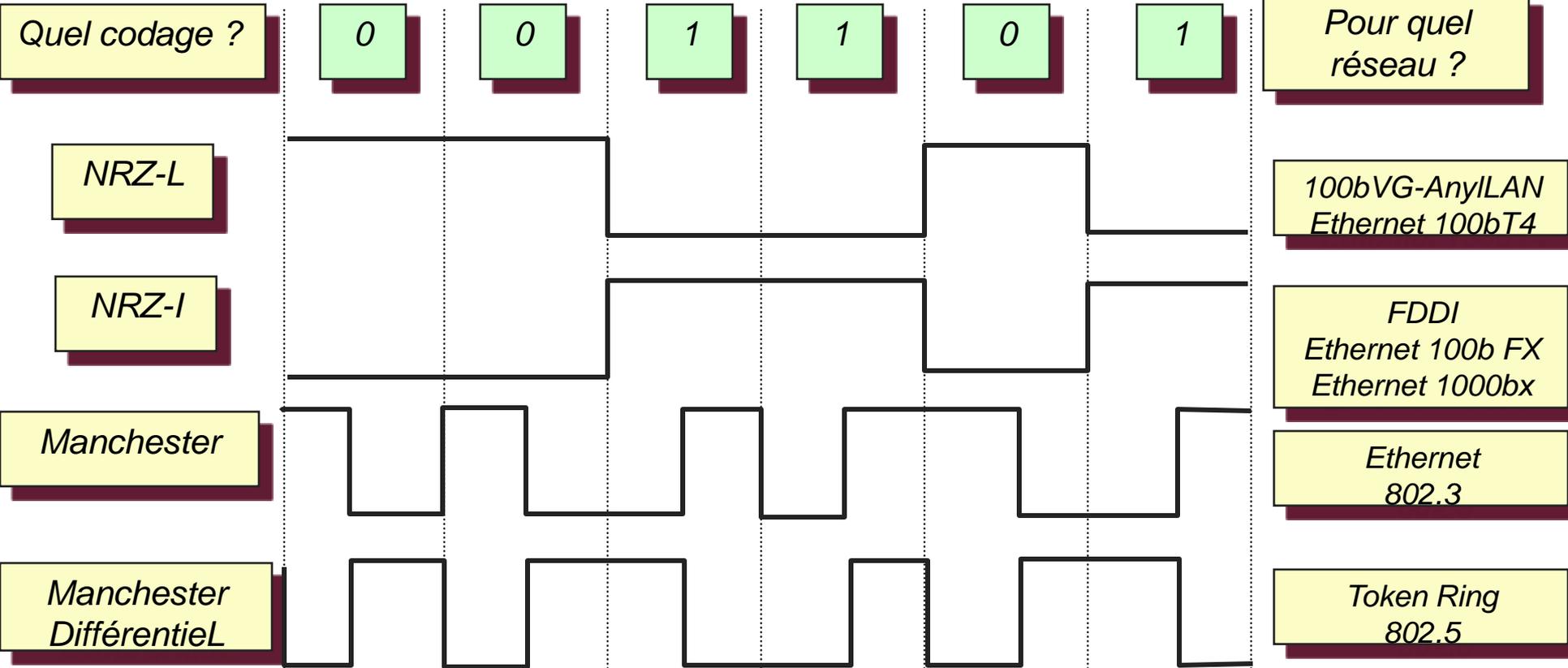


# Le codage des signaux

- Plusieurs méthodes de codage
  - Codage binaire
  - Codage ternaire (3 niveaux)
  - Codage multiniveaux (Plus de 3 niveaux)



# → Les codages binaires en ligne





# Autres codages

- Codage ternaire
  - Codage RZ (Retour zéro)
  - Codage AMI (*Alternate Mark Inversion*)
    - AMI de base (Lignes téléphoniques à la norme PCM)
    - Variante HBD3 (Lignes téléphoniques à la norme MIC30 )
    - Variante MLT3 (Fast Ethernet)
- Codage à 4 niveaux
  - Codage 2B1Q (RNIS)





# Couche liaison

- La couche liaison est divisée en deux sous-couches que nous avons évoquées :
  - La couche **MAC (*Medium Access Control*)** a pour rôle de gérer l'accès au medium physique, de structurer les bits d'information en trames (trames MAC) et de gérer les adresses physiques des dispositifs de connexion au réseau (adresse MAC, dite aussi adresse matériel ou adresse Ethernet).
  - La couche **LLC (*Logical Link Control*)** a pour objet d'assurer le transport des trames entre deux stations et la gestion des SAP avec le niveau supérieur.





# La sous-couche Mac

- La sous-couche MAC gère le partage du média à l'aide d'une méthode d'accès.
- Le choix de cette sous-couche est liée à la topologie.
- La sous-couche MAC détermine aussi certaines qualités de réseau telles que la fiabilité, l'effet causé par l'insertion d'une machine ou la tenue en forte charge.





# L'adresse Mac

- L'adresse MAC est identique pour les réseaux Ethernet, Token Ring et FDDI.
- Sa longueur est de 48 bits.
- Objectif : identifier de manière unique l'adresse d'un nœud<sup>(\*)</sup> (carte réseau d'un PC, interface d'un pont ou d'un routeur, ..) dans le monde.

I/G	U/L	Adresse du constructeur sur 22 bits	Sous-adresse sur 24 bits
-----	-----	-------------------------------------	--------------------------

*Noeud : tout équipement actif dans le réseau : station, dispositif de routage ou de commutation, ... susceptible de recevoir ou d'envoyer des trames, donc possédant une adresse MAC*





# Les bits I/G et U/L

I/G	U/L	Adresse du constructeur sur 22 bits	Sous-adresse sur 24 bits
-----	-----	-------------------------------------	--------------------------

- En positionnant le bit I/G à 1, un nœud peut adresser une trame simultanément à plusieurs nœuds. Chacun des nœuds destinataires, programmé pour appartenir à un groupe, donc avec un bit I/G positionné à 1, réceptionnera les trames qui lui sont destinées (unicast) ainsi que les trames du groupe (multicast).
- Le bit U/L à 0 indique que l'adresse respecte le format de l'IEEE, et est donc universelle.
- En considérant des adresses unicast, voici donc les 24 premiers bits (3 octets codés en hexadécimal) de quelques constructeurs :

Constructeur	24 premiers bits de l'adresse MAC
<b>CISCO</b>	<b>00000C</b>
<b>3COM</b>	<b>0000D8, 0020AF, 02608C, 0800D2</b>
<b>INTEL</b>	<b>00AADD</b>
<b>IBM</b>	<b>08005A</b>





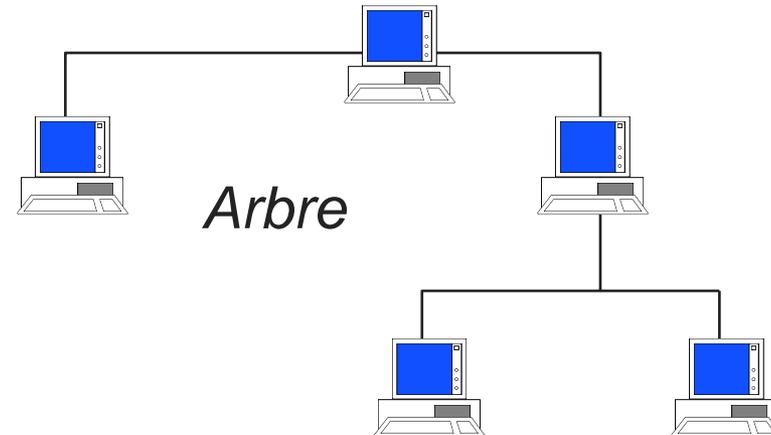
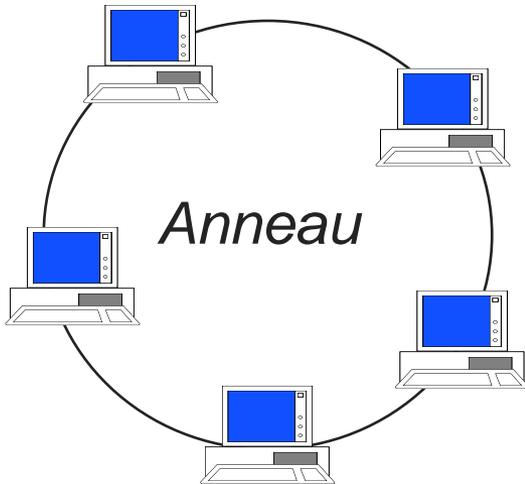
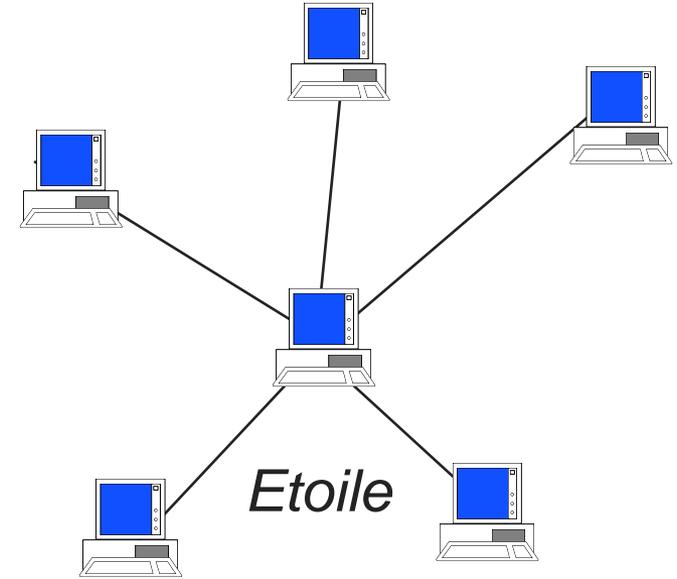
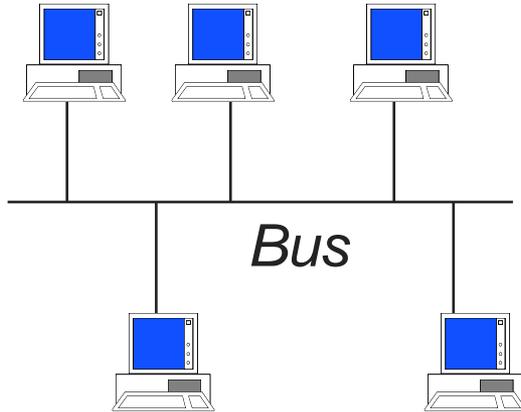
# Les topologies

Une topologie caractérise la façon dont les différents équipements réseaux sont positionnés les uns par rapport aux autres.

- Bus
- Etoile
- Etoile hiérarchique
- Anneau

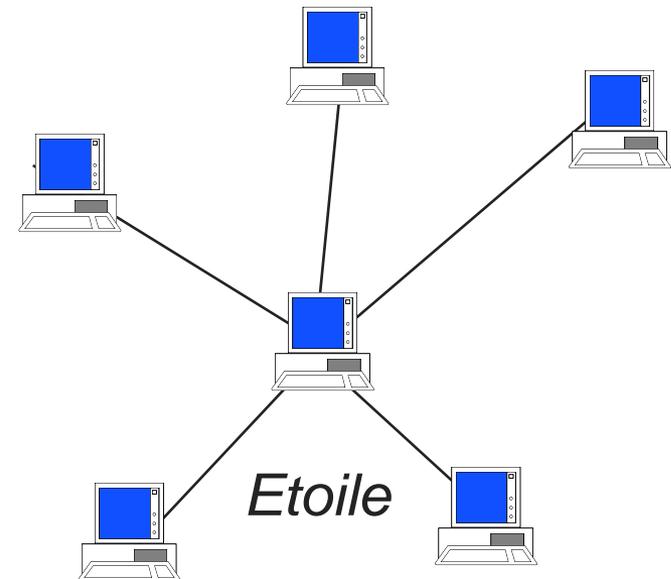


# → Les topologies



# → Topologie en étoile

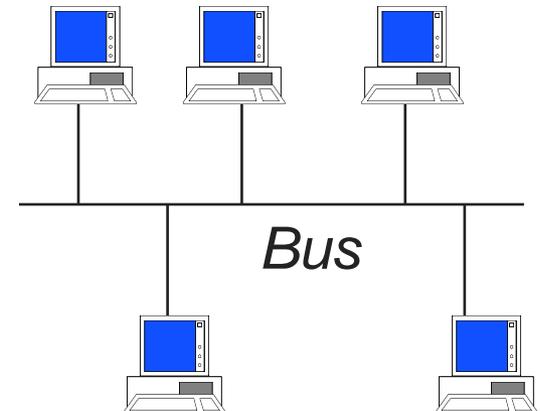
- Chaque station est connectée à un point central par des lignes point à point.
- Toute circulation d'information passe par le point central.
- Câblage plus important.
- Maintenance facile.





# Topologie en bus

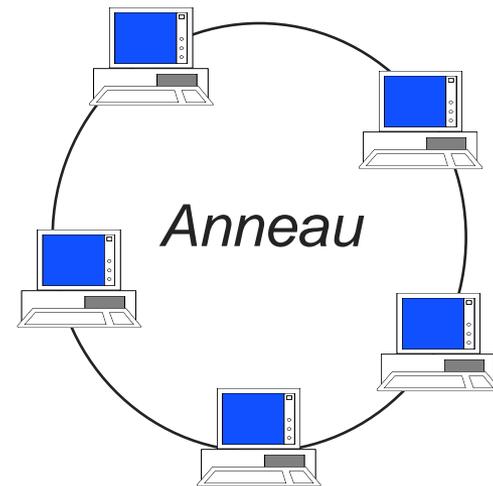
- Les stations sont attachés à un support linéaire : le **bus**.
- Pas de station de contrôle : chaque station à cette fonction.
- Pas de multipoint : un point de contrôle annule les autres.
- Câblage plus réduit.
- Maintenance plus difficile.





# Topologie en anneau

- Chaque station est attachée à la station adjacente par une liaison point à point formant un **anneau**.
- Maintenance délicate.





# La norme 802 et les topologies les plus courantes

- 802.3 définit les normes de réseaux de bus, comme ETHERNET, basés sur un mécanisme de détection de collision (CSMA/CD = *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection*).
- 802.4 définit les normes des réseaux avec bus à jeton (de type ArcNet).
- 802.5 définit les normes de réseaux avec bus annulaires à jeton (de type Token Ring).





# Méthodes d'accès

- Afin de pouvoir communiquer entre eux, plusieurs nœuds doivent partager un même support et chacun doit être en mesure d'émettre et de recevoir des signaux à n'importe quel instant. Des algorithmes d'accès permettent d'allouer la bande passante du medium :
  - La contention (**CSMA** pour **Carrier Sense Multiple Access**) consiste à émettre une trame tout en vérifiant qu'aucun autre nœud essaie de le faire en même temps.
  - Le jeton (*Token*) consiste à donner un temps de parole à chacun des nœuds à leur tour. Le jeton circule et celui qui possède le jeton a le droit de parler. Il en profite pour vérifier si il n'y a pas de message à son intention.





# Les standards de l'IEEE

**802.3**

: *ETHERNET*

*Topologie : BUS*

*Méthode d'accès : CSMA /  
CD*

**802.5**

: *TOKEN RING*

*Topologie : ANNEAU*

*Méthode d'accès : JETON*

**802.4**

: *MAP*

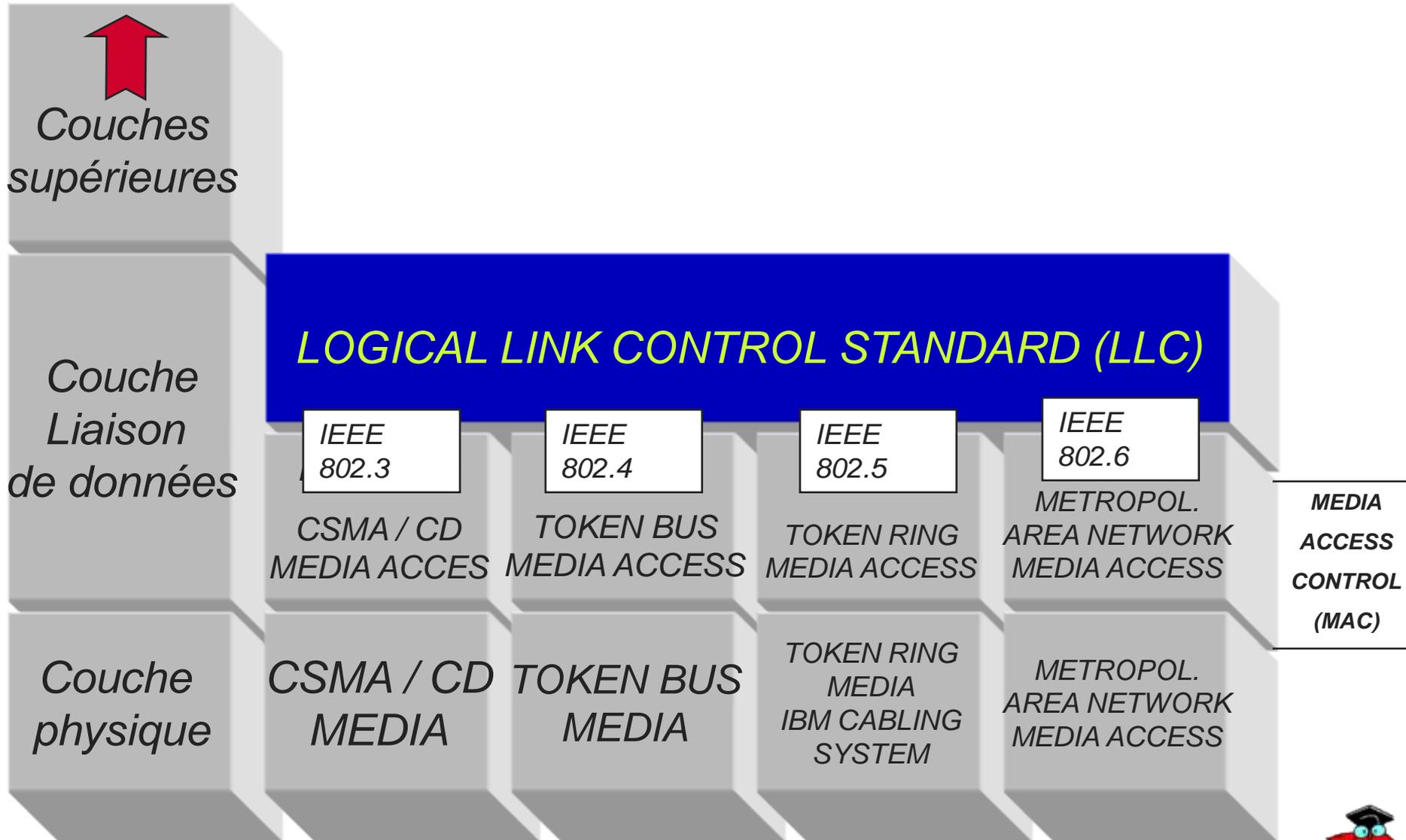
*Topologie : BUS*

*Méthode d'accès : JETON*





# Méthodes d'accès





# Méthodes d'accès

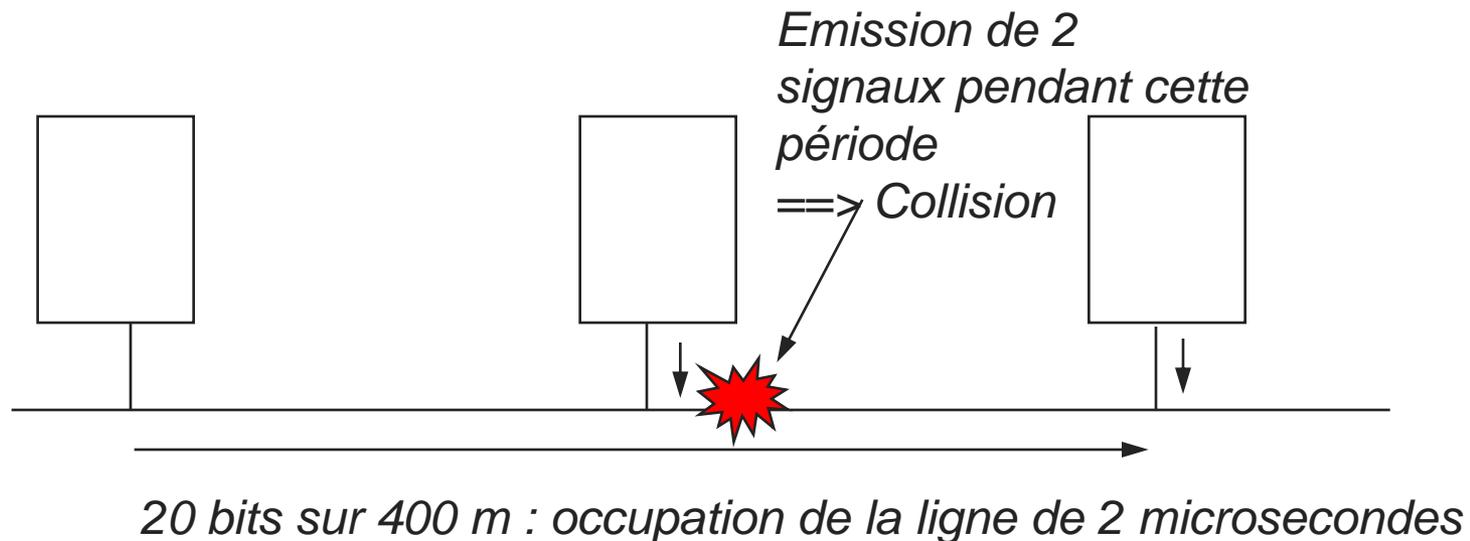
➤ **CSMA / CD/CA/CR ?**

➤ **JETON ?**



# ➔ Plusieurs formes de contention

- CSMA/CD (pour **Collision Detection**) : Détection de collision en cours de transmission : arrêt de l'émission de la trame dès qu'un autre noeud émet simultanément.
- CSMA/CA (pour **Collision Avoidance**) : Attendre que le support soit libre pour émettre.
- CSMA/CR (pour **Contention Resolution**) : Gérer les priorités.





# Méthode d'accès CSMA/CD

- C'est la sous-couche MAC qui a la charge de gérer CSMA/CD.
- En l'absence de trafic à transmettre, la station reste silencieuse et écoute les paquets qui circulent sur le câble.
- Lorsqu'elle souhaite émettre une trame, elle vérifie si aucune porteuse (CS = *Carrier Sense*) n'est présente.
- Chaque machine ayant cette possibilité, la méthode d'accès est dite distribuée (MA).
- Si pas de porteuse, la station en déduit que le média est libre.





# Méthode d'accès CSMA/CD

- La machine envoie ses paquets sur le support physique.
- Elle écoute le résultat de sa propre émission pour vérifier qu'aucune autre station, ayant suivi le même processus qu'elle, n'a émis en même temps.
- C'est le principe de la détection de collision (CD).
- Relance du paquet après un certain délai.
- Nombre de réessais limités.
- Incidents de contention d'autant plus élevés que le trafic est fort et la bande passante réduite.



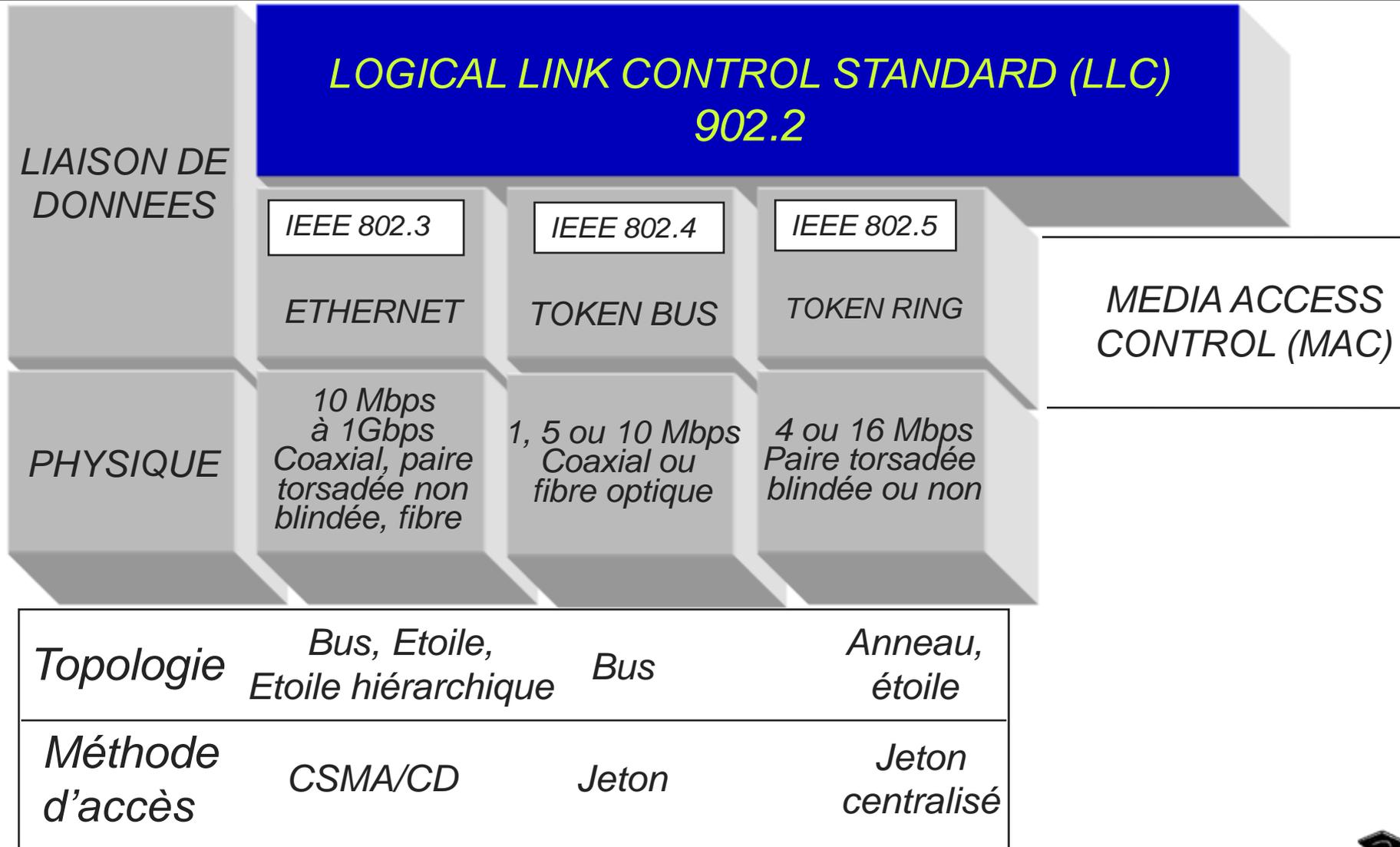


# Méthode d'accès fondée sur le jeton

- \* Le Jeton (*Token*) représente le droit à la parole pour la station qui le possède.
- \* Il est unique et doit circuler entre tous les coupleurs de la machine de manière à offrir à chacun la possibilité de parler.
- \* Le jeton doit avoir un sens de circulation précis.
- \* Système se dégradant moins rapidement que CSMA/CD en cas de charge maxi de la voie de communication, mais plus complexe à mettre en œuvre.

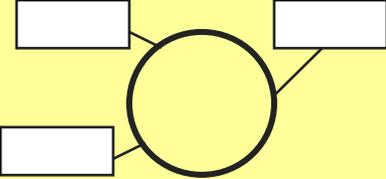


# → Principaux réseaux locaux en 1985





# Ethernet bat Token par KO

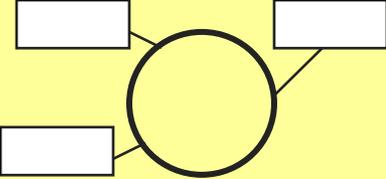
Réseaux	Ethernet	Token-Ring
Topologie	Bus, CSMA/CD 	Anneau, Jeton 
Normalisation IEEE	10 Mbps : 802.3 100 Mbps : 802.3u	4 et 16 Mbps : 802.5
Couche physique	Codage Manchester	Codage Manchester différentiel
Couche logique MAC	Trames Ethernet 2 et 802.3	Trame 802.5 Adresses MAC, Jeton
Câblage	Coaxial (bus)	Paires torsadées, (étoile)
Matériel / connectique	Concentrateurs ( <i>Hub</i> ) commutateurs ( <i>Switch</i> ) Prises AUI, BNC, RJ45 Adaptateurs ( <i>transceivers</i> )	Concentrateurs (MAU) commutateurs Prises DB9, RJ45 Adaptateurs ( <i>baluns</i> )





# Ethernet bat Token par KO

Aujourd'hui l'IEEE  
802.3ba. Ethernet 40  
Gbits/s et 100 Gbits/s,

Réseaux	Ethernet	Token-Ring
	Bus, CSMA/CD 	Anneau, Jeton 
Normalisation IEEE	10 Mbps : 802.3 100 Mbps : 802.3u	4 et 16 Mbps : 802.5
Couche physique	Codage Manchester	Codage Manchester différentiel
Couche logique	Adresses MAC, Trame 802.3	Trame 802.5 Adresses MAC, Jeton
Câblage	Coaxial (bus)	Paires torsadées, (étoile)
Matériel / connectique	Concentrateurs ( <i>Hub</i> ) commutateurs ( <i>Switch</i> ) Prises AUI, BNC, RJ45 Adaptateurs ( <i>transceivers</i> )	Concentrateurs (MAU) commutateurs Prises DB9, RJ45 Adaptateurs ( <i>baluns</i> )

Token Ring n'a  
jamais pu aller au-  
delà de 25 Mbps,





# Vie et mort de Token Ring

- \* Avantage Token Ring au début du match : contrairement aux hubs Ethernet dont les performances décroissaient avec la probabilité de collision et donc avec le nombre de stations, celles du token ring étaient constantes et prévisibles, puisque les collisions étaient impossibles.
- \* Le développement de l'Ethernet commuté a rendu Ethernet plus compétitif, la structure qu'il exigeait étant plus légère.
- \* Ethernet a fini par proposer des débits plus élevés à un coût moindre, ce qui a provoqué la chute du token ring.
- \* Les ventes plus élevées de produits fondés sur Ethernet ont permis des économies d'échelle tirant les prix à la baisse.
- \* L'architecture en anneau resta cependant utilisée quelques années dans les transmissions rapides FDDI et CDDI à 100 Mb/s permanents.





# Cas des réseaux Ethernet

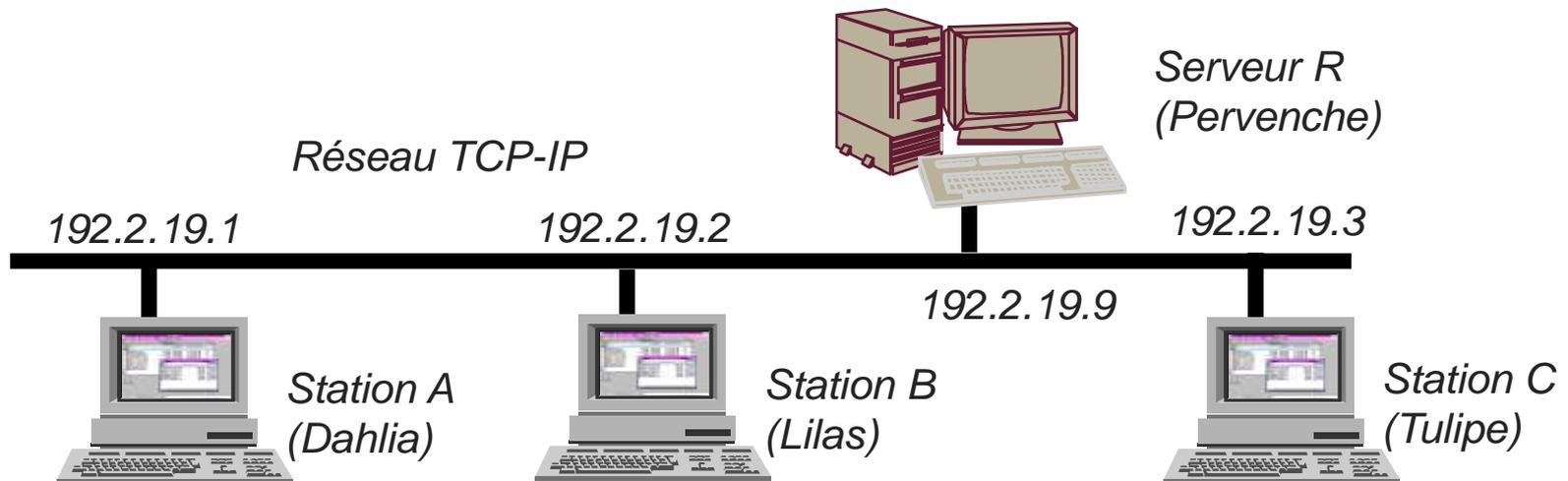
- \* La couche physique est scindée en 2 parties matérielles.
- \* L'**Attachment Unit Interface (AUI)** s'interface avec la couche MAC, génère et reçoit les trames.
- \* Le **Medium Attachment Unit (MAU)** génère le signal sur le medium approprié. Le MAU peut être externe (*transceiver*) ou s'intégrer dans l'équipement réseau de la station avec l'AUI.
- \* Le logiciel qui pilote l'équipement réseau est le driver. Il implémente la couche MAC qui génère et reçoit les trames.





# Fonctionnement d'un réseau Ethernet

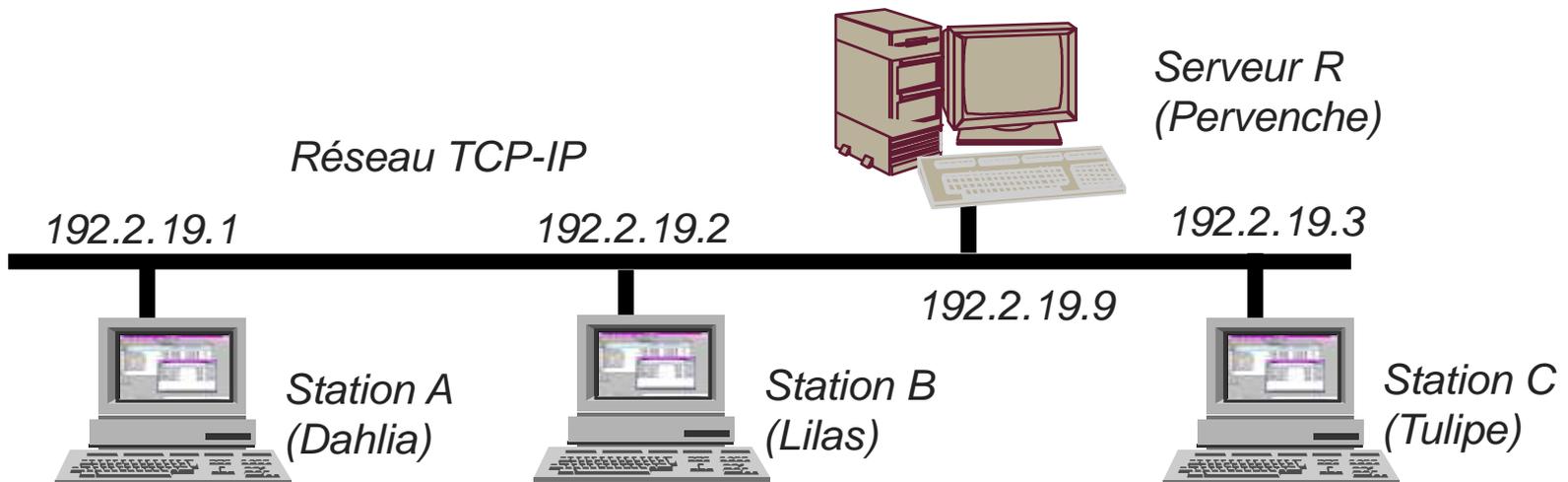
- 1 L'application de la station B (Nom de machine Lilas) veut envoyer un message à la station C (Tulipe)
- 2 La couche #4 (Transport) de B éclate le message en plusieurs morceaux qu'il met sous enveloppe avec l'adresse Tulipe
- 3 La couche #3 (Réseau) de B crée des trames IP en insérant chaque enveloppe marquée Tulipe sous une autre enveloppe sur laquelle il inscrit l'adresse logique 192.2.19.3 propre au protocole utilisé (en l'occurrence IP).





# Fonctionnement d'un réseau Ethernet

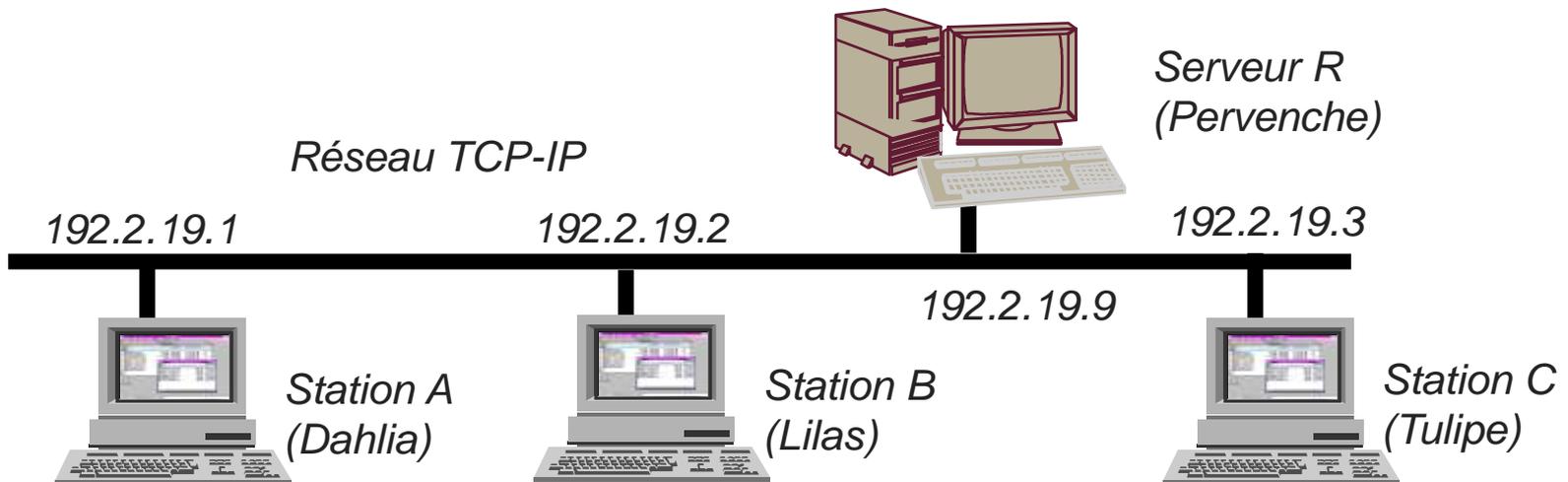
- 4 La couche #2 de B crée une trame MAC en insérant chaque enveloppe marquée 192.2.19.3 sous une autre enveloppe sur laquelle il inscrit l'adresse physique MAC de la station C
- 5 La couche #1 de B diffuse les trames MAC tout le long du câble.
- 6 Les couches #1 de toutes les stations sont à l'écoute.
- 7 Tout le monde se synchronise sur le préambule des trames MAC.





# Fonctionnement d'un réseau Ethernet

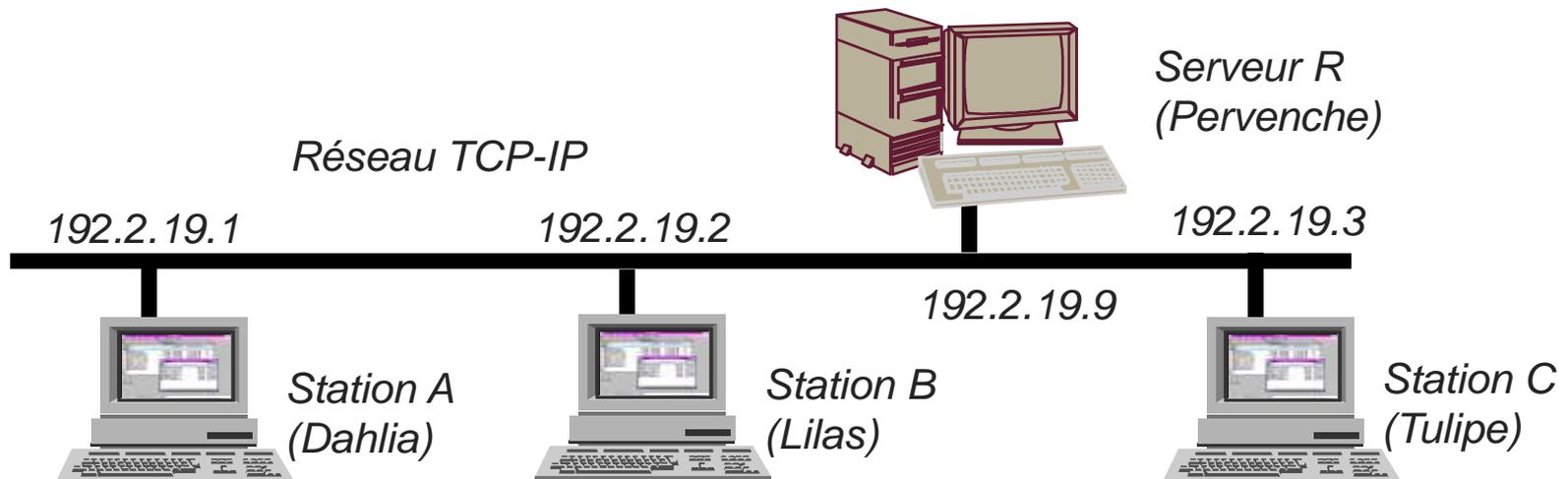
- 8 Les couches #2 de toutes les stations lisent les adresses MAC de destination des trames.
- 9 La couche #2 de la station A détecte que l'adresse MAC de destination lue n'est pas son adresse MAC.
- A La couche #2 de la station C détecte que l'adresse MAC de destination lue est son adresse. Elle ouvre la première enveloppe et transmet l'enveloppe qui s'y trouve à la couche # 3.





# Fonctionnement d'un réseau Ethernet

- B La couche #3 de la station C ouvre la seconde enveloppe et transmet l'enveloppe qui s'y trouve à la couche # 4. La station 192.2.19.3 dialogue avec la station 192.2.19.2
- C La couche #4 de la station C ouvre la dernière enveloppe et trouve la première partie du message.
- D Elle reconstitue le message avec les divers envois et le transmet à l'application. L'application de *Lilas* dialogue avec l'application de *Tulipe*.

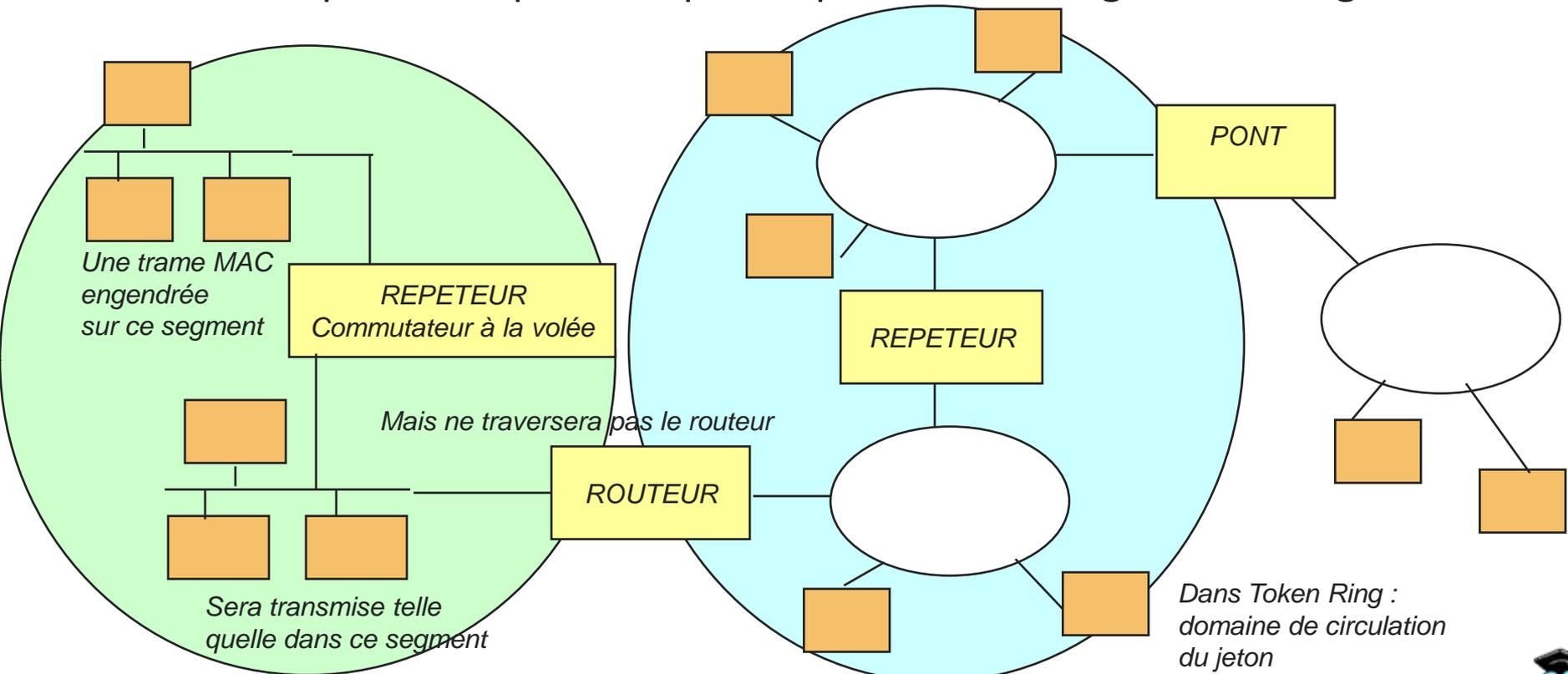




# Domaine de collision

La zone dans laquelle toute trame MAC est présentée à toutes les stations s'appelle **domaine de collision**.

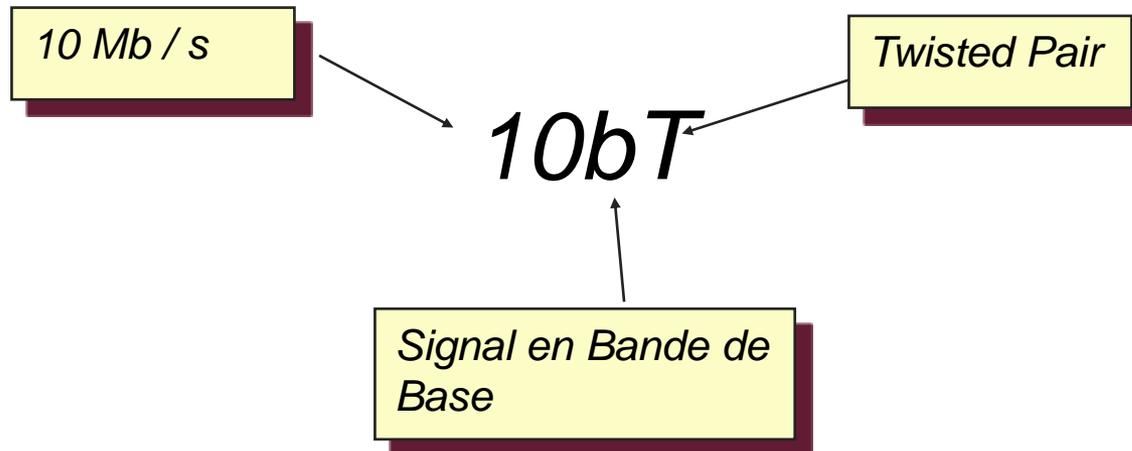
Un domaine de collision comprend un ou plusieurs segments raccordés par des répéteurs qui ont pour rôle de régénérer le signal.





# Les réseaux Ethernet

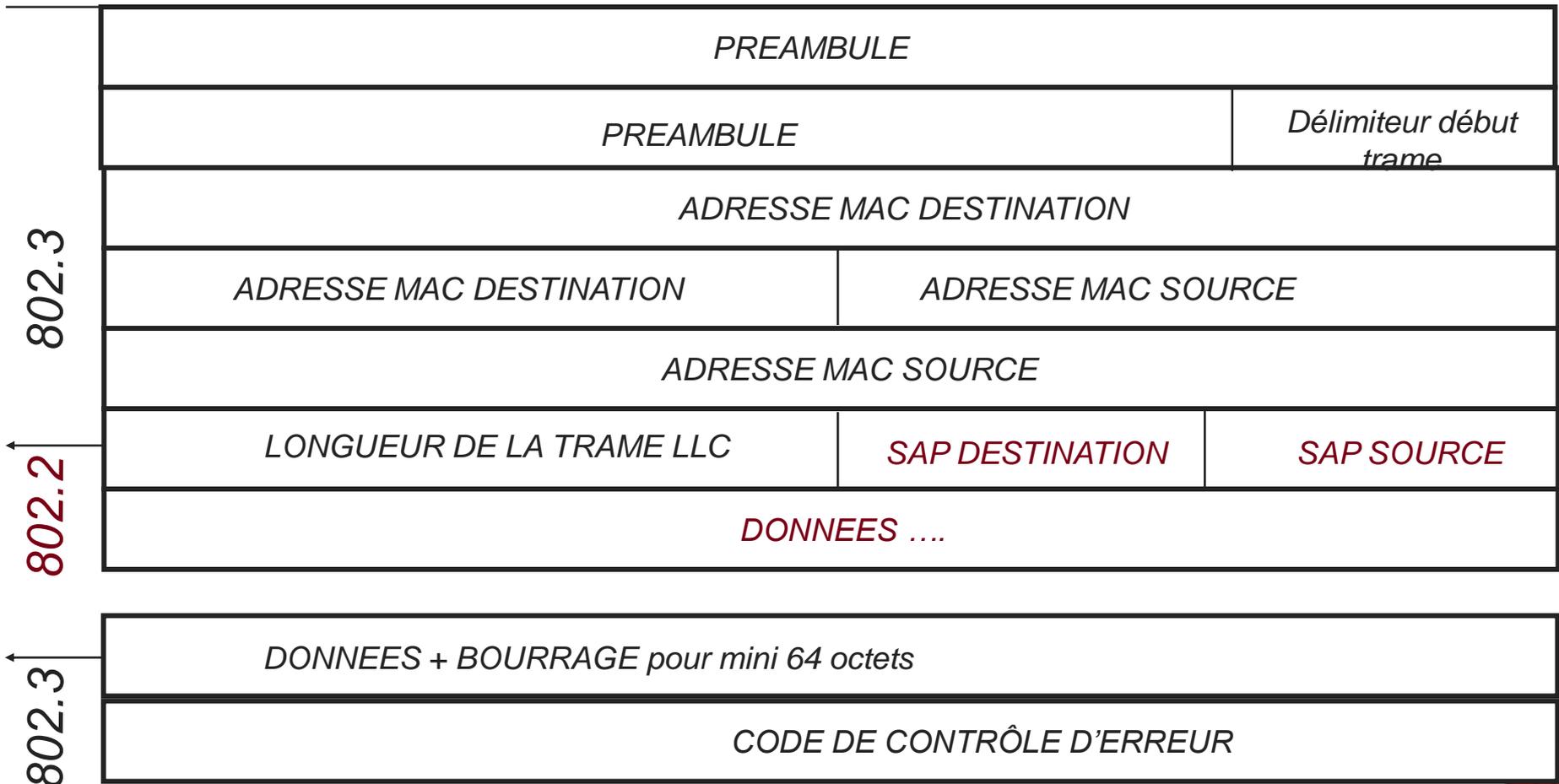
- La famille des réseaux Ethernet repose sur la méthode d'accès CSMA/CD.
- Elle varie en fonction du medium utilisé et de la topologie.
- La nomenclature IEEE identifie les divers réseaux Ethernet :





# Format de la trame Mac en Ethernet

<sup>0</sup> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9    <sup>1</sup> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9    <sup>2</sup> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9    <sup>3</sup> 0 1



# → Spécificités des réseaux Ethernet

- Le préambule est constitué d'un signal spécial qui ne peut pas être confondu avec des données.
- Il permet au MAU récepteur de se synchroniser sur le début de la trame qui est repéré par un délimiteur.
- Si la trame n'atteint pas la valeur inférieure de 64 octets, des octets de bourrage sont rajoutés.
- Cette longueur minimale a pour objet le bon fonctionnement du système de détection de collision.
- Sa longueur maximale est de 1 500 octets.
- Toute collision se traduit électriquement par une surtension.
- Plus le nombre de nœuds augmente au sein d'un domaine de collision et plus le risque d'engorgement du réseau existe.
- Il survient rapidement au delà dès que la bande passante est consommée à plus de 50 %. D'où un débit réel de 50 Mbps pour un débit nominal de 100 Mbps.





# Les réseaux Ethernet en bus

- Aloha, le premier réseau en bus CSMA.CD (1970)
- Premier réseaux Ethernet de Xerox entre 75 et 80
  - Câble coaxial fin RG58 (5 mm de diamètre) défini par la norme 10b2 pour raccorder les stations.
  - Câble coaxial épais (10 mm) défini par la norme 10b5 comme fédérateur des locaux techniques.





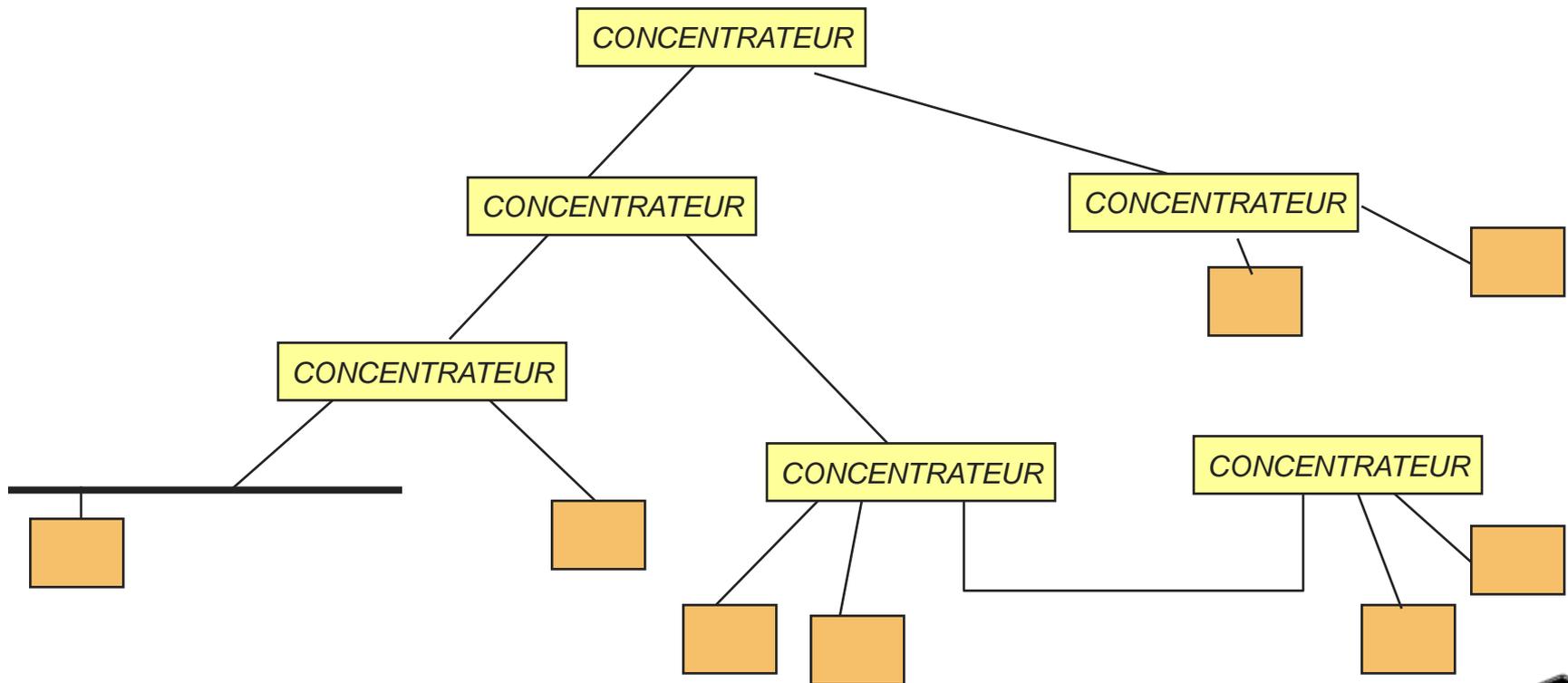
# Les réseaux Ethernet en étoile

- Objectif : diminuer les coûts de câblage en se calant sur les normes téléphoniques.
- Pionnier : réseau Lattisnet.
- Normalisation 10bT
- Câble en cuivre paires torsadées de catégories 3, 4 ou 5.
- Technologie en étoile centrée autour d'un concentrateur (Hub) qui simule un bus Ethernet et gère le méthode CSMA/CD.
- Le signal transmis par une station vers le concentrateur est transmis sur toutes les branches de l'étoile.
- Réseaux 10bFL et 10bFB utilisent le même principe, mais un medium fibre optique.



# → Les réseaux Ethernet en étoile

- Les connexions entre concentrateurs sont réalisées par n'importe quel port, ce qui permet de le raccorder à d'autres réseaux Ethernet (mais on étend le même domaine de collision).





# Le Fast Ethernet

- Les réseaux **Fast Ethernet** (Ethernet rapide) offrent des débits de 100 Mbps.
- Ils sont incompatibles avec les réseaux Ethernet classiques pour des questions de signalisation.
- Ils sont par contre interconnectables avec d'autres topologies via des commutateurs (Ethernet 10 Mbps, FDDI, ATM) ou des routeurs.
- Normalisation 100bT (802.3u)
  - 100bTX sur 2 des 4 paires d'un fil cuivre
  - 100bT4 sur les 4 paires d'un fil cuivre
  - 100bFX sur une fibre optique multimode.
- Restrictions d'utilisation complexes liées aux distances maximales permises et aux types d'équipements.





# Le Gigabit Ethernet

- Le **Gigabit Ethernet** est la version offrant une bande passante de 1 Gbps (Norme IEEE 802.3z).
- A ce débit, nous sommes loin des fondements techniques de l'Ethernet. Seule subsiste la méthode d'accès CSMA/CD.
- Les tailles minimales des trames sont étendues à 512 kbps pour augmenter le délai d'émission et permettre la détection des collisions.
- Pour permettre un domaine de collision suffisamment vaste (200 m) un signal spécial, l'extension de porteuse, est émis.
- Les commutateurs Gigabit sont reliés entre eux par un lien dédié appelé ISL qui agrège plusieurs flux à 10 et 100 Mbps.





# Le Gigabit Ethernet

	TYPE DE CABLE	PORTEE	CODAGE
1000bSX	Fibre multimode	550 m	8B/10B + NRZ
1000bLX	Fibre monomode	2 km	8B/10B + NRZ
1000bCX	Coax	30 m	8B/10B + NRZ
1000bT	Cable catégorie 5 et +, UTP ou FTP	90 m	CAP12, PAM5 ou QAM 25

**La définition 1000bT est très importante.** C'est elle qui permet d'utiliser le Gigabit Ethernet, sur des câbles de cuivre en catégorie 5, dans la majorité des installations actuelles.





# Ethernet 10Gbs

- Le standard **Ethernet 10 gigabits** par seconde recouvre sept types de média différents pour les réseaux locaux, réseaux métropolitains et réseaux étendus. l
- Il a été spécifié par le standard IEEE 802.3ae dont la première publication date de 2002, puis a été incorporé dans une révision de l'IEEE 802.3.
  - 10GBASE-CX4 (cuivre, câble infiniband, 802.3ak)
  - 10GBASE-T (transmission sur câble catégorie 6, 6 A ou 7 (802.3an), en full duplex sur 4 paires)
  - 10GBASE-SR (850 nm MM, 300 mètres, dark fiber)
  - 10GBASE-LX4 -- utilise le multiplexage par division de longueur d'onde pour supporter des distances entre 240 et 300 mètres sur fibre multimode.
  - 10GBASE-LR (1 310 nm SM, 10 km, dark fiber) et 10GBASE-ER (1 550 nm SM, 40 km, dark fiber)
  - 10GBASE-SW (850 nm MM, 300 mètres, SONET), 10GBASE-LW (1 310 nm SM, 10 km, SONET) et 10GBASE-EW (1 550 nm SM, 40 km, SONET).





# Ethernet 40-100Gbs

- Les réseaux Ethernet à 40 et 100 gigabits par seconde ont été normalisés par l'IEEE en juin 2010 sous la norme 802.3ba.
- Fonctionne sur fibre optique monomode ou multimode, pour les réseaux locaux, métropolitains et étendus.





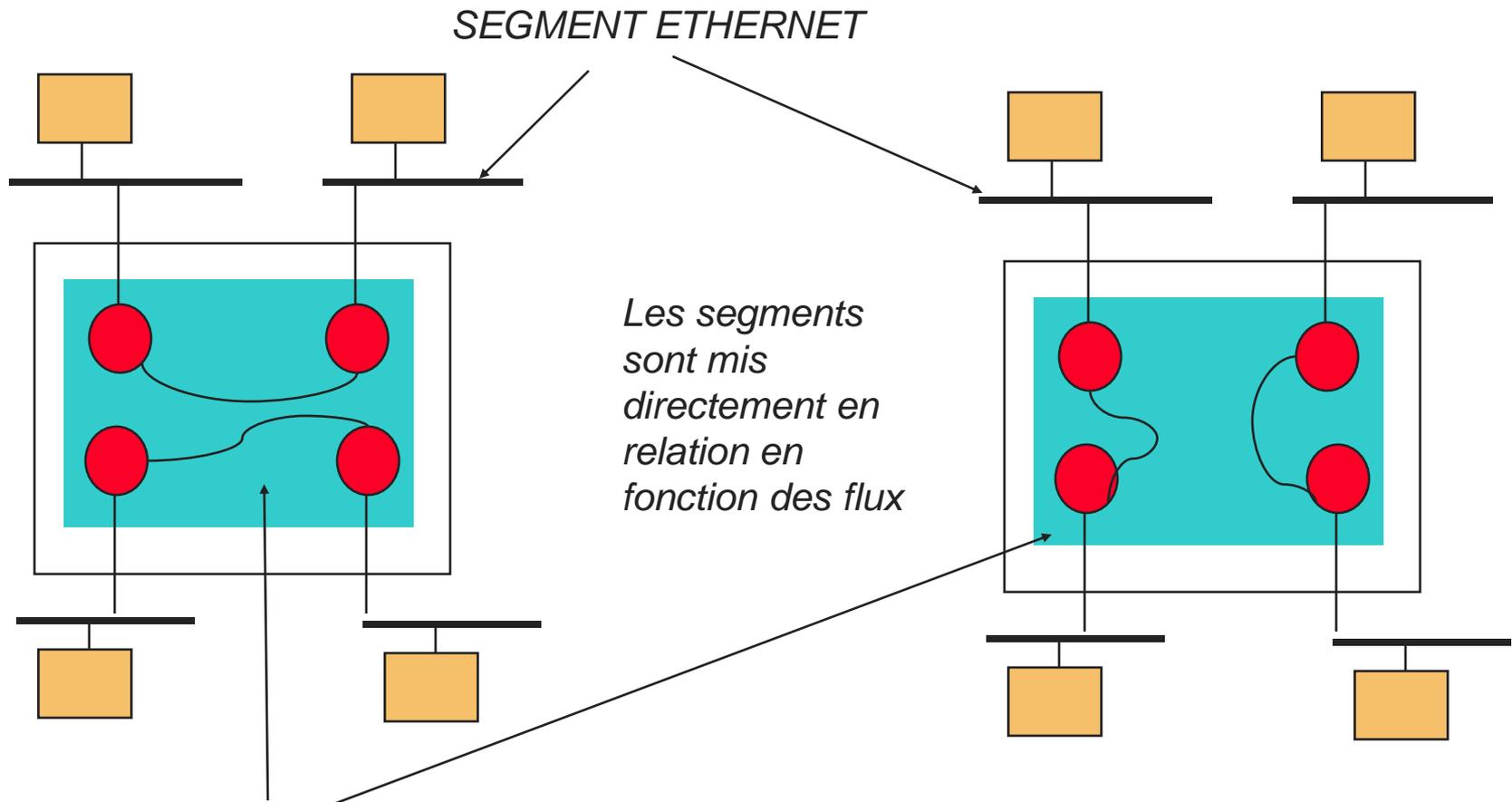
# Les réseaux Ethernet commutés

- Les commutateurs sont apparus au début des années 1990 dans le souci d'augmenter les débits sans remettre en cause les infrastructures câbles.
- Un commutateur (switch) offre un segment à 10 Mbps par port, sur lequel peuvent être connectés une station ou un concentrateur classique.
- Chaque port du commutateur offre un segment indépendant des autres, mais tous sont situés dans le même espace d'adressage.
- Le fonctionnement du commutateur repose sur une table de correspondance alimentée par apprentissage.
- Quand une trame doit aller vers un autre port, le commutateur ajoute dans la table le couple Adresse MAC source / Adresse MAC destination avec la référence du port et alloue un canal virtuel de 10 Mbps.
- Les trames suivantes sont ainsi commutées vers le bon port au travers ce circuit.





# Les réseaux Ethernet commutés



*MATRICE DE COMMUTATION (ou SEGMENT DE FOND DE PANIER)*





# Les réseaux Ethernet commutés

- Conçus pour remplacer les concentrateurs, les commutateurs s'apparentent aux ponts, dispositifs d'interconnexion de réseau que nous verrons plus loin.
- La différence essentielle réside dans la bande passante de fond de panier élevée offerte par les commutateurs. Si 20 stations dialoguent par couple à 10 Mbps, le débit total du réseau passe à 100 Mbps sans que l'on ait fait d'autres investissements que le remplacement du hub par le commutateur.
- Le débit est lié au nombre de ports, au nombre de circuits virtuels à 10 Mbps (les couples de ports) pouvant être créés simultanément, à la taille de la table de correspondance et plus généralement à la capacité mémoire du commutateur.
- Le nombre de ports d'un commutateur varie généralement entre 4 et 25 ports.

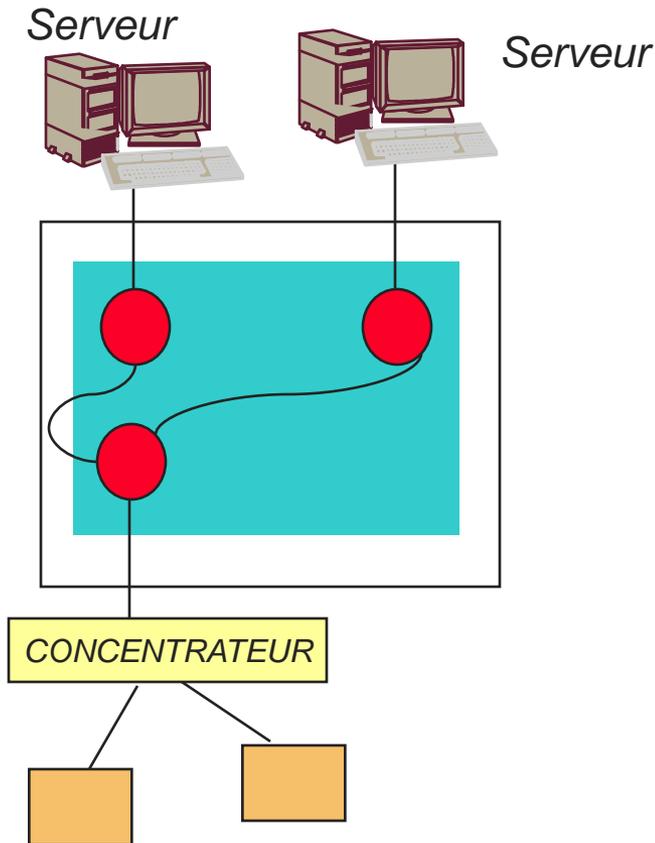


# → Deux technologies de commutation

- Une première technologie consiste à commuter les trames à la volée (*on the fly* ou *cut-through*). Dès que l'adresse de destination est lue, la trame commence à être transmise vers le port de destination avant même qu'elle soit complètement reçue sur le port d'arrivée.
- Avantage : Rapidité
- Inconvénient : Retransmission des collisions et des mauvaises trames.
- La technique par validation (store and forward ou buffered) consiste à stocker en mémoire l'intégralité de la trame pour la traiter, à l'image de ce que font ponts et routeurs.
- Certains combinent les deux techniques et basculent de l'une à l'autre automatiquement.



# → Les applications des commutateurs



MICRO-SEGMENTATION

- **Microsegmentation** : pour connecter les serveurs très sollicités directement sur le port d'un commutateur. Les autres postes sont connectés à un concentrateur classique, lui même raccordé au hub.
- ***Collapsed backbone*** : tous les hubs sont raccordés au commutateur.
- Constitution de réseaux virtuels (VLAN).
- Toutes ces architectures sont aussi réalisables avec des ponts et des routeurs, mais le commutateur offre une bande passante plus élevée.





# Les réseaux Ethernet isochrones

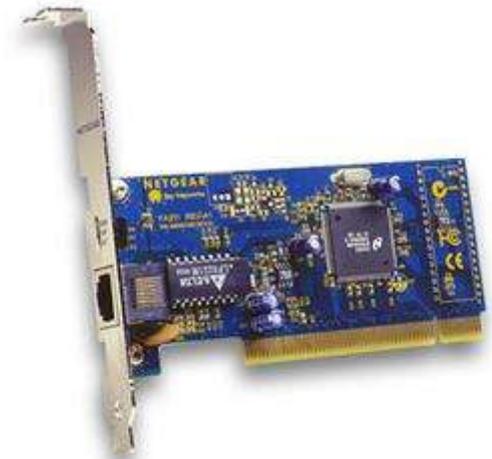
- Ce type de réseau, normalisé 802.9 sous la dénomination de Isonet, associe le RNIS pour le transport de données isochrones (video ou voix en temps réel) aux réseaux Ethernet commutés 10bT pour le transfert de données informatiques.
- 96 canaux B à 64 kbps offrent un débit de 6,44 Mbps pour les débits isochrones.
- Canal D pour la signalisation.
- Application type : visioconférence avec transfert simultané de données.





# Les matériels : cartes réseau

- Les cartes réseau (Network Interface Card) sont les cartes qui s'insèrent dans une station.
- Chaque carte est dédiée à une topologie (10bT, 100bT,..) et à un type de station (PC, Mac, station ou serveur Unix).
- Les cartes peuvent offrir un ou plusieurs ports: RJ 45, AUI, DB9 (Token Ring), ou combinaisons de celles-ci; ST pour la fibre optique, MIC pour FDDI.
- La redondance de port permet de basculer sur un port de secours en cas de rupture de lien ou de panne du concentrateur principal.





# Les matériels : concentrateurs (*hubs*)

- Les cartes réseaux sont reliés à des concentrateurs (hubs) qui ont pour charge de véhiculer les trames entre tous les postes qui y sont raccordés.
- Le concentrateur simule un segment Ethernet (ou un anneau Token Ring) et est classé dans la catégorie des équipements actifs par opposition





# Les matériels : concentrateurs (*hubs*)

- Deux types de concentrateurs :
  - Les concentrateurs empilables (stackable) qui se présentent sous forme de boîtiers indépendants et qui offrent un nombre restreint de ports. Ils sont mono-topologie et disposent d'un port permettant le rattachement à d'autres équipements (par exemple un port FDDI pour le rattachement à un réseau fédérateur).
  - Les concentrateurs modulaires (cf diapositive suivante)
- Le concentrateur peut mixer des liaisons en cuivre (connecteur RJ 45) et des liaisons en fibre optique.
- Le port AUI est toujours le même.
- Seul change le MAU qui génère et reçoit les signaux sur le câble.





# Les matériels : concentrateurs modulaires

- Les concentrateurs modulaires se présentent sous la forme d'un châssis dans lequel peuvent être insérés différents types de cartes (Ethernet, Token Ring, FDDI, ..)
- Les cartes de même type peuvent être associées à travers un segment de fond de panier.
- Plusieurs types de cartes peuvent être insérés dans un châssis modulaire :
- La carte d'administration, qui permet de gérer le concentrateur à partir d'une plate-forme d'administration utilisant le protocole SNMP.
- La carte de ports utilisateurs comprenant 8 à 24 ports RJ45, ST, AUI, DB9,... qui permet de raccorder n'importe quel nœud de réseau comme une station, un routeur ou un autre concentrateur.
- La carte serveur de terminaux qui offre des ports asynchrones destinés à raccorder des terminaux passifs (connexions asynchrones sur ligne série).





# Les matériels : commutateurs (switchs)

- Les cartes réseaux des postes de travail et des serveurs peuvent également être reliées à des **commutateurs (switches)**.
- Chaque nœud dispose alors du maximum de bande passante possible : 10 Mbps, 100 Mbps ou 1 Gbps pour Ethernet.
- Comme les concentrateurs, les commutateurs peuvent être empilables ou se présenter sous forme de cartes s'insérant dans un chassis.
- Tous les commutateurs offrent la fonction de réseau virtuel (VLAN).





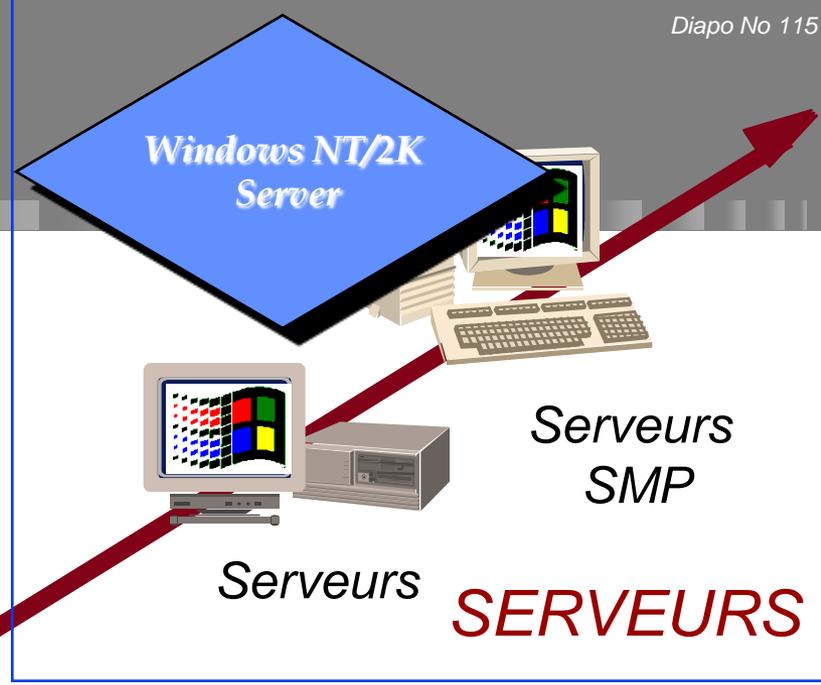
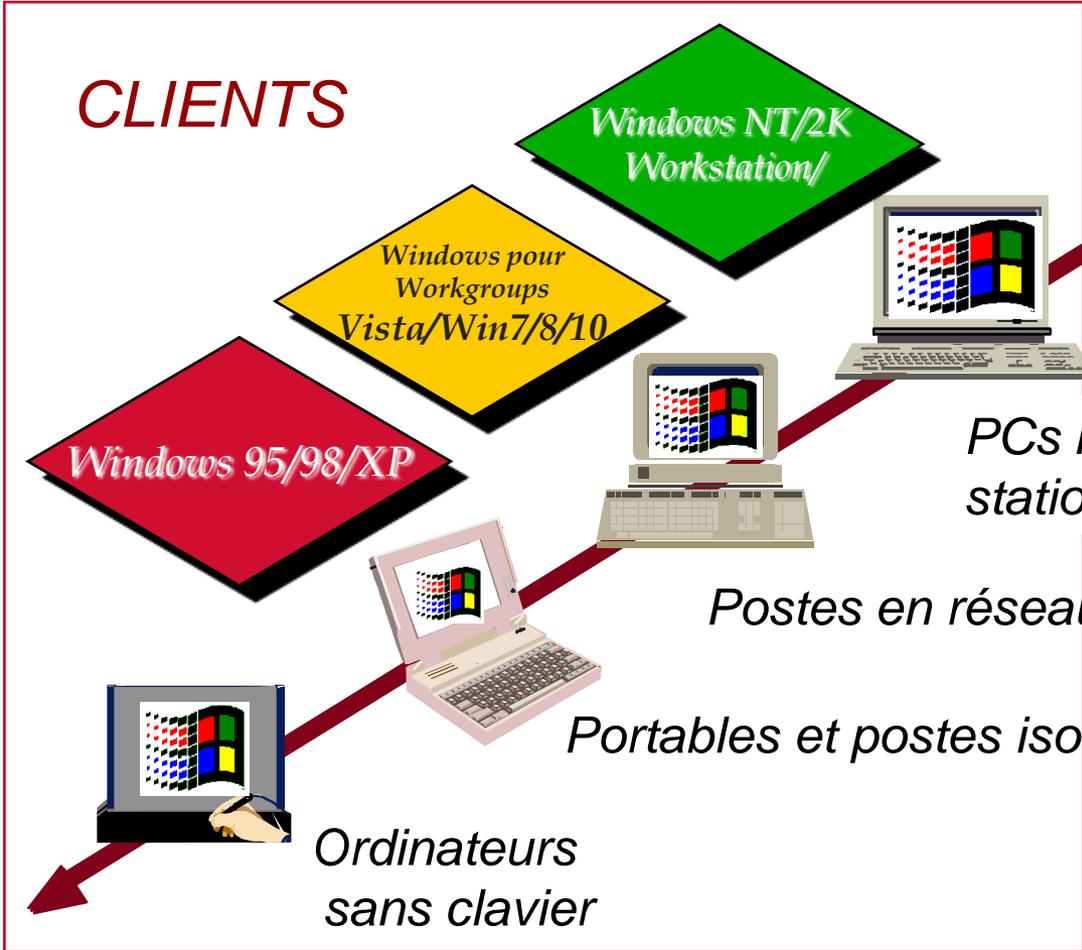
# Réseaux locaux dans l'environnement Microsoft

- ***La gamme Windows***
- ***Windows pour Workgroup de Windows 95/98/XP***
- ***Vista/Windows 7/8/10***
- ***Windows NT/2K***
  - ***Architecture***
  - ***Fonctions***
  - ***Interopérabilité (TCP/IP Unix, IBM SNA)***
  - ***Administration***





# Gamme Windows



*PCs haut de gamme et stations de travail RISC*

*Postes en réseau P2P*

*Portables et postes isolés*

*Ordinateurs sans clavier*

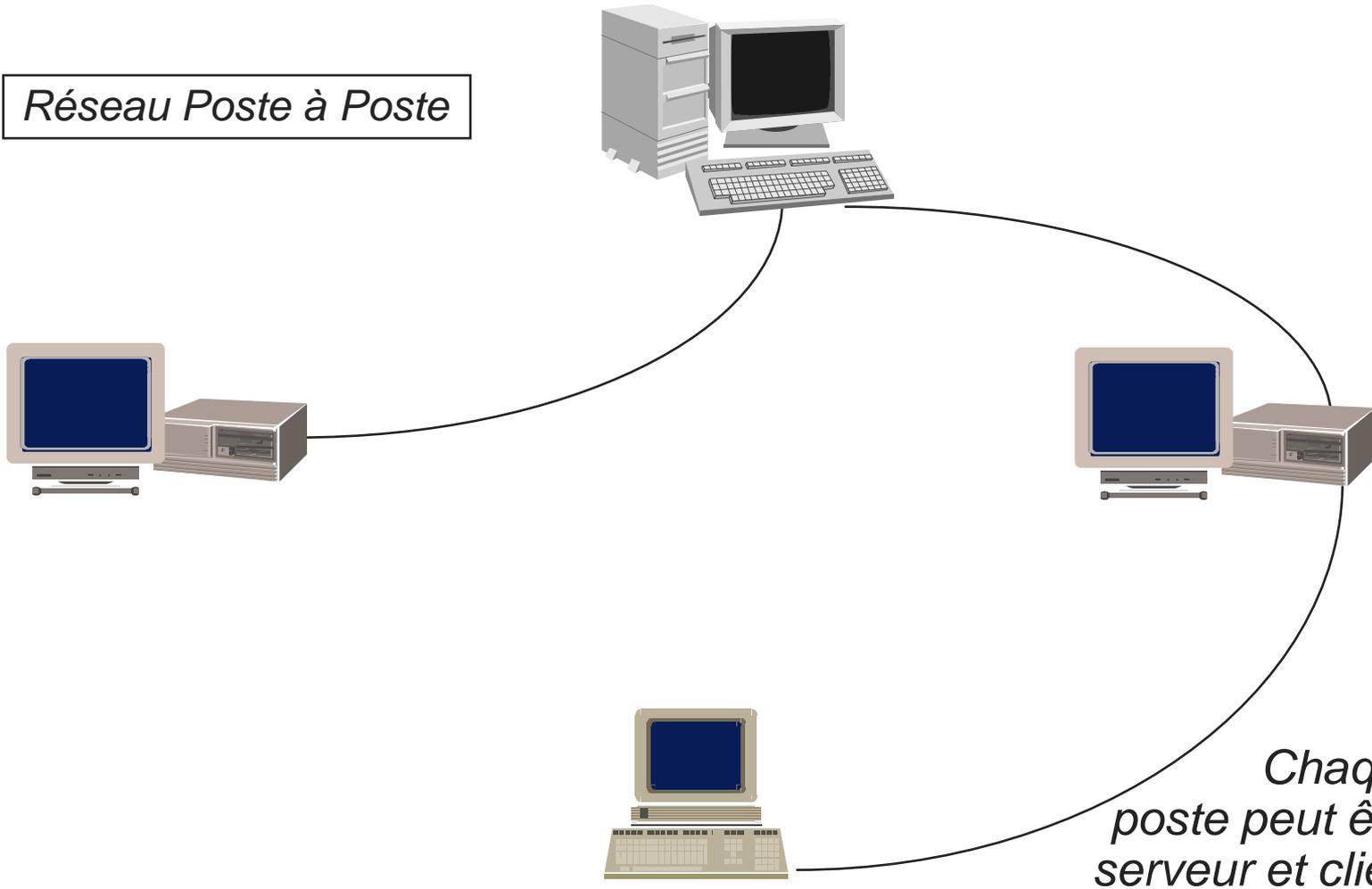
Même :

- Interface utilisateur
- Applicatifs
- Modèle de programmation



# → Réseaux Windows pour Workgroup

*Réseau Poste à Poste*



*Chaque  
poste peut être  
serveur et client*



