



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


# École Nationale d'Ingénieurs de Carthage






F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

1



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


# Structuration du cours



1. Généralités sur les réseaux locaux
2. Réseaux Ethernet et CSMA/CA
3. Concepts de base et configuration des commutateurs
4. Les réseaux locaux virtuels et routage entre VLANs
5. Le protocole STP (Spanning Tree Protocol)
6. Agrégation de liaison & technologie Etherchannel


F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

2



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

École Nationale d'Ingénieurs de  
Carthage




*Chapitre 1*

**Généralités sur les  
réseaux locaux**


*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*

3



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

**Généralités sur les réseaux  
locaux**

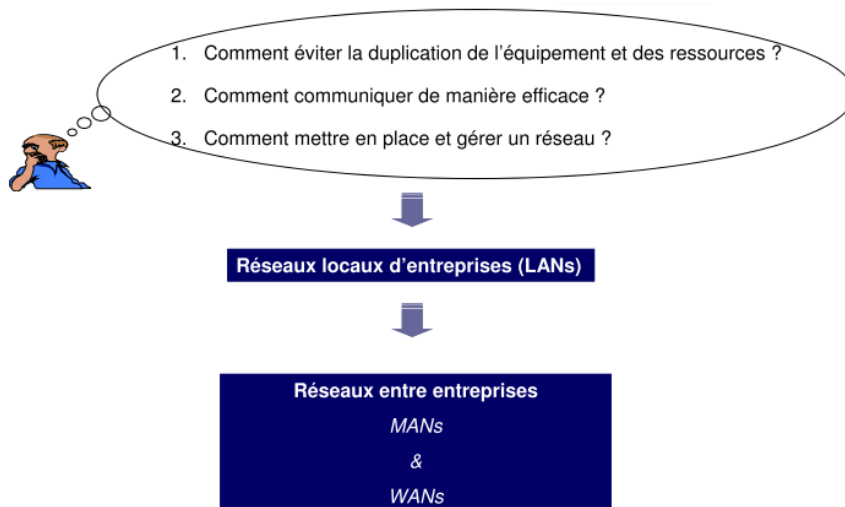


- **Présentation**
- **Rappel des fonctionnalités des couches I & II**
- **Topologies et supports de transmission des réseaux locaux**
- **Méthodes d'accès aux réseaux LANs**
- **Architecture d'un réseau local commuté**

*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*

4

## Présentation générale





المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


# Evolution des réseaux de données



Distance entre les unités centrales	Emplacement des	Nom
0.1 m	Circuit imprimé Assistant personnel	Carte mère Réseau personnel (PAN)
1.0 m	Millimètre Mainframe	Réseau de systèmes informatiques
10 m	Pièce	Réseau local (LAN) Votre salle de cours
100 m	Bâtiment	Réseau local (LAN) Votre école
1000 m = 1 km	Campus	Réseau local (LAN) Université de Stanford
100,000 m = 100 km	Pays	Réseau WAN Cisco Systems, Inc.
1,000,000 m = 1,000 km	Continent	Réseau WAN Afrique
10,000,000 m = 10,000 km	Planète	Wide area network (WAN) The Internet
100,000,000 m = 100,000 km	Système Terre-Lune	Réseau WAN Satellites terrestres et artificiels


F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

7



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

# Services



Services

Applications nouvelles

Partage de fichiers

Applications distribuées

Système d'exploitation répartie

Diffusion d'images et de son

...

Très haut débit et très court délai de transmission

Différentes qualités de services

Adressage indépendant de la localisation

Adressage de groupe

Support commun limité en géographie

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

8

## Contraintes



- Mobilité des équipements
- Indépendance vis-à-vis du type des équipements
- Maintien du service
- Diminution des coûts et du temps de raccordements
- Extensibilité et interconnectivité du réseau



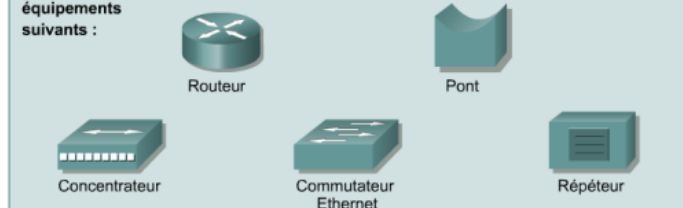
## Réseaux locaux (LANs)



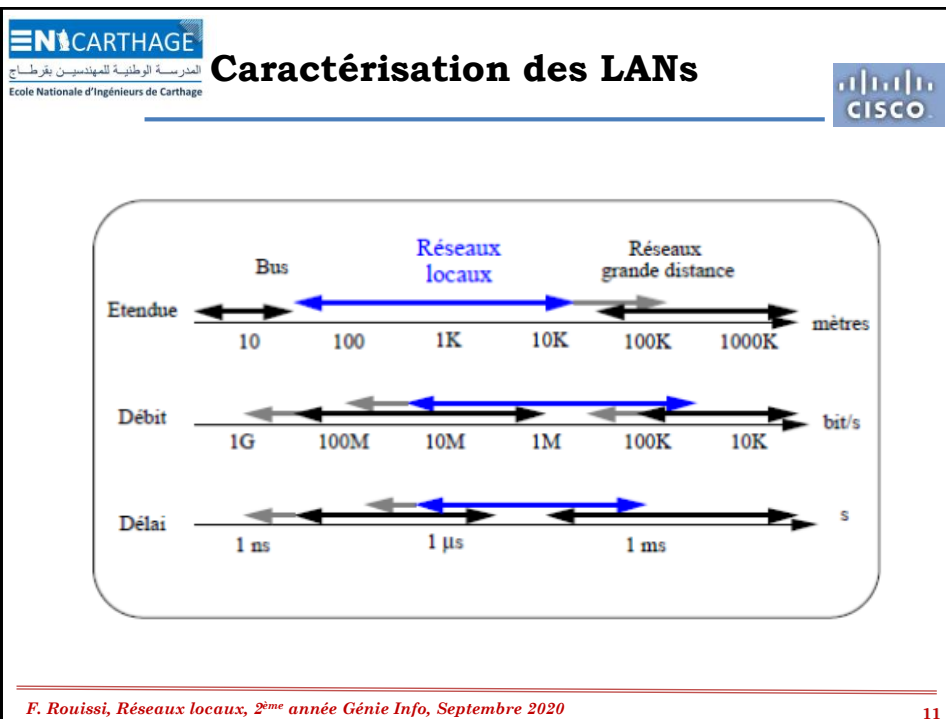
Les réseaux locaux (LAN) sont conçus pour :

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

À l'aide des équipements suivants :



**Exemple :** Ethernet, Token Ring, FDDI



**ENICARTHAGE**  
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

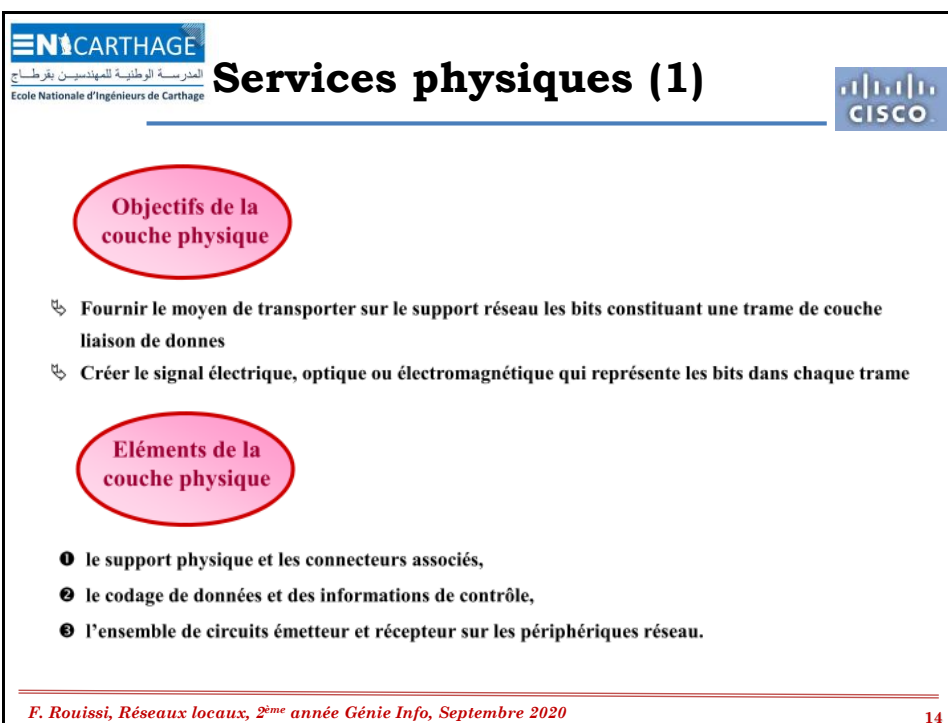
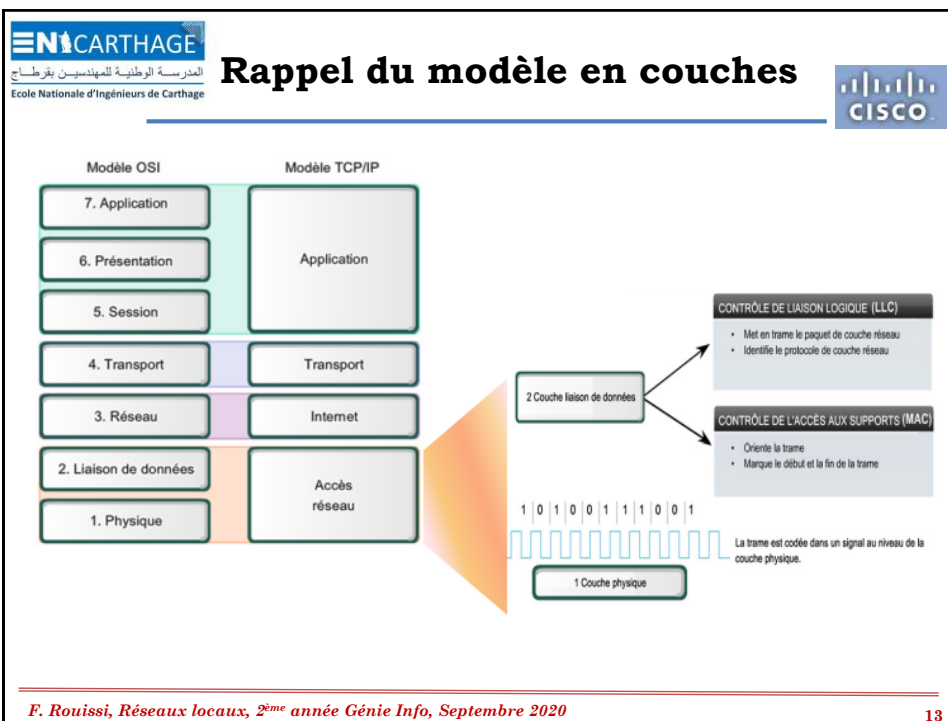
## Chapitre 1


**CISCO**

### Rappel des fonctionnalités des couches I & II

*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*


12





المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Services physiques (2)



**Fonctions  
élémentaires**

1. Composants physique : supports, connecteurs et périphériques électroniques
2. Codage : pour une meilleure détection des erreurs du support
3. Signalisation : gestion des signaux électriques, optiques ou sans fils


Principes fondamentaux de la couche physique

Trame de couche 2


Codage

1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |


Signalisation



Supports




Couche physique




*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*

15



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Sous-couche MAC




**Objectifs de la  
sous-couche MAC**

- **MAC : Medium Access Control**
- Gérer l'accès au support physique (Méthodes d'accès)
- Assurer l'adressage de couche liaison de données et la délimitation des données en fonction des exigences de signalisation physique du support et du type de protocole de couche liaison de données utilisé.
- Effectuer le contrôle de flux (FCS : Frame Check Sequence)

*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*


16





المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Adressage MAC



- Désignation **unique** d'une station sur le réseau (unicité assurée par **l'IEEE**)
- Adressage **à plat** : l'adresse ne donne aucune information sur la localisation de la machine
- 2 formats d'adresses :
  - adresse **courte** sur 16 bits pour réseaux locaux non interconnectés (n'est plus utilisée)
  - adresse **longue** sur **48 bits** pour les réseaux interconnectés

Identifiant d'organisation (OUI)	Attribué par le constructeur (cartes réseau, interfaces)
24 bits	24 bits
6 chiffres hexadécimaux	6 chiffres hexadécimaux
00 60 2F	3A 07 BC
Cisco	périphérique particulier

Plusieurs représentations des adresses MAC


00-60-2F-3A-07-BC  
 00:60:2F:3A:07:BC  
 0060.2F3A.07BC

↳ L'**@ MAC** figé en **ROM** et copié en **RAM** lors de l'initialisation de la carte réseau

↳ La carte réseau utilise l'**@ MAC** pour déterminer si les données doivent être transmises aux couches


*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*

17



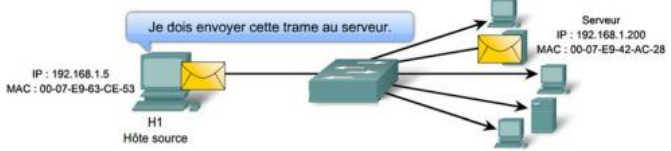
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Types d'adresses MAC (1)



☐ Adresse de monodiffusion (ou unicast)


La trame est envoyée à partir d'un seul périphérique vers un seul périphérique de destination



☐ Adresse de diffusion (ou broadcast)

La trame est envoyée à partir d'un seul périphérique vers tous les périphériques du réseau local

L'adresse MAC de diffusion : **FF-FF-FF-FF-FF-FF**



*F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020*

18

## Types d'adresses MAC (2)

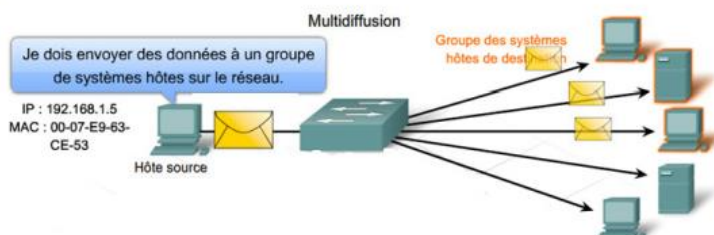


### ❑ Adresse de multidiffusion (ou multicast)

La trame est envoyée à un groupe spécifique de périphériques enregistré dans la station dans une liste d'adresses de groupe

Une adresse MAC de multidiffusion est une valeur spécifique qui commence par **01-00-5E** et se termine en convertissant les 23 bits de droite de l'adresse du groupe multidiffusion IP en 6 caractères hexadécimaux de l'adresse Ethernet

La plage d'adresses MAC multicast s'étend de **01-00-5E-00-00-00** à **01-00-5E-7F-FF-FF**



## Sous-couche LLC



### Objectifs de la sous-couche LLC

- LLC : Logical Link Control
- Masquer aux couches supérieures le type de réseau utilisé, et les méthodes d'accès
- Contrôler la transmission des données une fois la station a gagné son droit à la transmission (couche MAC).
- Etablir un lien logique entre la couche MAC et la couche de niveau 3 du modèle OSI, en plaçant des informations dans la trame qui indique quel protocole de couche réseau est utilisé pour la trame ⇒ utiliser la même interface réseau et les mêmes supports par plusieurs protocoles de couche 3 (par exemple, IP et IPX).

## Types de services LLC



- Norme **IEEE 802.2**
- Sous ensemble (très réduit) de HDLC (High Data Link Control)
- 3 services LLC : LLC1, LLC2, LLC3
  - ❑ LLC1 (ou service datagramme)

Sans connexion et sans acquittement

Le service le plus utilisée (exemple, en Ethernet)

Un contrôle d'intégrité de message est fait dans l'une des couches supérieure (généralement la couche Transport)

La couche LLC ne fait dans ce cas qu'éliminer les trames erronées.

- ❑ LLC2 (Orienté connexion)

Mode connexion avec acquittement de trames, reprise sur erreur, contrôle de flux de données.

Fiabilise l'acheminement des données

Le plus proche de HDLC

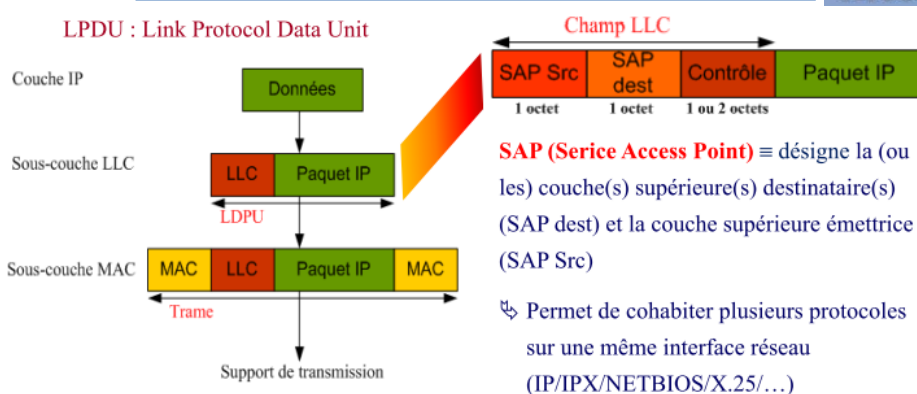
- ❑ LLC3 (avec acquittement et sans connexion)

Plus simple mais moins fiable que LLC2,

Moins de données à conserver en vue d'éventuels renvois de trames, décidés par l'émetteur.

Inventé à la demande des industriels pour les bus à jeton.

## Format de l'unité de donnée LLC

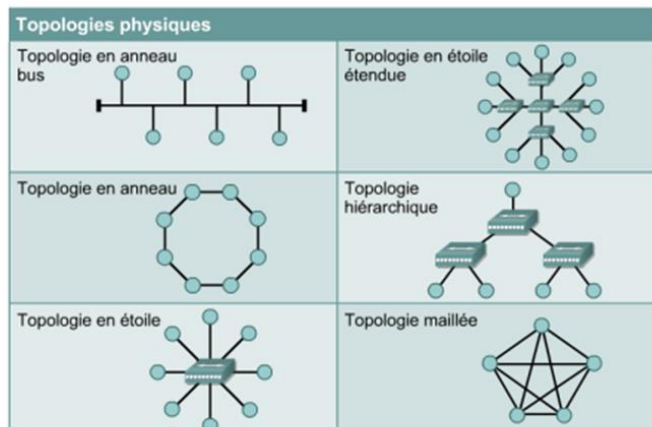


**Contrôle** ≡ champ semblable à celui du HDLC, dépend du type de LPDU :

- **I** : LPDU d'information
- **S** : LPDU de supervision (contrôle de flux et reprise sur erreur)
- **U** : LPDU non numéroté (pour l'initialisation)

## Topologies & supports de transmission

→ **Physique :**



→ **Logique :** la façon de laquelle les hôtes communiquent

Broadcast

point à point

ENICARTHAGE


المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


Principaux supports de transmission

CISCO


Supports réseau




Cuivre



Fibre optique



Sans fil



Sans fil

Critères de choix des supports

■ La distance sur laquelle les supports peuvent transporter correctement un signal

■ l'environnement dans lequel les supports doivent être installés

■ la quantité de données et le débit de la transmission

■ le coût des support et de l'installation

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

25

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Câbles à paires torsadées

CISCO

Câbles à paires torsadées non blindés UTP

Protège le fil de cuivre contre les dommages physiques

Protège le signal des interférences

Isolation électrique les fils entre eux et identifie chaque paire

Isolation plastique codée par couleur

Gaine extérieure

Paire torsadée

Câbles à paires torsadées blindés STP

Gaine

Blindage tressé

Blindage métallique

Paires torsadées

Caractéristiques

Vitesse et débit : 10, 100, et 1000 Mbits/s

Coût : le moins couteux

Taille du connecteur et du média : petite

Longueur max. du câble : 100 m

Caractéristiques

Vitesse et débit : 0 à 100 Mbits/s

Coût : Modéré

Taille du connecteur et du média : moyenne à grande

Longueur max. du câble : 100 m

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

26

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Câbles en cuivre coaxial

CISCO

Gaine extérieure

Blindage en cuivre tressé

Conducteur en cuivre

Isolant en plastique

Connecteurs pour câble coaxial

Prise BNC

Type N

Type F

Caractéristiques

Vitesse et débit : 10 à 100 Mbits/s

Coût : économique

Taille du connecteur et du média : moyenne

Longueur max. du câble : 500 m

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

27

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج

Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Fibre optique

CISCO

Conception d'un câble de support en fibre optique

Matériau de renforcement (fibre aramide)

Tampon

Enveloppe

Cœur

Gaine (PVC en général)

Gaine

Fibre aramide

Tampon

Enveloppe

Cœur

Connecteurs pour fibre optique

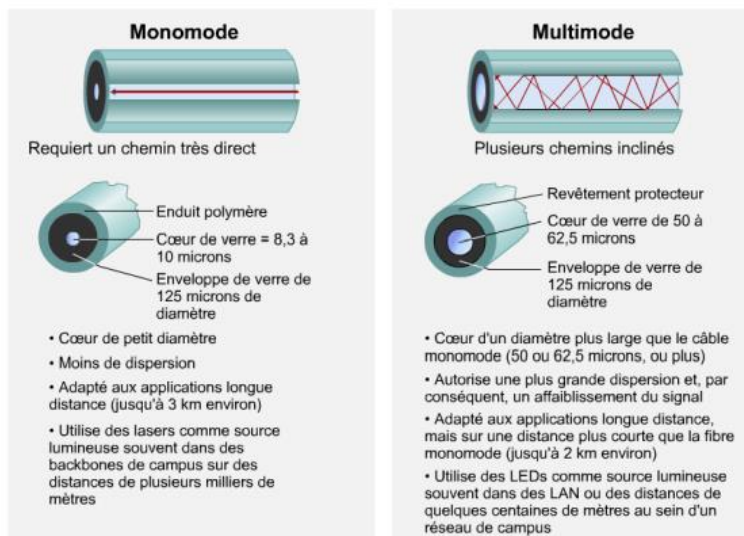
F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

28

14



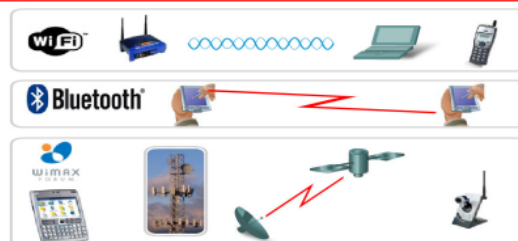
## Types de fibre optique



## Supports sans fil



- ⇒ 802.11 ⇒ technologie de réseau local sans fil (WLAN) = Wi-fi
- ⇒ 802.15 ⇒ réseau personnel sans fil (PAN) = Bluetooth



### Avantages

Technologie non limitée aux conducteurs ou voies d'accès

### Inconvénients


Plus d'interférences, d'obstacles qui limitent la couverture effective

Nécessite plus de sécurité

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Chapitre 1




Méthodes d'accès aux réseaux LANs

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 202031

ENICARTHAGE

المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

Méthodes d'accès contrôlé pour les supports partagés



Méthode déterministe

Contrôle d'accès au support pour les supports partagés

J'ai un paquet à envoyer mais ce n'est pas mon tour. J'attends.

Je n'ai rien à envoyer.

C'est à mon tour d'envoyer mes données. Je vais les envoyer maintenant.

TRAME


TRAME

Supports partagés

Méthode	Caractéristiques	Exemple
Accès contrôlé	<ul style="list-style-type: none"><li>• Une seule station à la fois transmet des données.</li><li>• Les périphériques ayant des données à transmettre doivent attendre leur tour.</li><li>• Aucune collision.</li><li>• Certains réseaux déterministes utilisent la méthode du passage de jeton.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Token Ring</li><li>• FDDI</li></ul>


F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 202032





المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage


## Méthodes d'accès basée sur le conflit pour les supports partagés



- Méthode aléatoire, basée sur l'écoute du support et la détection des porteuses
- utilise une méthode de résolution des conflits.

Contrôle d'accès au support pour les supports partagés

Accès basé sur le conflit



Méthode	Caractéristiques	Exemple
Accès basé sur le conflit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les stations peuvent transmettre des données à tout moment.</li> <li>Des collisions se produisent.</li> <li>Il existe des mécanismes permettant de résoudre les conflits :               <ul style="list-style-type: none"> <li>CSMA/CD pour les réseaux Ethernet</li> <li>CSMA/CA pour les réseaux sans fil 802.11</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ethernet</li> <li>sans fil</li> </ul>

**CD (Collision Detection)**

*Surveille le support pour détecter s'il y a eu collision*

*Exemple : **Ethernet***


**CA (Collision Avoidance)**

*Envoie une notification pour indiquer l'intention d'utiliser le support avant de transmettre les données utiles*

*Exemple : **Sans fil***


F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

33



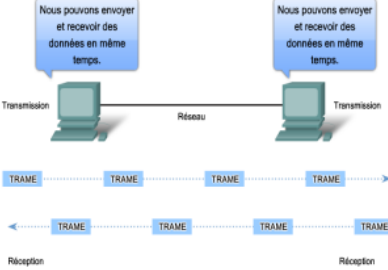
المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

## Contrôle d'accès aux supports non partagés

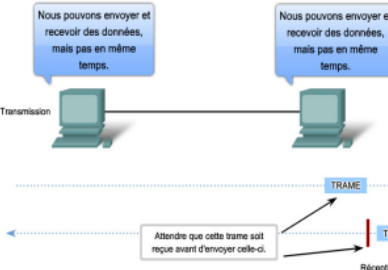


- Peu de contrôle
- les protocoles comportent des règles et des procédures simples pour le contrôle
- généralement utilisé pour les liaisons point à point

**Bidirectionnel simultané**



**Bidirectionnel non simultané**



F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

34

## Architecture d'un LAN commuté

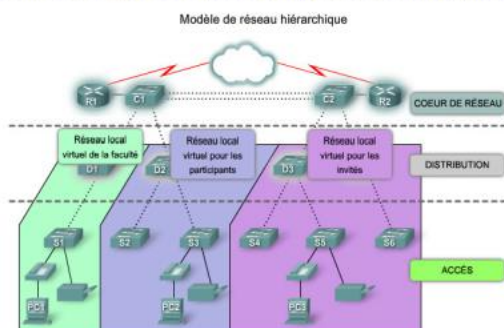
La conception d'un réseau hiérarchique  $\Rightarrow$  division du réseau en couches distinctes

Chaque couche fournit des fonctions spécifiques qui définissent son rôle dans le réseau global

↳ Conception modulaire, ce qui assure évolutivité et performances.

Trois couches de base :

- **Couche d'accès** : fournit des connexions aux hôtes sur un réseau Ethernet local
- **Couche de distribution** : permet d'interconnecter les petits réseaux locaux
- **Couche cœur de réseau** : connexion haut débit entre les périphériques de la couche de distribution



## Avantages d'un réseau hiérarchique



### Évolutivité

- Les réseaux hiérarchiques peuvent être aisément étendus.

### Redondance

- La redondance au niveau des couches principale et de distribution garantit la disponibilité de chemins d'accès.

### Performances

- L'agrégation de liaisons entre les niveaux et les commutateurs des couches principale et de distribution très performants permettent de bénéficier d'une vitesse proche de celle du câble à travers le réseau.

### Sécurité

- La sécurité de port au niveau de l'accès et les stratégies au niveau de la distribution renforcent la sécurité du réseau.

### Facilité de gestion

- La cohérence entre les commutateurs à chaque niveau simplifie davantage la gestion.

### Maintenance

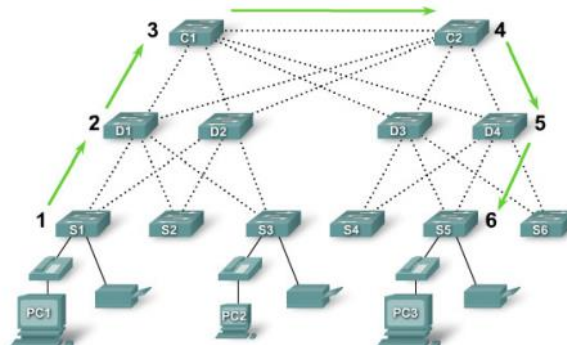
- La modularité de la conception hiérarchique permet une mise à l'échelle du réseau sans trop de complexité.

## Principe d'une conception de réseau hiérarchique (1)



### Diamètre du réseau

- Correspond au nombre de périphériques que doit traverser un paquet avant d'atteindre sa destination.
- Un faible diamètre de réseau garantit une **latence** faible et prévisible entre les périphériques.



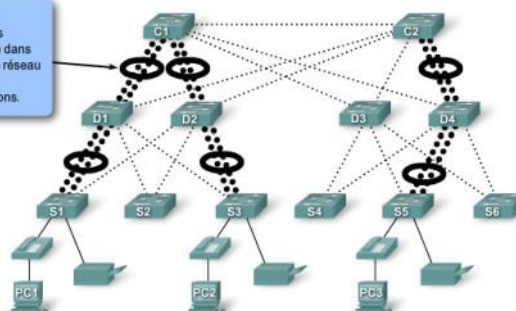
## Principe d'une conception de réseau hiérarchique (2)



### Agrégation de bande passante

- permet de combiner plusieurs liaisons de port de commutateur, afin de bénéficier d'un débit plus élevé entre des commutateurs.
- **EtherChannel** = technologie Cisco d'agrégation de liaisons propriétaire, qui permet de consolider plusieurs liaisons Ethernet

Une forme ovale englobant plusieurs liaisons est utilisée dans les diagrammes de réseau pour indiquer une agrégation de liaisons.

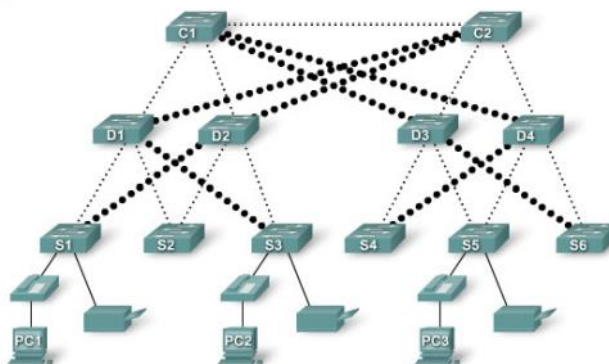


## Principe d'une conception de réseau hiérarchique (3)



### Liaisons redondantes

- Les réseaux modernes utilisent des liaisons redondantes entre les couches du réseau hiérarchique afin de garantir la disponibilité du réseau.



## Qu'est-ce qu'un réseau convergent ?

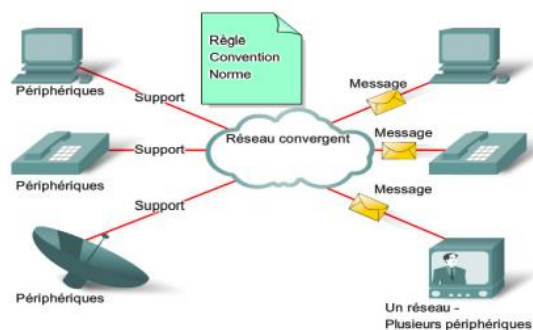


**Réseau convergent**  $\equiv$  permettant à la voix, à la vidéo et aux données d'utiliser le même réseau IP

☞ Convergence des différents types de réseaux de communications sur une même plateforme

☞ Infrastructure unique et commune

☞ Gestion primordiale associée à la qualité de service (QS), car le trafic de données vocales et vidéo devait être classifié et prioritaire sur le réseau.




Les réseaux de données convergents exécutent de nombreux services sur un même réseau.

## Chapitre 1




### Normalisation IEEE 802



المدرسة الوطنية للمهندسين بقرطاج  
Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage

# Variantes des normes IEEE 802



802.2				Logical Link Control	Liaison
CSMA/CD Bus	Token Bus	Token Ring	Slotted Ring	Media Access Control	
802.3	802.4	802.5	802.6		Physique

LAN (IEEE 802)

F. Rouissi, Réseaux locaux, 2<sup>ème</sup> année Génie Info, Septembre 2020

43