

# RESEAUX LOCAUX, ETHERNET

**C. Pham**

**Université de Pau et des Pays de l'Adour**

**Département Informatique**

**<http://www.univ-pau.fr/~cpham>**

**[Congduc.Pham@univ-pau.fr](mailto:Congduc.Pham@univ-pau.fr)**



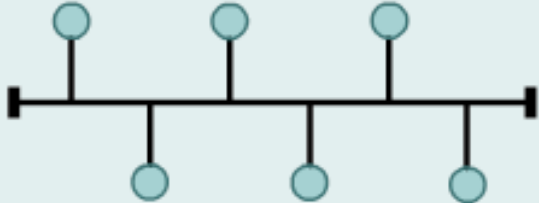
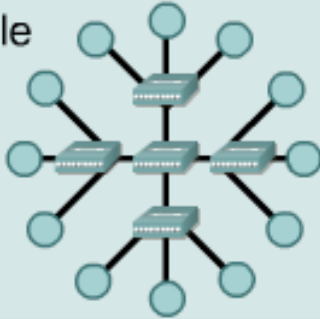
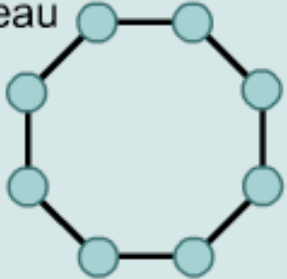
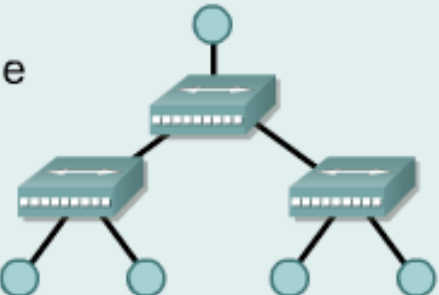
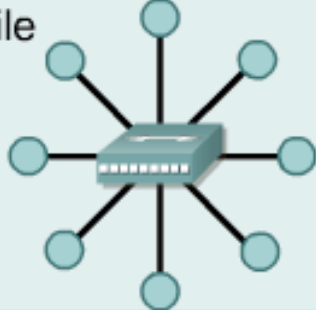

# Copyright

- Copyright © 1998-2006 Congduc Pham; all rights reserved
- Les documents ci-dessous sont soumis aux droits d'auteur et ne sont pas dans le domaine public. Leur reproduction est cependant autorisée à condition de respecter les conditions suivantes :
  - Si ce document est reproduit pour les besoins personnels du reproducteur, toute forme de reproduction (totale ou partielle) est autorisée à la condition de citer l'auteur.
  - Si ce document est reproduit dans le but d'être distribué à des tierces personnes il devra être reproduit dans son intégralité sans aucune modification. Cette notice de copyright devra donc être présente. De plus, il ne devra pas être vendu.
  - Cependant, dans le seul cas d'un enseignement gratuit, une participation aux frais de reproduction pourra être demandée, mais elle ne pourra être supérieure au prix du papier et de l'encre composant le document
- Toute reproduction sortant du cadre précisé ci-dessus est interdite sans accord préalable écrit de l'auteur.

# Définitions

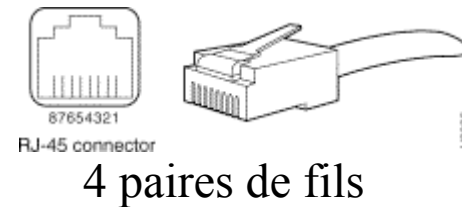
- au sens de l'utilisateur
  - Ensemble d'équipements informatiques ou informatisés (ordinateurs, terminaux, automates , robots, ...) interconnectés implantés dans une zone géographique restreinte
  
- au sens technique
  - Liaison de données multipoint à commande distribuée d'une portée limitée
  
- Types de réseaux locaux
  - Ethernet, le plus répandu
  - Token Ring
  - Token Bus

# Topologie

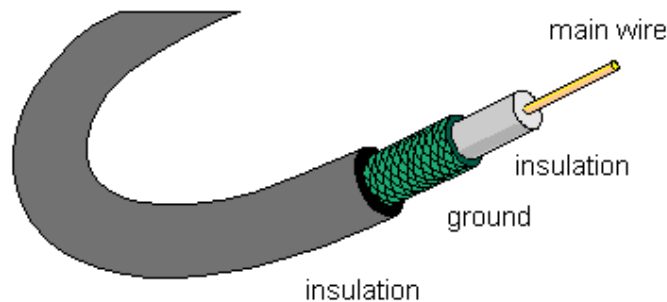
Topologies physiques	
<p>Topologie en anneau bus</p> 	<p>Topologie en étoile étendue</p> 
<p>Topologie en anneau</p> 	<p>Topologie hiérarchique</p> 
<p>Topologie en étoile</p> 	<p>Topologie maillée</p> 

# Support cuivre

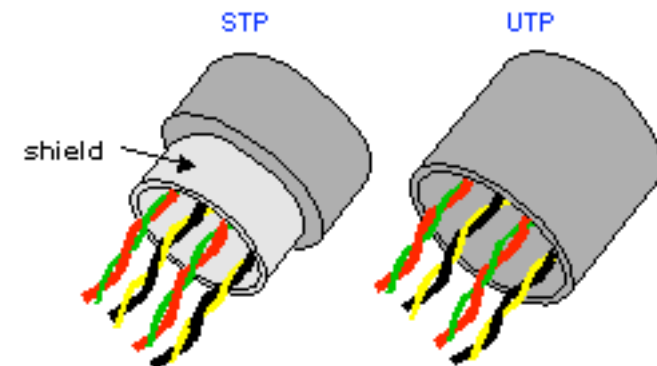
- Paire torsadée (STP et UTP)
  - peu coûteuse, symétrique, écranté ou non
  - très utilisée (téléphone, réseaux locaux),
  - large infrastructure existante,
  - débit limité (centaine de Mbits/s)



From Computer Desktop Encyclopedia  
© 1998 The Computer Language Co., Inc.



- Câble coaxial
  - plus coûteux, asymétrique mais,
  - meilleur protection contre les interférences,
  - distance plus élevée et meilleur débit (1 à 2 Gbits/s sur 1 km)

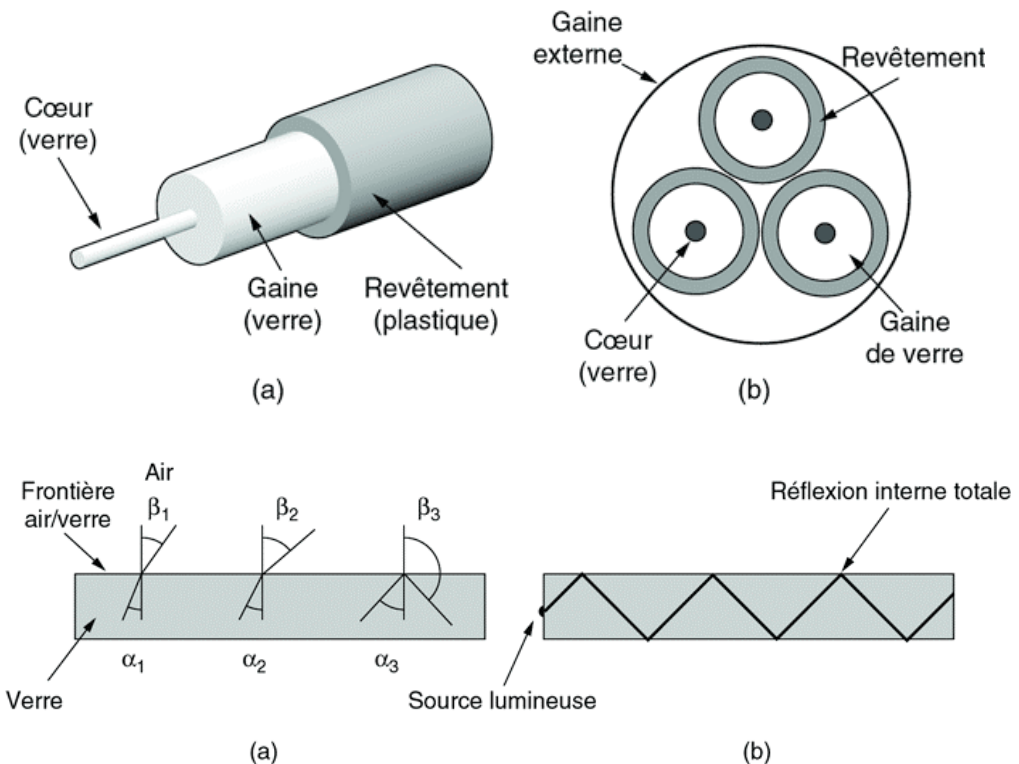


From Computer Desktop Encyclopedia  
© 1998 The Computer Language Co., Inc.

# Fibres optiques (1)

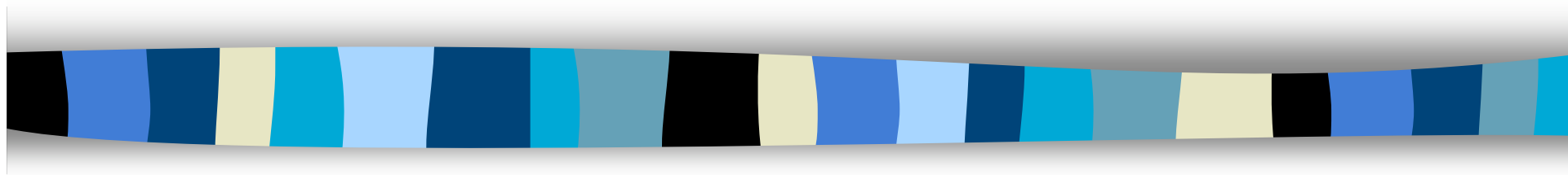
## ■ Fibre optique

- de moins en moins coûteuse, plus légères, en silice le plus souvent, rarement en verre (atténuation). Le plastique est possible.
- environ 50km sans répéteurs.
- très haut-débit (50000 Gbits/s théorique) et très bonne fiabilité.



Auteur: C.

# ACCES AU MEDIUM



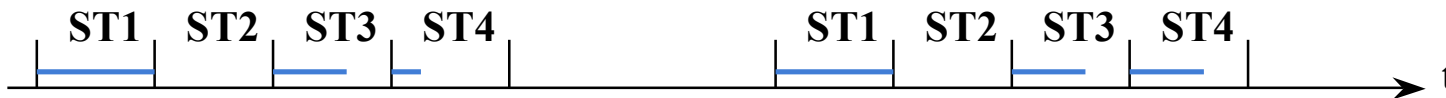
# Méthodes d'accès : Types

- Accès au médium équitable entre toutes les stations
- Commande distribuée (sauf exception...)
  - Le médium est une ressource critique partagée sur laquelle ( en général) une seule station peut émettre à un instant donné.
  - sous-couche MAC (Medium Access Control) de la couche 2/OSI
- 3 types de méthode d'accès au médium
  - déterministe : AMRT, "Conteneur", Jeton
    - des mécanismes de coopération ou de préallocation permettent de déterminer la station qui a le droit d'émettre
  - à compétition : CSMA/CD
    - Chaque station essaie de prendre le contrôle du réseau, sans liaison avec les autres stations
  - mixte : CSMA/DCR
    - Début en compétition puis résolution déterministe

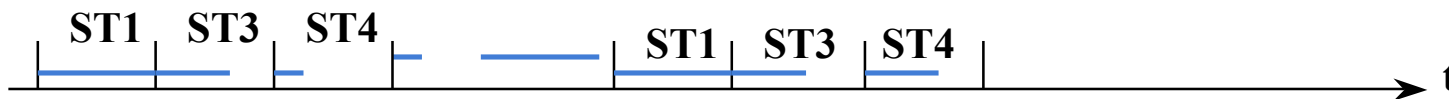


# Accès déterministe 1 : AMRT

- AMRT : accès multiple à répartition dans le temps
  - TDMA : Time Division Method Acces
  - Découpage du temps en périodes égales (en général) attribuées cycliquement aux stations
  - tranche de temps de quelques millisecondes, pas forcément utilisée

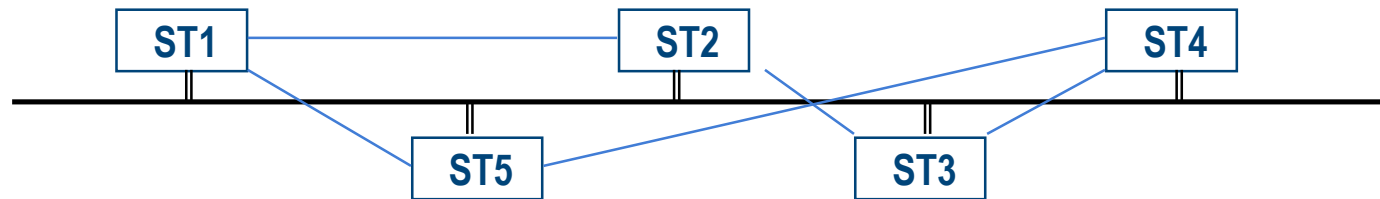


- Conteneur (slot, insertion de registre)
  - Un conteneur de taille finie circule sur le réseau. Un bit d'en-tête indique son occupation. S'il est vide une station peut le remplir au vol. La station destinatrice le vide. Il faut gérer les trames pour garantir l'équité
  - Prise active . Utilisé sur réseau DQDB (8802.6) : Cellule de 53 (48+5) octets

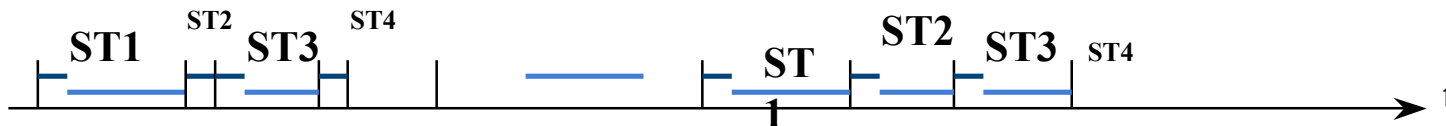


# Accès déterministe 2 : Jeton adressé

- Jeton : méthode déterministe de base
- Droit d'émettre des données, durant une période bornée, est lié à la possession d'un jeton
  - Quand une station a terminé une émission ou épuisé son délai, elle cède le jeton à la suivante.
  - On constitue ainsi un anneau logique.



- Perte de rendement réduite au transfert et traitement des jetons



- Difficulté: perte d'un jeton
  - Par la station qui doit le recevoir
  - par la station qui le détient

# Accès déterministe 3 : Jeton priorisé

- Utilisé sur anneau à jeton (ISO 8802.5 TokenRing IBM)
  - Le jeton n'est plus adressé à une autre station mais émis avec un niveau de priorité et capté par une station de priorité supérieure ou égale
  - Plus de perte de temps par station inactive ou perte de jeton par station destinataire
  - Problème de perte par station qui détient le jeton subsiste
- Prise actives . Modification au vol du niveau de priorité demandée et transformation "au vol" d'une trame de jeton en trame de données

# Accès à compétition : CSMA/CD

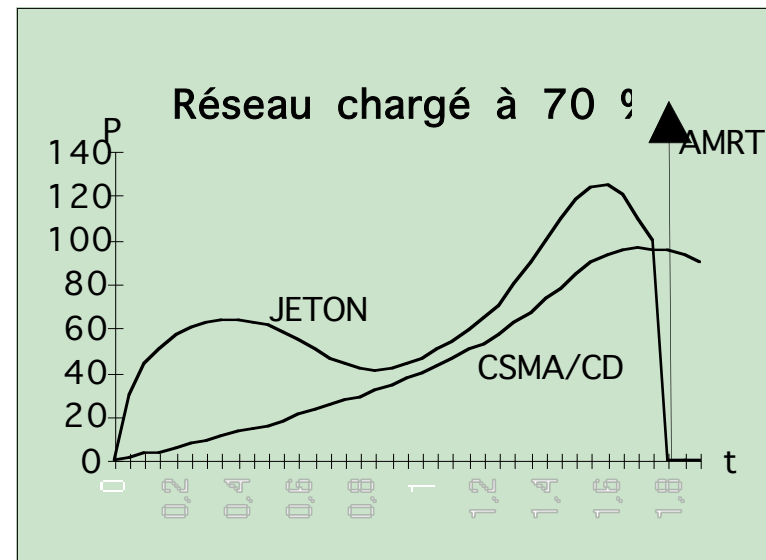
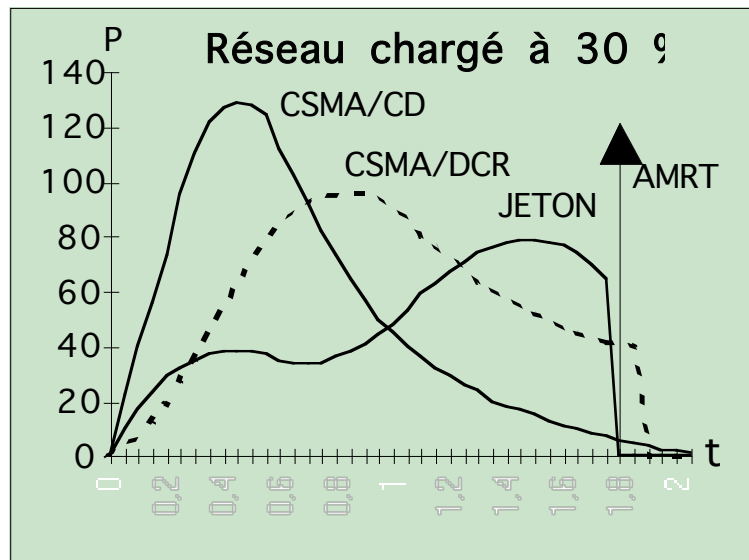
- CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Acces / Collision Detection
- Utilisé sur toute topologie, surtout Bus (OSI 8802.3 Ethernet)
- Principe:
  - Chaque station teste le signal ("porteuse") sur le support et essaie de détecter un silence de durée supérieure à  $t$
  - Après ce "silence" elle peut émettre une trame de données de taille bornée
  - Si plusieurs stations émettent simultanément : Collision. Elle est détectés par analyse du signal, puis renforcée avant de suspendre l'émission
  - Celle-ci est reprise après un temps aléatoire, pris dans un intervalle dont la durée croît avec le nombre  $k$  de collisions non résolues

# Méthode d'accès mixte : CSMA/DCR

- Méthodes mixtes : CSMA/DCR Determinist Collision Resolution
  - Travaux de Le Lann à l'INRIA . (Appliqués à réseau Factor)
  - Normalisation dans le cadre 8802.3
- Obtenir : un temps d'accès borné et un temps moyen le plus faible possible
  - Démarrer avec une méthode à compétition : CSMA/CD
  - Après quelques ré-essai sur collision : passer à une méthode déterministe
  - éventuellement, cas de base, détecter des collisions et résoudre de manière déterministe par exemple priorité à la station de plus faible numéro
- Si réseau très peu chargé (le plus souvent) proche de CSMA/CD
- Si réseau très chargé : proche de jeton

# Comparaison de méthodes d'accès au médium

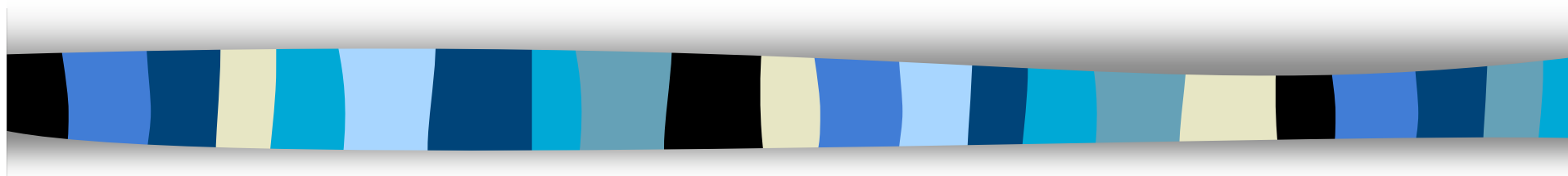
- Méthodes déterministes : temps d'accès borné
- Méthode à compétition : meilleur en moyenne si pas trop chargé
- Méthode mixte : compromis adaptatif



probabilité d'avoir un temps d'accès  $t$

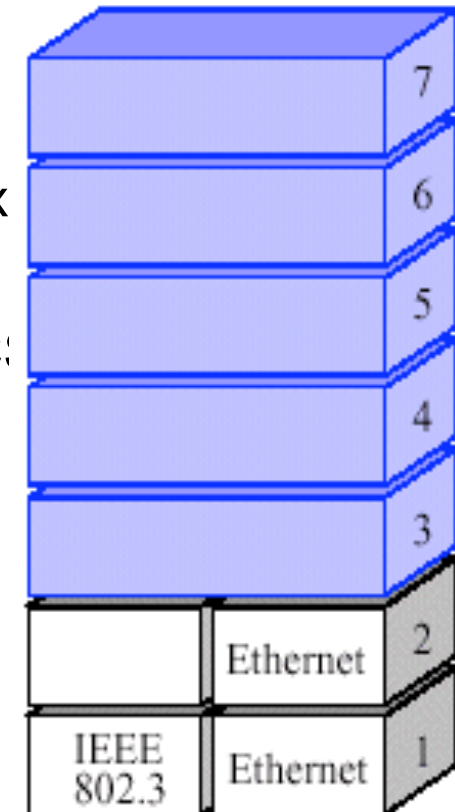
source G. Beuchot

# RESEAUX LOCAUX EXISTANTS



# Ethernet (DIX)

- Proposé par Digital, Intel et Xerox (DIX)
- Normalisé par IEEE: IEEE 802.3
- Supports: paire torsadée, fibre optique, coax
- Méthode d'accès au support: compétition (CSMA/CD)
- Débits:
  - 2Mbits/s, 10Mbits/s
  - Evolution: 100Mbits/s, 1Gbits/s, 10Gbits/s
- Buts énoncés dans le document DIX
  - simple
  - pas de priorités
  - ne peut pas faire taire son voisin
  - débit à 10 Mbits/s



source L. Toutain



# Norme de nommage

Vitesse	Méthode de signalisation	Média
10	BASE	2
100	LARGE	5
1000		-T
10G		-TX
		-SX
		-LX

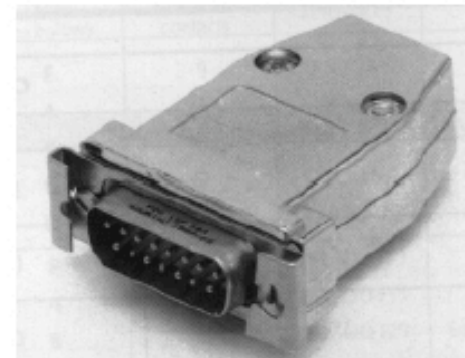
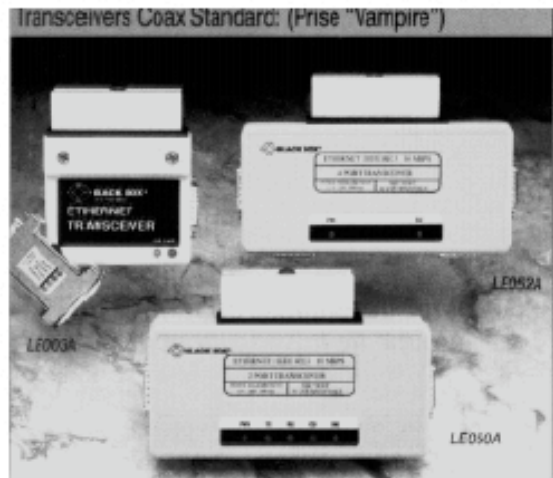
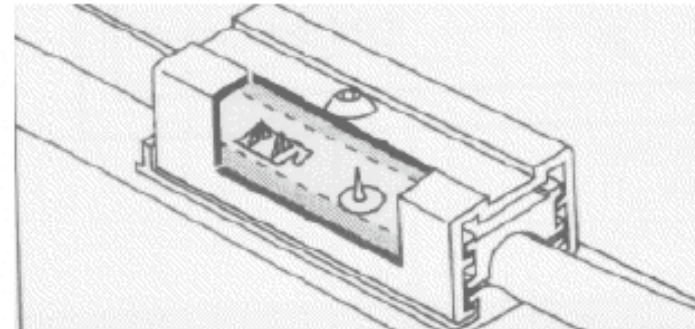
Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Ethernet, les équipements

---

## 10 BASE 5 (THICK ETHERNET)

---

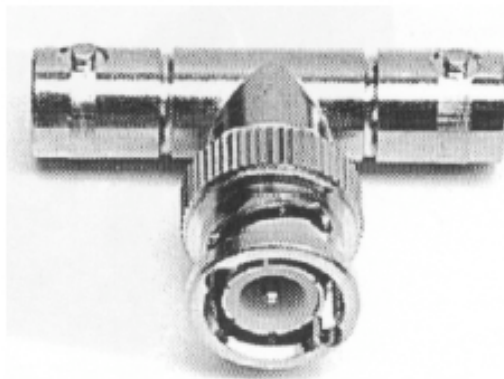


source L. Toutain

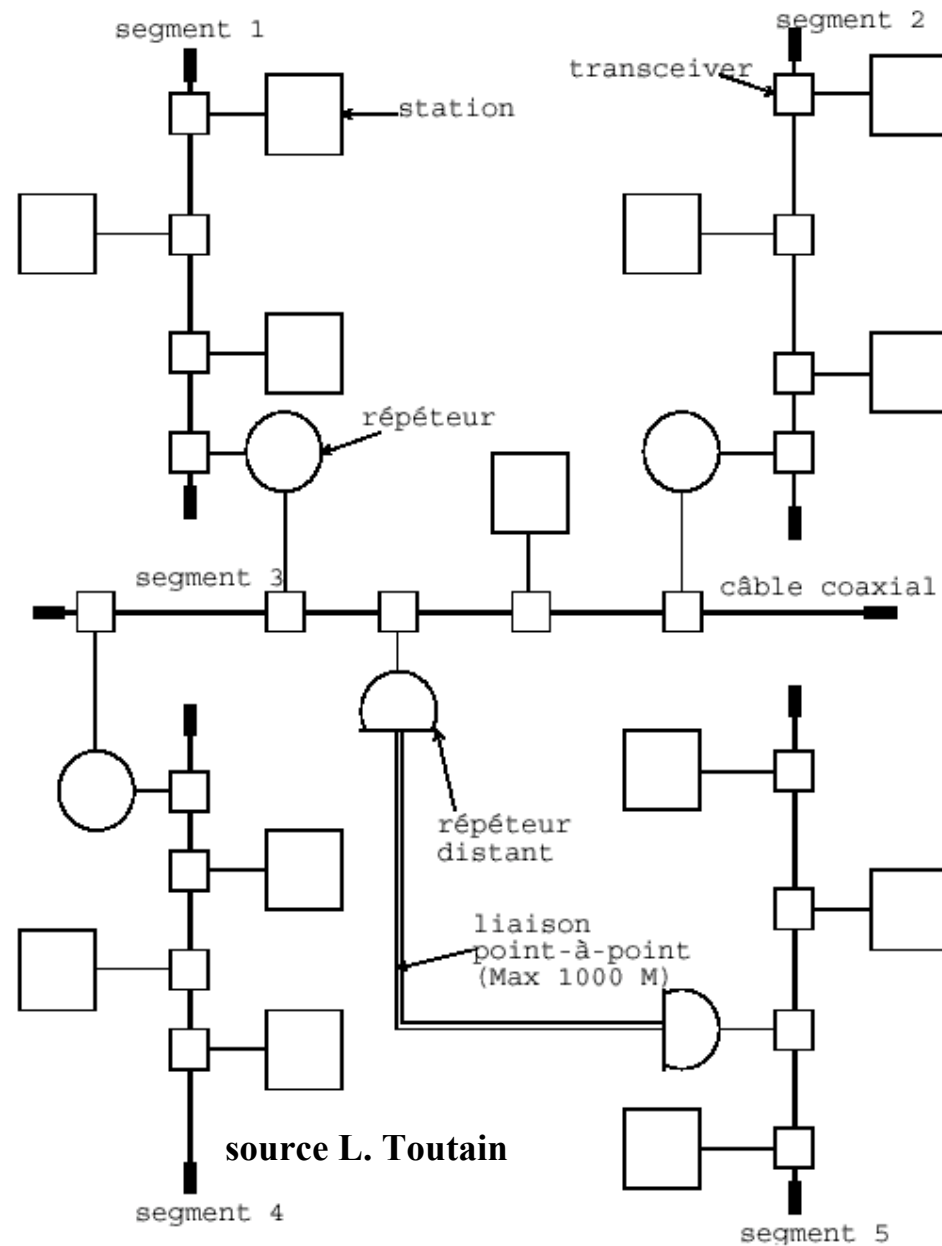
# Exemple de topologie en bus



câble thin ethernet

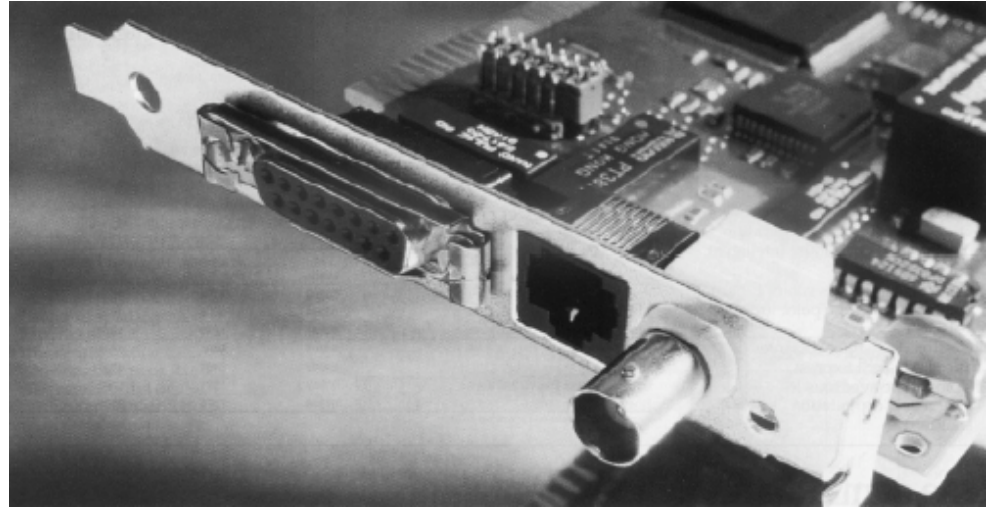
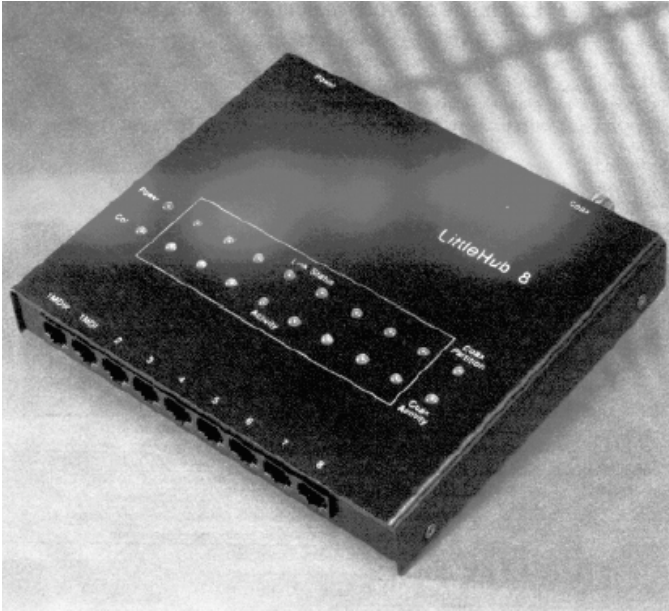


prise BNC en T



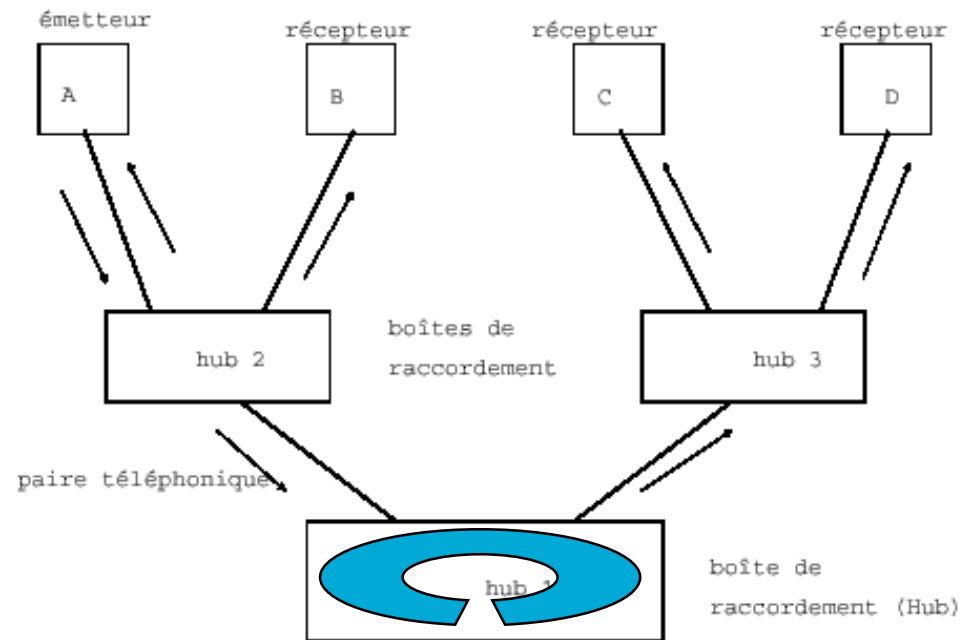
Auteur: C. Pha

# Ethernet, les équipements plus récents



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

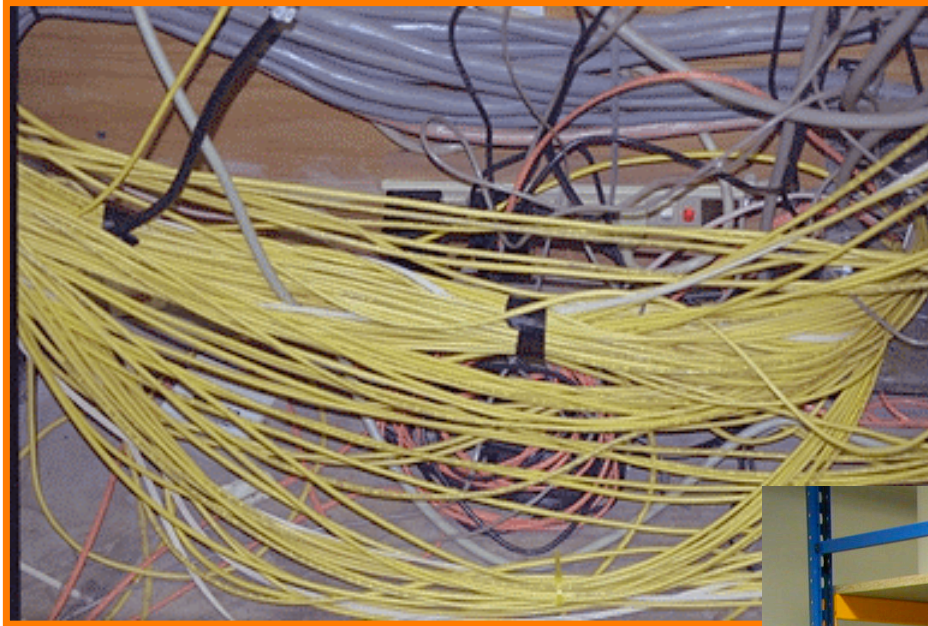
# Topologie en étoile



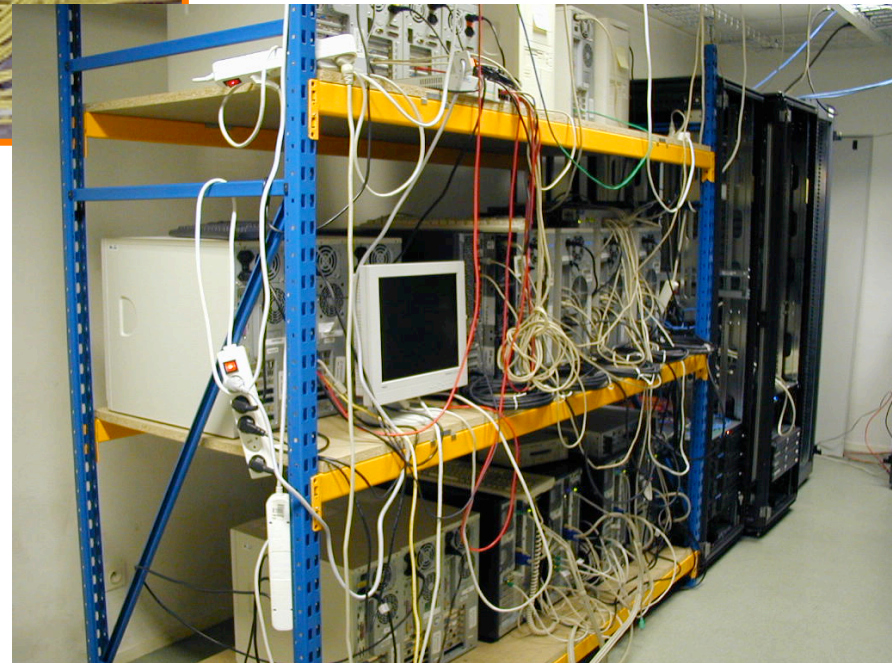
source L. Toutain

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# En pratique...



**Spaghetti**  
source Gamble



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Cablage et connecteurs RJ45

T568A



Nom	N°	Couleur
TD+	1	Blanc/Vert
TD-	2	Vert
RD+	3	Blanc/Orange
Non utilisée	4	Bleu
Non utilisée	5	Blanc/Bleu
RD-	6	Orange
Non utilisée	7	Blanc/Marron
Non utilisée	8	Marron

T568B



- Lorsqu'un ordinateur est connecté à un hub ou à un switch, le câble utilisé est appelé câble droit (en anglais patch câble), ce qui signifie qu'un fil relié à la prise 1 d'un côté est relié à la prise 1 de l'autre côté. La norme de câblage généralement utilisée pour réaliser des câbles droits est la norme TIA/EIA T568A, cependant il existe des câbles droits selon la norme TIA/EIA T568B (seules les couleurs de certains fils changent, cela n'a aucune incidence sur le fonctionnement dans la mesure où les fils sont reliés de la même façon).

# Ethernet, principes

- Sur le câble circulent des trames
- A un instant donné, une seule trame circule sur le câble
  - pas de multiplexage,
  - pas de full-duplex.
- Une trame émise par un équipement est reçue par tous récepteurs
- Une trame contient l'adresse de l'émetteur et du receptr
- Les trames sont filtrées au niveau des récepteurs
  
- La gestion des transmissions suit l'algorithme du CSMA/CD
  - Gestion des collisions
- Ethernet est un réseau
  - À accès compétitif
  - probabiliste
  - sans chef d'orchestre
  - Égalitaire (normalement)



# Format de trame Ethernet (DIX)

## FORMAT D'UNE TRAME ETHERNET



**7x10101010 10101011**

- En-tête : préambule 7 octets (10101010) + 1 fanion (10101011)
- Adresses source et destination
- Type DATA
  - 0x0800 = Protocole IP, 0x0806 = ARP, 0x0600=XNS, 0x8137=IPX Novell
- taille MINIMALE de trame=64 octets
- FCS : 4 octets
- Queue : silence de 9,6µs

# Exemple de trames Ethernet

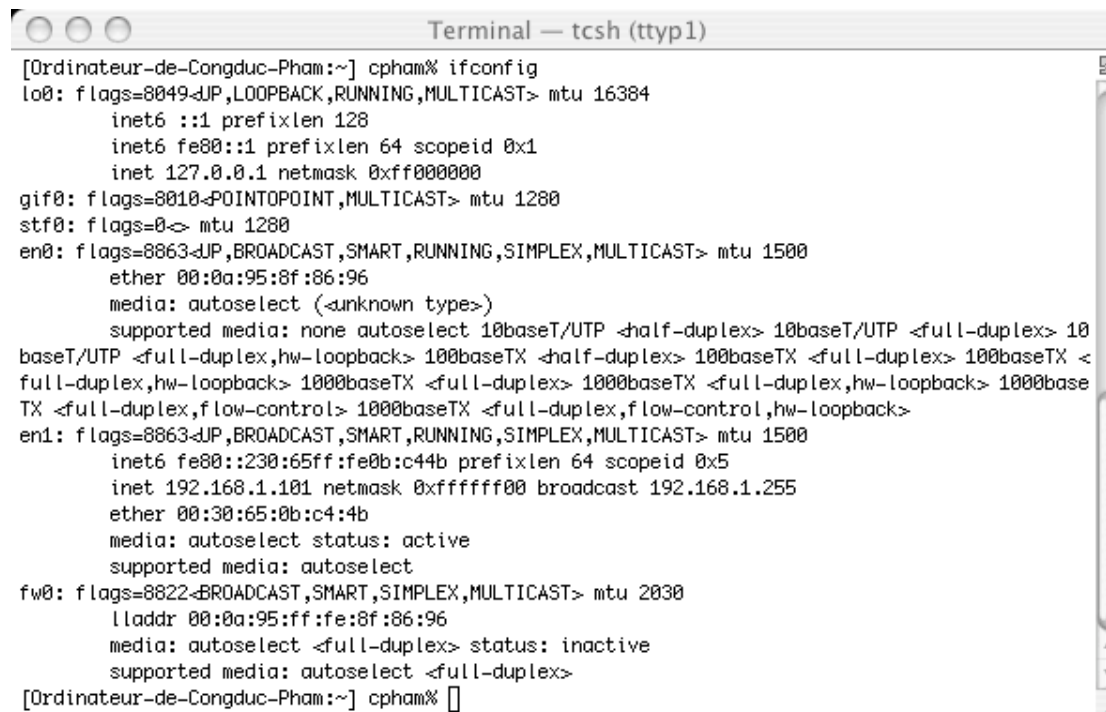
```
Captured at: +00:00.000
Length: 98   Status: Ok
OFFSET DATA
0000: AA 00 04 00 32 04 00 00 B0 60 E4 80 08 00 45 00  ....2....^....E.
0010: 00 54 02 BD 00 00 FD 01 3F D2 C0 72 16 64 84 42  .T.....?..r.d.B
0020: 20 01 08 00 84 7E 43 75 00 00 2B AD A1 1B 00 0B  ....~Cu..+.....
0030: 78 35 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13 14 15  x5.....
0040: 16 17 18 19 1A 1B 1C 1D 1E 1F 20 21 22 23 24 25  .....!"#$%
0050: 26 27 28 29 2A 2B 2C 2D 2E 2F 30 31 32 33 34 35  &'()*+,-./012345
0060: 36 37 67
```

```
Captured at: +00:08.656
Length: 86   Status: Late Collision
OFFSET DATA
0000: AA 00 04 00 32 04 00 00 B0 60 E4 80 08 00 45 00  ....2....^....E.
0010: 00 54 02 BD 00 00 FD 59 3F D2 C0 72 16 64 84 42  .T....Y?..r.d.B
0020: 20 01 02 01 00 34 FF FF FF FF 00 00 00 00 EE EE  ....4.....
0030: 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 10 20 30 40 01 00  .....0@..
0040: 03 00 00 00 00 FF 00 00 00 00 00 00 00 00 0A 0A  .....
0050: 0A 0A 03 03 03 03 .....
```

```
Captured at: +00:02.264
Length: 64   Status: Ok
OFFSET DATA
0000: AA 00 04 00 32 04 00 00 B0 60 E4 80 08 00 45 00  ....2....^....E.
0010: 00 2D 02 F5 00 00 3A 06 38 A4 84 42 20 02 84 42  .-.....8..B..B
0020: 1C AC 00 17 05 FC 00 E6 27 BC FF 6F 08 A1 50 18  .....'.o..P.
0030: 10 00 6C 90 25 E2 1B 4F 76 0D 00 00 84 42 20 02  ..1.%..Ov....B..
```

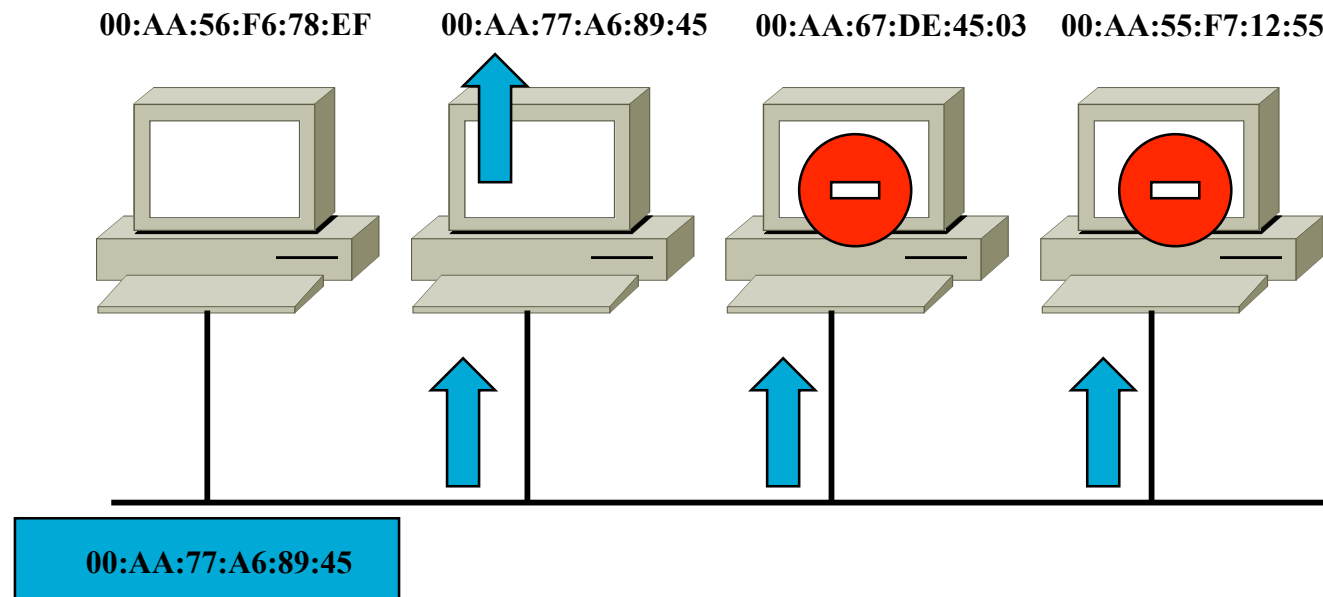
# Ethernet, adressage

- Codage sur 6 octets
- Codage unique (quelque soit le réseau)
  - Codage en dur dans les circuits intégrés
  - Ex: 00:0A:55:FF:EF:78

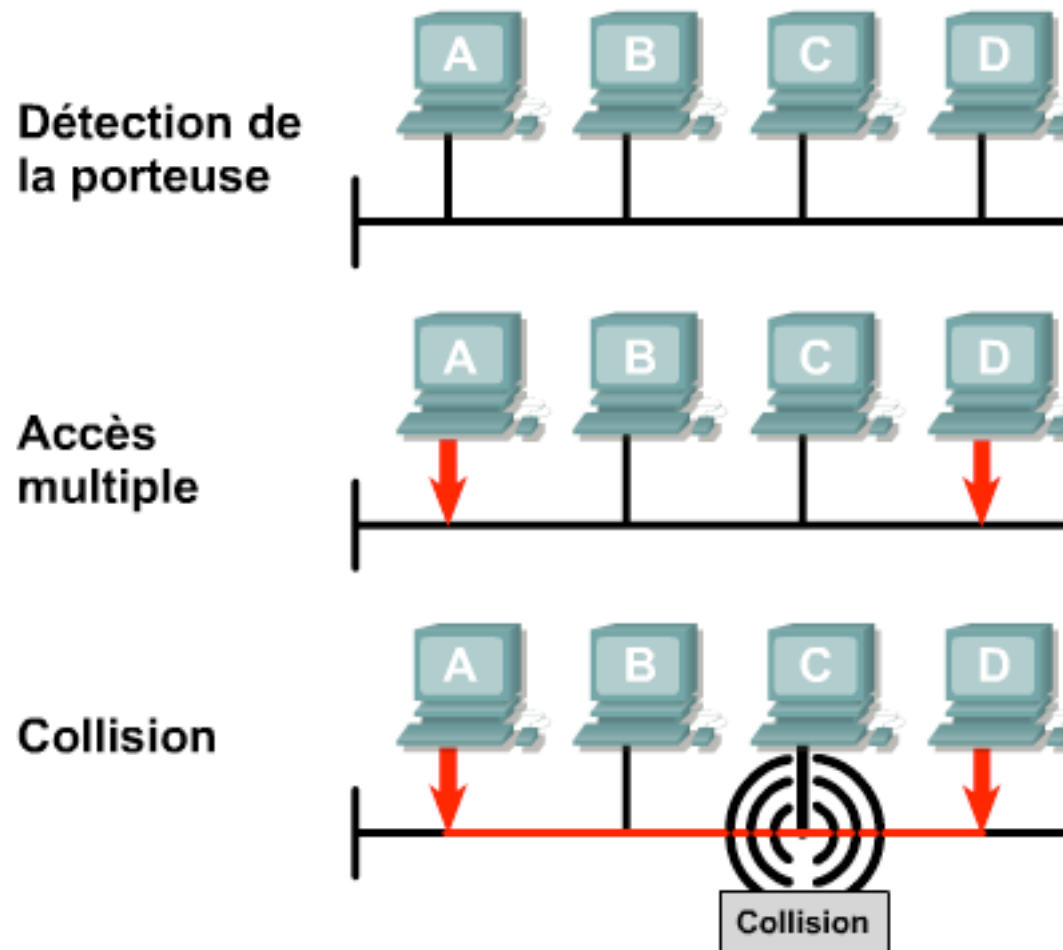


```
Terminal — tcsh (tty1)
[Ordinateur-de-Congduc-Pham:~] cpham% ifconfig
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 16384
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet6 fe80::1 prefixlen 64 scopeid 0x1
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
gif0: flags=8010<POINTOPOINT,MULTICAST> mtu 1280
stf0: flags=0<> mtu 1280
en0: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    ether 00:0a:95:8f:86:96
    media: autoselect (<unknown type>)
    supported media: none autoselect 10baseT/UTP <half-duplex> 10baseT/UTP <full-duplex> 10
baseT/UTP <full-duplex,hw-loopback> 100baseTX <half-duplex> 100baseTX <full-duplex> 100baseTX <
full-duplex,hw-loopback> 1000baseTX <full-duplex> 1000baseTX <full-duplex,hw-loopback> 1000base
TX <full-duplex,flow-control> 1000baseTX <full-duplex,flow-control,hw-loopback>
en1: flags=8863<UP,BROADCAST,SMART,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    inet6 fe80::230:65ff:fe0b:c44b prefixlen 64 scopeid 0x5
    inet 192.168.1.101 netmask 0xfffff000 broadcast 192.168.1.255
    ether 00:30:65:0b:c4:4b
    media: autoselect status: active
    supported media: autoselect
fw0: flags=8822<BROADCAST,SMART,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 2030
    lladdr 00:0a:95:ff:fe:8f:86:96
    media: autoselect <full-duplex> status: inactive
    supported media: autoselect <full-duplex>
[Ordinateur-de-Congduc-Pham:~] cpham% □
```

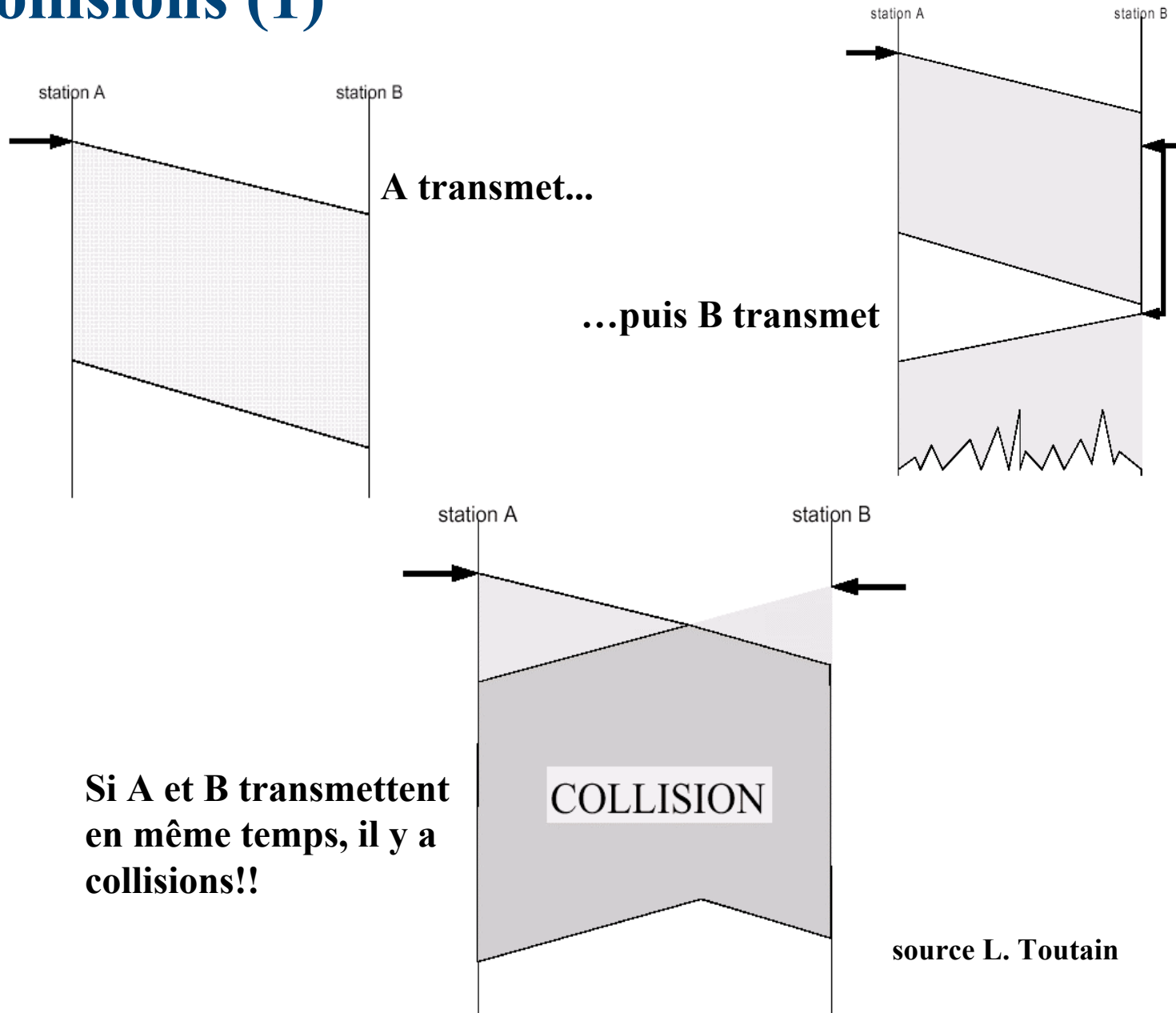
# Principe de transmission sur Ethernet



# Ethernet, un accès à compétition



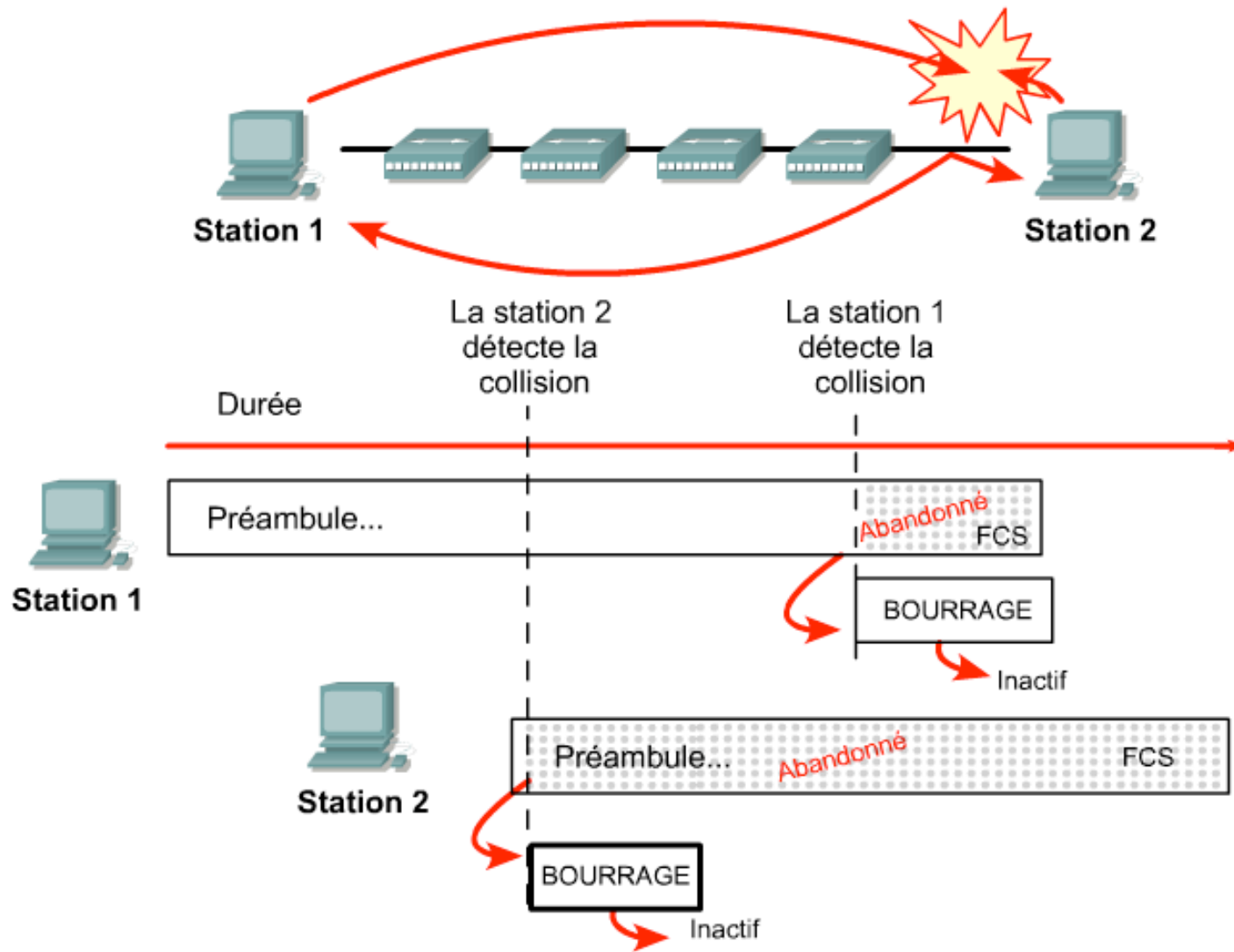
# Collisions (1)



**Si A et B transmettent en même temps, il y a collisions!!**

source L. Toutain

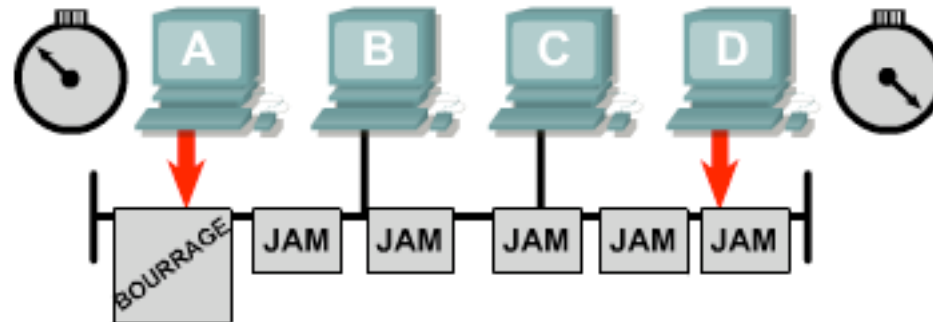
# Collisions (2)



# Résolution des collisions: CSMA/CD

- Collision: chacun abandonne la transmission
- Attente aléatoire avant de retransmettre

Détection de collision  
(algorithme de réémission temporisée)

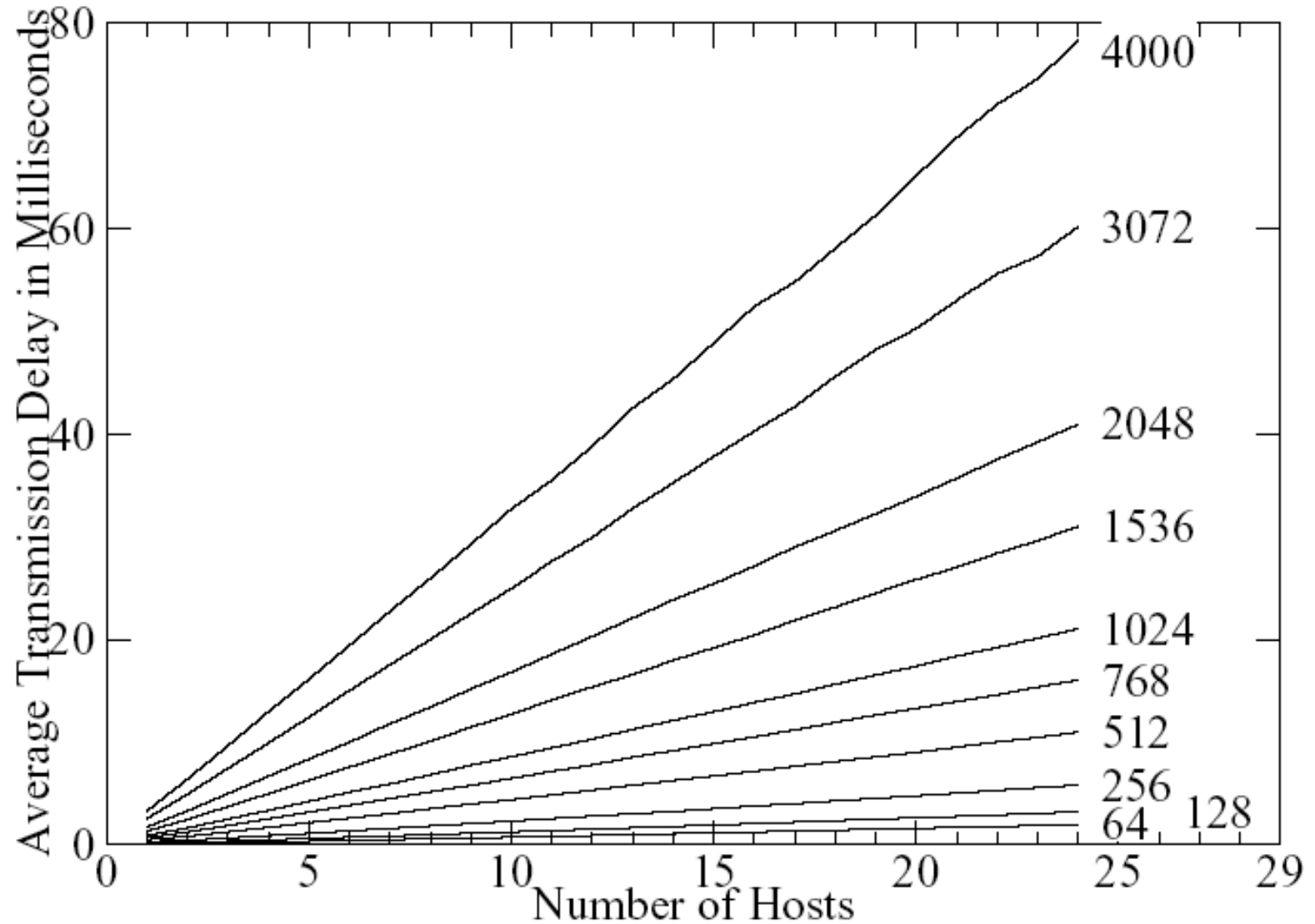




# Les contraintes du CSMA/CD

- la durée d'émission doit être d'au moins deux fois la durée de propagation du signal
  - si la trame est trop courte, il faut rajouter des bits de bourrage
  - la trame minimale étant de 64 octets, la durée minimale d'émission est de 51.2 us
  - pour un câblage 10Base5 (10Mbits/s coaxial)
    - des segments de 500 mètres maximum
    - traversée de 4 répéteurs maximum
  
- en cas de collision détectée par l'émetteur
  - renforce la collision par l'envoi de 4 octets (jam)
  - interrompt la transmission
  - la station attend  $r \cdot 51.2$  us ( $r$ \* *slot time*) avec  $r$  entier entre 0 et  $2^k$ ,  $k = \min(n, 10)$  et  $n$  est le nombre de retransmission déjà effectuées
  - si  $n > 15$ , erreur.

# Performances d'Ethernet



# Ethernet, les normes

1 Mbit/s	Paire Torsadée	1BASE5		HD		
10 Mbit/s	coaxial	10BASE5 <i>Thick Ethernet</i>		HD		
		10BASE2 <i>Thin Ethernet</i>		HD		
	TV	10BROAD36		HD		
	Fibre Optique	10BASE-F	10BASE-FB		HD / FD	
			10BASE-FL		HD / FD	
			10BASE-FP		HD / FD	
Paire Torsadée	10BASE-T		HD / FD			
100 MBit/s	PT	100BASE-T	100BASE-T2		HD / FD	
			100BASE-T4		HD	
		Fibre Optique		100BASE-X	100BASE-TX	
	100BASE-FX				HD / FD	
1000 Mbit/s	Fibre Optique	1000BASE-X	1000BASE-LX		HD / FD	
			1000BASE-SX		HD / FD	
			1000BASE-CX		HD / FD	
	Paire Torsadée	1000BASE-TX		HD / FD		

HD : Half Duplex - FD : Full Duplex

source L. Toutain

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Les normes de câblage

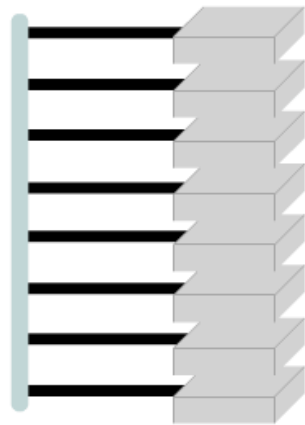
paramètres	10base5	10base2	10base T
médium de transmission	coaxial (50 ohm)	coaxial (50 ohm)	paire téléphonique
technique de signalisation	Manchester	Manchester	Manchester
vitesse de transmission	10 Mbits/s	10 Mbits/s	10 Mbits/s
longueur maximale du segment	500 m	185 m	100 m (étoile)
couverture maximale du réseau	2500 m	925 m	400 m
nb max de nœuds par segment	100	30	dépend de l'équipement actif
espacement min entre les nœuds	2,5 m	0,5 m	*
diamètre du câble	10 mm	5 mm	*

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Dans quel cas utilise t-on le CSMA/CD?

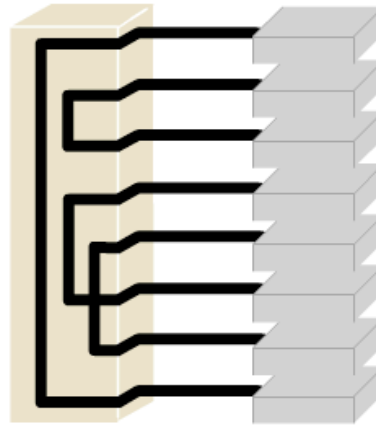
- topologie en bus
- émulation d'un bus avec un hub
- **Le CSMA/CD n'est pas utilisé dans le cas d'un commutateur**
  - on-the-fly, store & forward
  - contrôle de flux

Segment partagé Avant



Tout le trafic visible sur chaque segment de réseau

Commutateur LAN Après

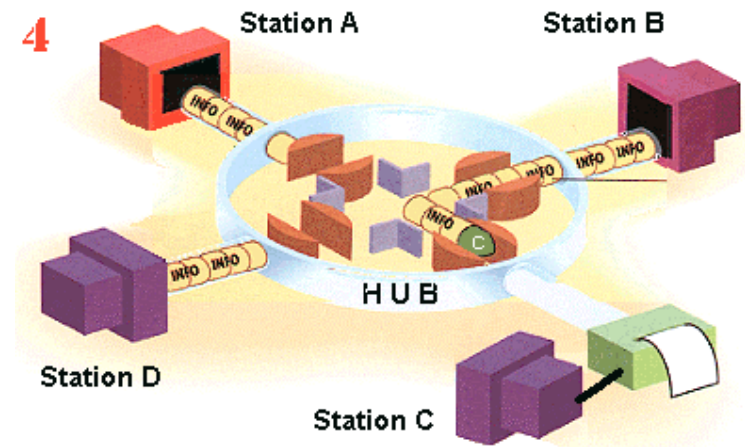
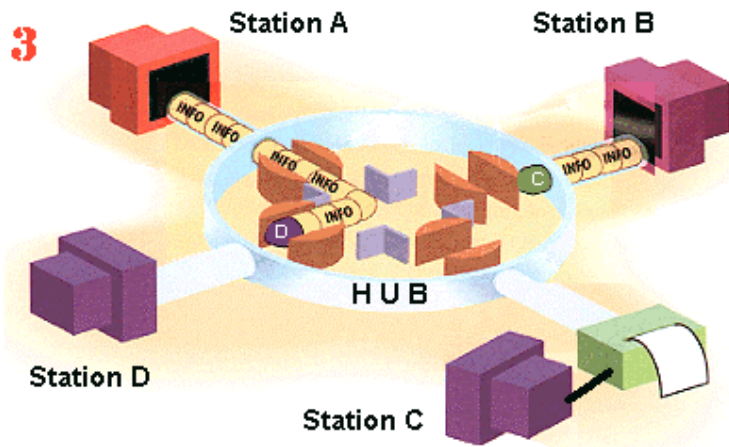
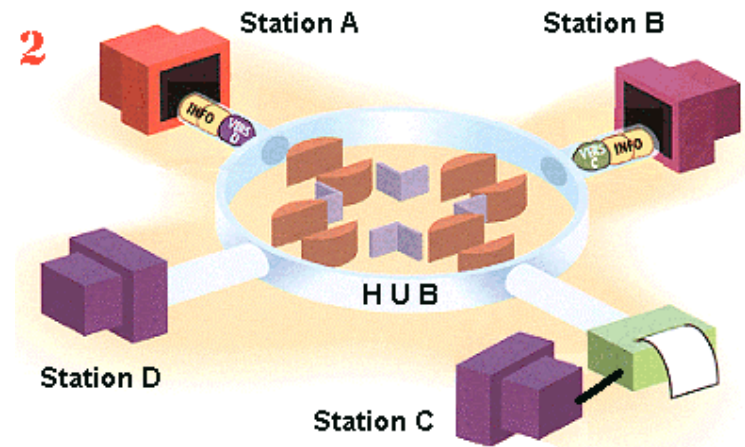
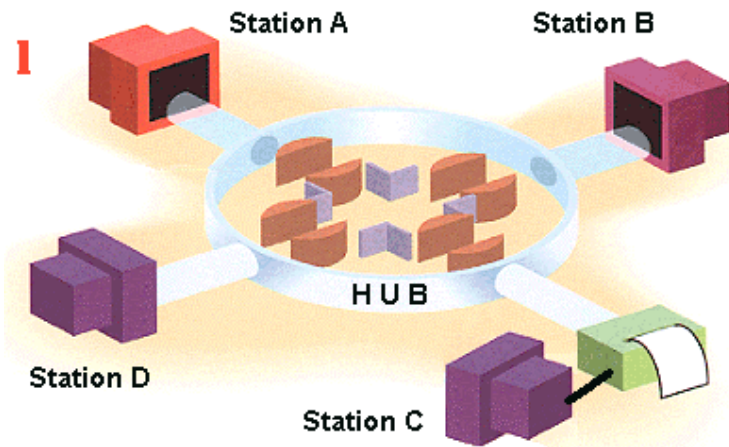


Multiplés voies de trafic dans le commutateur

**Utilisation idéale d'un commutateur**

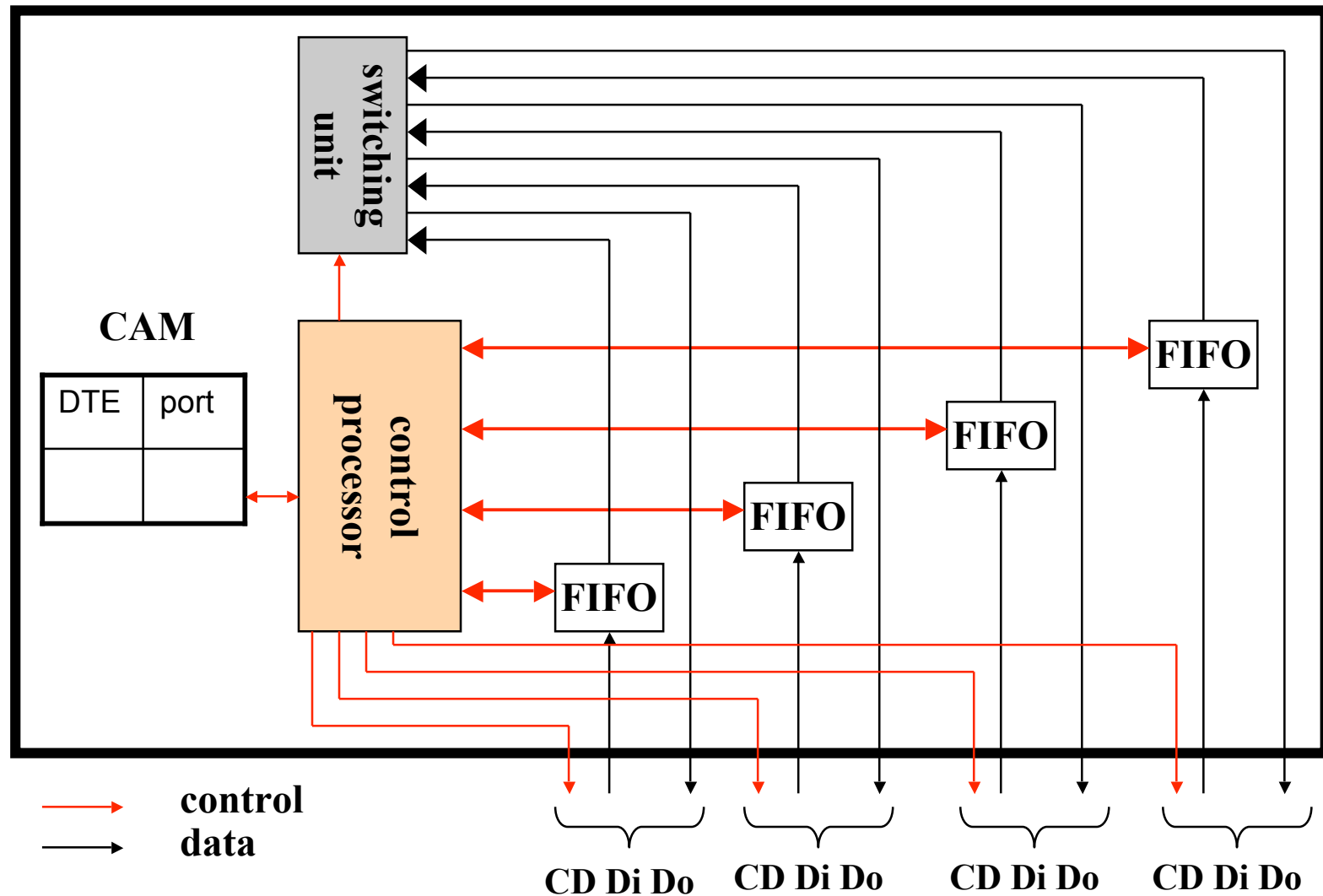
**On peut parler de micro-segmentation**

# Le commutateur: cœur du réseau Ethernet



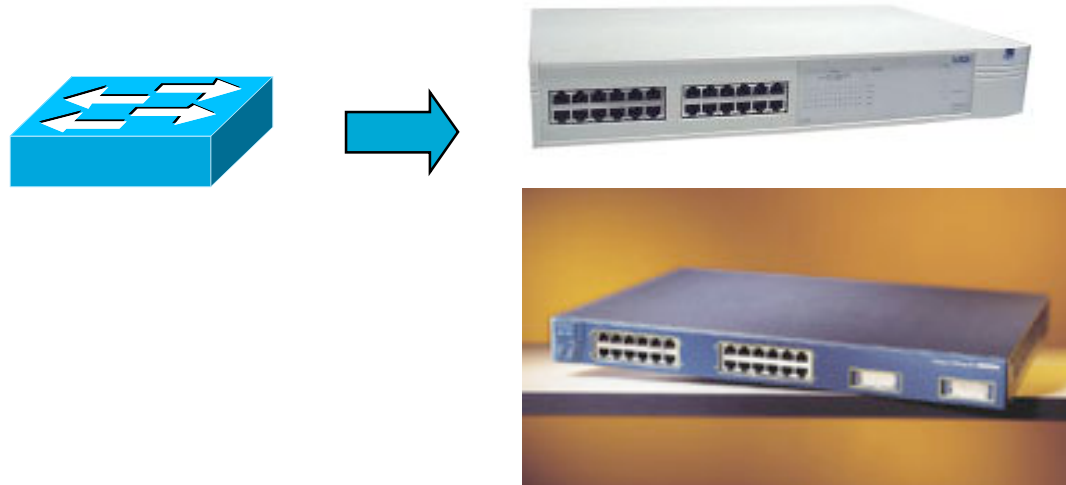
Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Architecture d'un commutateur



# A quoi ressemble un commutateur?

- Marques courantes: 3COM, CISCO, HP, LINKSYS, DLINK





# Administration et configuration

The screenshot shows the Catalyst 2950 Series Device Manager web interface. The browser window is titled "Netscape" and the address bar shows "http://10.0.0.10/". The page title is "Catalyst 2950 Series Device Manager - Switch". The interface includes a navigation bar with "Refresh", "Print", "Smartports", "Legend", and "Help" buttons. The main content area displays a "View: Status" dropdown and a "Catalyst 2950 SERIES" switch diagram with 12 ports. Below the diagram is a "Dashboard" section with three panels: "Switch Information", "Switch Health", and "Port Utilization".

**Switch Information**

Host Name:	Switch
Type:	WS-C2950-12
IP Address:	10.0.0.10
MAC Address:	00:15:FA:85:B1:C0
Serial Number:	FCZ0946Y0W8
Software:	12.1(22)EA4a
Contact:	
Location:	

**Switch Health**

Bandwidth Used	Packet Error	Fan
0%	0%	OK

**Port Utilization**

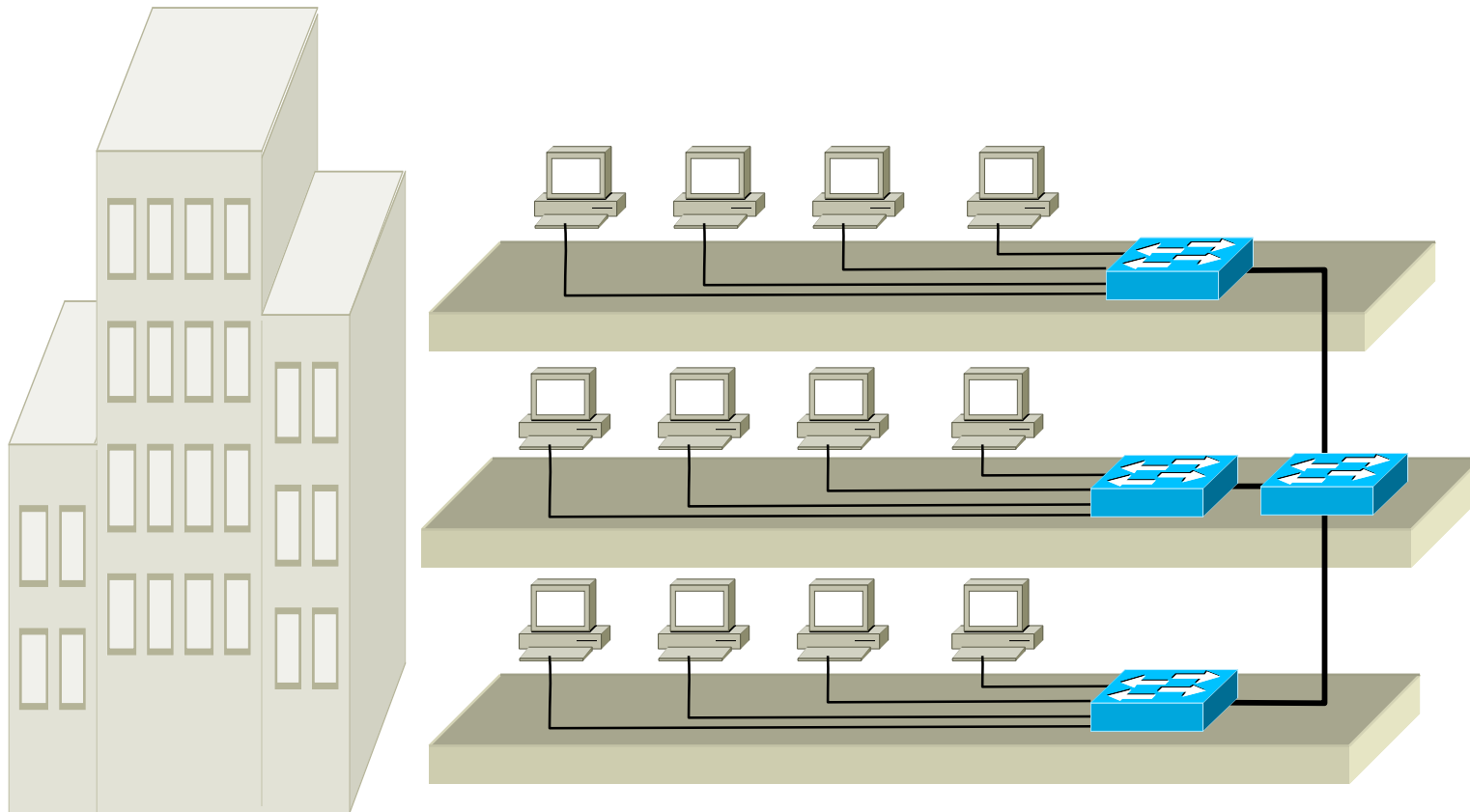
View Trends | View Port Statistics

The Port Utilization chart shows a y-axis from 0 to 100% and an x-axis with 12 ports. All ports show 0% utilization.

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Exemple de réseau Ethernet « standard »

- Interconnection de différents segment/réseaux



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Les unités d'interconnexion

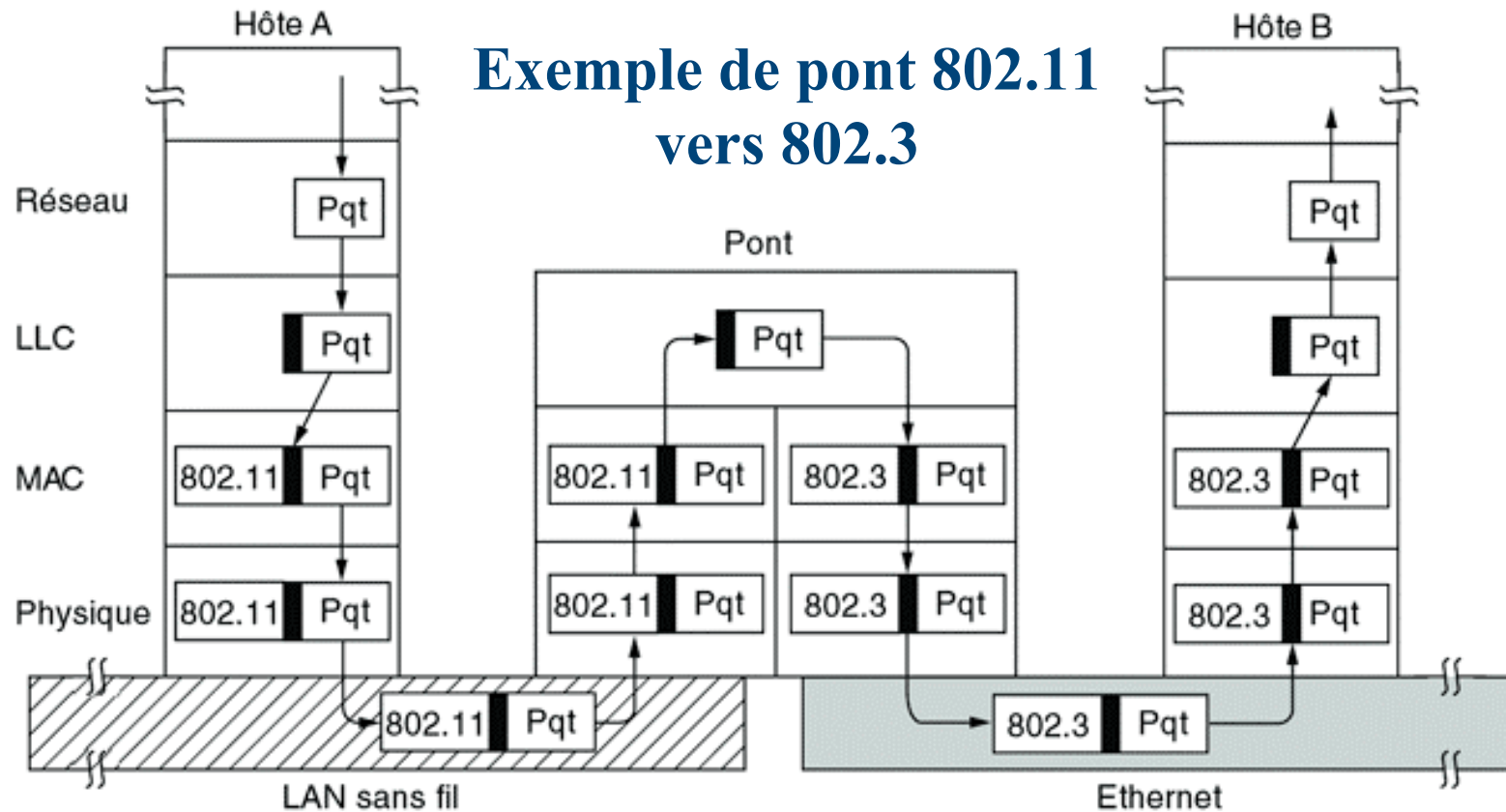
- Répéteurs
  - niveau physique, pas de conversion ni de transcodage,
  - répétition ou régénération des signaux, étendent de manière transparente le support physique,
  - les réseaux sont identiques à partir de la couche liaison.
  
- Les ponts (bridges)
  - niveau liaison, permet de passer d'un type de réseau à un autre,
  - possibilités de filtrage.
  
- Les routeurs (routers/gateways)
  - niveau réseau,
  - conversion de protocoles, incorporent des algorithmes de routage.

# Pourquoi plusieurs LANs?

- Les besoins différents d'un département à un autre, l'organisation différente des départements, parfois même l'hétérogénéité des LANs sur un building conduit à une solutions à plusieurs LANs.
- Plusieurs LANs peuvent être nécessaires pour répartir les charges, les machines ...
- La distance est parfois un critère pour avoir plusieurs LANs,
- La fiabilité ou la prévention de machines « emballées » mènent également à la définition de plusieurs LANs pour compartimenter le réseau,
- La sécurité est aussi une raison d'avoir plusieurs LANs car ceux-ci fonctionnent généralement en diffusion: on peut isoler certains trafics.

# Les ponts

- Travaillent au niveau de la trame, niveau liaison



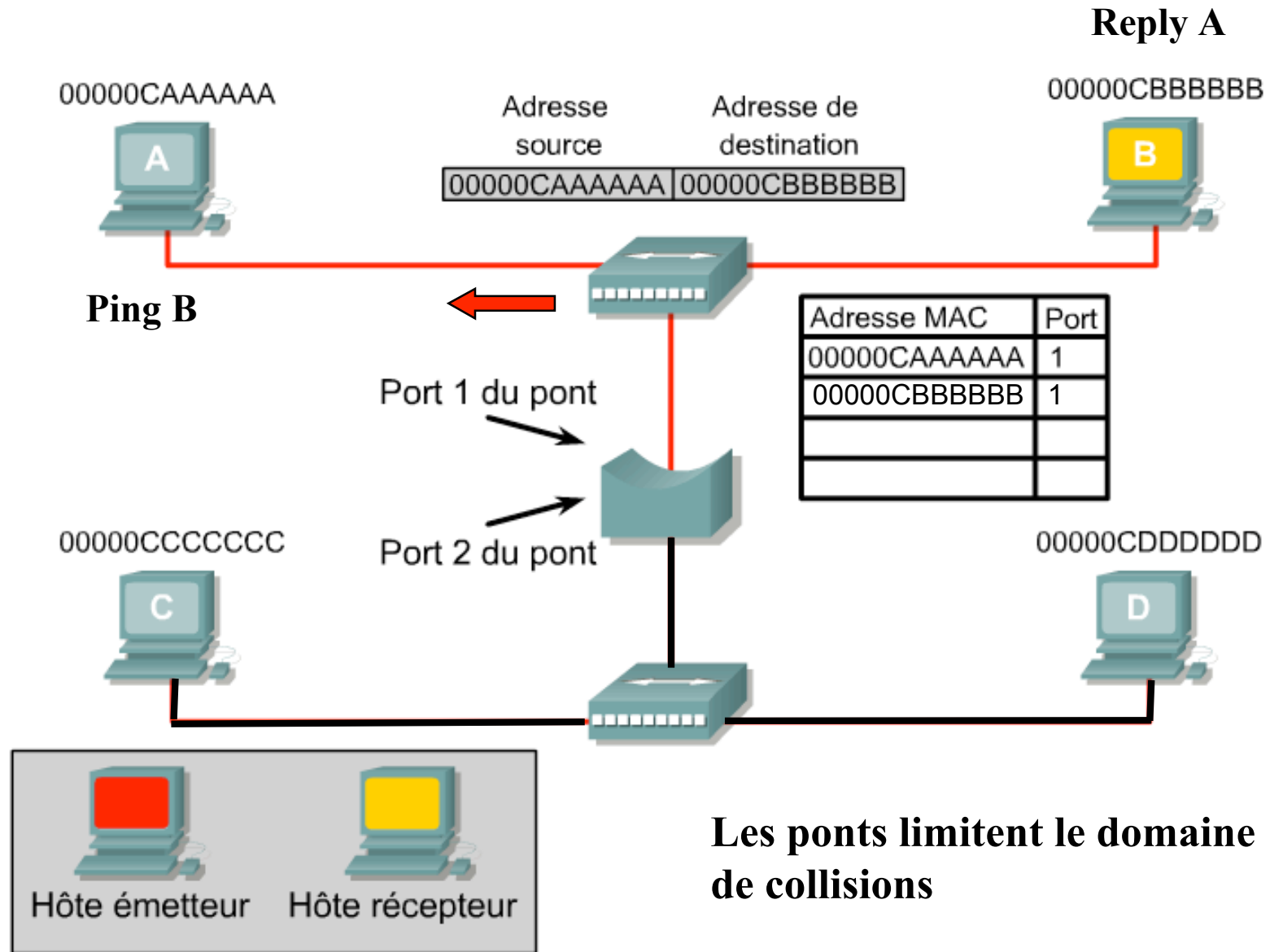
© Pearson Education France

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

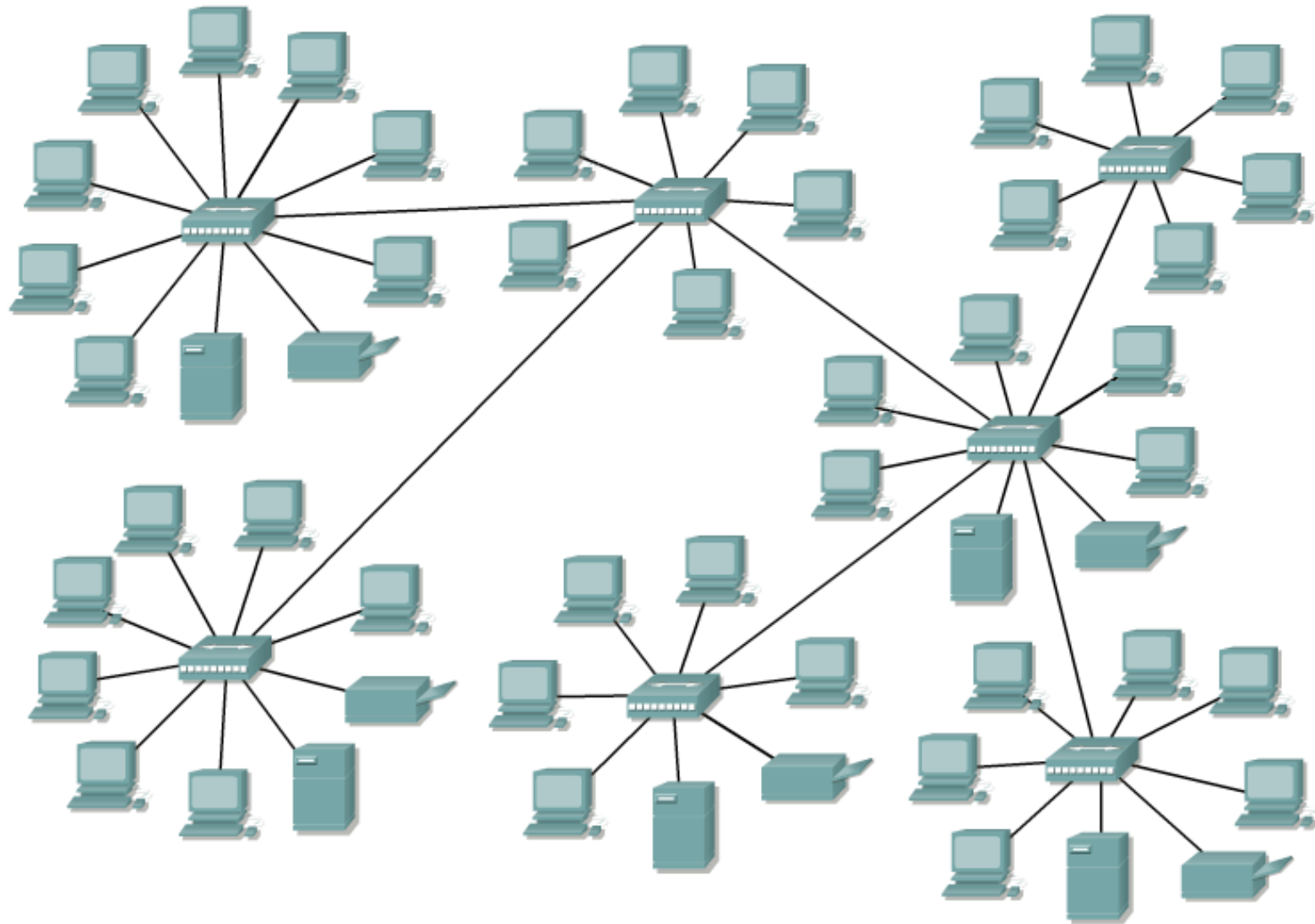
# Les ponts filtrant/transparent

- Écoutent toute l'activité sur chaque sous-réseau (mode promiscuous)
- Leur présence ne peuvent pas facilement être détectée
- Stockent en mémoire les trames qu'ils sélectionnent,
- Retransmettent vers le (ou les) autre(s) sous-réseau(x) les messages stockés en mémoire
- Fonctionnement
  - fonctionne en mode *promiscuous*,
  - une trame qui arrive sur un pont est soit ignorée, soit retransmise sur une autre sortie,
  - des tables construites au fur et à mesure permettent de connaître les machines présentes sur les différents réseaux (back-learning: les ponts regardent l'adresse source et détermine la position des machines),
  - si le destinataire est inconnu, le pont recopie la trame sur tous les sous-réseaux (flooding). Une machine silencieuse pendant un bout de temps déclenchera un flooding.

# Fonctionnement



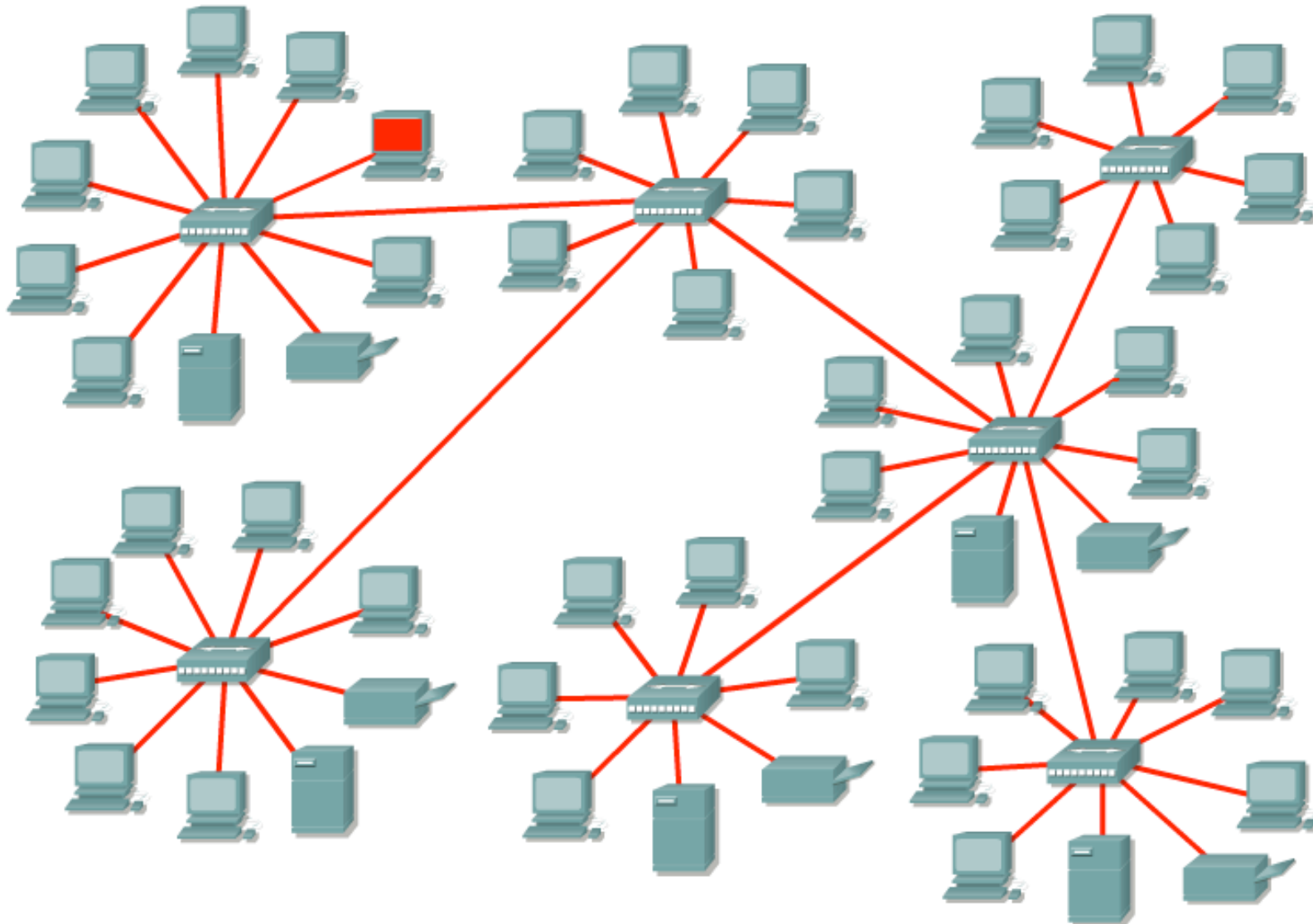
# Domaine de collision (sans ponts)



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

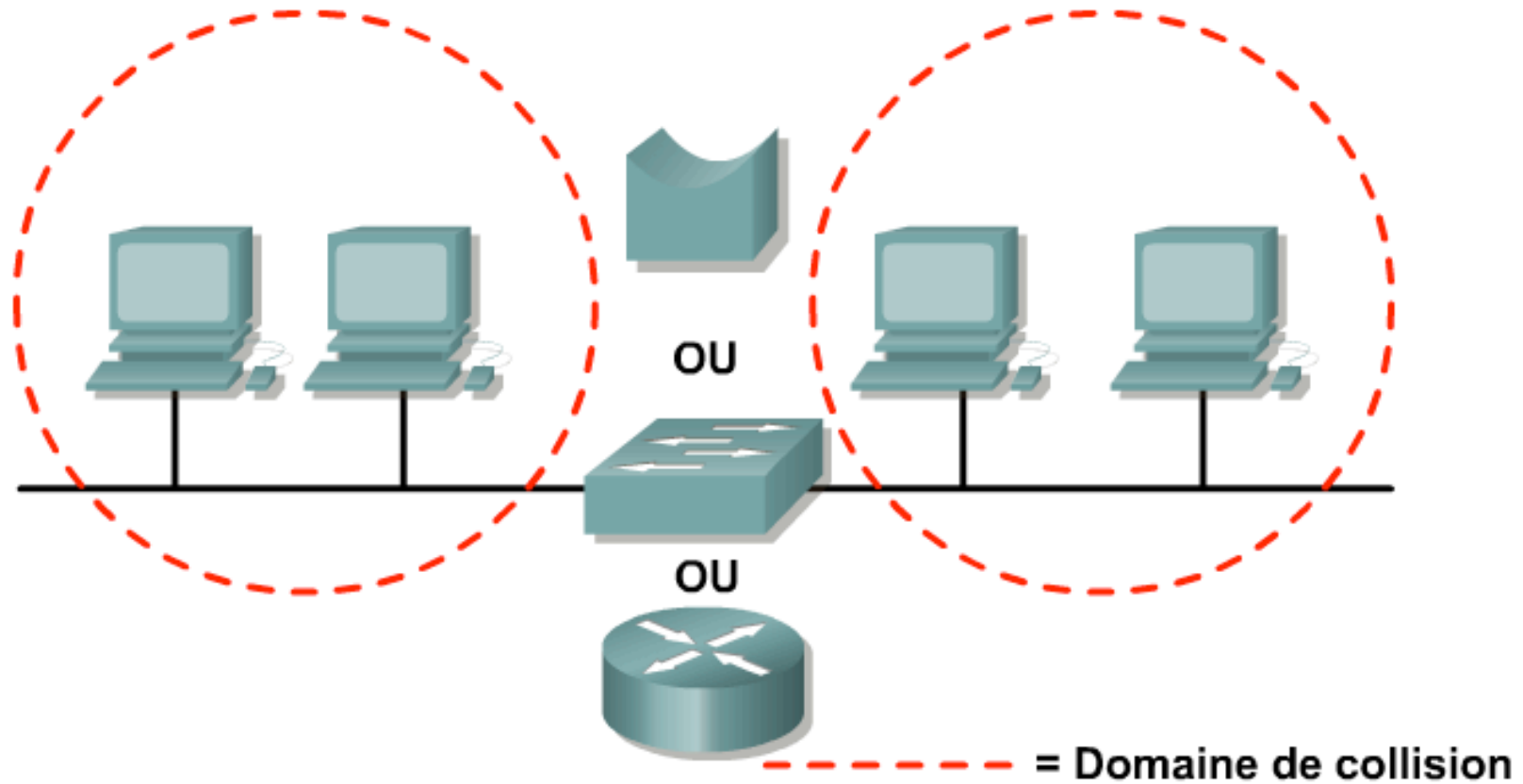


# Domaine de collision (1)

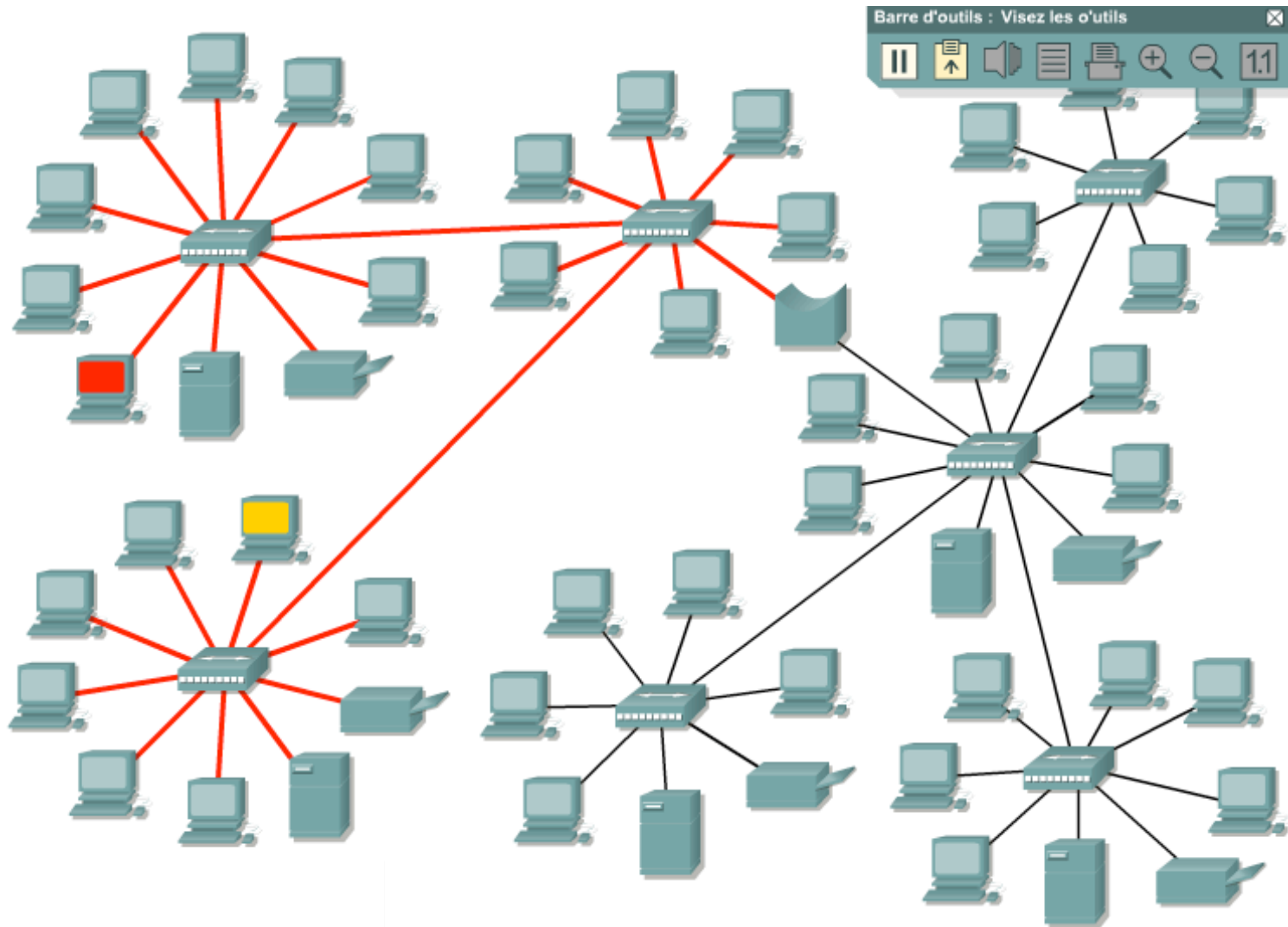


Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Séparation des domaines de collision

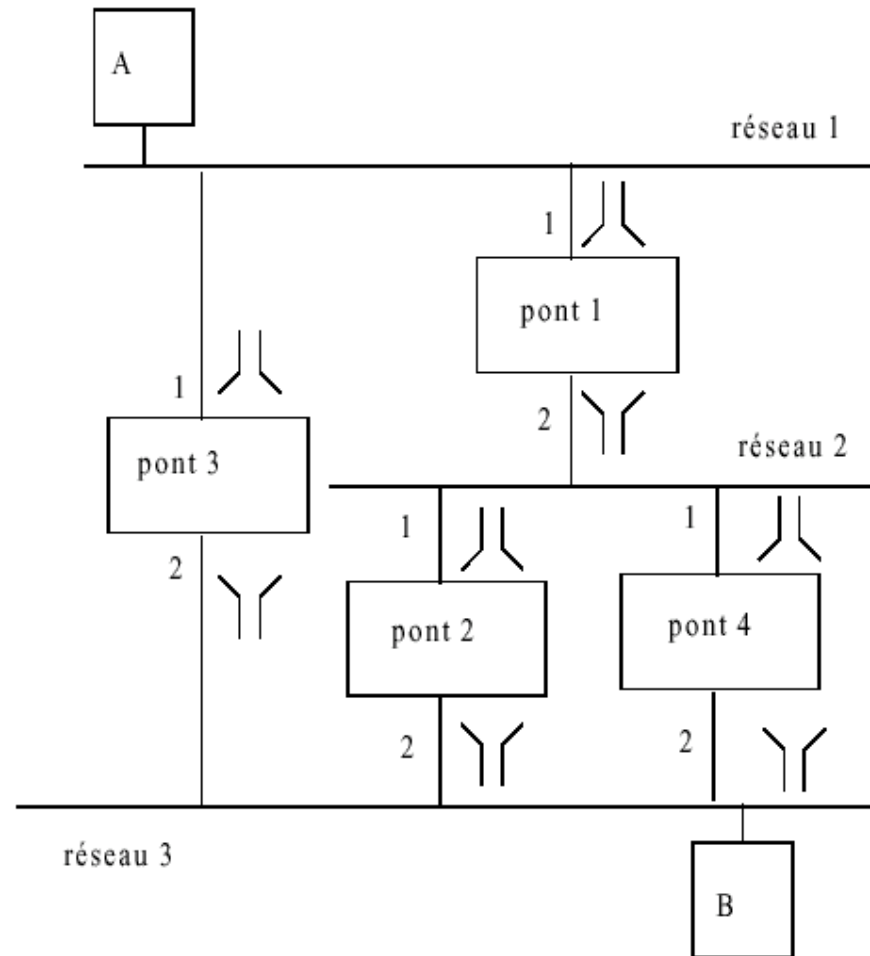


# Segmentation avec un pont



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# Pontage redondant



source L. Toutain

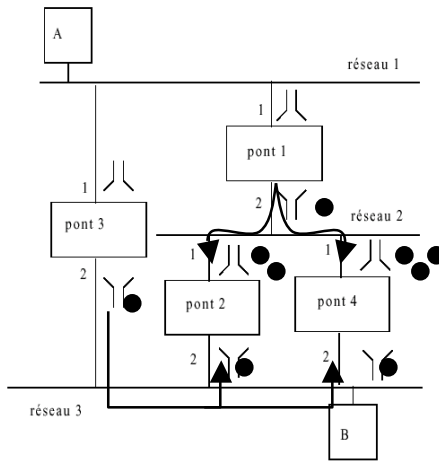
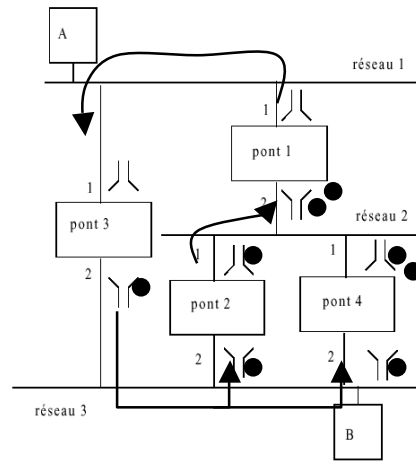
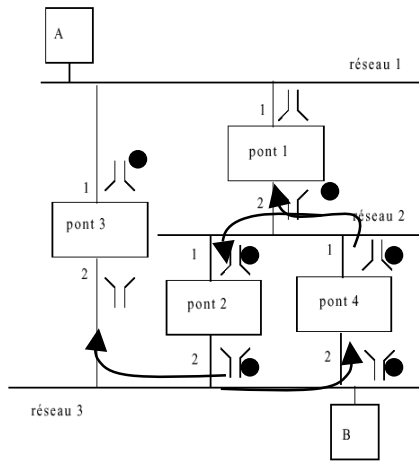
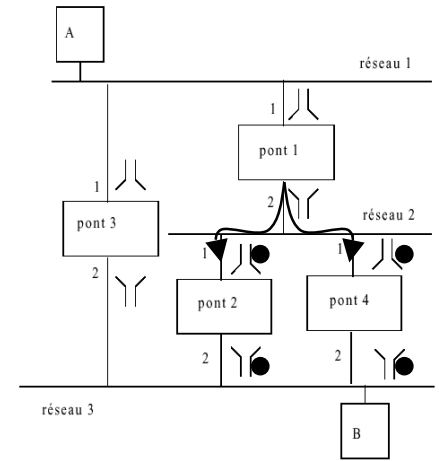
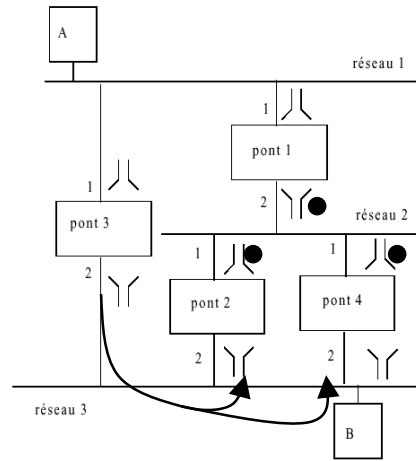
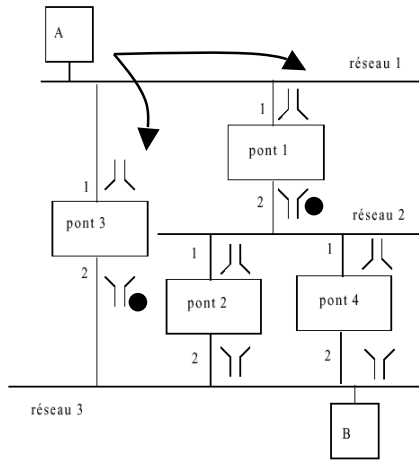
- La redondance permet une tolérance aux pannes, mais ajoute une forte complexité.
- Que se passe t-il quand A émet un message vers B?

# Spanning Tree Protocol

- Quand plusieurs routes sont possibles, il y a duplication des messages et inondation du réseau
- Il faut absolument éviter les boucles lors de l'interconnexion des réseaux. Mais:
  - la redondance doit toujours être possible
  - la possibilité d'erreur (humaine) de pontage doit être prévue
- ➔ Mettre en oeuvre dans les ponts un protocole qui permettra de trouver un arbre couvrant
- ➔ Les ponts doivent échanger des messages

source L. Toutain

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)



source L. Toutain

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

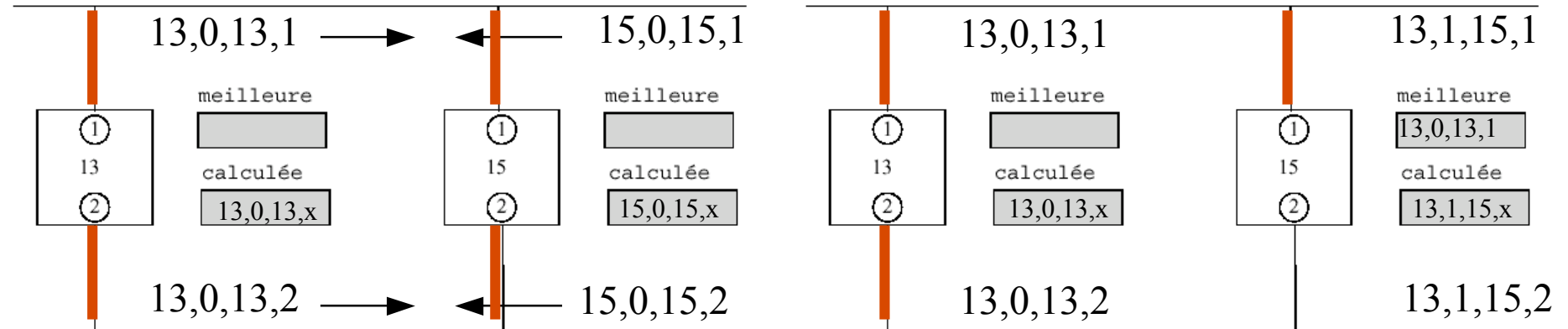
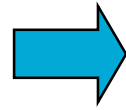
# Spanning tree, algorithme

- Les ponts vont échanger des messages contenant:
  - L'identité supposé de la racine (adr MAC). A l'initialisation, ils se supposent racine.
  - Le coût supposé de la liaison. Pour un pont racine, ce coût est nul.
  - L'identité de l'émetteur.
  - Le numéro du port sur lequel le message est émis.
- L'algorithme pour chaque pont est le suivant:
  - recherche du meilleur msg (id. racine plus petite en premier, puis coût, puis émetteur, puis port) sur ses ports.
  - Si un des messages est meilleur que la configuration :
    - cette voie devient le chemin pour la racine. Une nouvelle configuration est calculée. Le coût est augmenté de 1.
    - Les ports qui sont compris entre la meilleure configuration et la configuration nouvellement calculées sont désactivés Les autres ports font partis du Spanning tree
    - Cette configuration sera émise sur les ports autres que celui qui mène vers la racine
  - Si aucun message n'est meilleur que celui émis par le pont, celui-ci se considère comme racine.

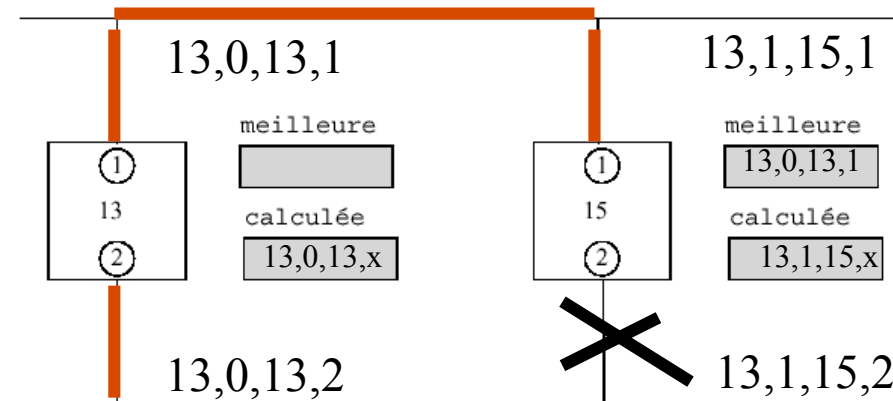
source L. Toutain

# Spanning tree, 2 réseaux

## Ponts en parallèle



(id. racine, coût, id. src, port)



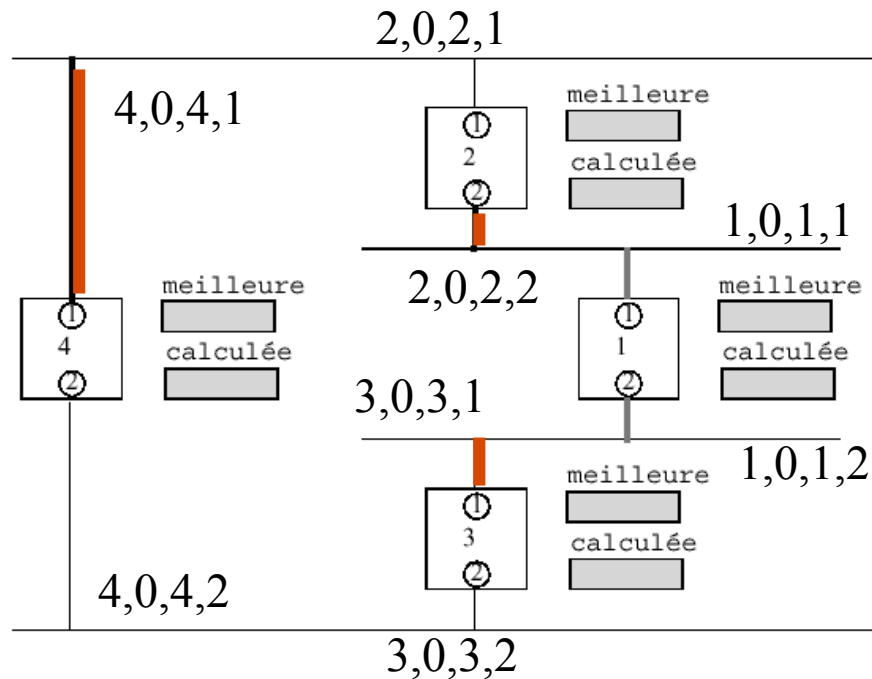
$13,0,13,1 < 13,0,13,2 < 13,1,15,x$

donc on désactive le port 2

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

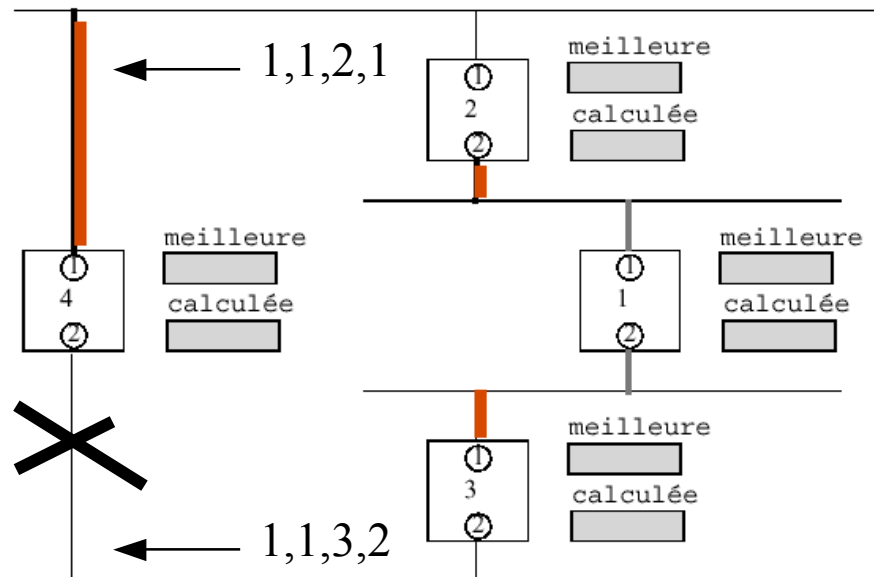


# Spanning tree, 4 réseaux



$1,1,2,1 < 1,1,3,2 < 1,2,4,x$   
 donc on désactive le port 2

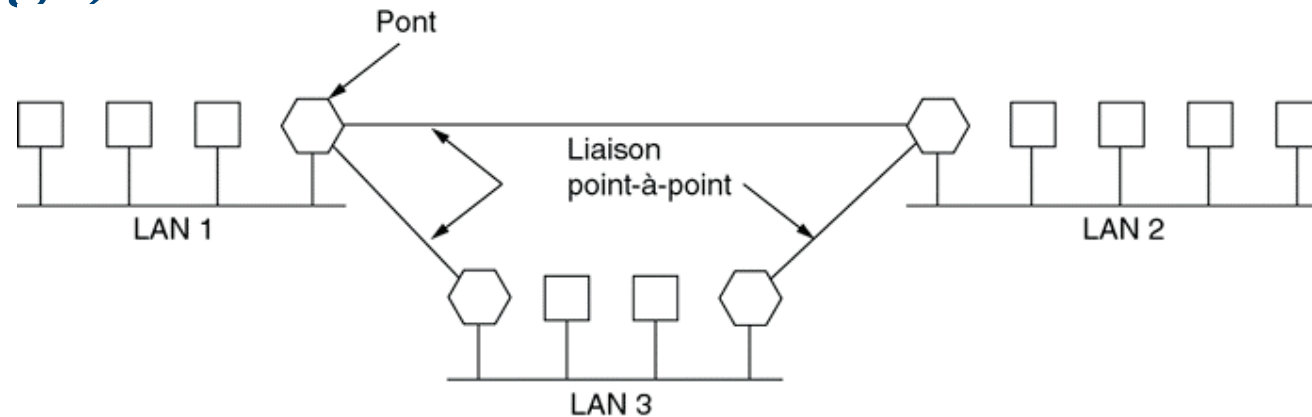
après une 2<sup>ème</sup> vague de msg



# Spanning tree, mise à jour des informations

- Une fois l'arbre de recouvrement trouvé, les ponts surveillent leur activité pour détecter tout changement de topologie.
- Le pont racine émet périodiquement ( $\sim 2s$ ) des trames pour indiquer son activité.
- Les ponts qui reçoivent ces trames remet à zéro un compteur.
- Si ce compteur atteint un seuil fixé, le pont considère que le lien entre lui et la racine est cassé: il recommence l'algorithme de sélection de port sur les ports qui restent actifs.

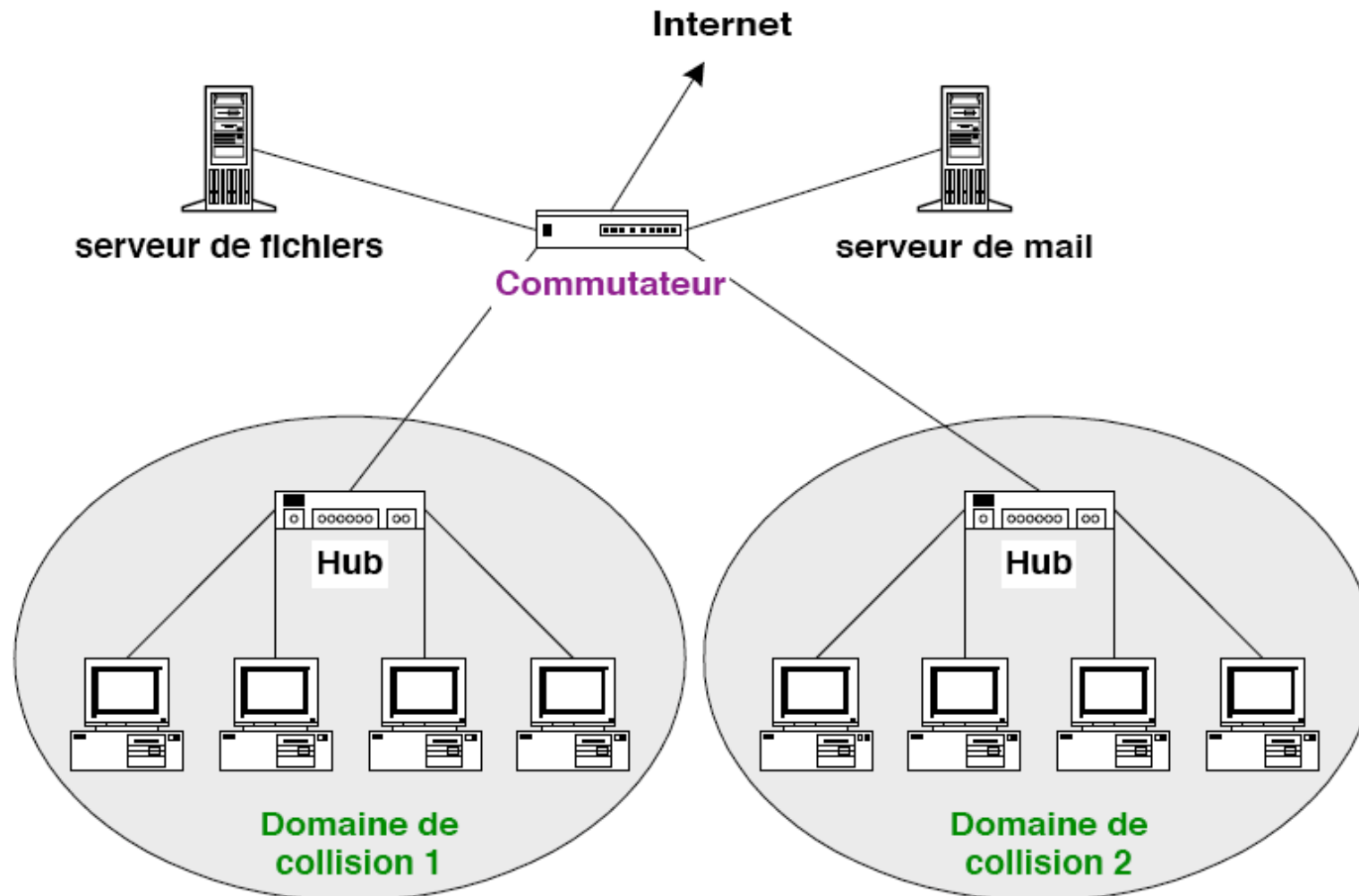
# Les demi-ponts, ponts distants (remote bridge)



© Pearson Education France

- interconnexion de LANs distants,
- liaisons point à point entre les ponts distant (lignes louées à des opérateurs téléphones, LS...),
- dans l'exemple illustré, on peut considérer qu'il y a 6 sous-réseaux, 3 d'entre eux n'ayant pas de machines connectées.

# Commutateur ethernet=pont multiport

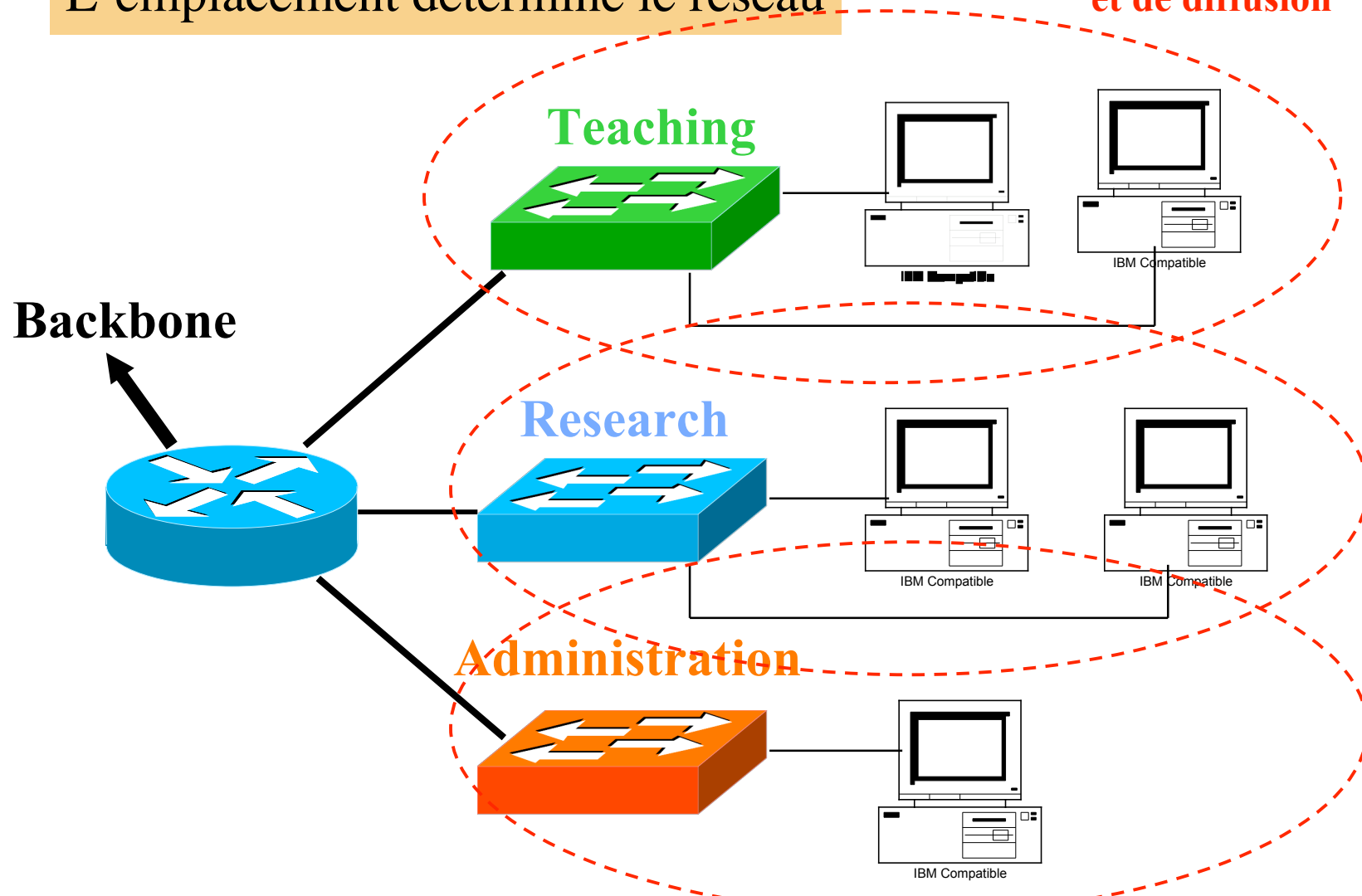


**Un port du commutateur = un domaine de collision**

# Segmentation traditionnelle

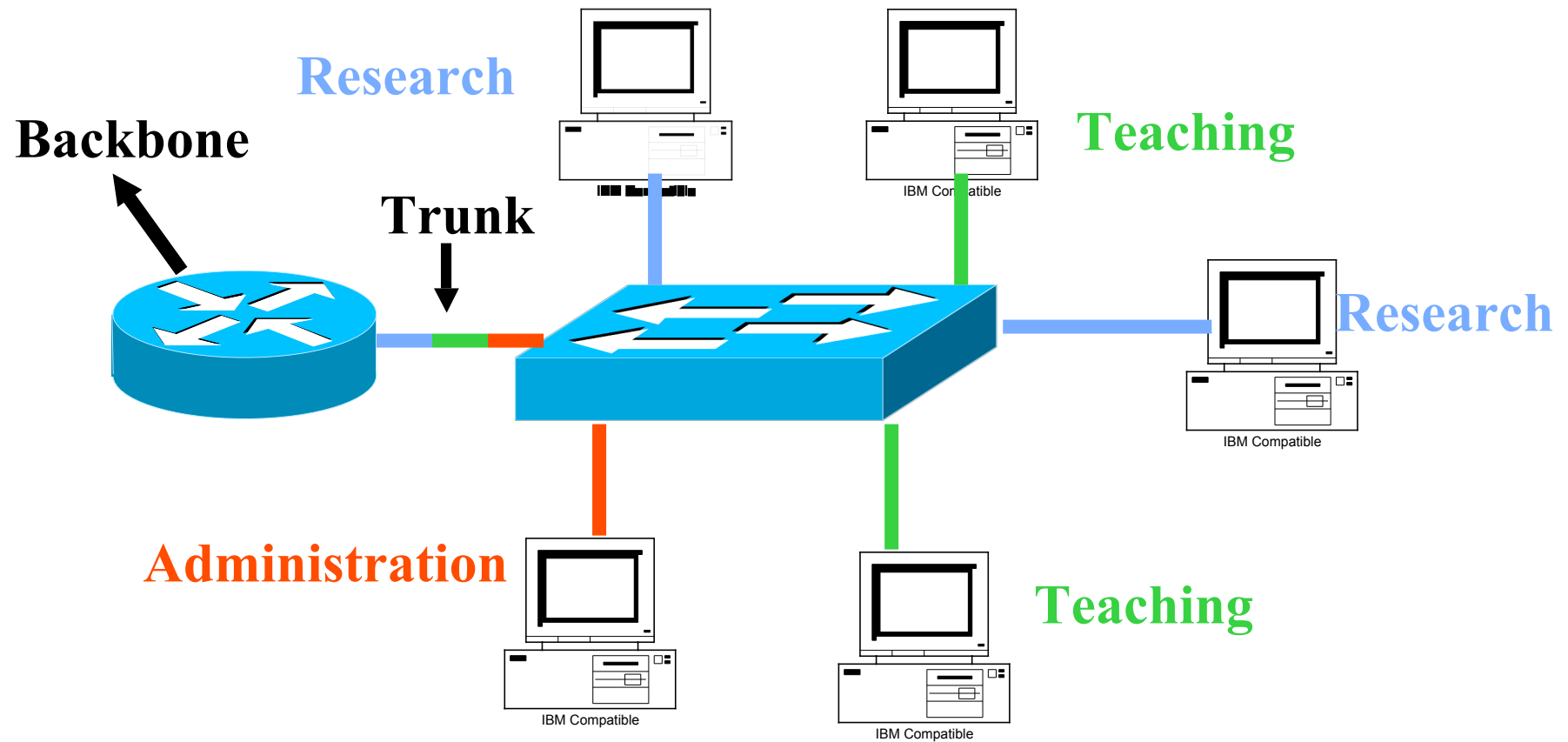
L'emplacement détermine le réseau

Domaine de collision  
et de diffusion



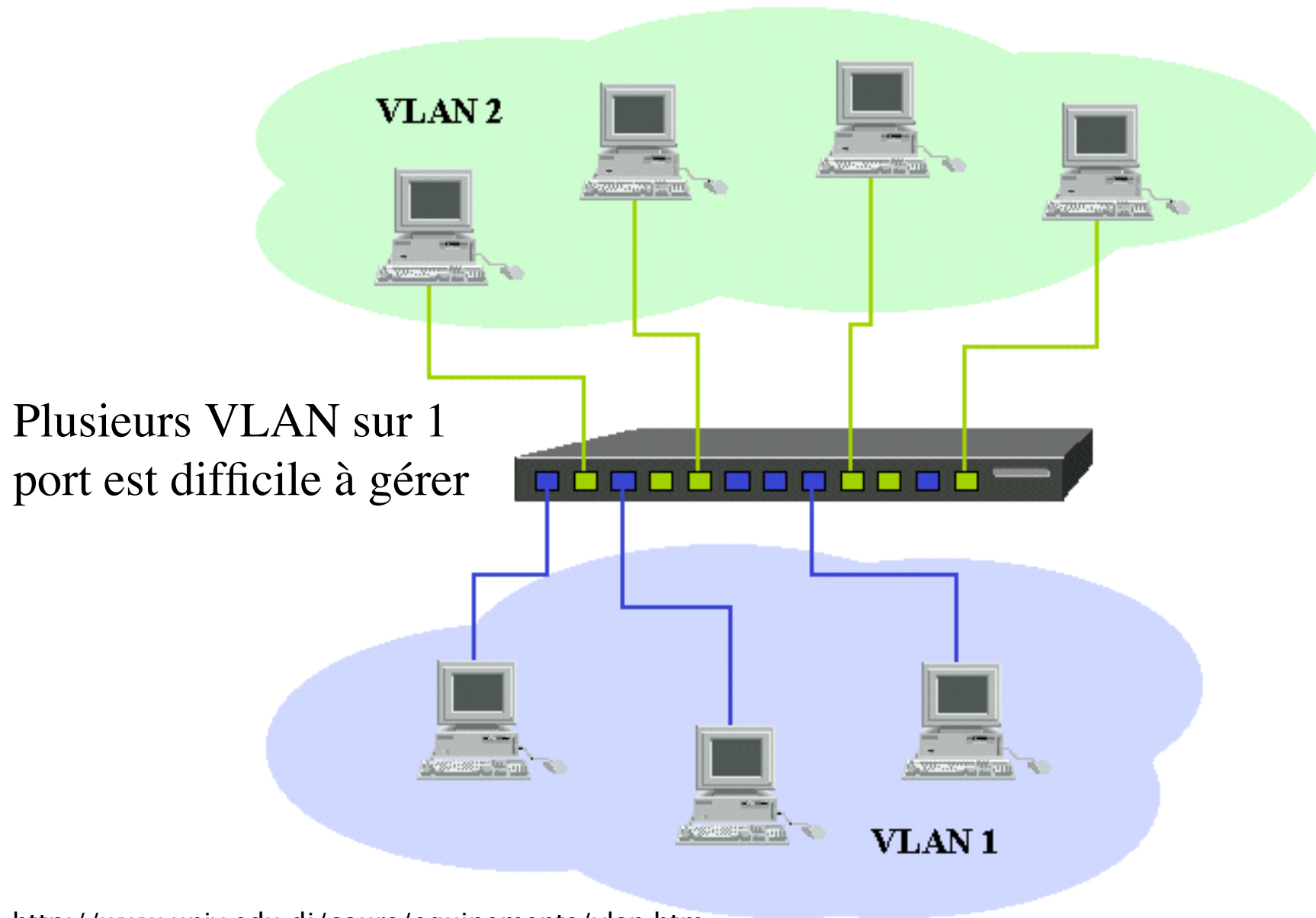
Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# VLAN: Virtual LAN

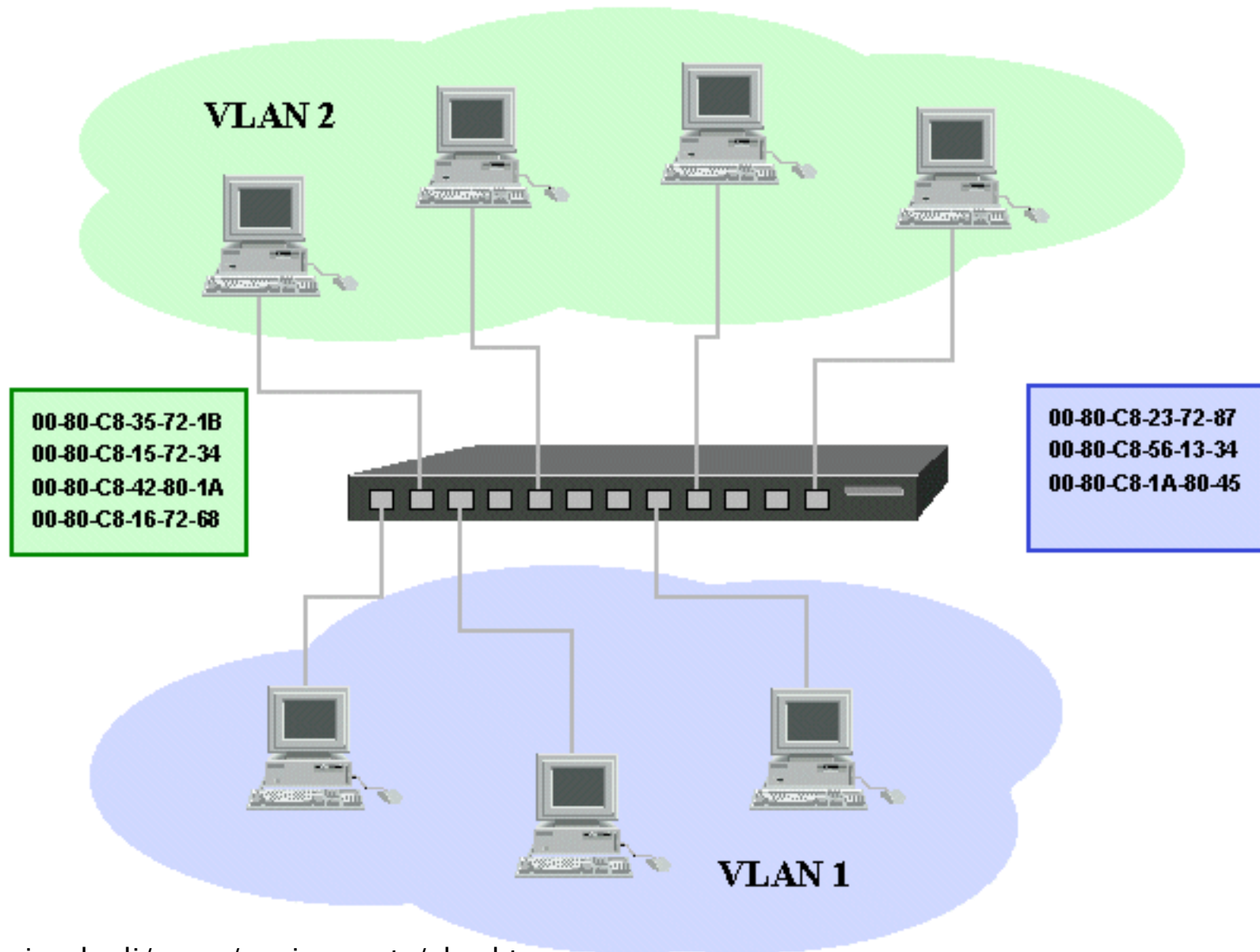


Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# VLAN par port

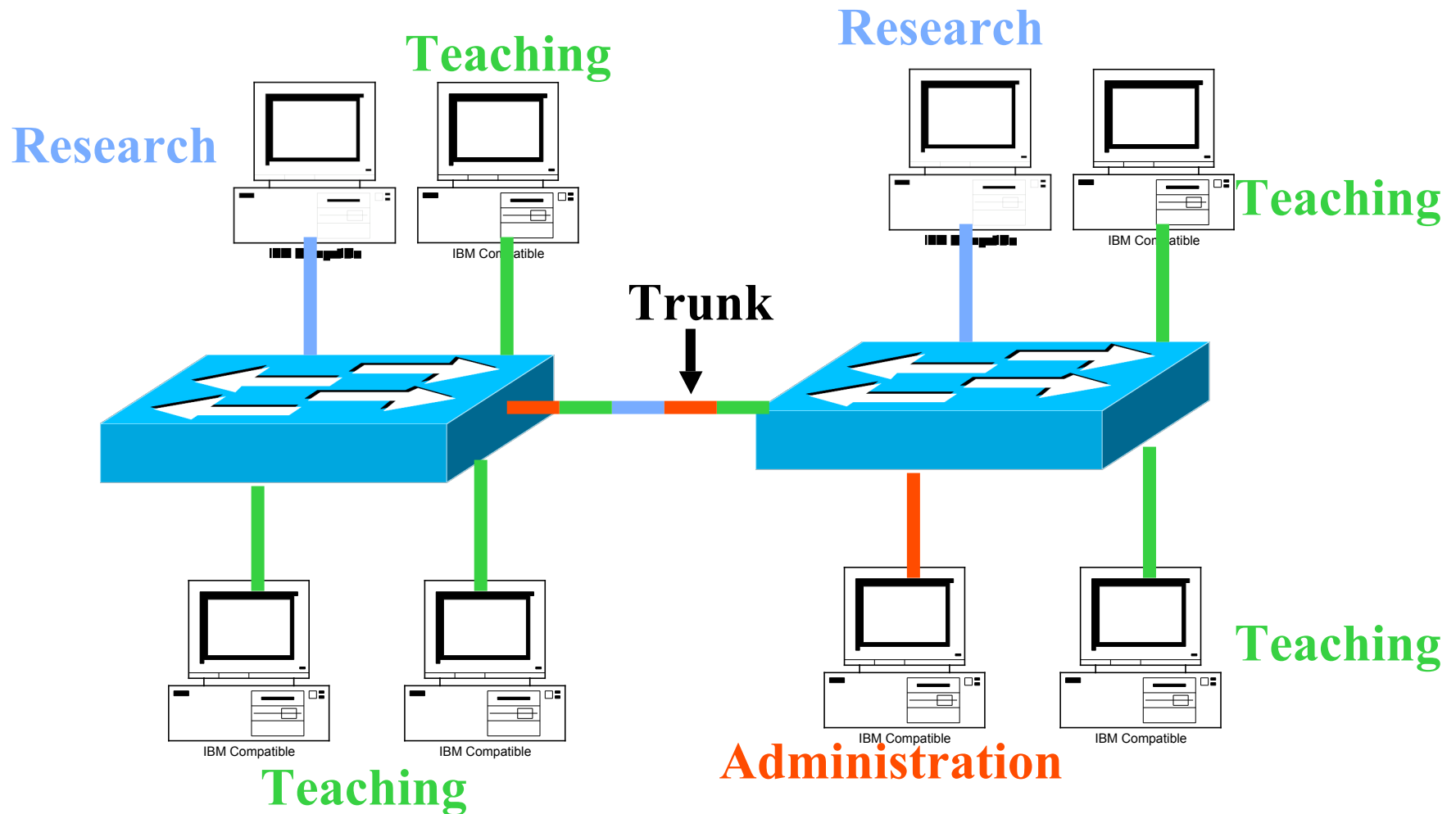


# VLAN par adresse MAC (adr. Ethernet)





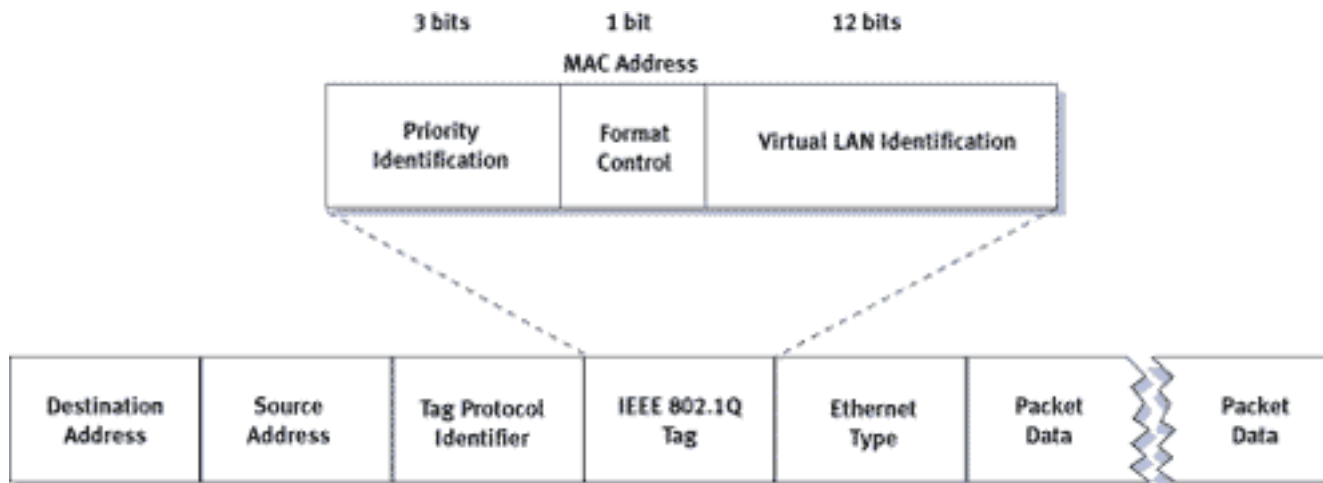
# VLAN: Virtual LAN sur plusieurs switches



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# IEEE 802.1q VLAN

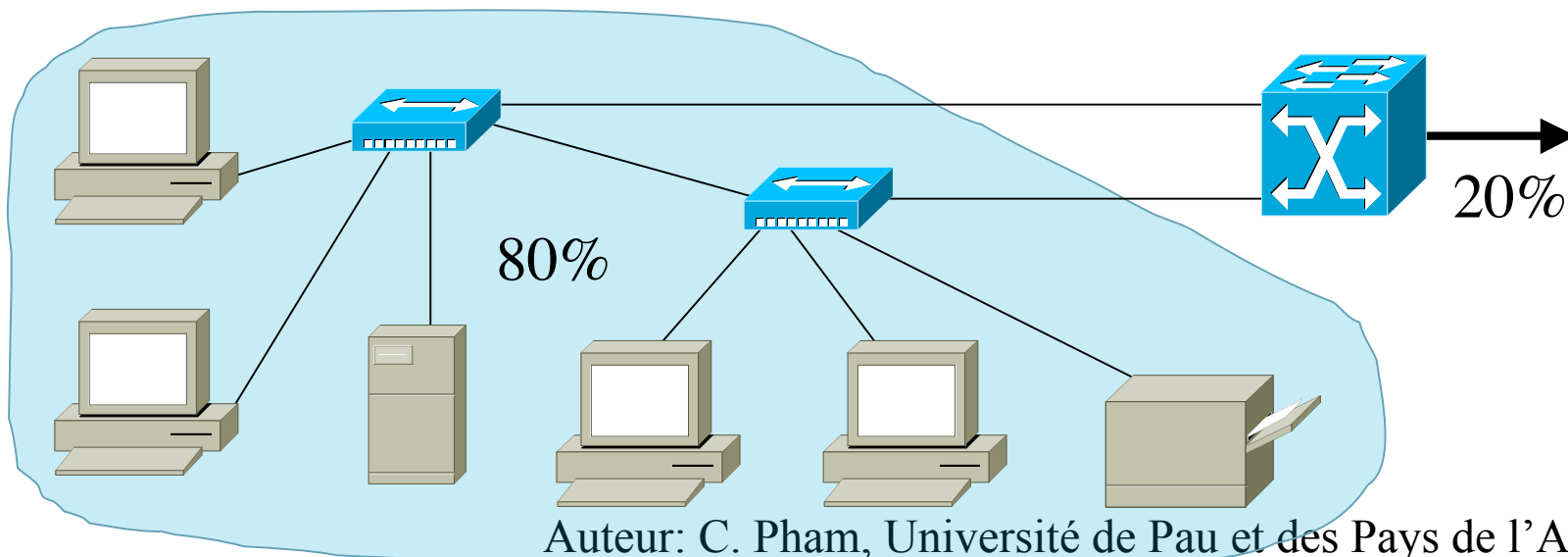
- Built on 802.1D (transparent bridge) and 802.1p for trunking VLANs



- Dimensioning the VLAN
- Broadcast
  - IP < 500 hosts
  - IPX < 300 hosts
  - Appletalk < 200 hosts

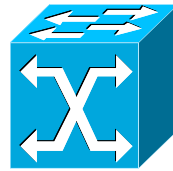
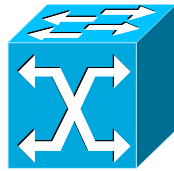
# LAN in corporates

- Mostly based on Ethernet: 10, 100, 1000 Mbps
- Multiple segments are interconnected with layer 2 switches or bridges
- Used the 80/20 rules: 80% of traffic is local, 20% of traffic cross the corporate backbone
  - Network administrators made sure that all resources for the users were contained within their own segment
  - Resources include: network servers, printers, applications



Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

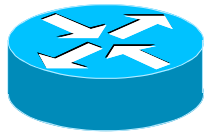
# The classic 3-layer hierarchical model



Core layer, layer 2 switches

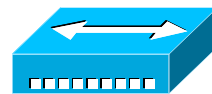
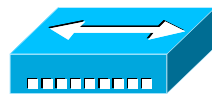
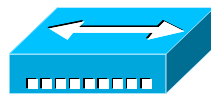
---

- Each layer with specific functionalities
- Layers can be logical

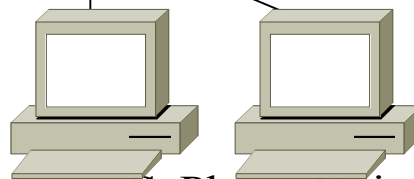


Distribution layer, layer 3 switches/routers

---



Access layer  
Layer 2 switches



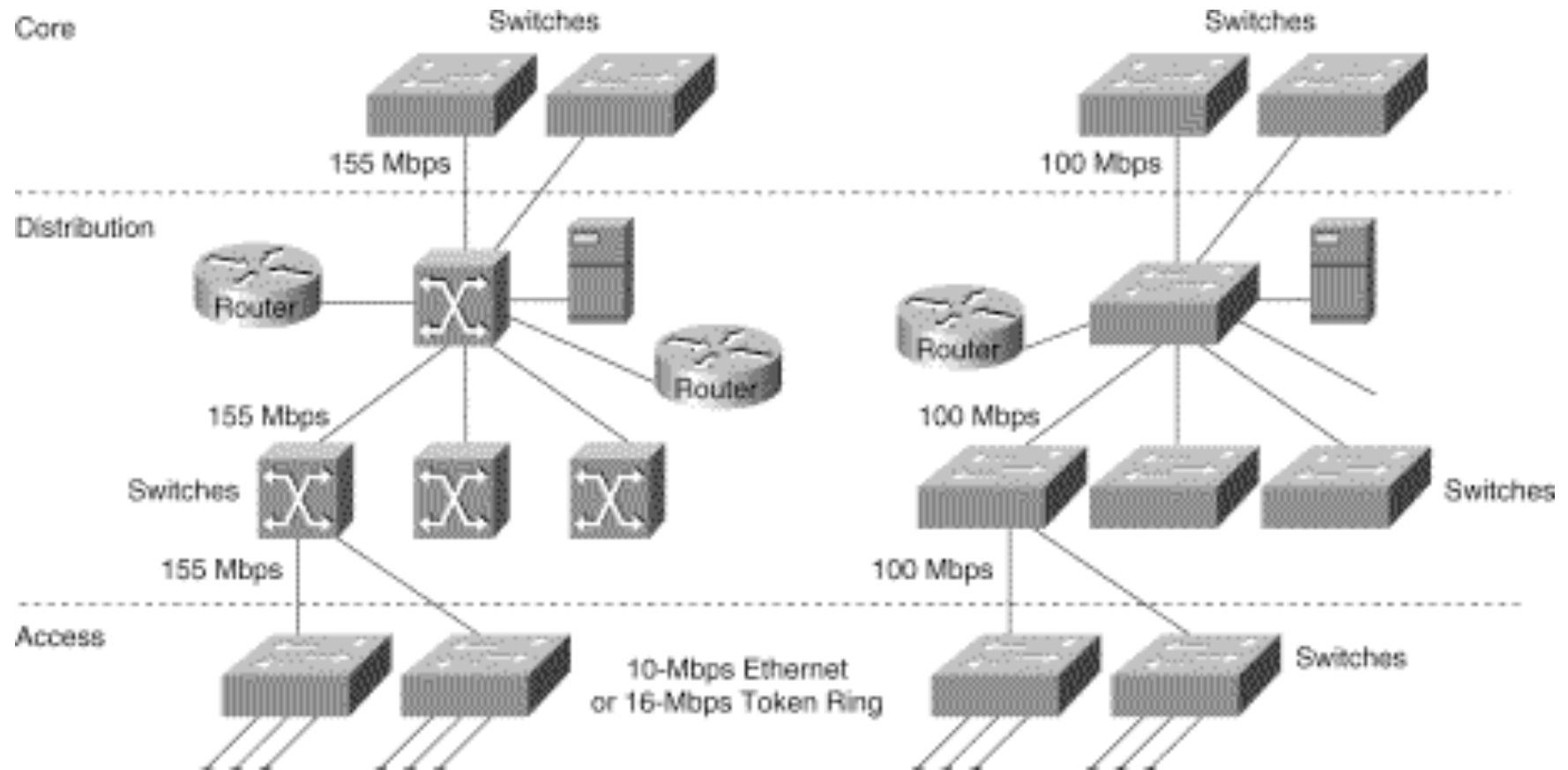
# The core layer

- Responsible of transporting large amounts of traffic, common to a majority of users
- The only purpose of the core is to switch traffic as fast as possible: routing is not mandatory (usually not recommended)
- Fault tolerance is an issue since a single failure could affect a large number of users, if not all
- Design issues:
  - No acces lists, no VLANs and packet filtering
  - Avoid expanding the core size when the internetwork grows, give preference to upgrades over expansion
    - Design the core for high reliability: FDDI, ATM, FastEthernet/GigaEth with redundant links
  - Select routing protocols with lower convergence time!

# The distribution layer

- Sometimes referred to as *workgroup layer*
- The primary functions are to perform routing, filtering, WAN access and policies for the networks
- Usually use routers or layer 3 switches
- Determine how packets access the core if needed
- The following things should be done:
  - Implements access lists, packet filtering and queuing
  - Implements security and network policies, including address translation and firewalls
  - Route between VLANs and other workgroup functions
  - Define broadcast and multicast domains

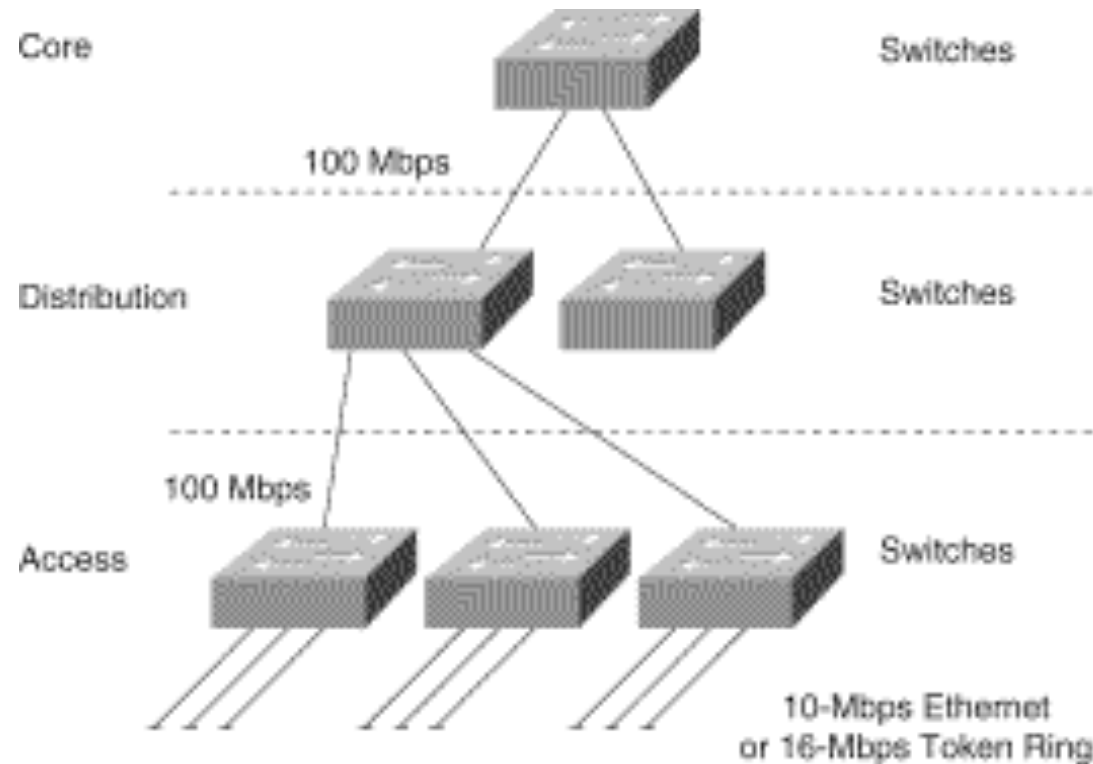
# The distribution layer with minimal routing



Scale well when VLANs are designed so that the majority of resources are available in the VLAN (the 80/20 rule). If not, access to routing in the core is a problem

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

# The distribution layer at low cost



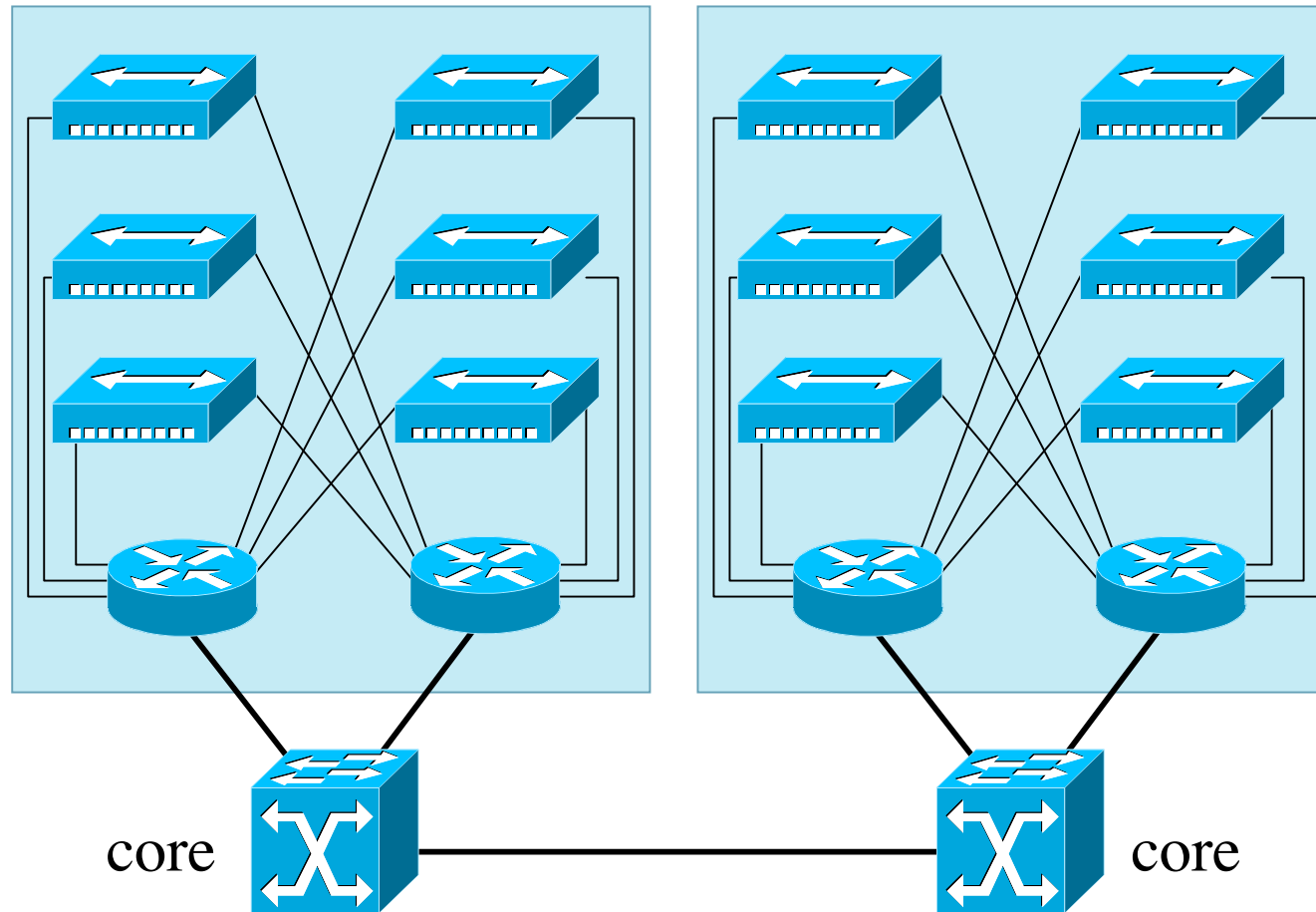
Scaled switching is a low-cost and easy-to-install solution for a small network. Note that when VLANs are used, end users in one VLAN cannot communicate with end users in another VLAN unless routers are deployed.



# Access layer

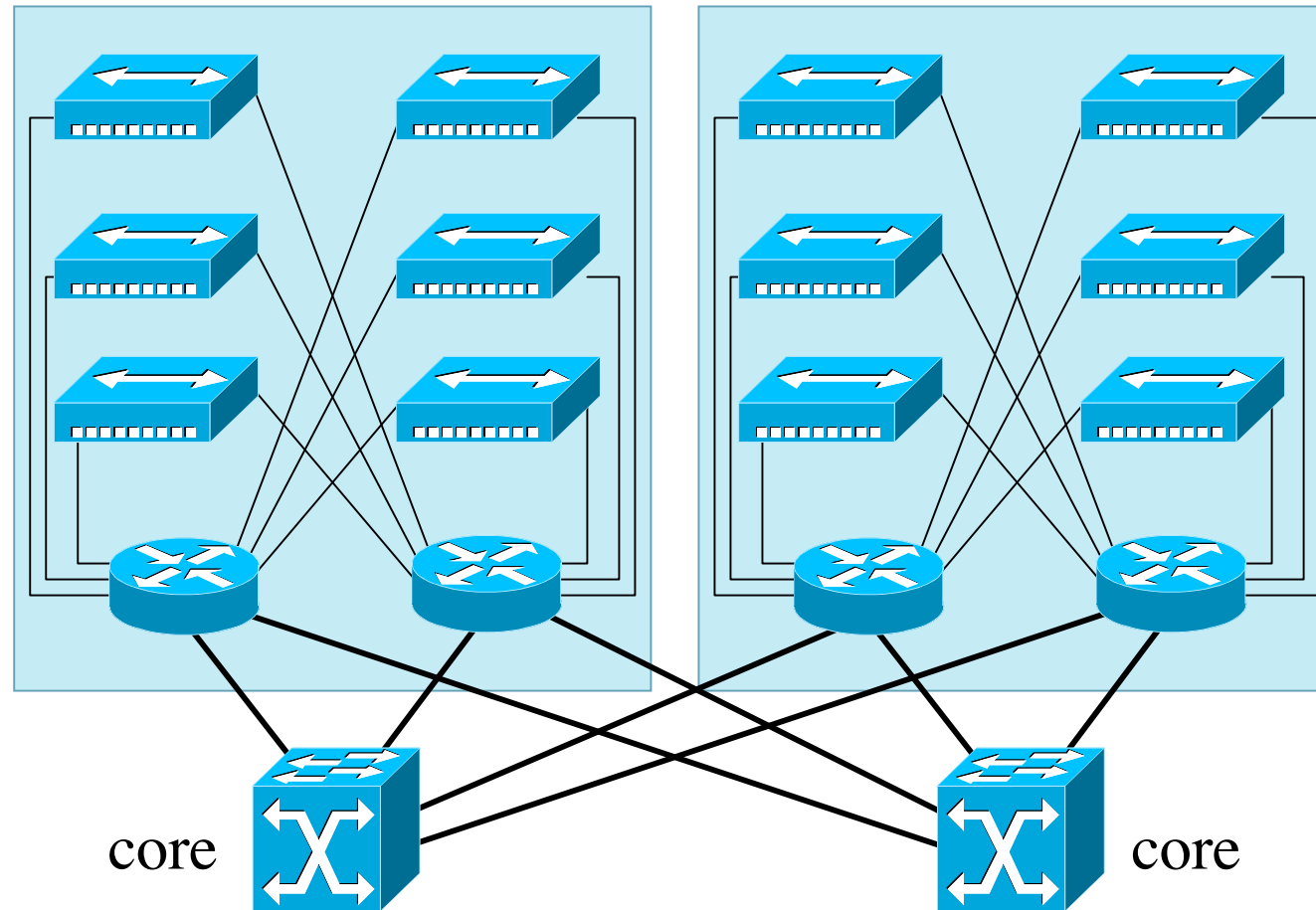
- Continued (from distribution layer) access control and policies
- Creation of separate collision domains (segmentation)
- Technologies such as switched Ethernet is frequently seen in the access layer
- Static routing (instead of dynamic) is seen here as well

# Example of core block



The core will usually not carry multiple subnet per link, the distribution layer will: core is pass-through after routing has been performed

# Dual core example



In this example, the 2 core are not connected, this allow for preventing loops without STP, but need redundant links from distribution layer routers to the core

# Layer 2 or layer 3 core?

- Core blocks are usually realized with layer 2 switches since the core should only forward frames when routing has been done in the distribution layer
- Layer 3 core may be needed for
  - Fast convergence: in layer 2 core, STP is used to prevent loops (about 50s of convergence) . If the core is large, routing protocol have faster convergence time
  - Automatic load-balancing: with routing protocol in the core, multiple equal-cost links could be defined in the core, which is not easy to have with (distribution)layer 3/(core)layer 2 model
  - Elimination of peering problem: since routing is performed in the distribution layer, each distribution layer device must keep “reachability” information to other distribution layer devices. Having layer 3 devices in the core creates a hierarchy. This scheme is usually realized when there are more than 100 switch blocks

# What is the core size?

- Routing protocols are the main factor in determining the core size: the convergence time of routing protocol in the distribution layer
- The routing protocol dictates the size of the distribution layer devices that can communicate with the core

Routing Protocol	Max # of peers	# of links to the core	Max # of supported blocks
OSPF	50	2	25
EIGRP	50	2	25
RIP	30	2	15

Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)