ACCÈS AU MEDIUM, COUCHE MAC

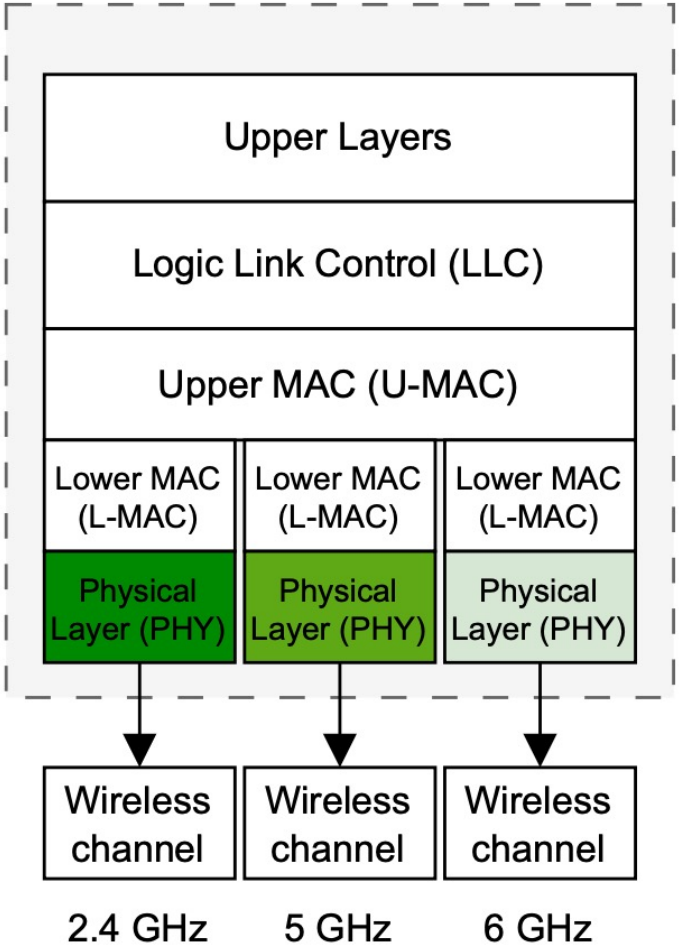
C. Pham
Université de Pau et des Pays de l'Adour
Département Informatique
http://www.univ-pau.fr/~cpham
Congduc.Pham@univ-pau.fr

Copyright

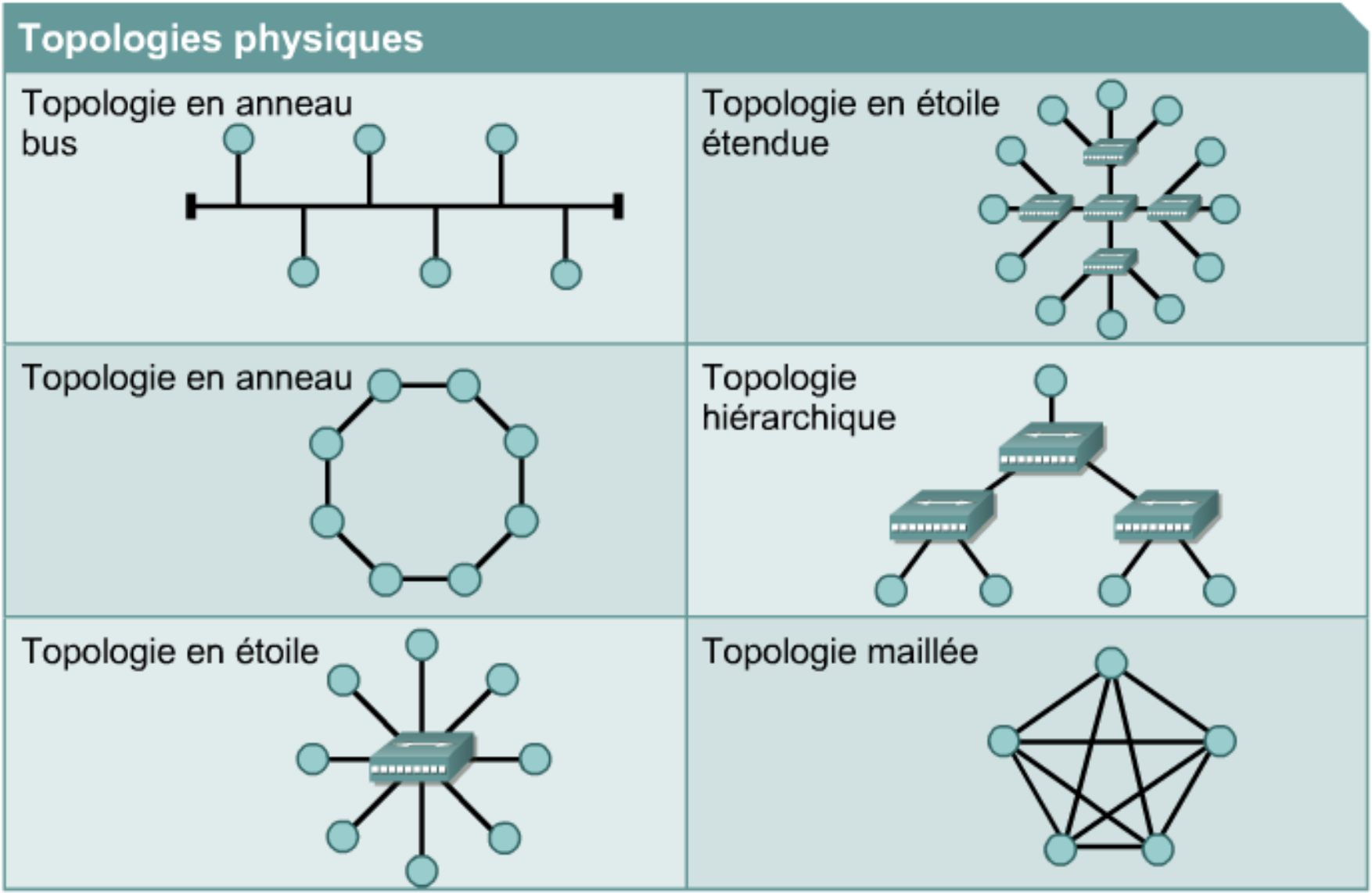
- Copyright © 1998-2007 Congduc Pham; all rights reserved
- Les documents ci-dessous sont soumis aux droits d'auteur et ne sont pas dans le domaine public. Leur reproduction est cependant autorisée à condition de respecter les conditions suivantes :
  - Si ce document est reproduit pour les besoins personnels 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.

Sous-couche MAC

- Medium Access Control
- La sous-couche MAC les accès au support physique et est donc souvent assez dépendante de la couche physique, ou du moins aux propriétés et contraintes des supports physiques et des modulations physiques qui seront utilisées
- Dans certains réseaux récents, cette sous-couche MAC peut aussi être divisée en 2 parties
- Ex: WiFi 7 qui permet d'avoir simultanément les 3 bandes des WiFi modernes
- La topologie du réseau peut aussi avoir un impact



Topologie

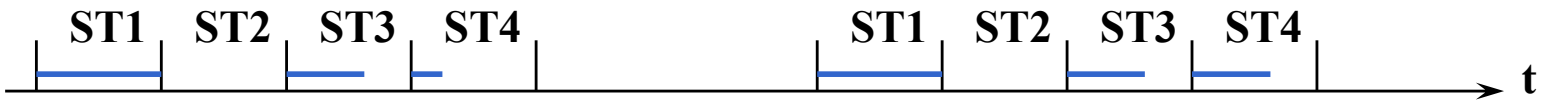

Topologies physiques
Topologie en anneau bus
Topologie en étoile étendue
Topologie en anneau
Topologie hiérarchique
Topologie en étoile
Topologie maillée

Méthodes d'accès : Types

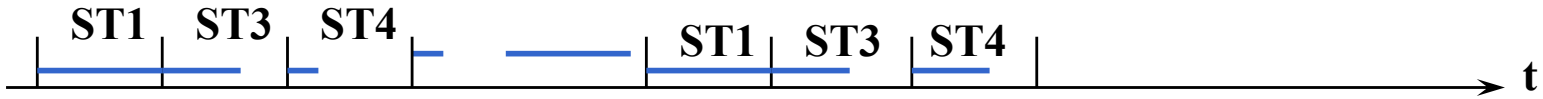
- Accès au médium équitable entre toutes les stations
- Commande distribuée (sauf exception...)
  - Le médium est une ressource critique partagée sur laquelle (en général) une seule station peut émettre à un instant donné.
  - sous-couche MAC (Medium Access Control) de la couche 2/OSI
- 3 types de méthode 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 ou CSMA/CA
    - Accès multiples
    - 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

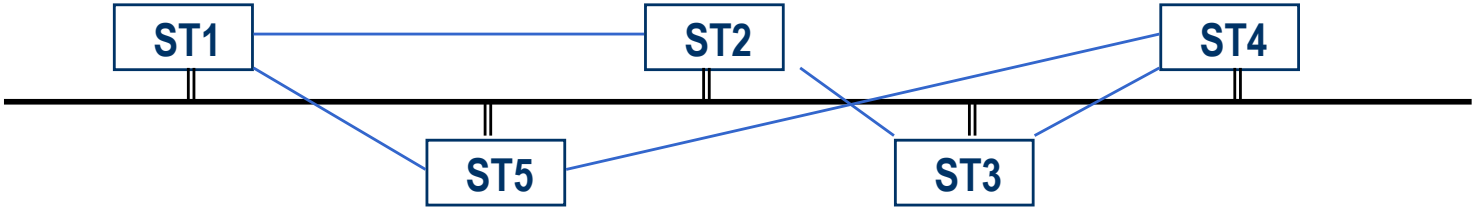


- Conteneur (slot, insertion de régistre)
  - Un conteneur de taille finie circule sur le réseau. Un bit d'en-tête indique son occupation. S'il est vide une station peut le remplir au vol. La station destinatrice le vide. Il faut gérer les trames pour garantir l'équité
  - Prise active . Utilisé sur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

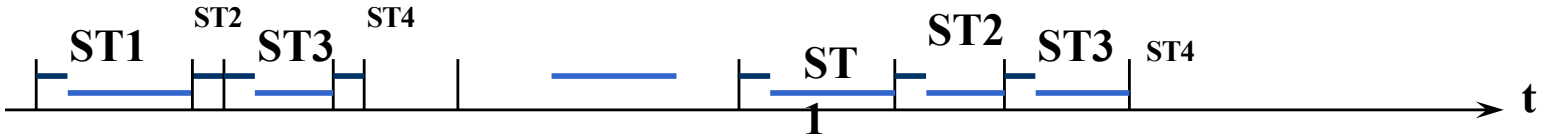


Accès déterministe 2 : Jeton adressé

- 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



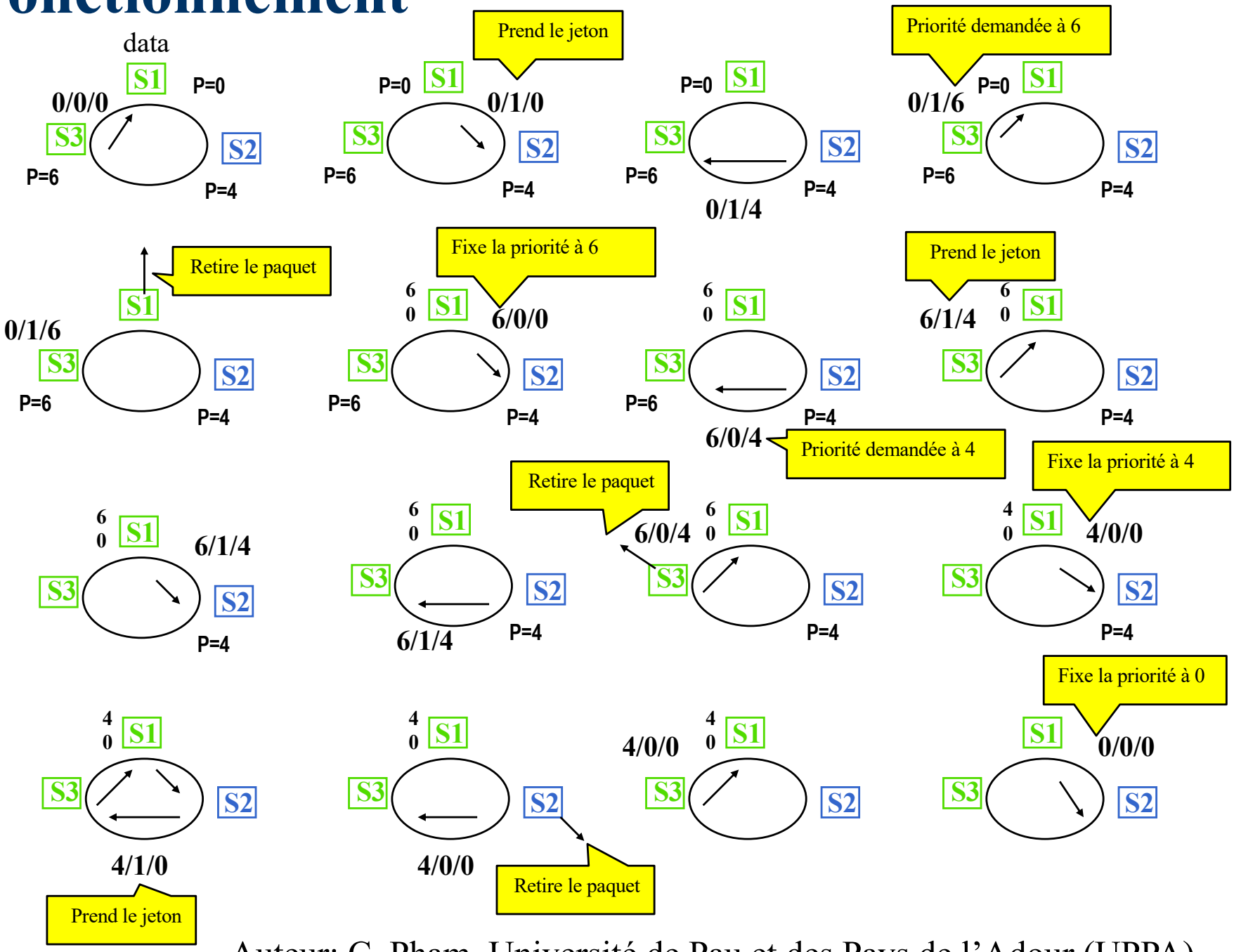
  - Difficulté: perte d'un jeton
    - Par la station qui doit le recevoir
    - par la station qui le détient

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

Fonctionnement

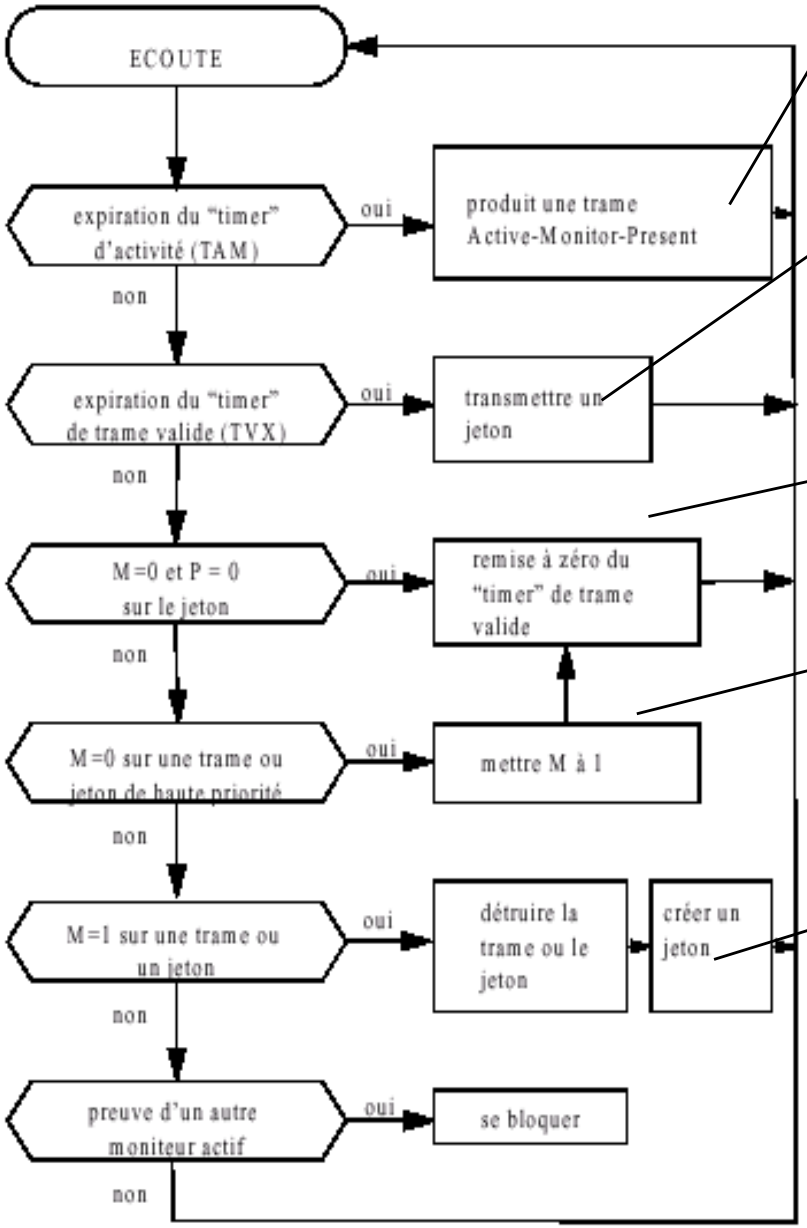


Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

Token Ring, le moniteur

- Une station est désignée comme étant le moniteur, elle
  - surveille le jeton (si anneau inactif) et les trames (bit M),
  - surveille les priorités (panne de station ayant fixé une priorité haute),
  - fixe la taille minimale de l'anneau (registre à décalage de 24 bits).
- Surveillance effectuée par le moniteur
  - le moniteur émet une trame AMP (Active Monitor Present) A=C=0
  - la 1ère station note l'adresse du moniteur comme station en aval puis
    - transmet la trame en mettant les bits A et C à 1
    - transmet une trame SMP (Standby Monitor Present) à la station suivante
  - les autres stations sont informées de la présence du moniteur par les bits AC à 1 et apprennent l'adresse du précédent avec les trames SMP
- Election du moniteur
  - une station ne recevant pas de trame AMP pendant un certain temps émet une trame Claim Token
  - une station recevant un Claim Token le réémet si l'adresse de l'émetteur est plus grande que la sienne, sinon elle émet un Claim Token
  - au final, la station ayant la plus grande adresse MAC devient le moniteur

Organigramme du moniteur



indique la présence du moniteur

le jeton a été perdu

tout va bien

tout va bien

trame ayant fait plus d 'un tour

source L. Toutain

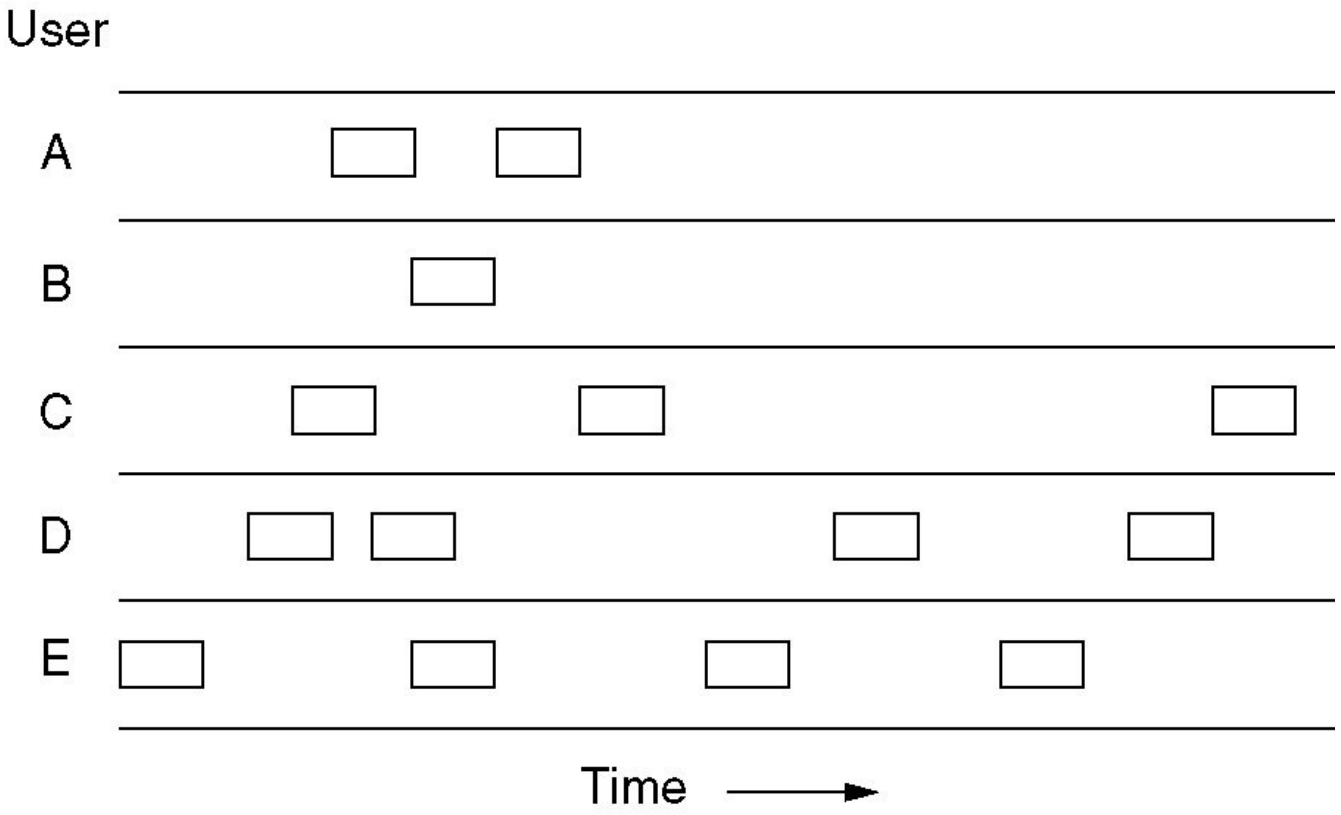
Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

Protocoles à accès multiples

- ALOHA
- Carrier Sense Multiple Access Protocols
- Collision-Free Protocols
- Limited-Contention Protocols
- Wireless LAN Protocols

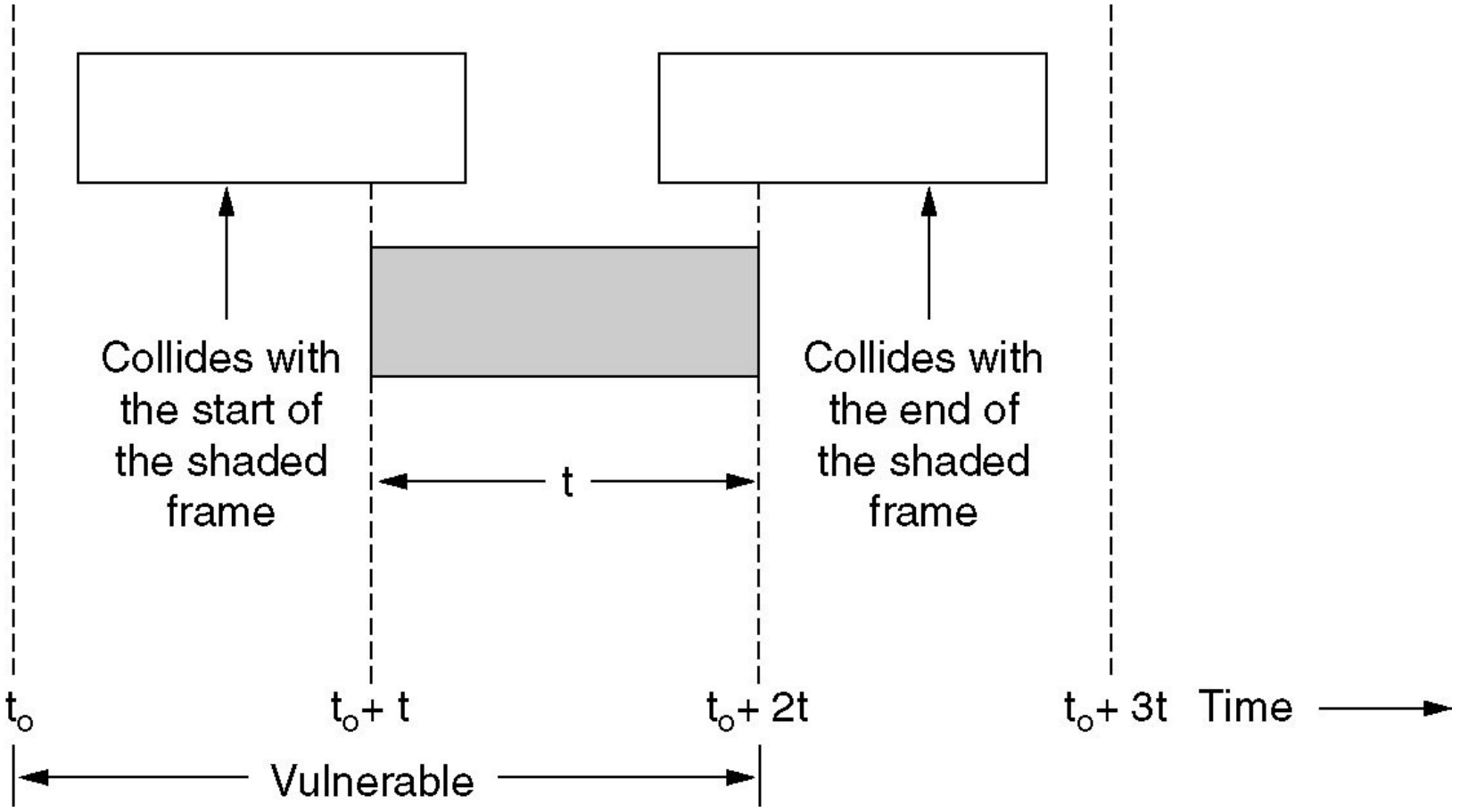
Pure ALOHA (Hawaii, 1970)

- En ALOHA pure, les trames sont envoyées à n'importe quel moment!
- Débit max: 18.4%



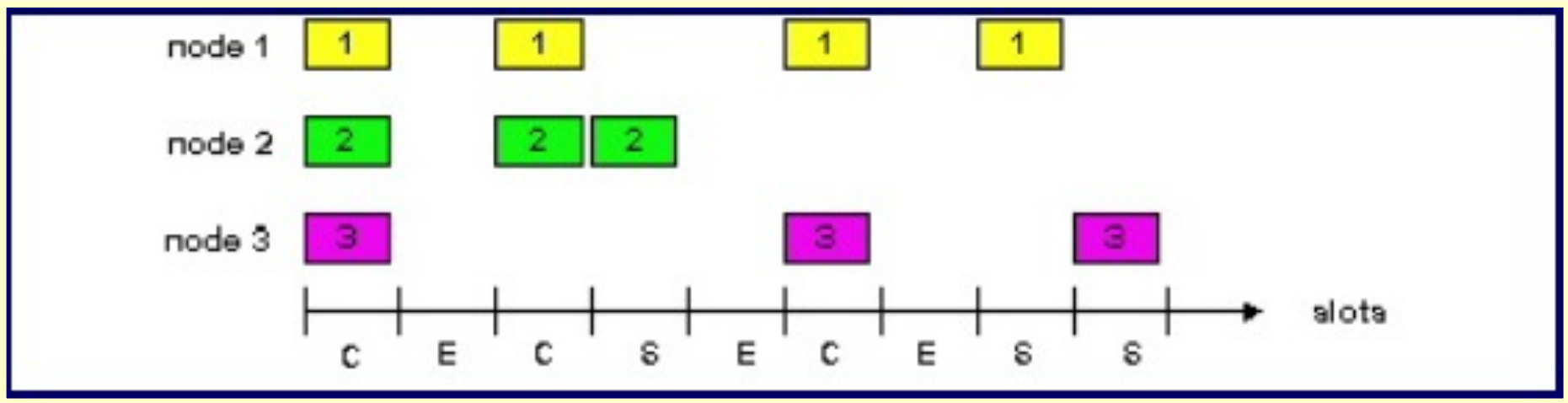
Pure ALOHA (2)

Période vulnérable pour la trame grisée.



Slotted Aloha

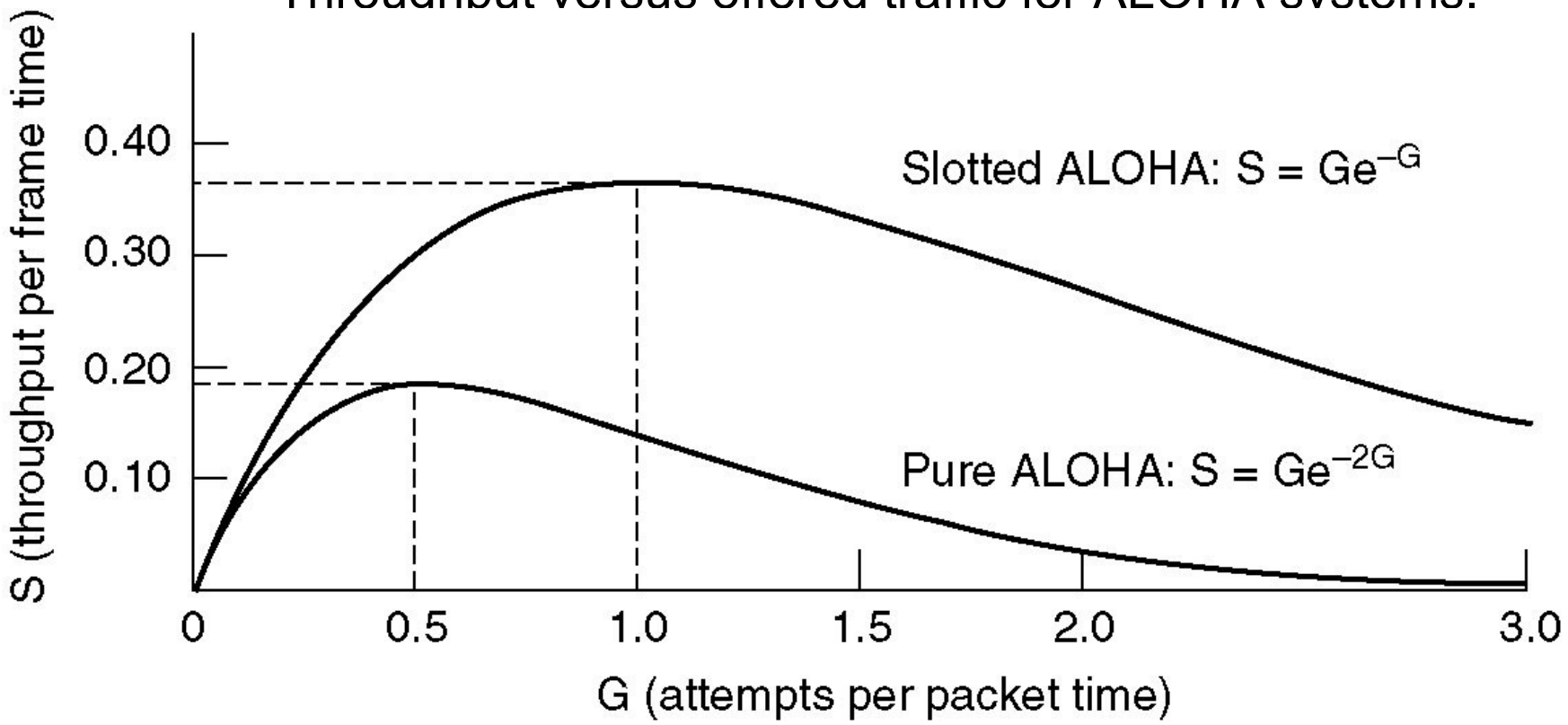
- time is divided into equal size slots (= pkt trans. time)
- node with new arriving pkt: transmit at beginning of next slot
- if collision: retransmit pkt in future slots with probability p, until successful.
- Maximum throughput: 37%



Success (S), Collision (C), Empty (E) slots

ALOHA performance

Throughput versus offered traffic for ALOHA systems.



CSMA/CD

- CSMA/CD: Carrier Sense Mutiple 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

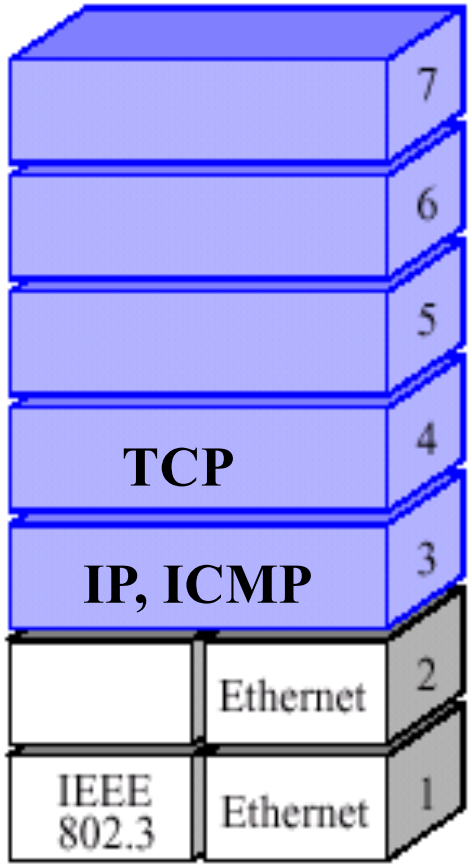
- Méthodes mixtes : CSMA/DCR Determinist Collision Resolution
  - Travaux de Le Lann à l'INRIA . (Appliqués à réseau Factor)
  - Normalisation dans le cadre 8802.3
- Obtenir : un temps d'accès borné et un temps moyen le plus faible possible
  - Démarrer avec une méthode à compétition : CSMA/CD
  - Après quelques ré-éssai sur collison : 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

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 (C
- Débits:
  - 2Mbits/s, 10Mbits/s
  - Evolution: 100Mbits/s, 1Gbits/s, 10Gbits/s

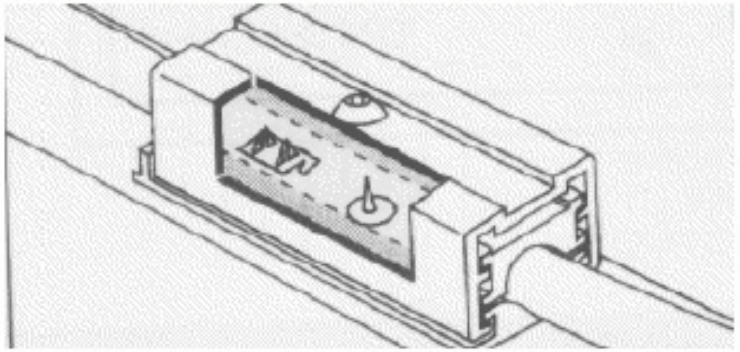
- Buts énoncés dans le document DIX
  - simple
  - pas de priorités
  - ne peut pas faire taire son voisin
  - débit à 10 Mbits/s

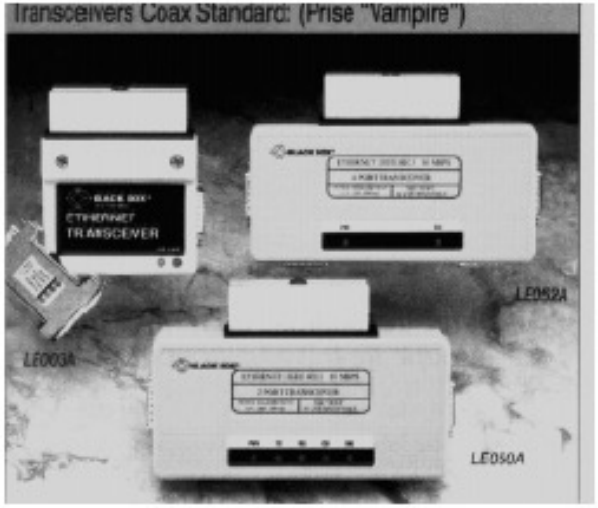


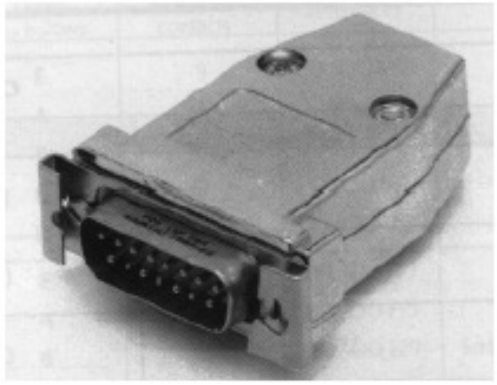
source L. Toutain

Ethernet, les équipements

10 BASE 5 (*THICK ETHERNET*)



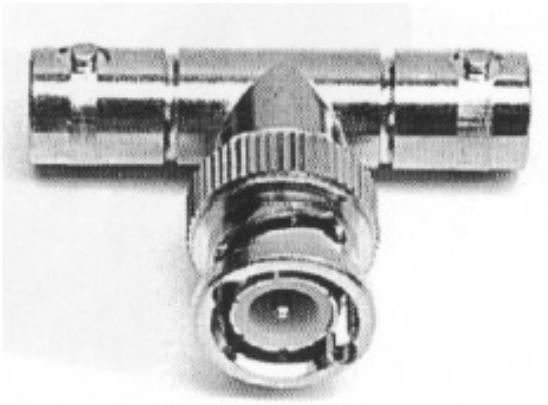




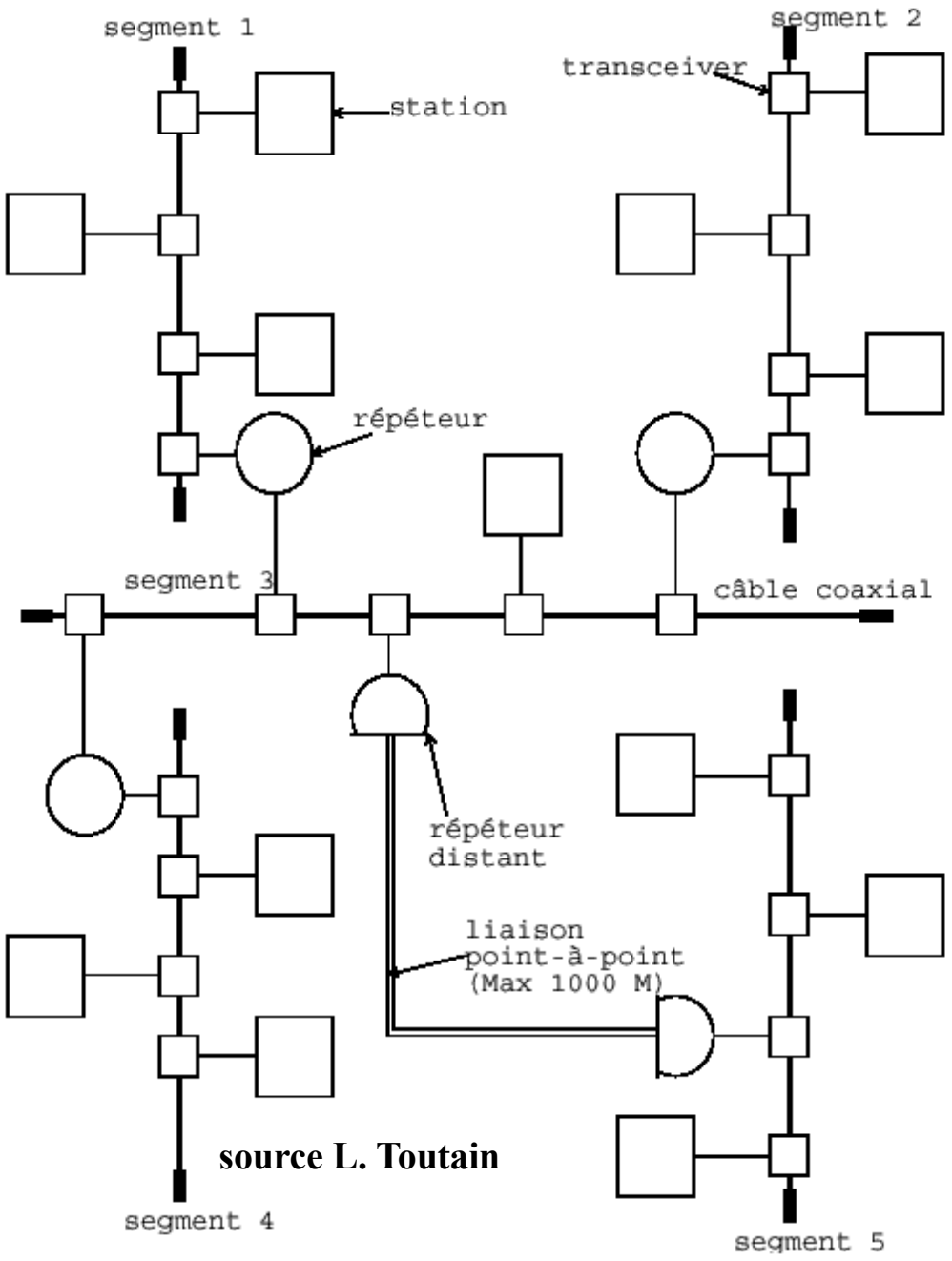
source L. Toutain

Exemple de topologie en bus

câble thin ethernet

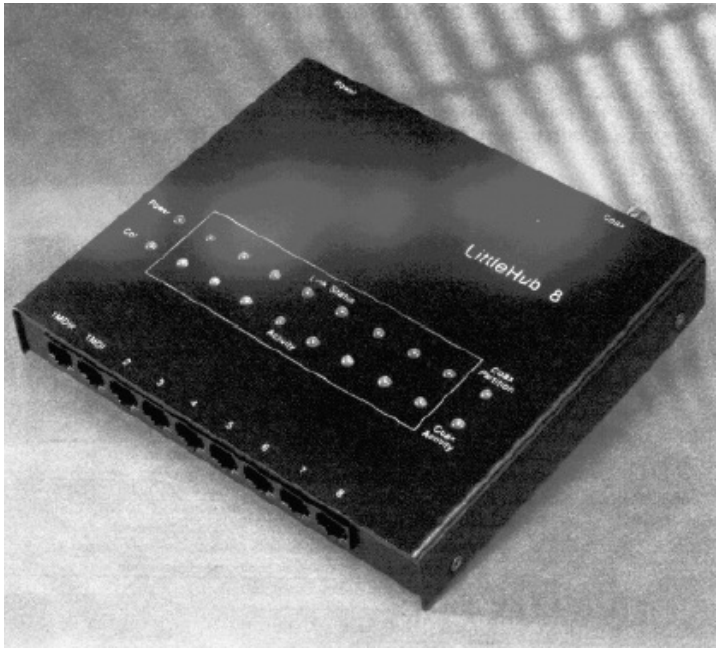


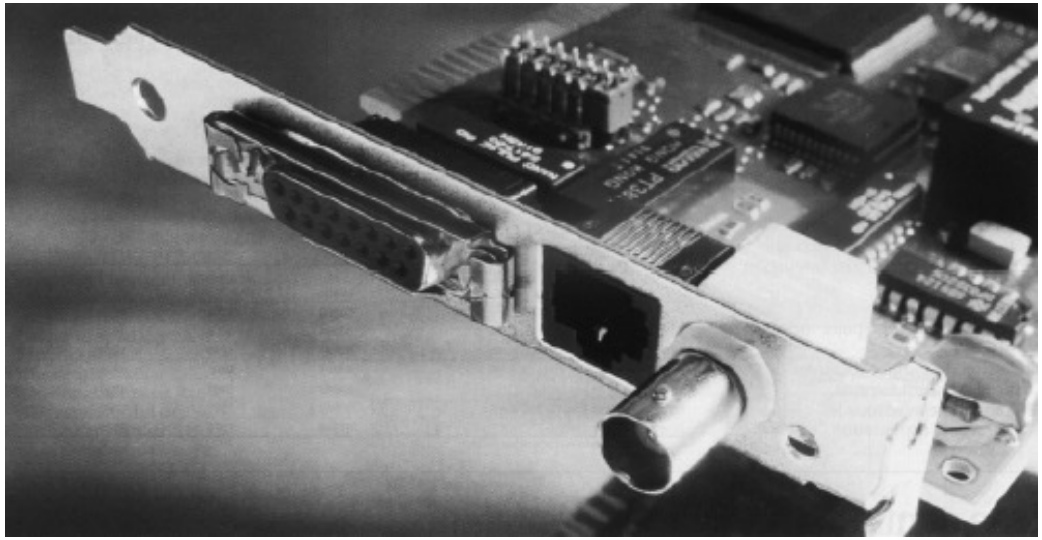
prise BNC en T



source L. Toutain

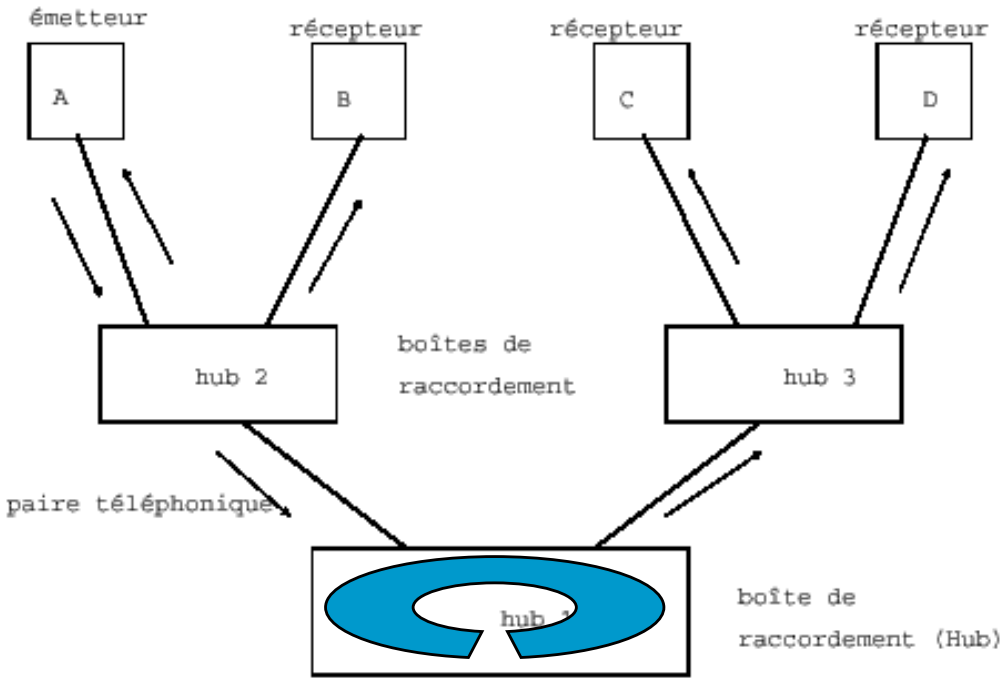
Ethernet, les équipements plus récents





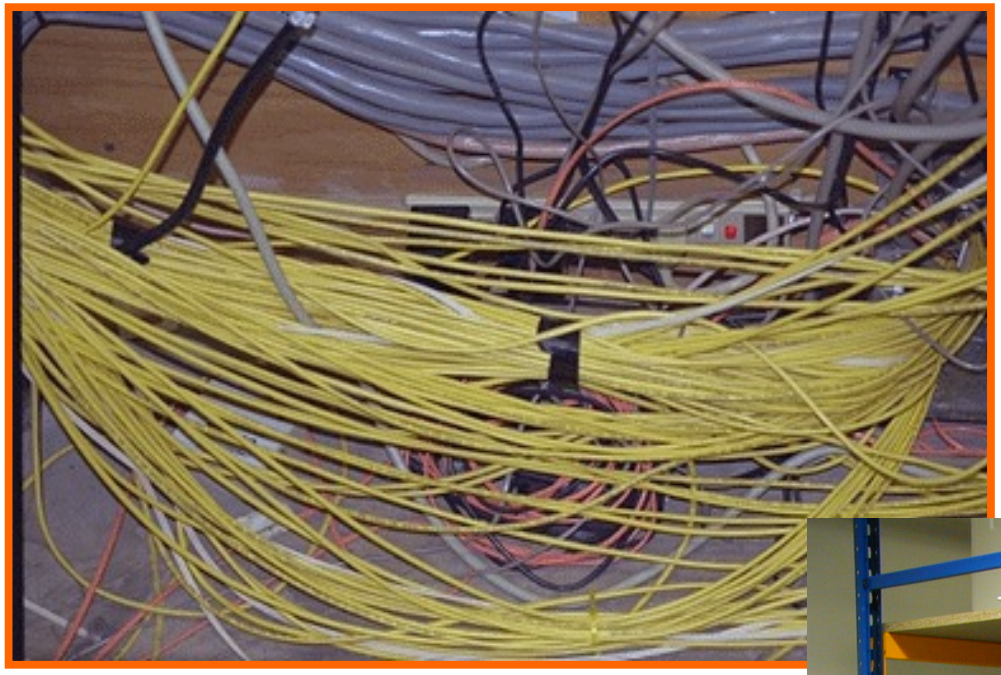
Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

Topologie en étoile



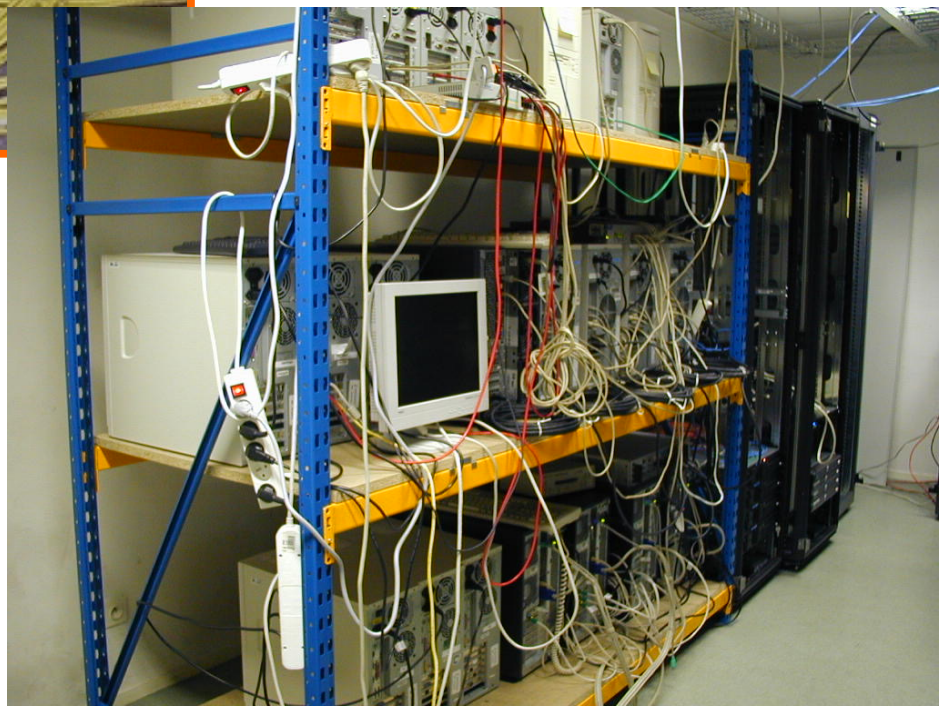
source L. Toutain

En pratique…



Spaghetti

source Gamble

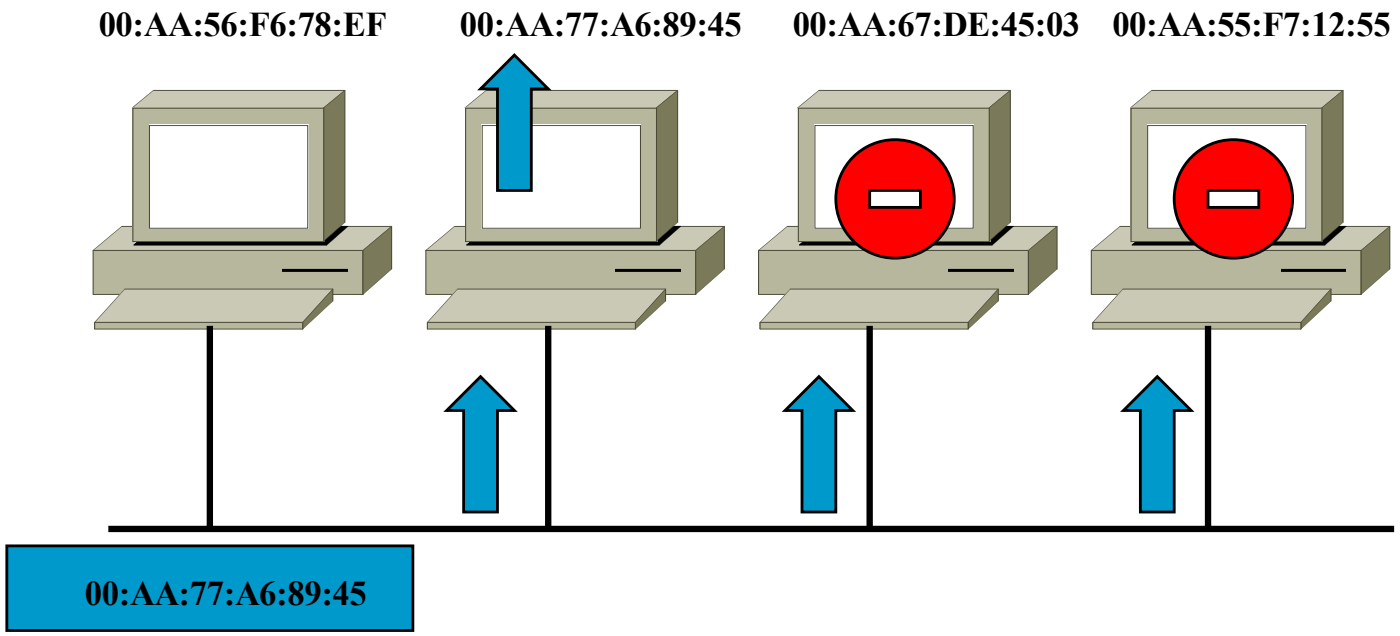


Ethernet, principes

- 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 recepteur
- Les trames sont filtrées au niveau des récepteurs

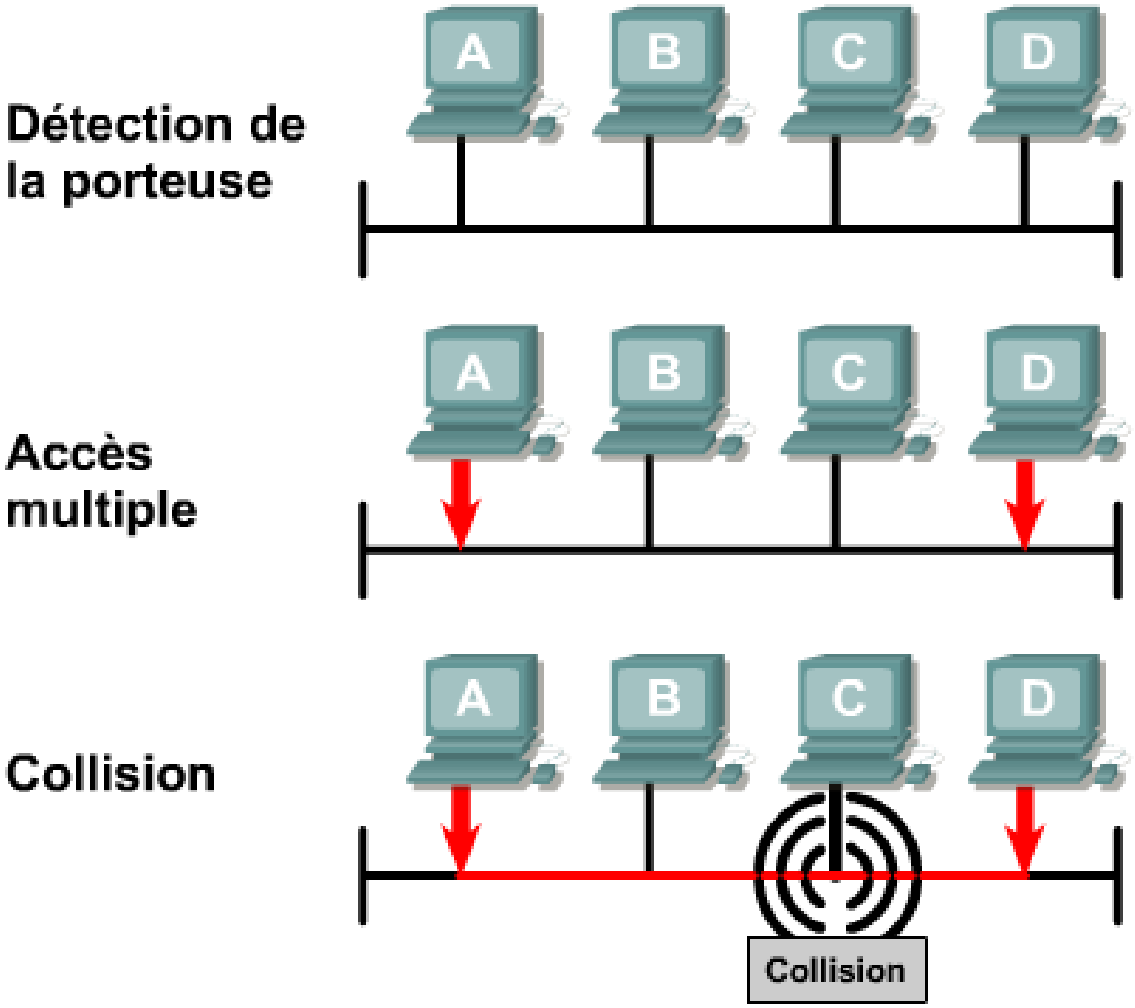
- La gestion des transmissions suit l’algorithme du CSMA/CD
  - Gestion des collisions
- Ethernet est un réseau
  - À accès compétitif
  - probabiliste
  - sans chef d’orchestre
  - Égalitaire (normalement)

Principe de transmission sur Ethernet

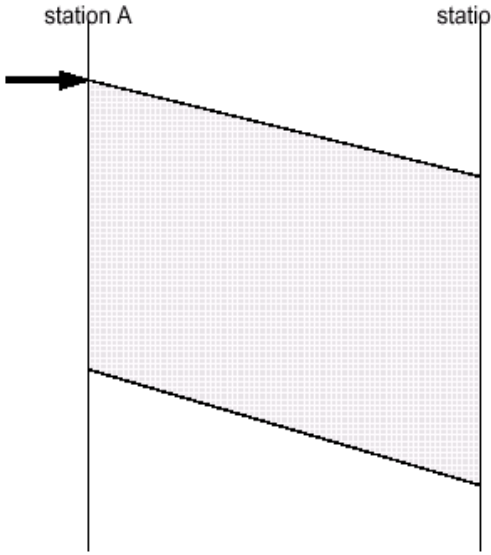


Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

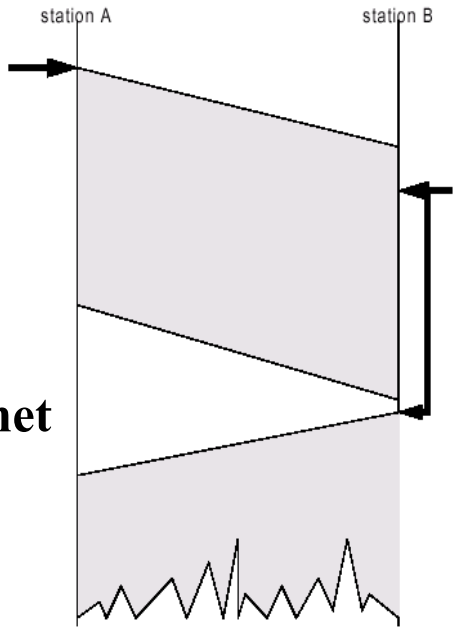
Ethernet, un accès à compétition



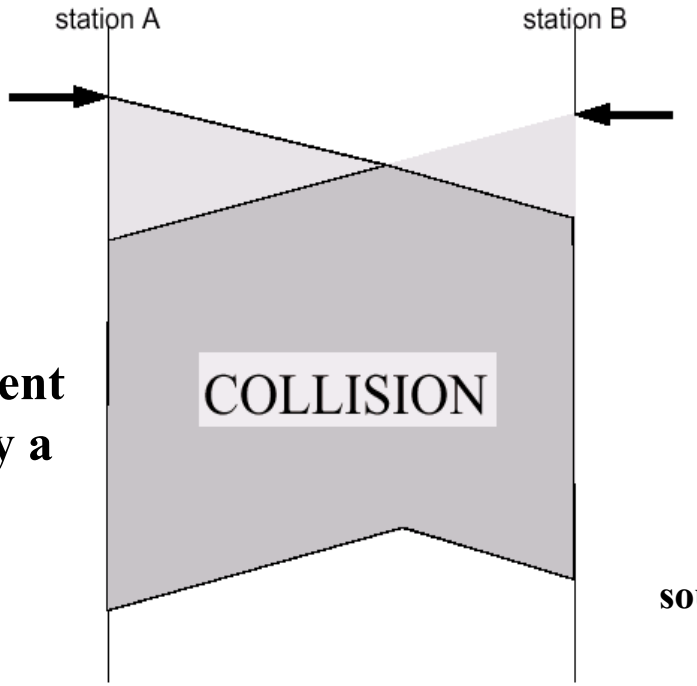
Collisions (1)



A transmet...



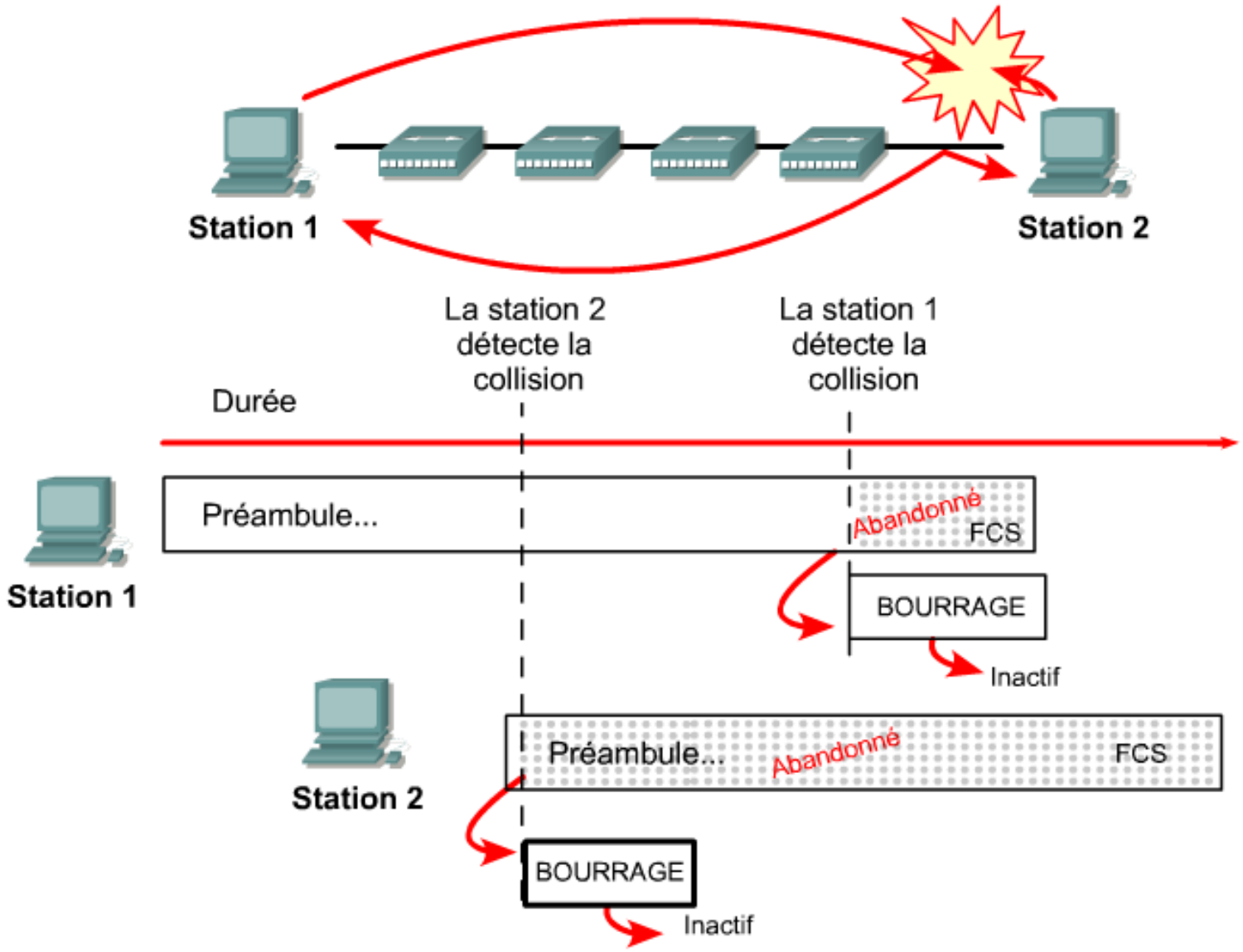
…puis B transmet



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

source L. Toutain

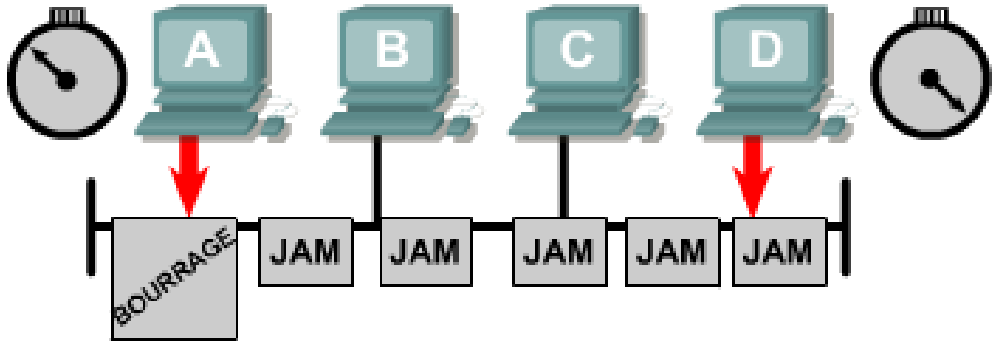
Collisions (2)



Résolution des collisions: CSMA/CD

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

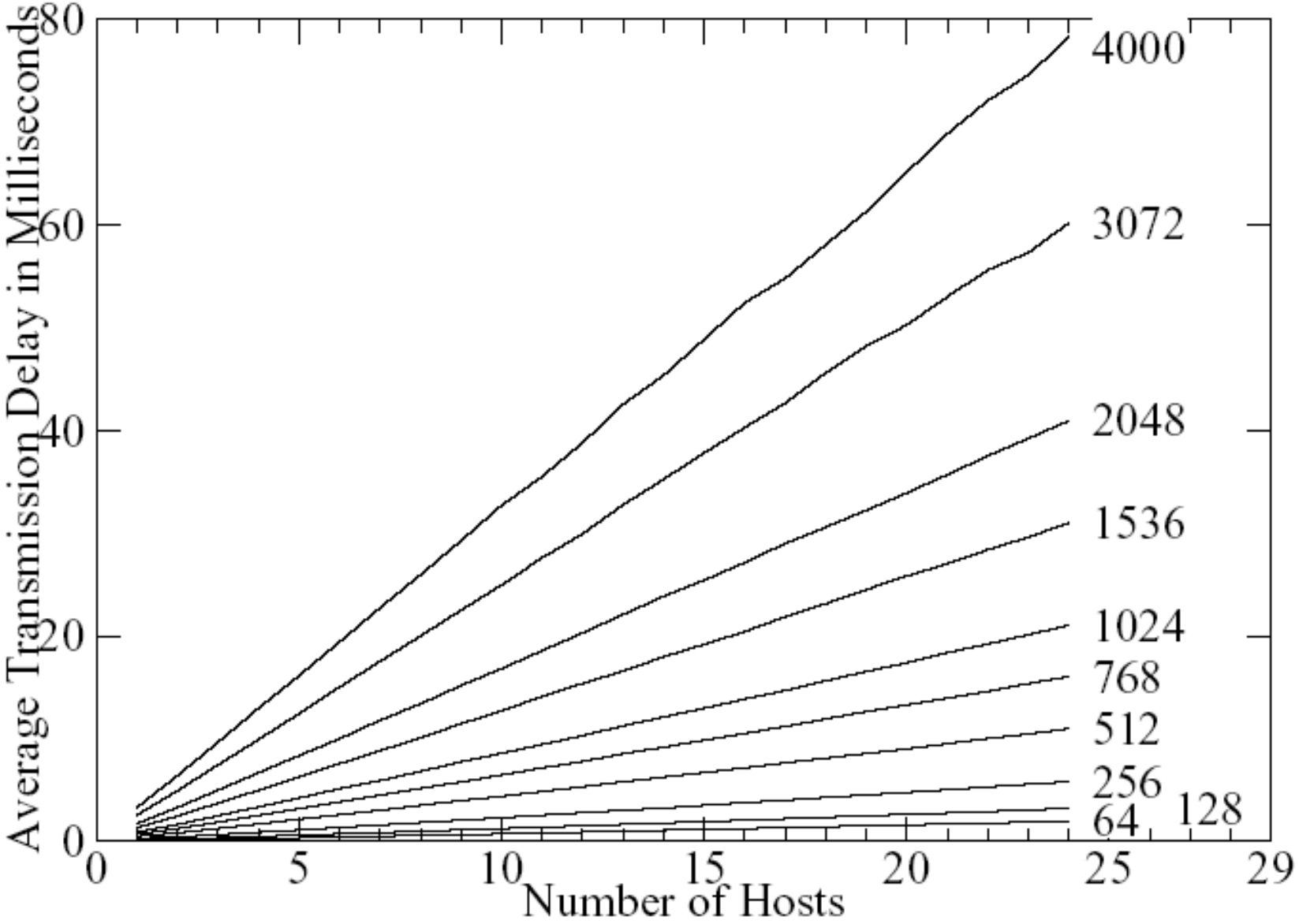
Détection de collision (algorithme de réémission temporisée



Les contraintes du CSMA/CD

- la durée d'émission doit être d'au moins deux fois la durée de propagation du signal (on doit toujours être en train de transmettre quand le signal revient – aller/retour)
  - 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: 64*8/10Mbps=0.0000512=51.2us
  - Distance parcouru en 51.2us=200000km*51.2us~10km
  - Longueur max = 10km/2=5km
  - 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*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 du CSMA/CD

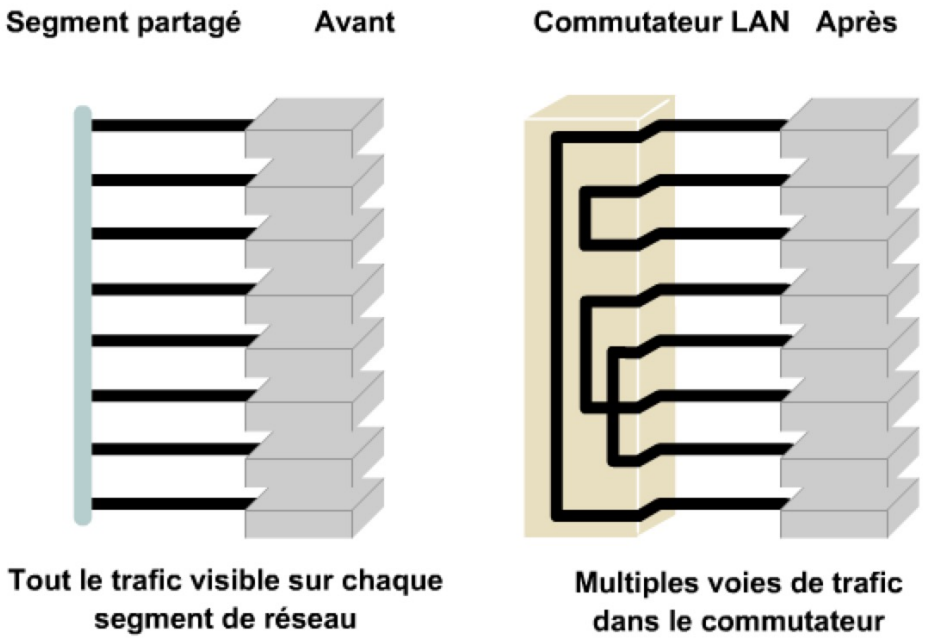


Auteur: C. Pham, Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA)

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

- topologie en bus
- émulation d'un bus avec un hub

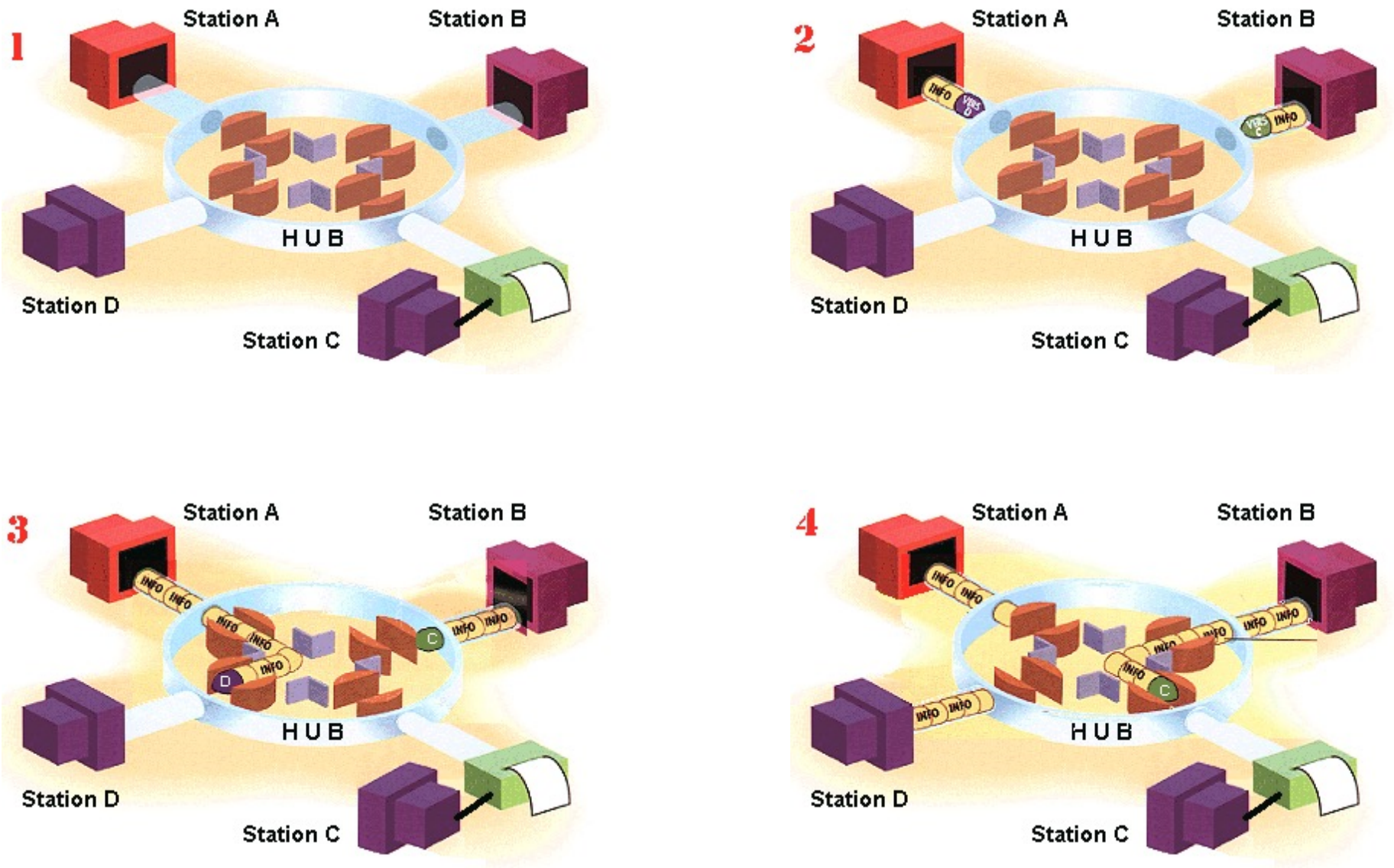
- **Le CSMA/CD n'est pas utilisé dans le cas d'un commutateur**
  - on-the-fly,store & forward
  - contrôle de flux



Utilisation idéale d'un commutateur

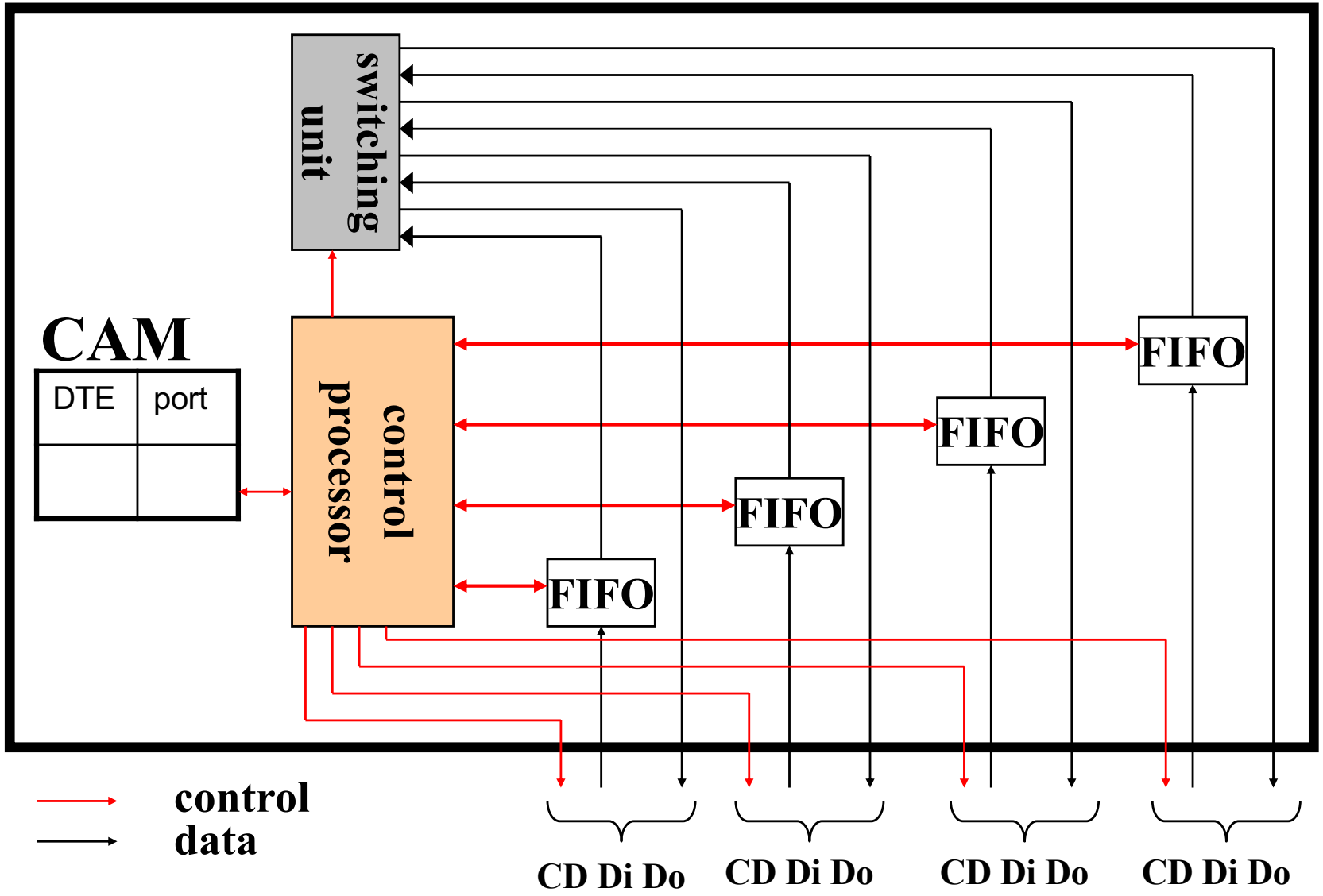
On peut parler de micro-segmentation

Le commutateur: cœur du réseau Ethernet



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

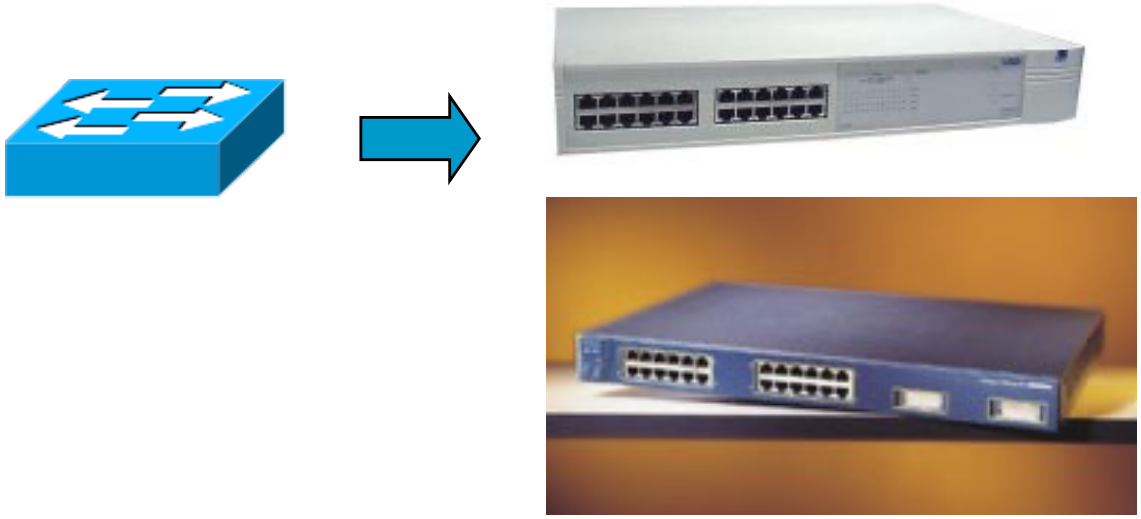
Architecture d'un commutateur



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

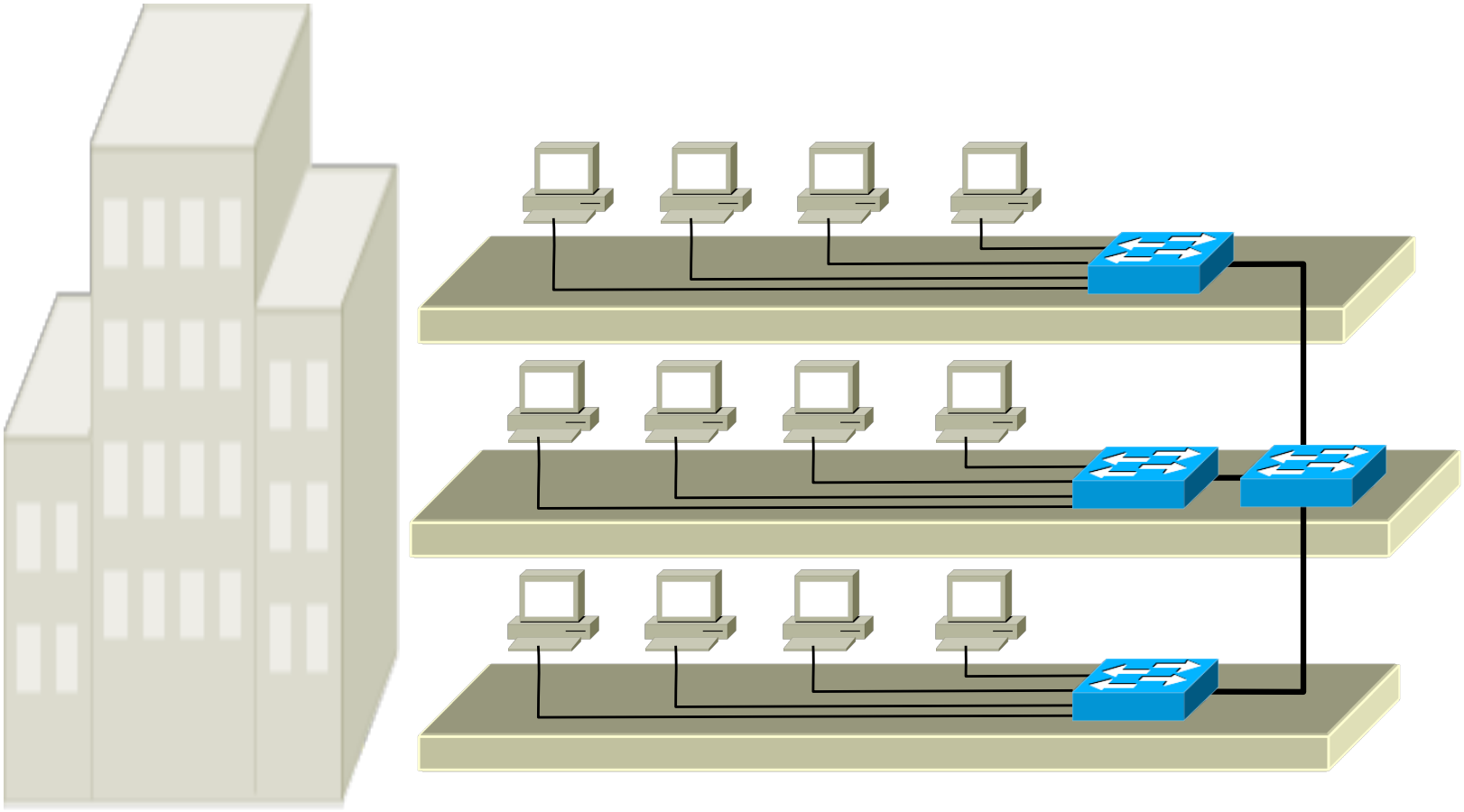
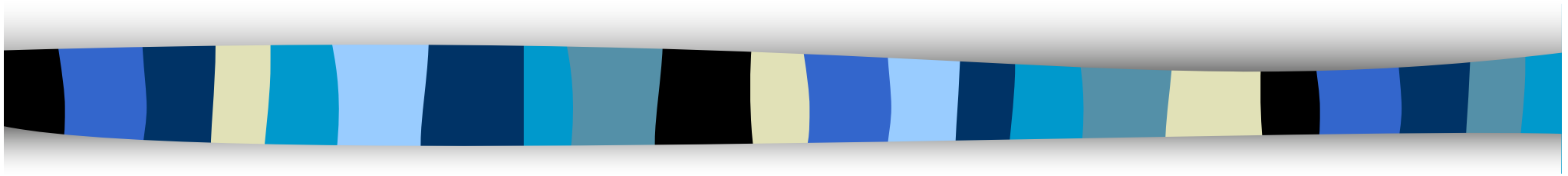
A quoi ressemble un commutateur?

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



Exemple de réseau Ethernet « standard »

- Interconnection de différents segment/réseaux



Les protocoles d’accès au support dans les réseaux sans-fils