



Réseaux Informatiques

Responsable : M. Hassine MOUNGLA

IUT – Université Paris Descartes

E-mail : hassine.moungla@parisdescartes.fr

Formation : DUT Informatique



Contenu du cours

1. Introduction aux réseaux
2. Transmission de données
3. Couches Liaison
4. Couche réseau (Adressage)



Séance 6

Couche MAC et Ethernet



Couche MAC et Ethernet

1. Réseau LAN
2. Méthodes d'accès au medium partagé



1. Réseau LAN

- LAN - Local Area Network
- Permet de connecter des ordinateurs proches physiquement ($\approx 1\text{km}$) :
 - Haut débit
 - multi-access
- Technologies:
 - Ethernet 10 Mbps, 100Mbps, Gbps
 - Token Ring 16 Mbps
 - FDDI (**Fiber Distributed Data Interface**)100 Mbps



Généralités

Qu'est-ce qu'un LAN ?

- LAN - Local Area Network
 - un réseau local couvre en principe une surface
 - géographique peu étendue (étage ou bâtiment) dans la classification LAN/MAN/WAN
- RLE - Réseau Local Etendu ou d'Entreprise
 - un réseau local qui peut s'étendre sur plusieurs bâtiments ou sites
 - abstraction de la notion d'étendue géographique



Généralités

Qu'est-ce qu'un LAN ?

- Deux problèmes majeurs dans les réseaux informatiques
 - Où s'effectuent les traitements (exécution des programmes) ?
 - Quelle est la politique d'accès au réseau ?



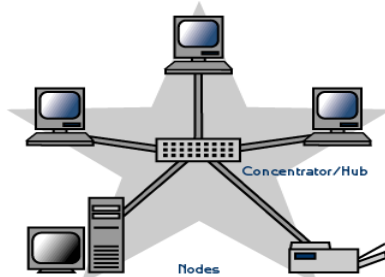
Constituants d'un LAN

- Un câblage reliant les différents nœuds suivant une certaine topologie
- Une méthode d'accès au support pour assurer son partage
- Une méthode d'adressage pour identifier chaque entité du réseau
- Un ensemble de protocoles pour permettre la communication
- Des applications qui utilisent les protocoles de communication

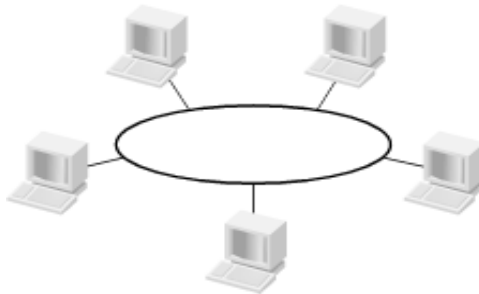
La topologie physique

- ou le plan de câblage
- en théorie : 4 possibilités

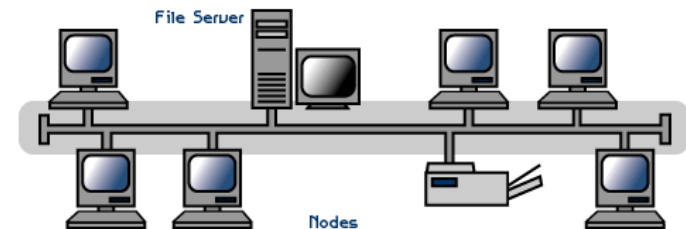
- l'étoile



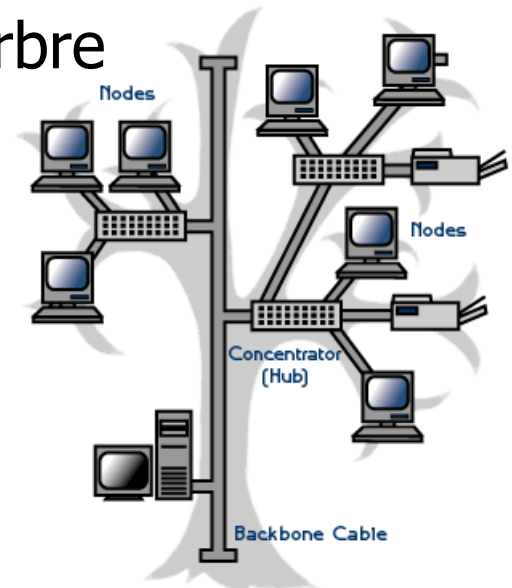
- l'anneau



- le bus

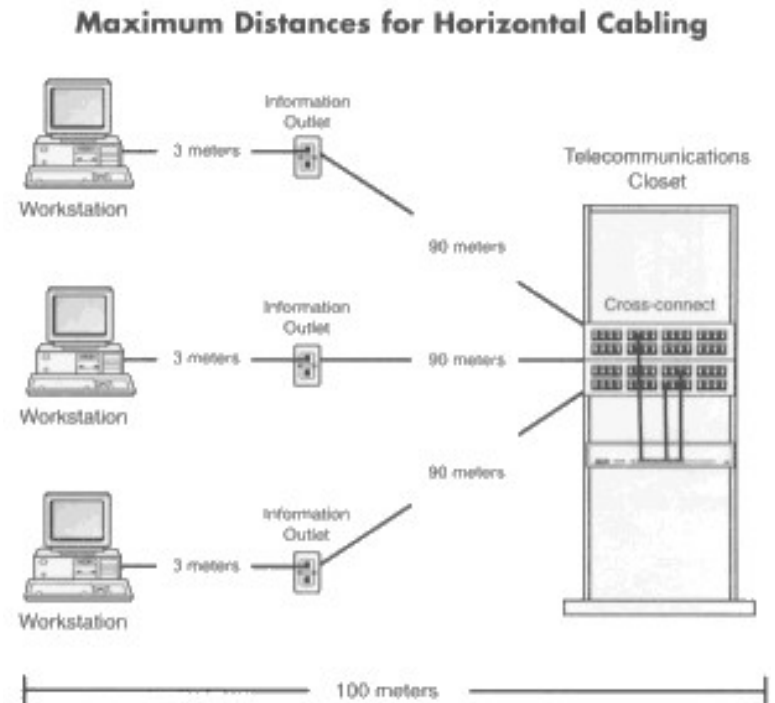


- l'arbre



La topologie physique

- pérennité
 - l'étoile permet aisément l'ajout de nouveaux nœuds
- type de câble utilisé
 - le câble le plus répandu est la paire UTP qui est le plus souvent utilisée avec l'étoile
- en pratique : souvent l'étoile
 - armoire de brassage
 - située dans un local technique
 - sur laquelle arrivent les UTP



In addition to the 90 meters of horizontal cable, a total of 10 meters is allowed for work area and telecommunications closet patch and jumper cables.

La topologie logique

- prise en compte par la méthode d'accès au support
 - décrit la manière selon laquelle circule "logiquement" l'information
- 3 possibilités
 - l'étoile
 - le bus
 - l'anneau
- exemples

log. \ phys.	étoile	bus	anneau
étoile	PABX	-	-
bus	10BaseT	10Base5 DQDB	-
anneau	Token Ring	Token Bus	FDDI



2. Méthodes d'accès

- Problématique

- un support unique partagé par l'ensemble des stations raccordées au support
- les stations ne peuvent pas utiliser simultanément le support

↪ nécessité d'arbitrage !



Méthodes d'accès

- classification des mécanismes d'accès
 - accès statique
 - la bande passante est répartie de façon invariante dans le temps entre les stations
 - Par partage strict du support : Le support est "divisé", soit dans le temps, soit physiquement



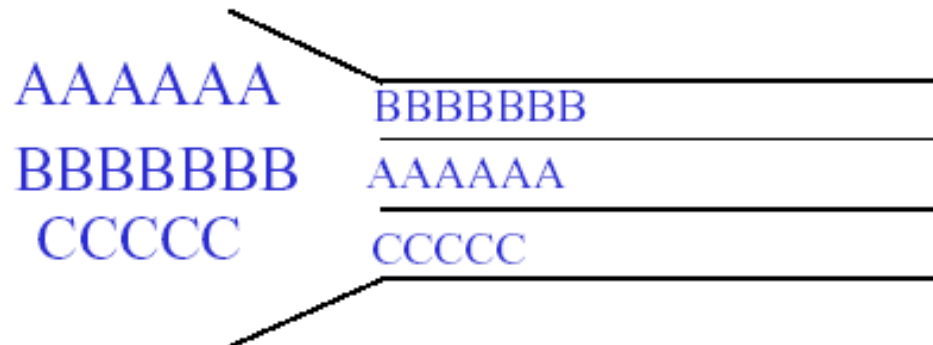
Méthodes d'accès

- accès dynamique
 - la bande passante est allouée à la demande
 - politiques d'accès dynamique à allocation déterministe
 - Par accès séquentiel : On parle à tour de rôle
 - politique d'accès dynamique à allocation aléatoire
 - Par accès aléatoire : On parle quand on veut

FDMA

accès statique

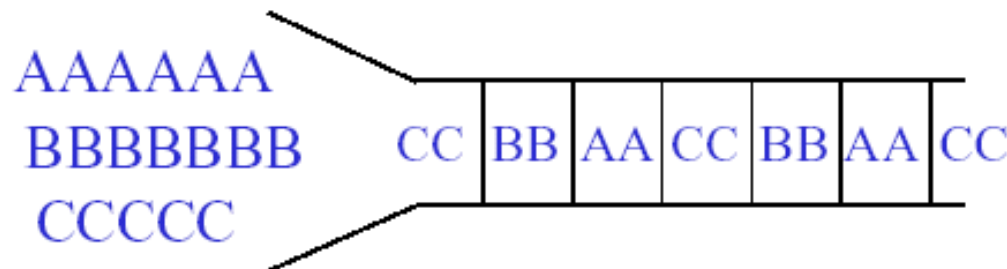
- FDMA : **F**requency **D**ivision **M**ultiple **A**ccess
- Principe
 - la bande passante est découpée en sous-bandes
 - une sous-bande est affectée à une seule station qui en a l'usage exclusif



TDMA

accès statique

- TDMA : Time Division Multiple Acces
- Principe
 - le temps est découpé en intervalles réguliers qui sont affectés à chaque station de manière périodique
 - durant le slot qui lui est alloué, la station possède le droit exclusif d'accès au canal



Méthodes d'accès statiques

- les méthodes d'accès statique
 - sont adaptées aux cas où :
 - le nombre de stations actives est réduit et fixe
 - les trafics sont prévisibles et à débits constants
 - ne sont pas adaptées aux LAN où :
 - le nombre de stations actives varie dans le temps
 - les stations génèrent un trafic sporadique

- ↪ il est préférable d'allouer la BP dynamiquement en fonction des demandes immédiates

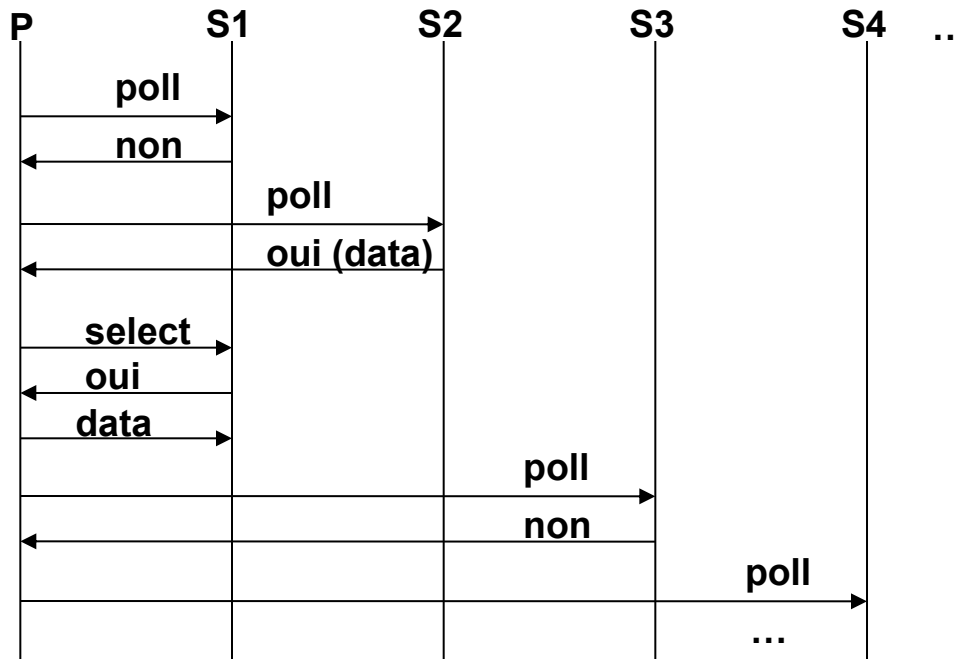


Méthodes d'accès dynamiques

- Politiques d'accès dynamique à **allocation déterministe**
 - le polling
 - le jeton :
 - non adressé,
 - adressé

Le polling

■ Principe



■ avantages

- ☺ simplicité
- ☺ équitabilité (en limitant la réponse)
- ☺ priorités faciles à mettre en œuvre

■ inconvénients

- ☹ manque d'efficacité (*overhead*)
- ☹ approche centralisée → fiabilité du primaire
- ☹ approche centralisée → goulet d'étranglement du primaire



Le jeton

- Principe
 - consiste à faire circuler sur le réseau une trame spéciale : le jeton
 - seule la station qui possède le jeton, à un instant donné, est autorisée à émettre
- 2 variantes
 - le jeton non adressé
 - le jeton adressé

Le jeton non adressé

- Utilisé sur des topologies en anneau
- Principe
 - le jeton circule sur l'anneau et donne, selon son état (libre/occupé) le droit d'émettre à la station qui le détient

Le jeton non adressé

- une station qui veut émettre
 - attend un jeton marqué "libre"
 - sur réception de ce dernier
 - elle change l'état du jeton ("occupé")
 - elle attache au jeton son message, son @ et l'@ de destination
 - elle transmet le tout sur l'anneau

Le jeton non adressé

- une station qui reçoit un jeton marqué "occupé"
 - consulte l'@ de destination
 - si c'est la sienne, elle copie la trame et fait suivre la trame
 - Service de la diffusion
 - consulte l'@ de source
 - si c'est la sienne, elle retire la trame et émet un jeton marqué "libre"

Le jeton non adressé

■ avantages

- ☺ accès déterministe : chaque station est assurée de pouvoir émettre avant un délai borné
- ☺ stabilité à forte charge : les performances ne s'écroulent pas
- ☺ mise en œuvre de priorités possible

■ inconvénients

- ☹ la connexité doit être maintenue
- ☹ inefficacité à faible charge
- ☹ overhead du jeton
- ☹ nécessité d'une station de surveillance pour veiller à l'unicité du jeton

- méthode utilisée dans IEEE 802.5 (Token Ring)

Le jeton adressé

- Utilisé sur des topologies en bus
- Principe
 - un anneau virtuel est créé : chaque station connaît son prédécesseur et son successeur par leurs @
 - seule la station en possession du jeton peut émettre
 - si elle n'a rien à émettre, elle envoie le jeton à son successeur logique → *jeton adressé*
 - si elle a de l'information à émettre, elle peut émettre pendant un temps limité, au bout duquel elle doit passer le jeton à son successeur

Le jeton adressé

■ avantages

- ☺ accès déterministe : chaque station est assurée de pouvoir émettre avant un délai borné
- ☺ stabilité à forte charge : les performances ne s'écroulent pas
- ☺ mise en œuvre de priorités possible
- ☺ bus passif vs. anneau actif
- ☺ retrait implicite des trames (vs. jeton non adressé)

■ inconvénients

- ☹ inefficacité à faible charge
- ☹ overhead du jeton
- ☹ nécessité d'une station de surveillance pour veiller à l'unicité du jeton
- ☹ mécanismes lourds pour l'insertion et le retrait de stations
- ☹ nécessité d'une procédure d'initialisation de l'anneau « logique »

■ méthode utilisée dans IEEE 802.4 (Token Bus)



Méthodes d'accès dynamiques

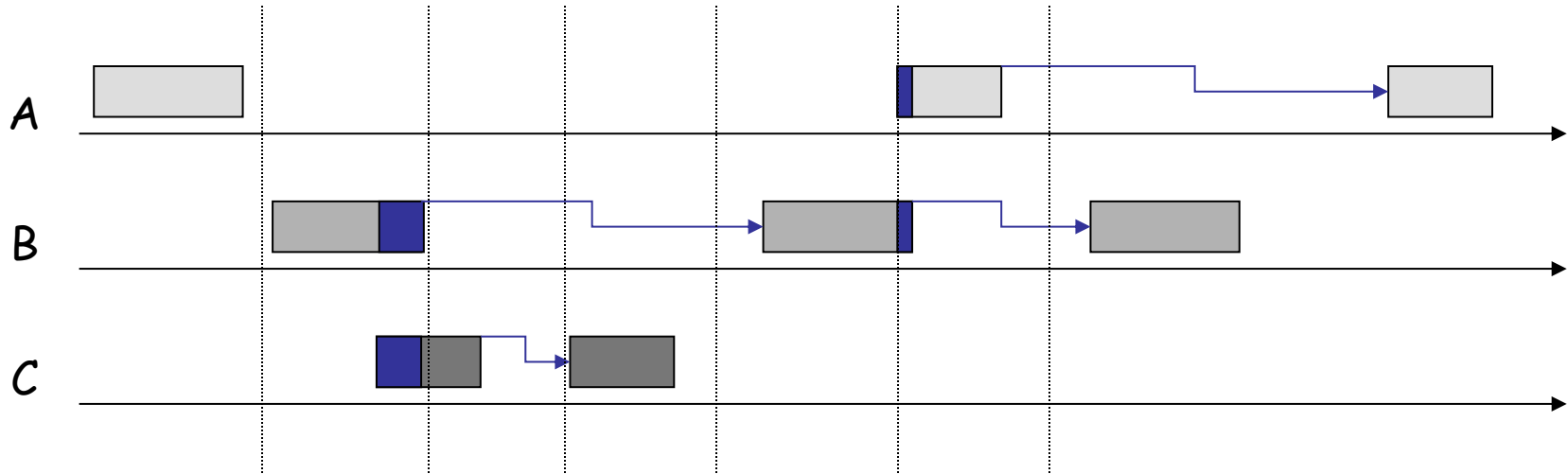
- Politiques d'accès dynamique à **allocation aléatoire**
 - Aloha
 - Carrier Sense Multiple Access



(Pure) Aloha

- testé au début des années 70 sur un réseau reliant les îles Hawaï par faisceaux hertziens
- Principe
 - une station émet dès lors qu'elle le souhaite
 - en cas de **collision**, la station réémettra sa trame au terme d'un délai aléatoire
 - au bout de **N collisions successives**, la station abandonne

(Pure) Aloha



- Pas de synchronisation : l'émission n'attend pas le prochain slot libre (complètement décentralisé)
- Collision possible détectée par le récepteur
- efficacité très faible : 18% !

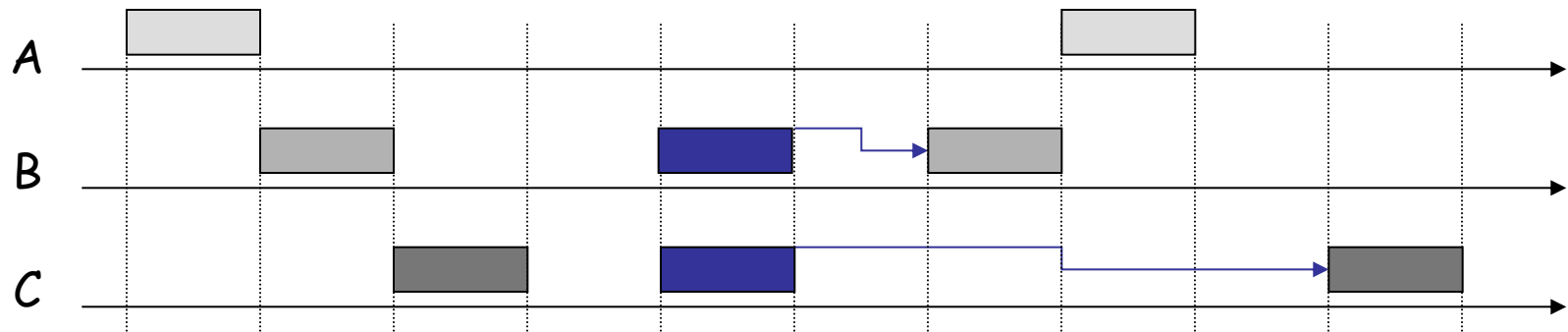
Slotted Aloha

- amélioration du Pure Aloha
- Principe
 - Trames de L bits, débit du canal R
 - Le temps est divisé en slots de taille L/R secondes
 - Les nœuds ne transmettent qu'en début de trame. Ils sont synchronisés et connaissent donc tous le même début de trame
 - Tous les nœuds détectent une collision avant la fin du slot
 - En cas de collision, la trame est retransmise dans des slots prochains avec une **probabilité p**

Slotted Aloha

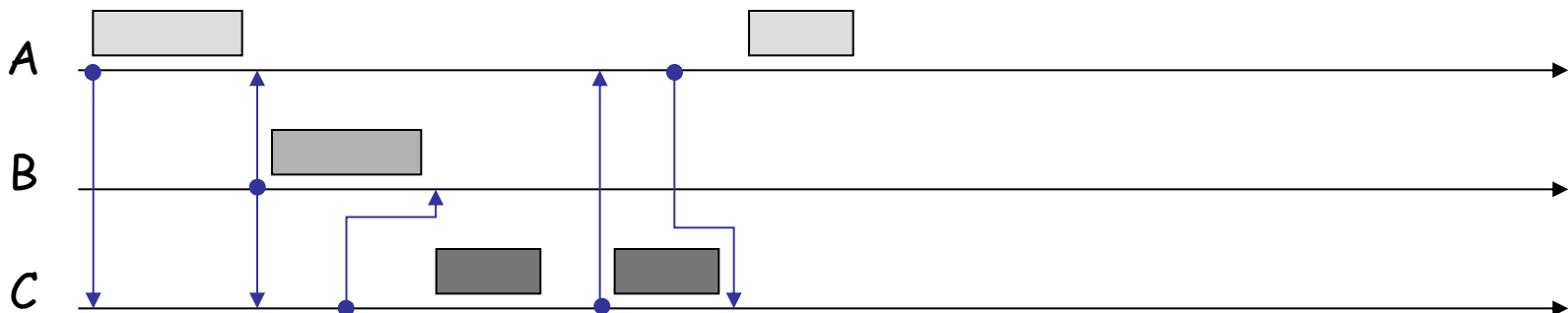
■ Principe

- le temps est discrétisé
- les stations ne peuvent émettre qu'en début de slots



CSMA

- CSMA : **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess
- Principe
 - reprend le Pure Aloha
 - avec une "écoute" du canal avant d'émettre : la station n'émet que si le canal est libre





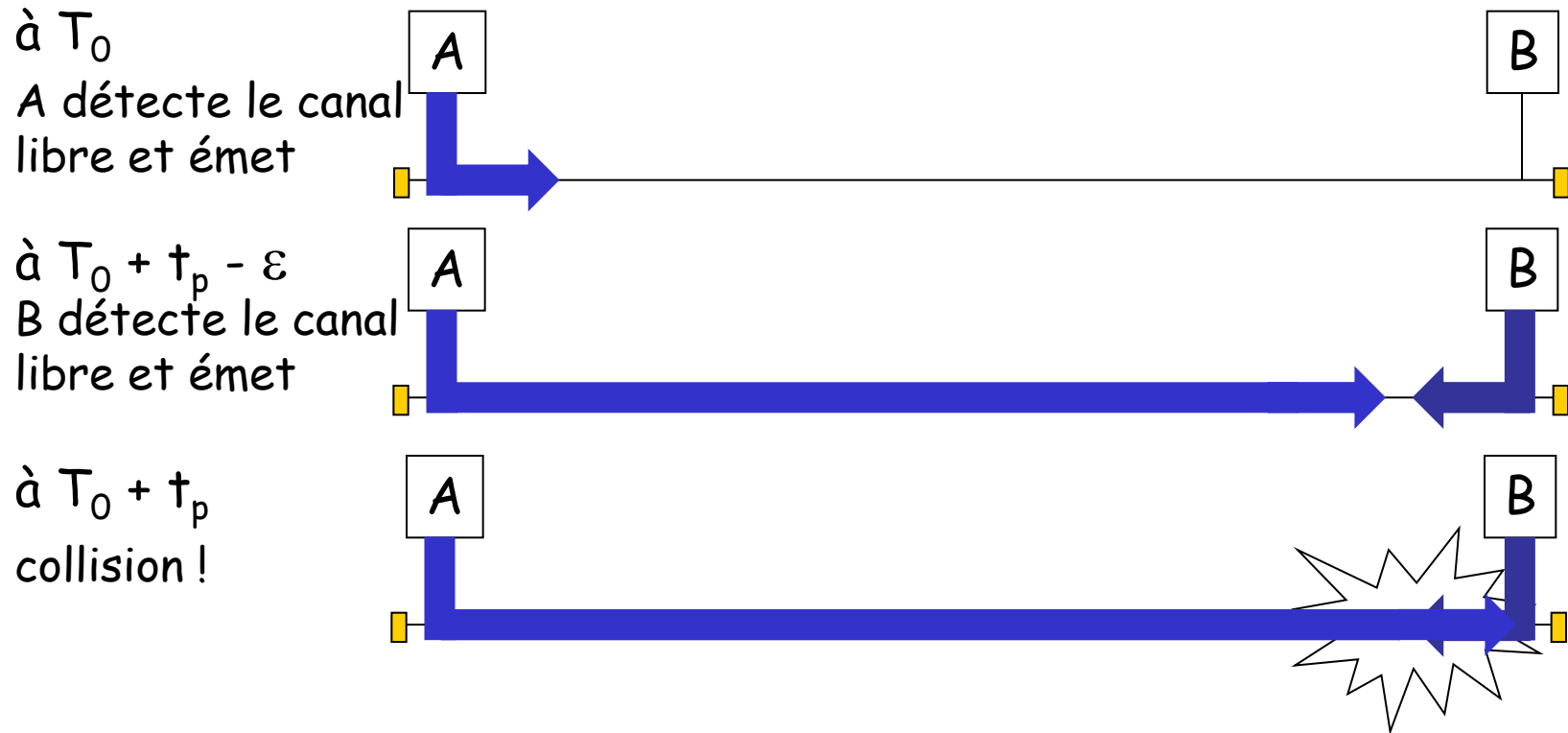
CSMA

- Variantes selon le type de décision prise par la station émettrice lorsqu'elle détecte le canal occupé
 1. CSMA persistant
 - écoute persistante du canal
 - dès qu'il devient libre, émettre
 2. CSMA non persistant
 - faire une nouvelle tentative au bout d'un temps aléatoire
 3. CSMA p-persistant
 - écoute persistante du canal
 - dès qu'il devient libre,
 - avec une probabilité p , émettre
 - avec une probabilité $(1-p)$, attendre un délai et aller en 1

Influence du temps de propagation

- Pourquoi peut-il y avoir encore des collisions ?
 - deux stations A et B, situées aux extrémités d'un bus
 - d la distance les séparant et v_p la vitesse de propagation sur le bus
 - t_p le temps de propagation entre A et B :
 - $t_p = d / v_p$

Influence du temps de propagation





CSMA/CD

- Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
- le protocole utilisé par Ethernet !
- Principe
 - reprend CSMA
 - une station qui émet continue à écouter le canal pendant sa transmission → détection des collisions
 - en cas de collision, chaque station impliquée déroule un algorithme de reprise

CSMA/CD : définitions

- fenêtré de collision (time-slot)
 - délai maximum qui s'écoule avant que l'on détecte une collision ou encore délai après lequel une station est certaine d'avoir réussi sa transmission
 - égale à deux fois le temps de propagation d'un signal sur le support.
 - ↪ c'est l'unité de temps du protocole

CSMA/CD : définitions

- séquence de brouillage (jam sequence)
 - séquence de brouillage envoyée par une station dès qu'elle a détecté une collision, afin de la rendre détectable par l'ensemble des stations impliquées
- délai inter-trame (interframe gap)
 - silence minimum entre 2 trames successives

Le protocole Ethernet

- Construire trame à émettre;
NbTentative=0
- Répéter:
 - Tant que câble occupé faire attendre
 - Tant que pas de collision faire transmettre
 - Si collision détectée et NbTentative < 16 faire
 - Arrêter transmission + émission brouillage
 - Tirage aléatoire du temps d'attente X en fonction du nombre de tentative
 - Attendre X
 - NbTentative= NbTentative+1
- Jusqu'à transmission complète ou NbTentative = 16
- Tirage aléatoire:
 - première collision on tire aléatoirement X dans $\{0, T\}$
 - deuxième collision on tire X dans $\{0, t, 2*T, 3*T\}$
 - i ème collision on tire X dans $\{0, \dots, (2i - 1) * T\}$
 - On s'arrête à $i = 10$ pour l'intervalle des durées et à 16 pour le nombre d'essais

CSMA/CD

■ avantages

- ☺ approche complètement décentralisée
- ☺ simplicité
- ☺ équitabilité
- ☺ très efficace sous faible charge
- ☺ utilisation d'un bus passif
- ☺ facilité d'installation pour un petit réseau et évolution sans remise en cause de l'existant
- ☺ coût peu élevé

■ inconvénients

- ☹ délais imprévisibles
- ☹ pertes de trames possibles