

LAN

- Introduction:
 - CPL et LAN en parallèle
 - Cela ne devrait pas poser de problème puisque vous avez toutes et tous suivi TIB

LAN

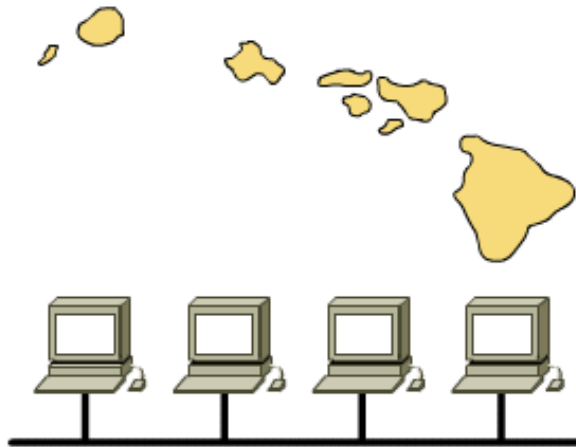
- Introduction:
 - Site: <http://www.marcos-rubinstein.ch/teaching/lan/>
 - Peut changer au cours du semestre mais les dates de deux TE's s'y trouvent déjà.
 - Vous pouvez télécharger le support et les présentations en format PDF
 - Qui aimerait avoir les docs sur papier?

Transmission dans un milieu partagé

- Exemples
 - Dans la vie quotidienne, un groupe de personnes doivent se partager le milieu utilisé pour parler
 - La même situation se présente lorsque plusieurs systèmes informatiques tentent de communiquer simultanément dans une salle utilisant des ondes radio
 - Des méthodes ont été développées pour gérer de manière plus ou moins efficace les échanges de messages dans ces situations

Méthodes d'accès à un médium partagé

- Protocole **ALOHA**
 - Développé dans les années 1970 par l'Université de Hawaï
 - Permettait la connexion des différentes îles
 - Support physique partagé: canal radio



Protocole ALOHA

- Une station peut envoyer des données à tout moment sans vérifier si le canal est libre
- Des collisions de transmission rendent les signaux indéchiffrables
- Une station attend l'acquittement pendant un délai déterminé
- Retransmission des données perdues après un délai aléatoire
 - Évite que les même stations entrent à nouveau en collision

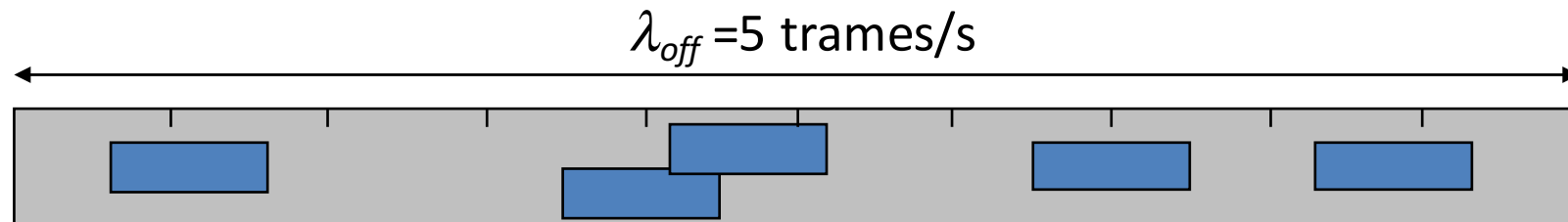
Performances du protocole ALOHA

- Hypothèses
 - Nombre très grand d'utilisateurs qui génèrent des trames avec une fréquence totale λ_{off} constante (selon un processus de Poisson)
 - Temps moyen de transmission d'une trame: τ
 - Canal de transmission exempt de erreurs de transmission
 - Temps de propagation du signal négligeable
- Trafic offert A : Toutes les tentatives de transmission (y compris les collisions et les retransmissions)
- Trafic écoulé Y : Trafic transmis avec succès
- Nous cherchons la relation entre A et Y

Trafic

- Définition: Trafic offert: $A = \lambda_{off} \cdot \tau$
 - Temps moyen de transmission d'une trame: $\tau = l/D$
 - Longueur moyenne d'une trame: l (bits)
 - Débit de transmission: D (bits/s)
 - Fréquence de transmission de trames: λ_{off}
 - Temps d'inter-arrivée entre les trames : $t_{inter} = 1/\lambda_{off}$
- Trafic écoulé: $Y = \lambda_{reçu} \cdot \tau$
 - Fréquence de trames reçues correctement: $\lambda_{reçu}$
- Probabilité de transmission **sans collision**: P_0
 - $\lambda_{reçu} = P_0 \cdot \lambda_{off}$ et $Y = P_0 \cdot A$

Exemple 1



- $\lambda_{off} = 5$ trames/s
- *Temps de transmission d'une trame* $\tau = 1/10$ s
- $A = 5/10 = 0.5$ E
- $P_0 = 3/5$
- $Y = 3/10 = 0.3$ E

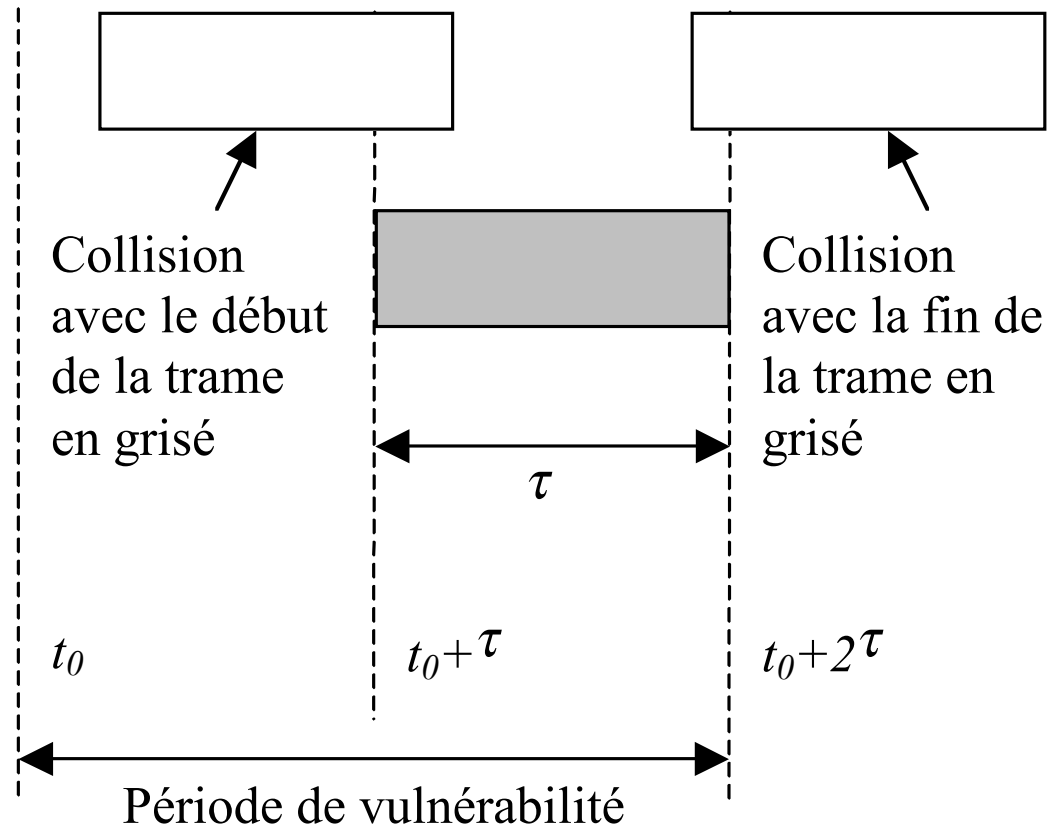
Exemple 2

- Longueur moyenne d'une trame: $l = 1500$ octets = 12000 bits
- Débit de transmission: $D = 10$ Mb/s
- **Temps de transmission** $\tau = 1,2$ ms
- Fréquence de tentatives de transmission: $\lambda_{off} = 450$ s⁻¹
- Temps d'inter-arrivée entre les trames : $t_{inter} = 1/\lambda_{off} = 2,2$ ms
- **Trafic offert** $A = 450$ s⁻¹ · 1,2 ms = 0,54 Erlang
- Si on connaît la probabilité de transmission sans collisions $P_0=0.3$, on peut écrire
 $Y=0,3 \cdot 0,54=0.162$ Erlang

Exercice

- **Longueur moyenne d'une trame:** $l = 2700$ bits
- **Débit de transmission:** $D = 54$ Mb/s
- **Fréquence de tentatives de transmission:** $\lambda_{off} = 100$ trames/s⁻¹
 - a. Calculez le temps de transmission moyen d'une trame
 - b. Calculez le temps d'inter-arrivée entre les trames
 - c. Calculez le trafic offert A
 - d. Si la probabilité de transmission sans collisions $P_0=0.8$, calculez le trafic écoulé Y

Période de vulnérabilité d'une trame



Modèle mathématique

- Nous cherchons la probabilité de transmission sans collision: P_0
- Probabilité que k trames soient générées pendant un intervalle de temps t :

Distribution de Poisson $\Pr(k) = \frac{(\lambda t)^k e^{-\lambda t}}{k!}$

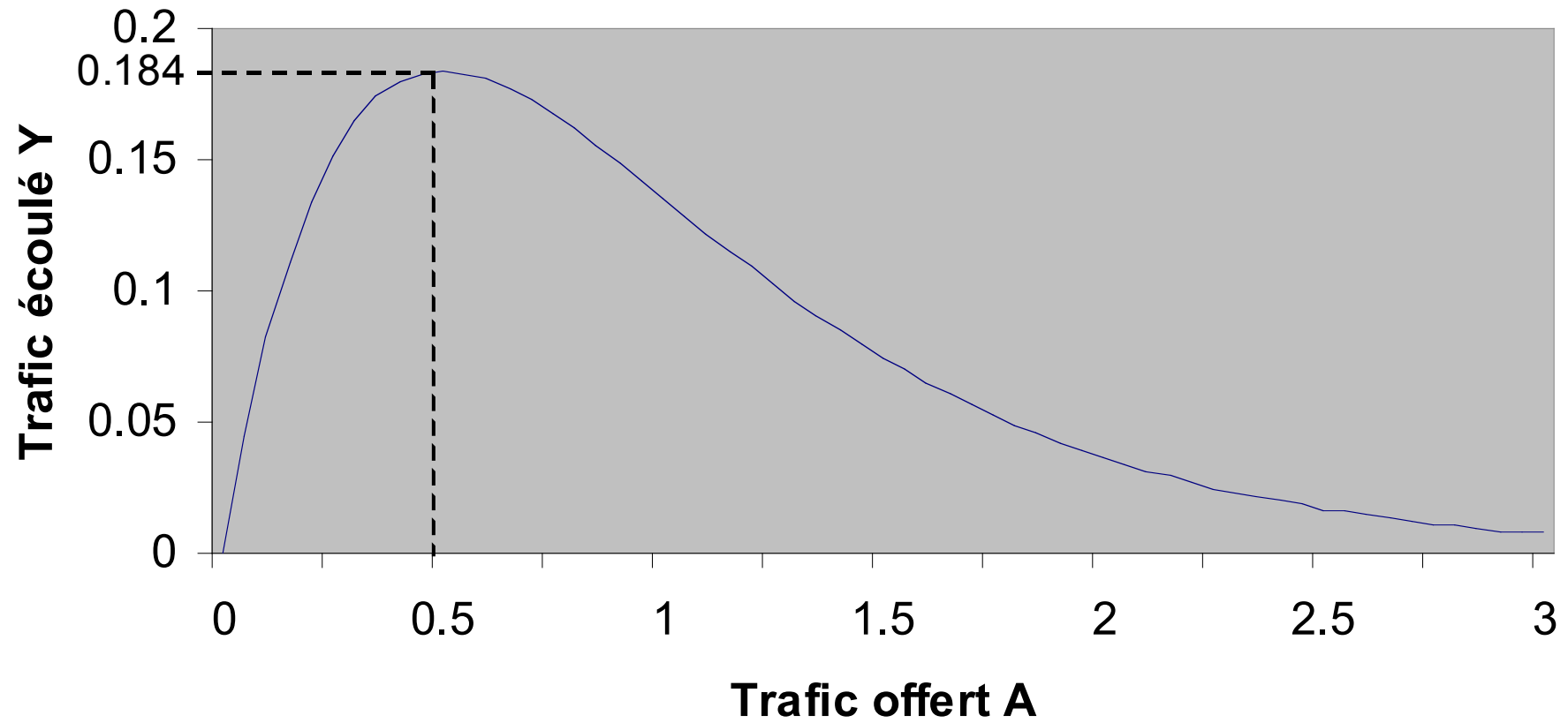
- Pas d'autres transmissions pendant la période vulnérabilité:

$$P_0 = \frac{(2A)^0 e^{-2A}}{0!} = e^{-2A}$$

- Et finalement $Y = A \cdot P_0 = A \cdot e^{-2A}$

Résultats

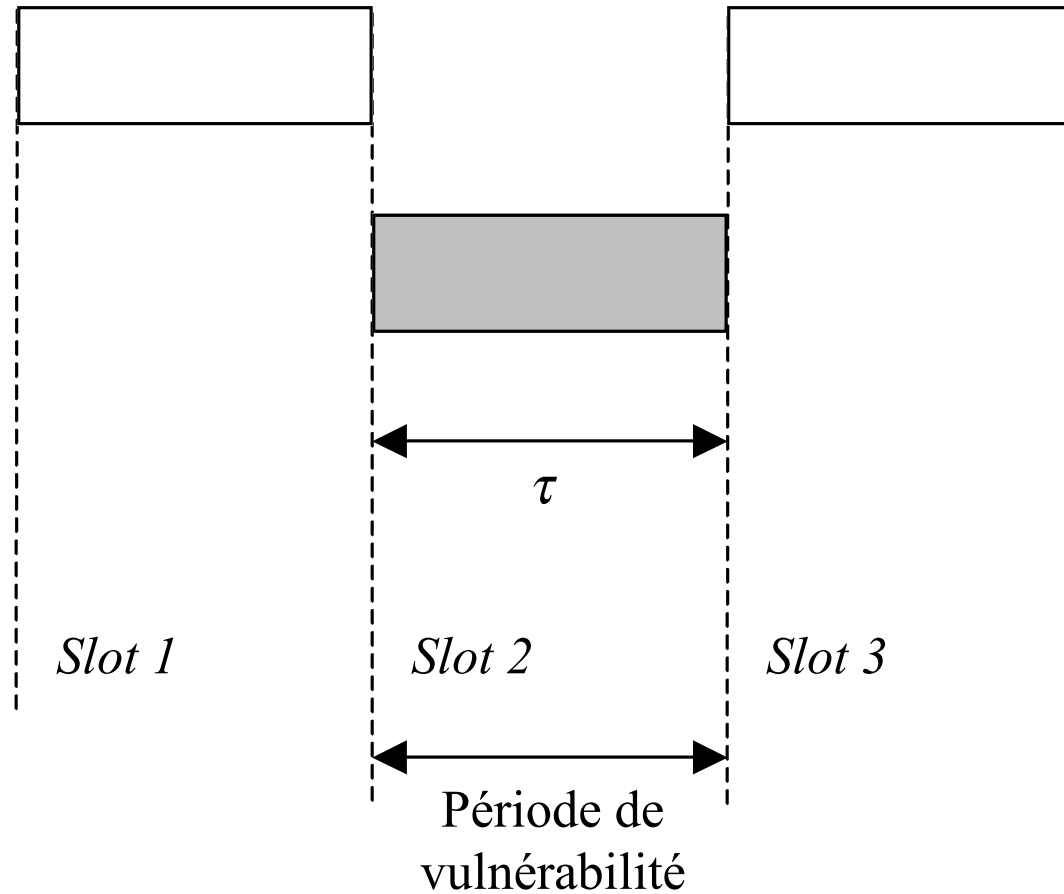
ALOHA



Amélioration: ALOHA discrétisé

- Division du temps en intervalles répétitifs (*slots*)
→ *slotted ALOHA*
 - Les slots ont une durée constante: durée d'une trame
- Début d'une émission seulement au début d'un slot
- Nécessite une *synchronisation* entre les stations
- Effets:
 - Dans le cas d'une collision, les trames se chevauchent complètement et non seulement en partie
 - Diminution de la période de vulnérabilité

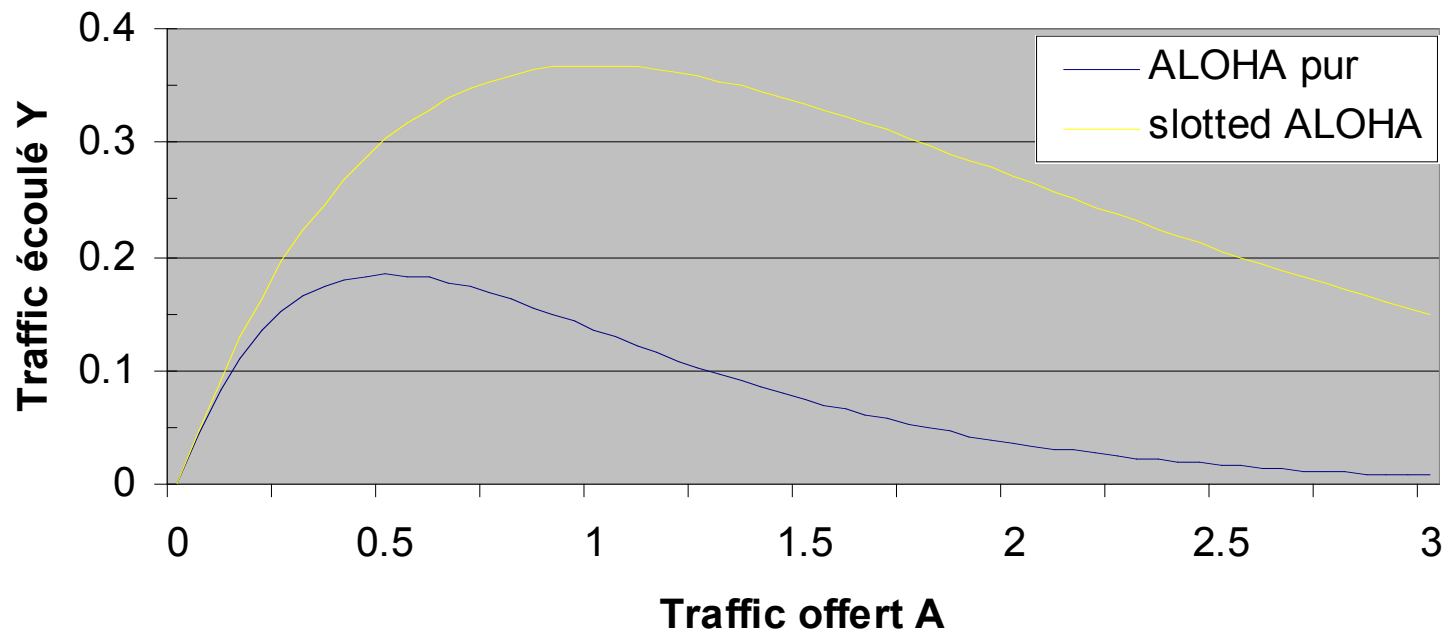
Période de vulnérabilité dans ALOHA discrétisé



Résultats

- Période de vulnérabilité: τ
- Trafic écoulé: $Y_{\text{slotted}} = A \cdot e^{-A}$

ALOHA



Performances d'Aloha discrétisé



- Utilisation optimale du canal
 - Occupation utile maximale du canal (= trafic écoule Y) 36.8 % (= 0.368 E)
 - Occupation du canal par les collisions (100%-Y-P₀) 26.4 % des slots

 - Occupation du canal sans collisions (Y+P₀) 63.2 % (= 0.632 E)
 - Canal non-utilisé (=P₀): 36.8 % des slots
- L'occupation du canal peut être augmentée en augmentant le trafic
 - Croissance exponentiellement le nombre de collisions
 - Diminution de trafic écoulé

Délai moyen de transmission

- Probabilité d'une trame de ne pas subir une collision: $P_0 = e^{-A}$
- Probabilité d'une trame de subir une collision: $1 - P_0 = 1 - e^{-A}$
- Probabilité de nécessiter k transmissions: $P_k = e^{-A} (1 - e^{-A})^{k-1}$
- Nombre moyen de transmission d'une trame:

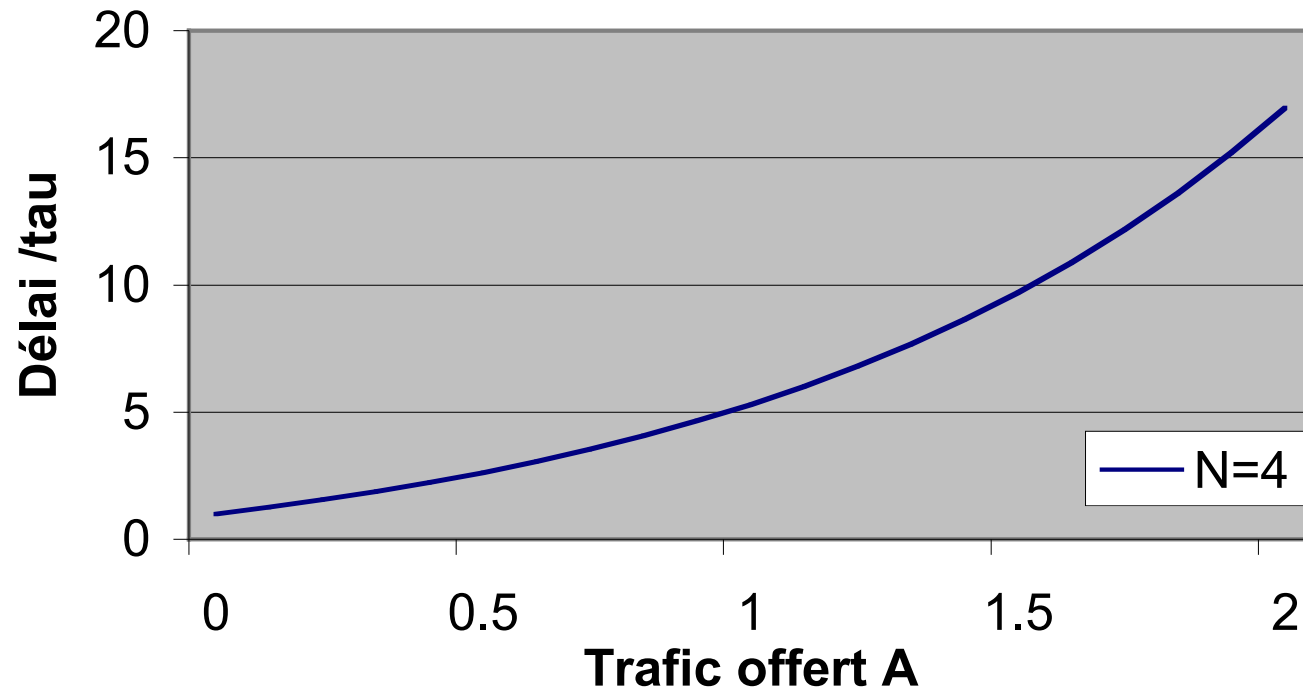
$$E = \sum_{k=1}^{\infty} kP_k = \sum_{k=1}^{\infty} ke^{-A} (1 - e^{-A})^{k-1} = e^A$$

- Délai aléatoire entre retransmissions: $(1 \dots N) \cdot \tau$
- Délai moyen entre retransmissions: $\frac{N+1}{2} \tau$
- Délai moyen de transmission d'une trame:

$$D = (e^A - 1) \frac{N+1}{2} \tau + \tau$$

Aloha discrétisé:

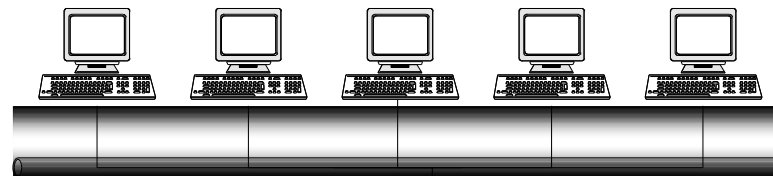
Délai moyen de transmission



- Exemple
 - Trafic offert: $A = 1 E$
 - Délai moyen de transmission: $D = 5.2 \tau$

Méthode CSMA

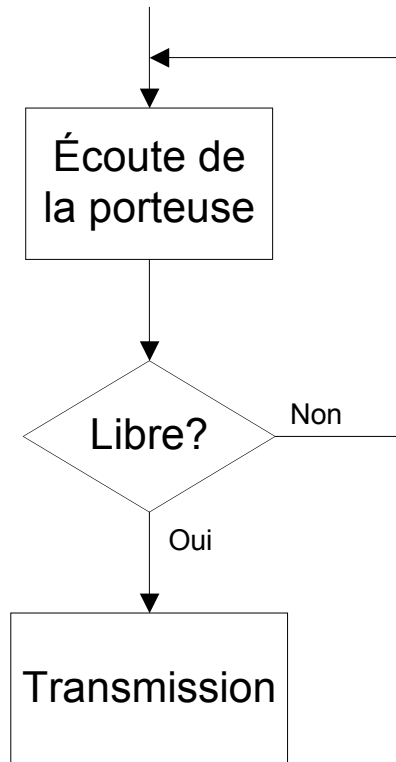
- Dans ALOHA, l'émetteur initie la transmission sans vérifier si le canal est libre
- Le câble **permet d'écouter** si le canal partagé est libre
- Protocole amélioré:
Carrier Sense Multiple Access (CSMA)
- Collisions toujours possibles à cause du délai de propagation



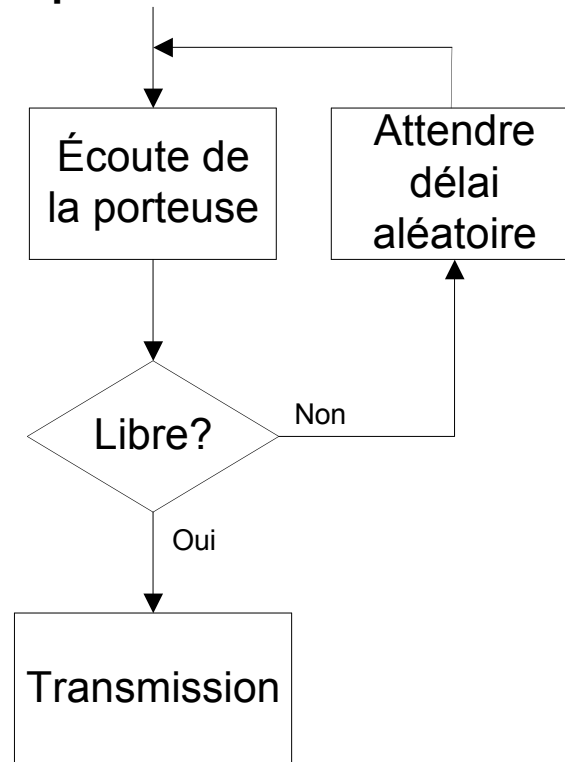
Support physique partagé

Variantes de CSMA

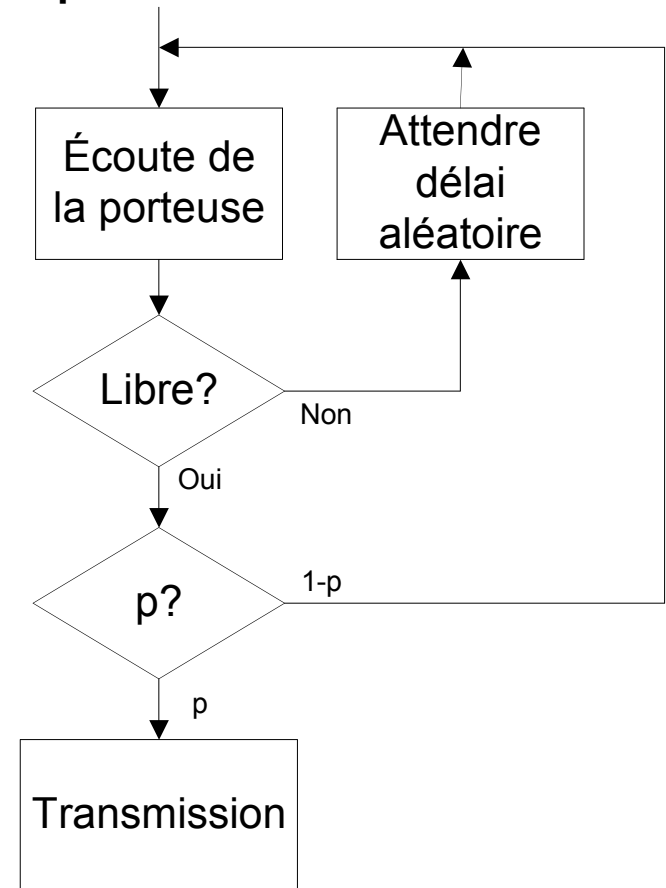
CSMA persistant



CSMA non persistant



CSMA p-persistant



Performances de CSMA

Trafic écoulé Y

