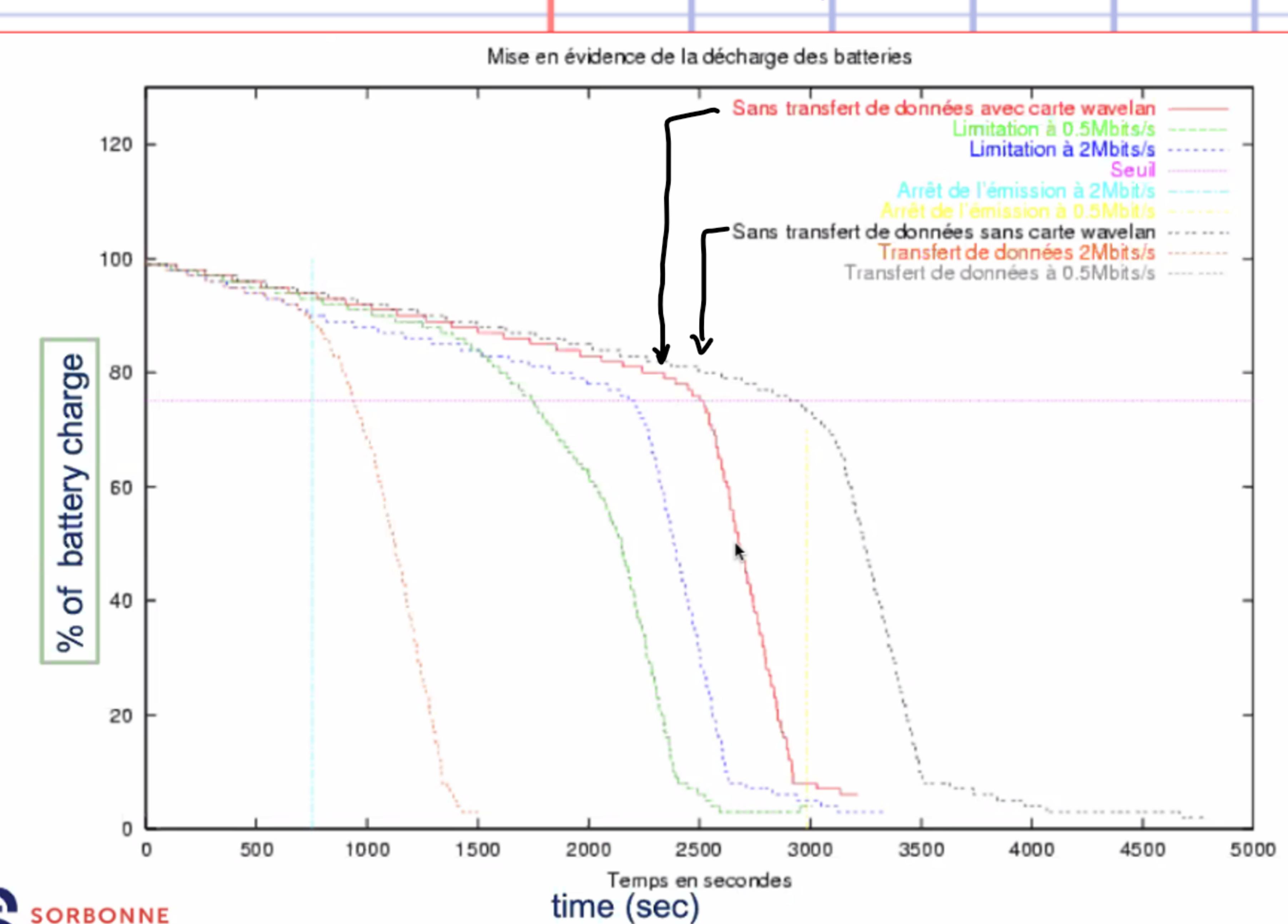


TD 6

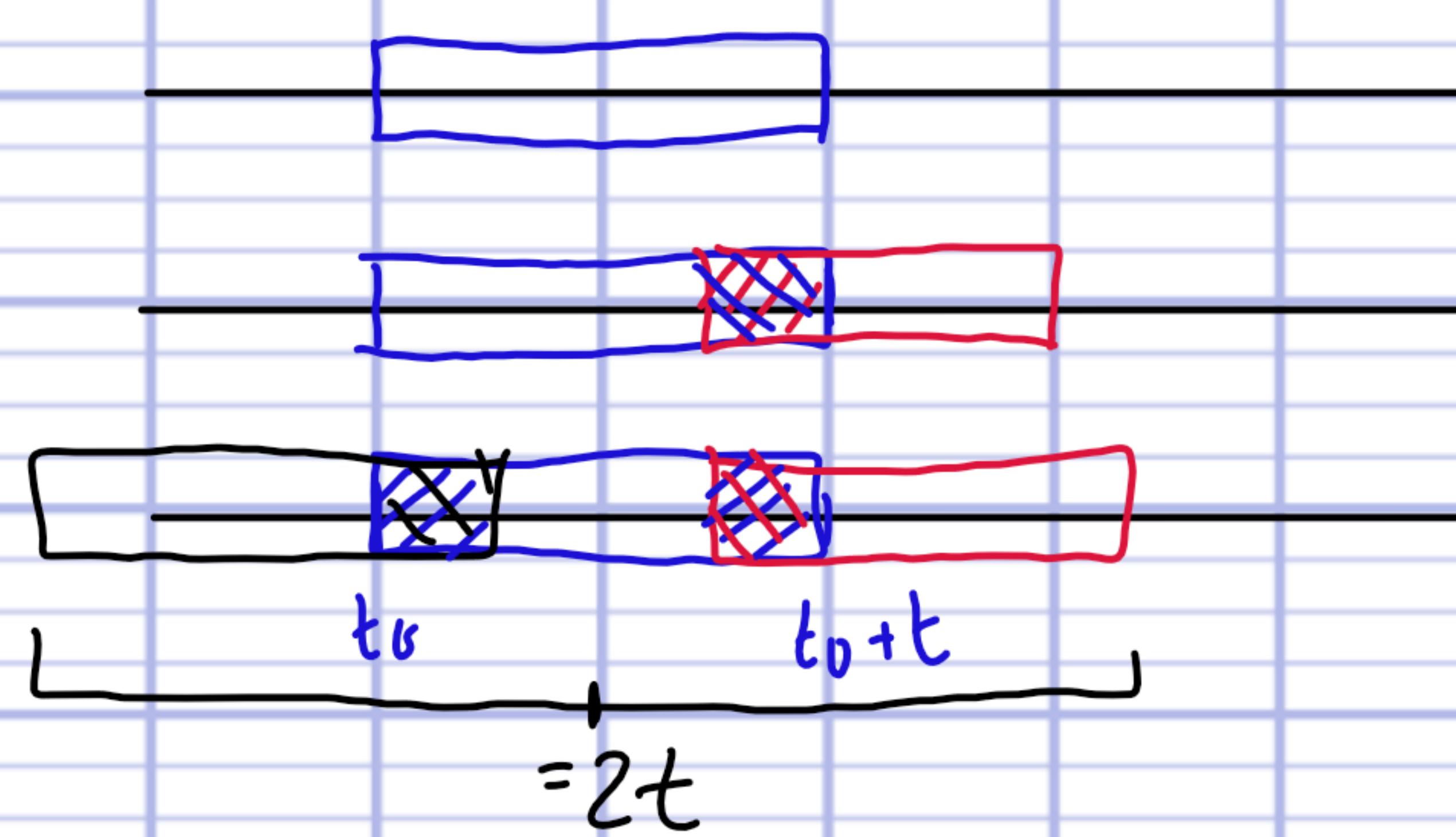
f1

(CS) → ESS = plusieurs BSS ensemble.



Technique d'accès dynamique : ALOHA

1.a) Période de vulnérabilité = $2t$.



$$1.b) = \frac{G}{e^{-2t}} = E[N(t)] = \lambda t$$

$$1.c) q = P[N(2t) = 0] = e^{-2\lambda t} = e^{-2G}$$

$$1.d) S = G \cdot q = G \cdot e^{-2G}$$

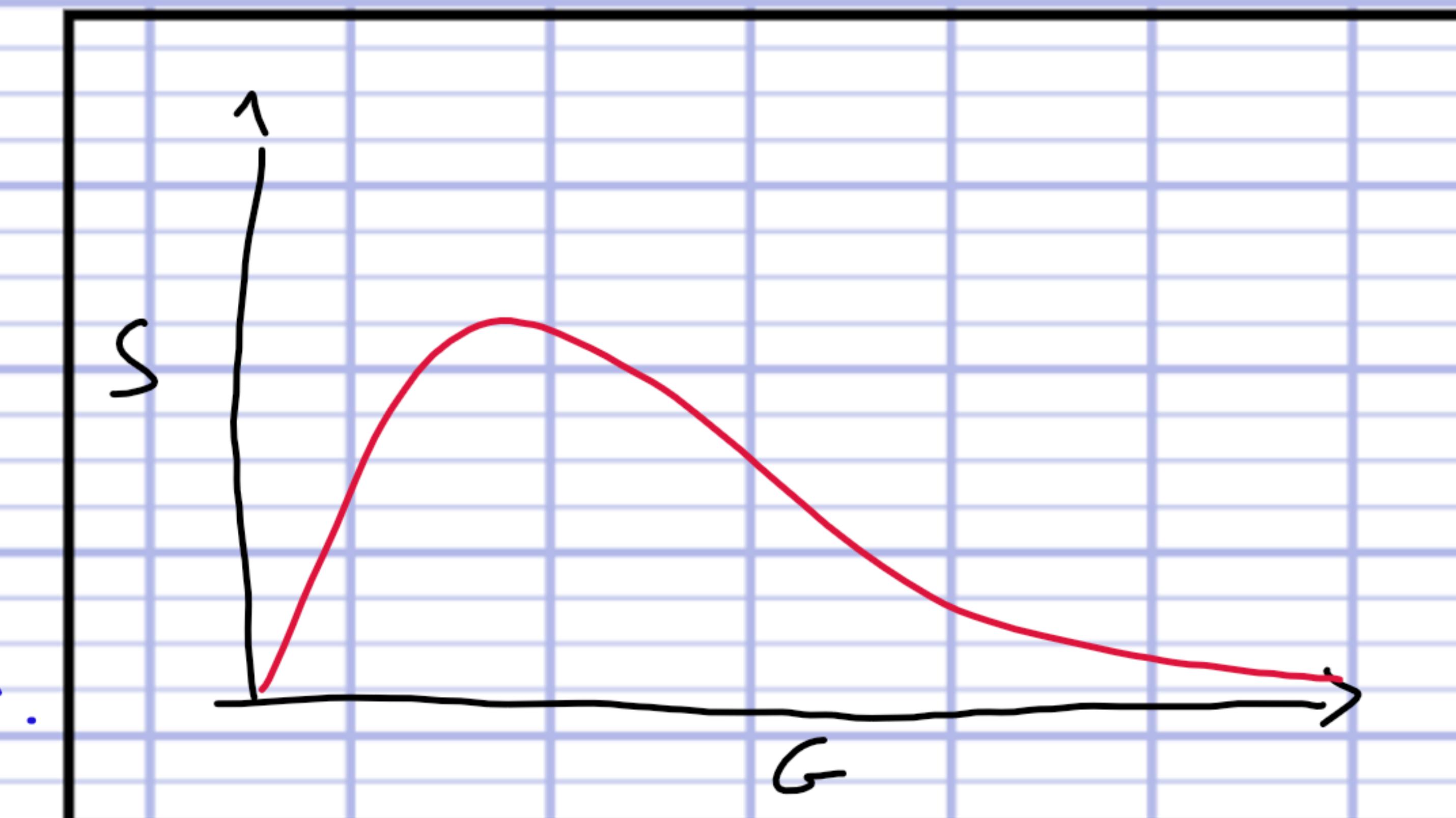
1.e)

Quand G est petit: S est à peu près égal à G .

Quand G croît: S croît moins vite, de + en + de frames en erreur.

A partir d'une valeur seuil: S décroît de + en + de frames en erreur.

Quand G devient grand: Efficacité tend vers 0, + une frame n'est transmise



$$1.f) \frac{\partial S}{\partial G} = \frac{Ge^{-2G}}{\partial G} = e^{-2G} \cdot 2G e^{-2G} = (1-2G)e^{-2G} = \frac{1}{2}$$

1.g) $S_{max} = \frac{0.5}{e} \approx 0.184$. 36% des frames sont transmises avec succès car $G_{max} = 0.5$. On envoie une frame tout les 0.5t

1.h) ALOHA = malheureuse défaillance...

1.i) Débit utile = 56000×0.184 , une station a besoin de $1000/100$ (bits/sec.)
 $N = 1030$ stations.

2) Slotted ALOHA:

a) Période de vulnérabilité: t , car on ne peut transmettre 1 frame pendant 1 intervalle de temps因果 de tous

b) Il faut une bonne synchronisation des stations.

$$c) p = P[N(t) = 0] = e^{-2t} = e^{-G}$$

$$d) \frac{\partial S}{\partial G} = \frac{Ge^{-G}}{\partial G} = e^{-G} - Ge^{-G} = (1-G)e^{-G} \rightarrow G_{max} = 1, \frac{S}{G} \text{ est double'}$$

e) $G_{max} = 1 \rightarrow 1 \text{ frame / unité de temps } t \rightarrow \text{ pendant tout le temps on envoie 100 frames dont 36 avec succès.}$

TD 6

"Slotted ALOHA"

F2

Réserveur ALOHA :

a) nb de slot de réservation moyen: $\frac{1}{0,36}$ (en moyenne il faut 3 transmission pour réserver).

b) Efficacité du protocole ALOHA discrétisé:

$$\eta = \frac{\text{Temps de transmission}}{\text{Temps total}} = \frac{\text{Temps de transmission}}{\text{Tress} / 0,36 + \text{Ttransmission}} = \frac{\text{Ttransmission}}{\text{Ttransmission} \times 0,05 / 0,36 + \text{Ttransmission}} = \frac{1}{0,05 / 0,36 + 1} = 88\%$$

CSMA & dérivés :

a) + le temps de propagation est grand plus le nb de collision est élevé. (+ les stations sont éloignées)

b) Un réseau local sans fil ne peut utiliser le CSMA/CD car:

- On ne peut pas émettre & recevoir en même temps.

- Problème du terminal caché, on ne peut pas être garantie que le medium est libre...

vrai ?

c) d) e) ? (pas le temps de noter).

5)

Les normes IEEE 802.11

1) Plusieurs BSS réunis dans un ESS permet à une station de se connecter à n'importe lequel des points d'accès (même règles d'authentification, même SSID). Le BSSID sera différent pour chaque BSS

2) Utiliser des canaux différents permet de réduire les interférences entre cellules.

3) RTS/CTS permet d'éviter le pb du terminal caché.

4) Pour être assuré qu'elles seront entendues par toutes les stations de la cellule. Le standard impose qu'elles soient envoyées à un débit fixe. (souvent 1 Mbit/s).

5) On peut augmenter le débit en:

- Augmenter la bande passante

- MIMO Beamforming (augmenter les canaux (multiplexage spatial))

- Codage + efficace (OFDM) + modulation avec des relais (grâce au MIMO, le signal reçu est de meilleure qualité).

6 a) Il ne sera pas en mesure de comprendre le signal reçu.

b) Solution: RTS/CTS.

7) Non ils sont opérés sur des bandes de fréquences différentes.

8) Ils peuvent tous les deux fonctionner dans la même bande de fréquence. C'est donc possible si les frames 802.11n sont transmises à un débit de 802.11n.

BSSID = ~~QMAX~~

TD 6

F3

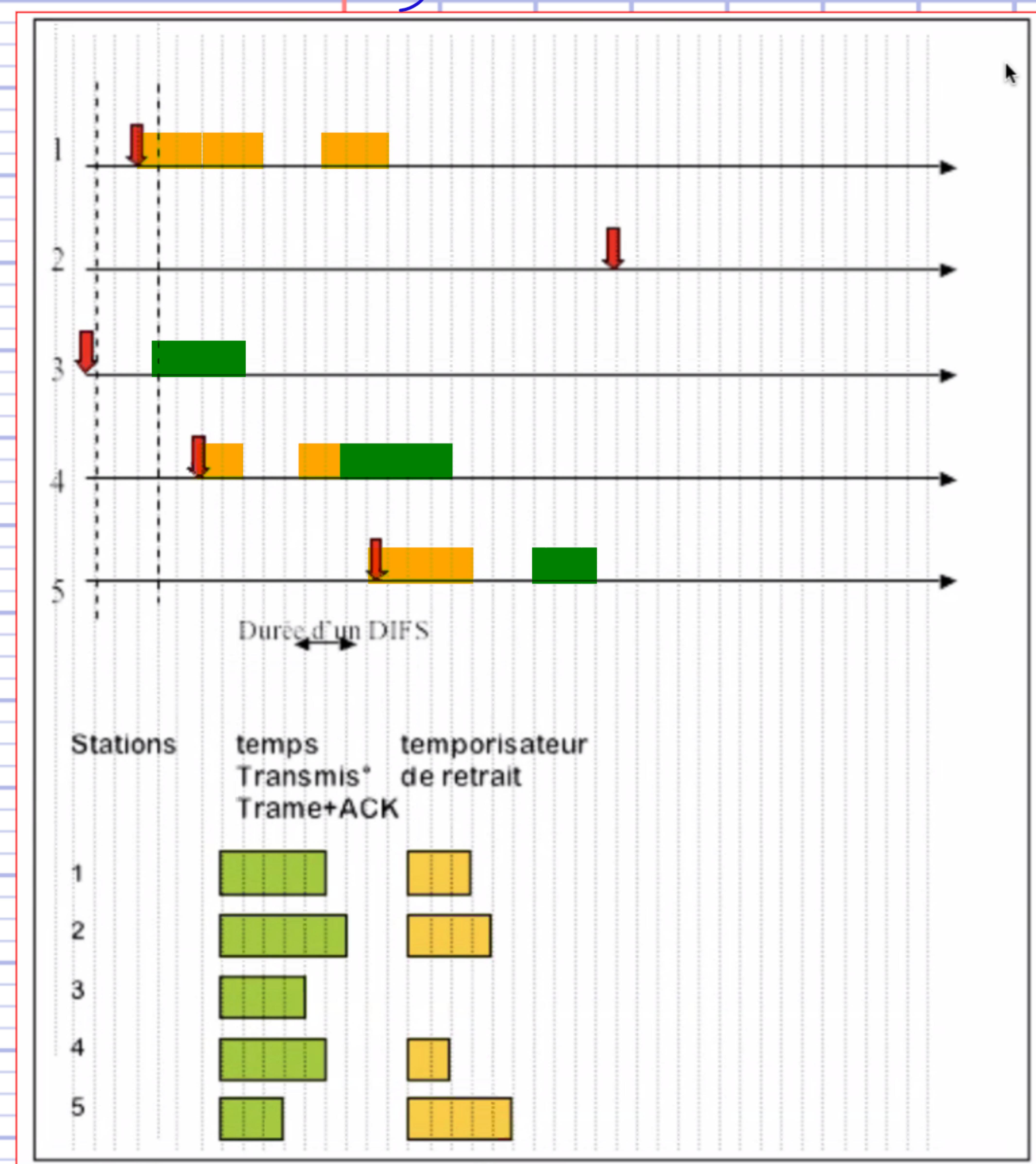
- 9) - Débit possibles, portée de transmission, nb d'utilisateurs, centralisée (AP) ou distribuée, autonomie de la batterie, sécurité (quelle bande de fréquence opère-t-ai), gestion de la mobilité, configuration dynamique.
- 10) Mono cellulaire: toutes les stations sont à portée radio de l'AP.
Multi cellulaire: plusieurs AP interconnectés au travers d'un réseau (souvent filaire).
- 11) + BP disponible est élevé \rightarrow débit élevés. (+ de sécurité : difficile de pirater un relais infrarouge sans être à proximité des émetteurs/recepteurs)
- Très fort atténuation du signal / transmission en ligne directe sous obstacle.
- 12) point d'accès: équipement d'infrastructure d'un BSS, il gère et centralise les fonctions de gestion du 802.11.
portail: permet de passer d'une technologie à une autre (ex: 802.3 à 802.11).
- 13) association, authentification, synchronisation, mode économie d'énergie, distribution, sécurité.
- 14) Pour gérer les handover, il faudra mettre en place une phase d'association précédée d'une phase d'authentification (en général).
- 15) Les débits effectifs sont < des débits théoriques car il y a:
- Les temps d'inactivité (DIFS / BO / SIFS) + ACTs.
- Le temps d'envoi des entêtes PHY/MAC est non négligeable.
- Les interférences (collisions) qui imposent des retransmissions / BER

TD 6

Ex 4

Méthode d'accès

2) collision entre 5 et 2.




3) Si le nombre de collisions est petit, on peut se dire que le réseau est faiblement chargé, les stations vont attendre un temps aléatoire (petit) mais elles vont choisir le même nb \rightarrow collision successives... Si collision en chaîne alors réseau surchargé. On augmente le fenêtre des temps d'attente pour réduire la probabilité de choisir les mêmes valeurs.

4) La méthode d'accès introduit des temps d'indisponibilité (ACK) \rightarrow perte en efficacité

5) On peut avoir des collisions lors de la phase de réservation (RTS/CTS) mais pas lors de la transmission des données.

Diagramme de Pilot : Méthode d'accès



CS(7)

FT

Wifi Direct: établissement d'un groupe P2P. Chaque client peut rejoindre le groupe comme dans un réseau classique. Dans chaque groupe P2P il y a un group Owner.

En 802.11 la phase de découverte se termine en ~3 sec.

Le choix du group Owner est fait avec des nombres électriques.

Ensuite il y a la mise en place du WPS (mode de sécurité très sécurisé...).

Wifi Direct ≈ mode infrastructure mais avec un group Owner.

Selection du meilleur chemin basé sur les critères suivants: (802.11s)

- temps de transmission d'une trame.
- le taux d'erreur (qualité du fil, de la transmission) → calcul du % de trames envoyées avec succès.

Gestion des collisions en 802.11s:

Dans un réseau Mesh, les stations sont à portée de communication des autres stations. Elles communiquent sur le même canal et en + il y a plusieurs chemin possible (redondance → réduction des pertes).

Mécanisme de synchronisation: Neighbor Offset Synchronization

À chaque trame de beaconing, on ajoute un time stamp. À la réception on calcule la différence de temps entre le temps dans la trame et l'horloge interne du récepteur.

Mesh Beacon Collision Avoidance (MBCA): chance (droit de transmettre) la fréquence d'envoie des trames.

3) Performances du Wifi

1) Probabilité que le frame soit transmis avec succès = $(1-p)^{8n}$
 La probabilité que le frame soit transmis en erreur = $1 - (1-p)^{8n}$ AN: $1,88 \times 10^{-2}$

2) Probabilité qu'un frame soit transmis à la i -ème tentative: $p(i) = (1-q) \cdot q^{(i-1)}$

$$N = \sum_i i \times p(i) = \frac{1}{1-q}$$

A.N: 1,019

$$3) \rightarrow G = \delta/N = \frac{\delta}{\frac{1}{1-q}} = \delta \times (1-q) = \underline{10,8 \text{ Mbit/s}}$$

Débit perdu = $\delta - G =$

b) k = longueur de l'atréte, $|d|$ = longueur du champs data.

$$G' = \frac{|d|}{(k+|d|)} \times G = \underline{10,53 \text{ Mbit/s}}$$

4) AN: $\delta = 11 \text{ Mbit/s}$, taille frame = 2370 octets, $k = 1_f$ fragments et $p = 10$.

k_e = taille estate

$|d|$ = taille data

n = taille de la frame

$$l_f = k_e + \frac{(n-k_e)}{k}$$

$$GF = \frac{\delta}{N_f} \quad \text{avec} \quad N_f = \sum_i i \times p(i) = \frac{1}{(1-p)^{8 \cdot 1_f}} \quad \xrightarrow{\text{longueur du fragment}}$$

$$G'' = \frac{|d|}{(k \cdot (k_e + |d|))} \times GF = \frac{|d|}{(k \cdot (k_e + |d|))} \times \delta \times (1-p)^{8 \cdot 1_f} \quad \text{A.N.} = G'' = 9,81 \text{ Mbit/s.}$$

5) Comprendre faire entre l'amélioration du débit face à la diminution du taux d'erreur des frames (q) et l'augmentation des atrétes si on multiplie les fragments.

3.2) Débit maximal théorique de 802.11b

1) Temps total d'envoie et d'accroissement de 1500 octets de données.

$$T = T_{\text{difs}} + T_{\text{bss}} + T_{\text{phy}} (\text{préambule} + \text{plcp}) + T_{\text{MAC}} + T_{\text{data}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{phy}} (\text{préambule} + \text{plcp}) + T_{\text{ACK}}$$

Avec $T_{\text{difs}} = 5 \mu\text{s}$, $T_{\text{MAC}} = 34 \text{ octets}$, $T_{\text{ACK}} = 14 \text{ octets}$.

$T_{\text{bss}} = \text{Temps backoff} = 15,5$

$$T = 1880 \mu\text{s} \quad (1879,81)$$

Arme que le débit théorique est de 11 Mbit/s.

$$2) l_d = 1500 \text{ octets} \quad \text{donc} \quad \text{Débit} = \frac{l_d}{T_{\text{total}}} = 6,38 \text{ Mbit/s}$$

$$3) \text{Taille RTS} = 160 \text{ bits} \quad \text{Taille MAC (CTS)} = 112 \text{ bits} \quad \Delta \text{ tous les bits sont envoyés à } 1 \text{ Mbit/s!}$$

$$\begin{aligned} & T_{\text{difs}} + T_{\text{bss}} + T_{\text{phy}} + T_{\text{MAC RTS}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{phy}} + T_{\text{MAC CTS}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{phy}} (\text{préambule} + \text{plcp}) + \\ & T_{\text{MAC}} + T_{\text{data}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{phy}} + T_{\text{ACK}} = 13814 \mu\text{s} \end{aligned}$$

$$\text{Total sans RTS/CTS} = T_{\text{difs}} + T_{\text{bss}} + T_{\text{phy}} + T_{\text{MAC}} + T_{\text{data}} + T_{\text{SIFS}} + T_{\text{phy}} + T_{\text{ACK}} = 13738 \mu\text{s}$$

efficacité avec RTS/CTS = 86,86%

efficacité sans RTS/CTS = 91,33%

$$\boxed{\text{Éfficacité} = \frac{\text{débit utile}}{\text{débit brut}}}$$

3)b) Je suis pas, cependant, moi.

[...]

$$3.3.1) \text{Temps total émission d'une frame à } 1 \text{ Mbit/s puis } 1 \text{ frame à } 11 \text{ Mbit/s} = x + \frac{x}{11} = \frac{12}{11} x$$

$$\text{Débit moyen} = \frac{2x}{\frac{12}{11}x} = 1,83 \text{ Mbit/s}$$

$$\text{Débit utile} = \text{débit moyen} / 2 = 0,9 \text{ Mbit/s}$$

3.3.2) Cause d'un débit faible : distance trop grande ou carte réseau trop ancienne.

- Solution pour la distance : rapprocher un AP + proche de la station.

- Solution pour une carte réseau ancienne : refuser l'association des cartes anciennes.

3.3.3) Oui dès 802.11ax pas dès les horres suivantes.

3.3.4)

- a) On diminue la taille de la cellule.
- b) \oplus la cellule est petite \oplus il faut d'AP pour couvrir une même zone.
- c) Oui cela \nearrow la capacité du réseau.
- d) Oui car il y aura \oplus de "roaming" (changement d'AP) Pb: le 802.11 ne permet pas de changer d'AP sans faire perdre. La seule solution c'est le 802.11s avec le réseau maillé (Mesh network) (les AP communiquent entre eux pour assurer la mobilité des stations.)

5) On fait pas (mais on trouve 14,8 Mbit/s sans RTS/CTS).

6)

7) - Perte en débit à cause de la phase de réservation obligatoire (RTS/CTS).

- Débits hétérogènes dans la cellule pénalisent fortement les stations ayant des débits physiques plus élevés.

8) a) Adaptation dynamique et autonome du choix de la bande de fréquence en fonction des interférences.

b) \ominus interférences \rightarrow meilleur débit.

Augmente la capacité globale du réseau (cellules de \oplus petite taille).

c) à partir de n agrégation des frames

WMM (802.11e: intro de la QoS avec des priorités différentes).

.2x: OFDMA et du CSMA/CD (car la méthode d'accès CSMA/CA a rencontré ses limites).