
Devoir surveillé

Conception Cross-Layer

Le devoir a une durée de 2h. Documents de cours et calculatrices autorisés.

Une attention particulière sera accordée à la présentation et à la lisibilité du devoir. Justifiez bien vos réponses.

Ne pas oublier de rendre son sujet avec son nom à la fin du DS.

1 Efficacité d'une couche MAC (5 points)

On considère une liaison point-à-point dans un système WLAN. D'un point de vue MAC (Medium Access Control), la trame de communication entre la station mobile et le point d'accès peut se représenter comme sur la figure 1 ci-dessous. Le temps d'accès alloué pour le protocole CSMA/CA est représenté par la durée "CSMA/CA access time". On note également la durée de chaque partie de la trame MAC en dessous des différents éléments la composant (toutes les durées sont en μs). SIFS est un temps de garde nécessaire avant l'envoi d'un "acknowledgement". La durée totale de la trame MAC est donc de 286 μs . La trame physique à transmettre est visualisée par le champ DATA et possède 1500 octets. Pour transmettre cette trame physique (les données) on considère une couche physique (PHY1).

- Calculer le débit de cette couche physique (en Mbit/s).

Le throughput MAC est défini comme le rapport entre le nombre de bit de données (!) à transmettre sur la durée de la trame MAC.

- Calculer ce throughput pour la couche PHY1.

On considère maintenant une autre couche physique (PHY2) capable de transmettre ces mêmes données en 44 μs .

- Calculer le débit de PHY2.
- Calculer le throughput MAC associé à PHY2.

L'efficacité d'une couche MAC est définie par le rapport entre le throughput MAC sur le débit couche physique.

- Calculer l'efficacité de la couche MAC pour les deux couches physiques considérées (PHY1 et PHY2).
Conclusions ?

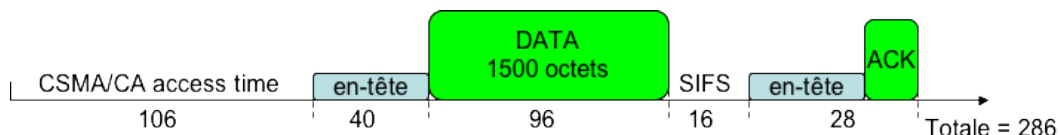


FIGURE 1 – Trame MAC

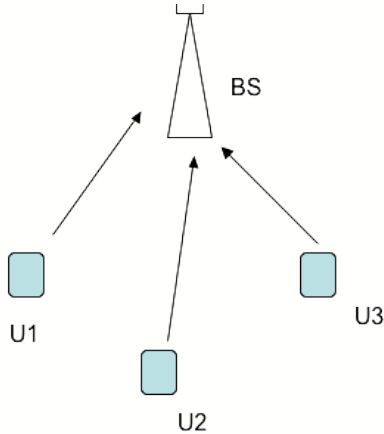


FIGURE 2 – Canal à accès multiple à 3 utilisateurs

2 Région des débits pour un canal accès multiple gaussien (5 points)

On cherche à déterminer la forme de la région des débits théorique d'un canal à accès multiple à trois utilisateurs tel que décrit sur la figure 2. On note σ^2 la puissance du bruit à la réception et P_1, P_2, P_3 les puissances reçues des utilisateurs 1, 2 et 3 au niveau de la station de base respectivement.

1. Si un seul utilisateur transmettait dans la cellule, comment s'écrirait son SNR ?
2. Ecrire l'ensemble des 7 contraintes caractérisant la région des débits théorique de ce canal.
3. Dessiner soigneusement sur votre feuille, la région des débits pour ces trois utilisateurs (indice : A quoi ressemblerait la région si tous les utilisateurs pouvaient communiquer en même temps sans ce soucier de l'interférence des autres utilisateurs ?).

3 Allocation de ressources et optimisation (6 points)

On considère un système cellulaire comprenant K utilisateurs et une station de base dans sa liaison montante. La situation est similaire à celle décrite dans la figure 2. On suppose que la station de base met en oeuvre une technique de décodage à annulation d'interférence. La somme capacité de ce système (le débit global maximum que l'on peut atteindre) est

$$C = \log_2 \left(1 + \frac{1}{\sigma^2} \sum_{k=1}^K p_k |h_k|^2 \right) \text{ bits/channel use,} \quad (1)$$

où \log_2 est le logarithme base deux défini avec $\log_2(x) = \frac{\log(x)}{\log(2)}$, \log est la fonction logarithme base e (logarithme népérien). p_k est la puissance de l'utilisateur k , h_k est le coefficient du canal entre l'utilisateur k et la station de base. Le canal est supposé être à évanouissement par block et constant sur la durée d'un paquet au moins. Enfin, σ^2 est la puissance du bruit à la réception. On se propose de trouver l'allocation de puissance qui maximise la capacité C de ce système. On impose que les puissances p_k soient positives ou nulles et que **chaque** p_k soit inférieure ou égale à P .

1. Formuler de façon standard le problème d'optimisation associé.
2. Montrer que le problème est convexe. (On rappelle qu'un problème est convexe si sa fonction objectif et ses contraintes sont convexes, autrement dit si les dérivées secondes sont positives ou nulles)
3. Résoudre le problème d'optimisation posé à l'aide des conditions KKT.
4. Commenter la signification physique de la solution obtenue.

4 Points de fonctionnement sur une région des capacités (4 points)

Vous placerez directement sur la figure du sujet les différents points demandés. Justifiez sur votre copie.

1. Placer le point F correspondant aux débits maximums équilibrés. Vous prendrez $R_1^{\max} = 3.8918$ bits/channel use et $R_2^{\max} = 2.5649$ bits/channel use.
2. Tracer l'ensemble des points correspondant à un partage temporel de la ressource. En particulier, placer le point T correspondant à un partage temporel égal entre l'utilisateur 1 et 2.
3. Que représente le segment [TF] ? Comment peut-on déplacer le point de fonctionnement du système sur ce segment ?

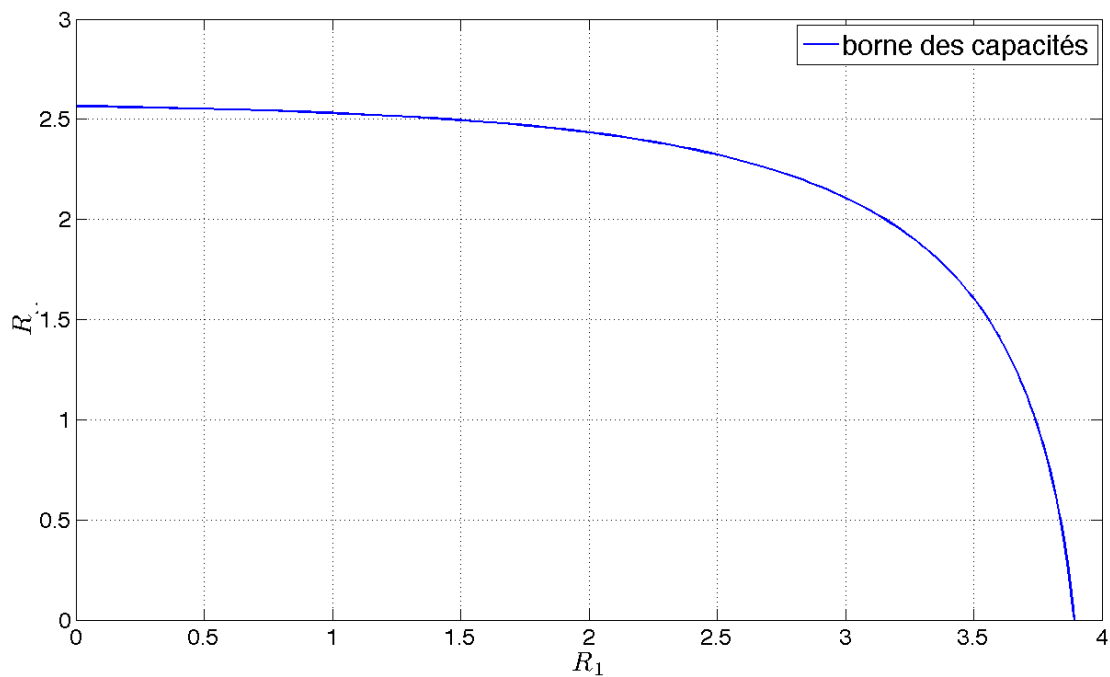


FIGURE 3 – Région des capacités