

# MIF05 Réseaux

Contrôle 4 - 2020-2021

Durée : 1h30 minutes

Aucun document autorisé - Calculatrice (non sur téléphone) et règle autorisées

L'énoncé comprend deux parties : un énoncé sur la partie de Florent Dupont et un énoncé sur la partie d'Isabelle Guérin Lassous. Vous répondrez directement sur les énoncés qui seront rendus dans une copie d'examen. Le numéro d'anonymat de la copie d'examen sera reporté sur les énoncés.

<b>Numéro d'anonymat (à reporter de la copie d'examen) :</b> <b>Il ne s'agit pas de votre numéro étudiant !</b>
--

Barème :

Partie F. Dupont	Partie I. Guérin Lassous
7 pts	13 pts

## Partie I. Guérin Lassous

### Exercice 1 - Adressage IP et Routage

Une entreprise reçoit l'adresse réseau 224.192.0.0 / 10 pour gérer son réseau informatique.

#### Questions :

1. L'entreprise a prévu d'organiser son réseau informatique en 8 sous-réseaux de taille identique. Donnez les adresses réseau des 8 sous-réseaux. Expliquez comment vous obtenez ces adresses.

3 bits sont nécessaires pour pouvoir numérotter 8 sous-réseaux de taille identique. Le masque va donc passer de 10 à 13. Les adresses des sous-réseaux seront donc : 224.192.0.0 / 13 ; 224.200.0.0 / 13 ; 224.208.0.0 / 13 ; 224.216.0.0 / 13 ; 224.224.0.0 / 13 ; 224.232.0.0 / 13 ; 224.240.0.0 / 13 ; 224.248.0.0 / 13.

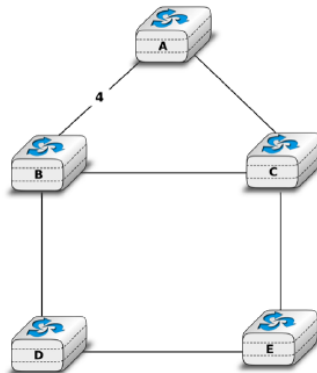
2. Quel est le nombre maximal de machines qui pourront avoir une adresse IP dans l'un de ces sous-réseaux ? Vous expliquerez votre raisonnement.

Il reste 21 bits qui peuvent être utilisés pour la partie hôte de l'adresse IP. On peut donc adresser  $2^{21} - 2$  machines (il faut enlever l'adresse du sous-réseau et l'adresse de diffusion).

3. Supposons que le sous-réseau numéro 1 ait la plus petite adresse de sous-réseau possible, que le sous-réseau numéro 2 est la 2e plus petite adresse, etc., et que le sous-réseau numéro 8 ait la plus grande. L'entreprise décide d'agréger le sous-réseau numéro 5 avec le sous-réseau numéro 6. Quelle est l'adresse du nouveau sous-réseau ? Vous expliquerez votre raisonnement.

Adresse du sous-réseau numéro 5 : 224.11100000.0.0 / 13. Adresse du sous-réseau numéro 6 : 224.11101000.0.0 / 13. Le plus grand préfixe commun est 224.1110. Donc l'adresse du nouveau sous-réseau est 224.224.0.0 / 12.

4. Considérons le réseau donné ci-dessous. Tous les liens ont un coût de 1 dans ce réseau, sauf le lien A - B qui a un coût de 4.

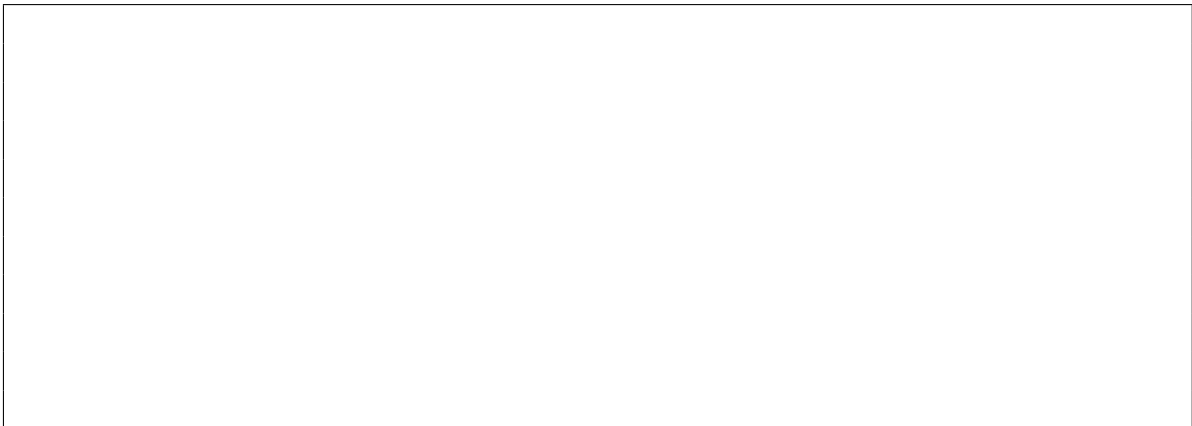


Supposons que le réseau utilise un routage par vecteur de distance. Quel est, pour chaque nœud du réseau, le vecteur de distance initial quand chaque nœud connaît seulement ses liens voisins ?

---



5. Supposons que E envoie son vecteur de distance à C. Quel sera la nouveau vecteur de distance déterminé par C ? Est-ce que C a maintenant connaissance d'un plus court chemin vers chaque nœud du réseau ?



6. C'est maintenant C qui envoie le vecteur de distance qu'il vient de déterminer suite au vecteur de distance envoyé par E. C envoie son vecteur de distance à A. Quel sera la nouveau vecteur de distance déterminé par A ? Est-ce que A a maintenant connaissance d'un plus court chemin vers chaque nœud du réseau ?



7. Suite à ces deux envois (de E vers C, puis de C vers A), indiquez les vecteurs de distance qui doivent encore être envoyés pour que chaque nœud ait sa table de routage correcte. Vous indiquerez, pour chaque vecteur de distance, quels sont l'émetteur et le récepteur, ainsi que l'ordre des messages envoyés.

8. Supposons maintenant que le lien C - E tombe en panne. Que deviennent le vecteur de distance de E et le vecteur de distance de C ?

9. Quels devraient être les messages échangés pour que les tables de routage deviennent correctes sur chaque nœud ? Vous indiquerez, pour chaque vecteur de distance, quels sont l'émetteur et le récepteur, ainsi que l'ordre des messages envoyés.

## Exercice 2 - Wi-Fi et protocoles de transport

Considérons un réseau Wi-Fi constitué d'un point d'accès et d'une station associée à ce point d'accès. Supposons qu'ils utilisent le canal 1 pour échanger des paquets. Les valeurs des

paramètres utilisées pour cet exercice sont données dans le tableau ci-dessous. On supposera que les étapes d'authentification et d'association Wi-Fi ont déjà été effectuées au préalable.

Pour toutes les questions nécessitant un calcul, on supposera que le temps de propagation est négligeable. Pour toutes les questions se basant sur un schéma, on supposera que le temps de propagation peut exister et que n'importe quelle valeur est acceptable (les valeurs données dans les schémas sont donc correctes). Seul l'ordre entre les paquets doit être considéré pour analyser les schémas proposés.

<b>Paramètre</b>	<b>Valeur</b>
Temps DIFS	50 $\mu s$
Temps SIFS	10 $\mu s$
Temps slot	20 $\mu s$
Fenêtre de contention initiale	[0 ; 31]
Temps en-tête physique	192 $\mu s$
Taille en-tête MAC données Seulement pour les paquets de données	34 octets
Taille données contrôle ACK Seulement pour les paquets ACK Wi-Fi	14 octets

**Questions :**

1. Est-ce que l'échange des paquets serait toujours possible si la station utilisait un canal différent de celui utilisé par le point d'accès? Justifiez votre réponse.

Non la communication ne sera pas possible car pour que deux nœuds puissent communiquer en Wi-Fi, il faut qu'ils soient configurés sur le même canal.

2. Le point d'accès a un paquet à transmettre à la station. Le processus d'envoi d'un paquet en Wi-Fi est composé de plusieurs étapes qui sont données ci-dessous dans le désordre. Remettez ces étapes dans l'ordre et indiquez à quoi elles correspondent.

SIFS - Backoff - Paquet données - ACK - DIFS

Le processus d'envoi d'un paquet est le suivant : DIFS - Backoff - Paquet données - SIFS - ACK

DIFS correspond à un temps d'attente fixe pendant lequel le canal doit être libre ; Backoff correspond à la période d'attente aléatoire pendant laquelle le canal doit être libre ; Paquet données correspond à l'émission du paquet de données par la source ; SIFS correspond à un temps fixe qui permet à un nœud du passer du mode émission (resp. réception) au mode réception (resp. émission) ; ACK correspond à l'émission de l'acquittement Wi-Fi par le destinataire.

3. Expliquez comment le Backoff est décrétementé.

Le backoff est décrétementé unité de temps par unité de temps. À la fin d'une unité de temps le nœud source regarde si le médium est libre. Si c'est le cas, il décrémente le backoff de 1. Lorsque le Backoff prend la valeur 0, alors la source émet son paquet.

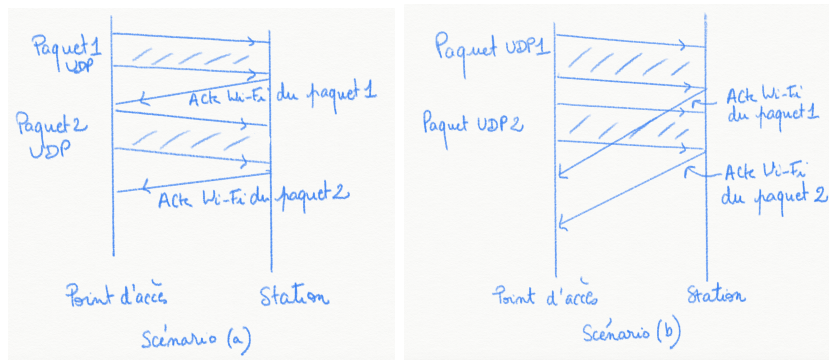


4. Pour simplifier les calculs, nous utiliserons le Backoff moyen. Calculez le Backoff moyen et le temps d'attente aléatoire moyen si le Backoff est tiré aléatoirement et uniformément dans la fenêtre de contention initiale (dont les valeurs sont données dans le tableau de paramétrage).

$$\text{Backoff-moyen} = \sum_{i=0}^{i=31} i \times p(\text{Backoff} = i) = \frac{1}{32} \sum_{i=0}^{i=31} i = \frac{31 \times 32}{32 \times 2} = 15,5.$$

$$\text{Temps d'attente aléatoire moyen} = \text{Backoff-moyen} \times \text{unité-temps} = 310 \mu\text{s}.$$

5. Supposons maintenant que le point d'accès a toujours des paquets à envoyer à la station et que c'est le protocole de transport UDP qui est utilisé. Est-ce que le scénario (a) donné dans la figure ci-dessous peut avoir lieu? Est-ce que le scénario (b) donné dans la figure ci-dessous peut avoir lieu? Justifiez vos réponses.



Le scénario (a) est possible car le Wi-Fi, tel que vu en TD, fonctionne en mode Send & Wait, ce qui implique que la source doit avoir reçu l'acquittement Wi-Fi du 1er paquet UDP avant de pouvoir émettre le 2e paquet.

Pour la même raison que précédemment (mode Send & Wait), le scénario (b) ne peut pas avoir lieu.

- Déterminez le temps séparant les réceptions, au niveau de la station, de deux paquets envoyés consécutivement par le point d'accès. Vous supposerez que les paquets ont des données utiles de 1000 octets (les données utiles correspondent au paquet provenant de la couche 3), que la capacité d'émission du lien Wi-Fi est de 1 Mb/s, que les paquets arrivent sans erreur et ne sont pas perdus et que les temps de propagation sont négligeables. Vous n'oublierez pas d'ajouter les en-têtes de niveau 2 et de niveau physique aux paquets de données utiles. On rappelle que les acquittements Wi-Fi (de niveau 2) ont seulement des données de contrôle de niveau 2 et un-tête de niveau physique, mais pas d'en-tête de niveau 2. Vous utiliserez les valeurs données dans le tableau de paramétrage ainsi que le temps d'attente aléatoire moyen calculé à la question 4. Le temps calculé sera exprimé en  $\mu s$ .

Temps séparant deux réceptions de paquets envoyés consécutivement =  $T = \text{SIFS} + \text{Temps-ACK} + \text{DIFS} + \text{Temps-attente-aléatoire} + \text{Temps-émission-paquet-données}$ .

$$T = 10 + 192 + 14 \times 8 + 50 + 310 + 192 + 1034 \times 8 = 9138 \mu\text{s}.$$

7. En déduire le débit en réception au niveau de la couche 3 (couche Réseau) de la station. Ce débit sera exprimé en Mb/s.

1000 octets de données utiles sont reçues par la station toutes les 9138  $\mu\text{s}$ , ce qui donne un débit en réception au niveau de la couche 3 de  $\frac{1000 \times 8}{9138} = 0,87 \text{ Mb/s}$

8. Supposons maintenant que les paquets envoyés par le point d'accès utilisent le protocole de transport TCP. Pour cette question, nous supposons qu'un paquet de données TCP est envoyé du point d'accès vers la station. Dans ce cas, quels sont les paquets qui seront envoyés par le point d'accès ? Quels sont les paquets qui seront envoyés par la station ? Vous entourerez les paquets qui seront émis par chacun des deux nœuds. On supposera que l'établissement de la socket TCP a déjà été établie au préalable (les paquets SYN et SYN-ACK ont déjà été envoyés).

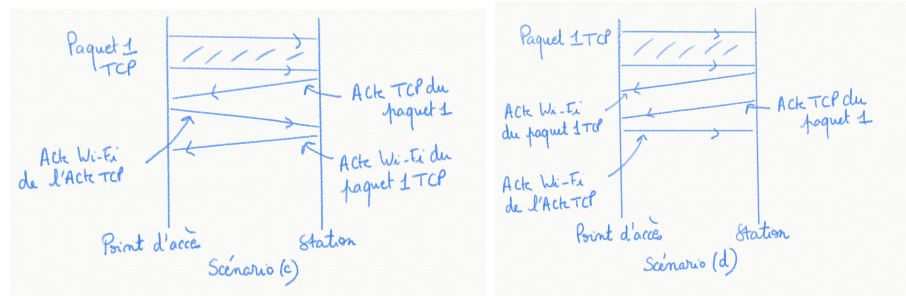
Point d'accès : paquet de données TCP - acquittement TCP - acquittement Wi-Fi du paquet de données TCP - acquittement Wi-Fi de l'acquittement TCP

~~Point d'accès~~ : ~~paquet de données TCP - acquittement TCP - acquittement Wi-Fi du paquet de données TCP - acquittement Wi-Fi de l'acquittement TCP~~

Station : paquet de données TCP - acquittement TCP - acquittement Wi-Fi du paquet de données TCP - acquittement Wi-Fi de l'acquittement TCP

~~Station~~ : ~~paquet de données TCP - acquittement TCP - acquittement Wi-Fi du paquet de données TCP - acquittement Wi-Fi de l'acquittement TCP~~

9. Supposons que la fenêtre d'anticipation de TCP est fixe (non dynamique) et est fixée à 1. Parmi les scénarios donnés ci-dessous, un seul est possible. Lequel? Vous justifierez vos réponses en expliquant pourquoi vous reprenez tel scénario et pourquoi vous écartez l'autre scénario.



Le scénario (c) ne peut pas avoir lieu, car la station doit forcément acquitter, au niveau Wi-Fi, le paquet de données TCP qu'elle reçoit du point d'accès avant de pouvoir envoyer son acquittement TCP.

Le scénario (d) est le seul scénario qui peut se passer avec une fenêtre d'anticipation de taille 1. En effet, on doit avoir l'ordre suivant : le point d'accès envoie le paquet de données TCP qui est acquitté au niveau Wi-Fi par la station. Ensuite la station envoie son acquittement TCP au point d'accès qui acquitte immédiatement ce paquet au niveau Wi-Fi.

10. Plaçons nous maintenant dans le cas du scénario correct que vous avez identifié à la question précédente. Déterminez le temps séparant les réceptions, au niveau de la station, de deux paquets envoyés consécutivement par le point d'accès. Vous supposerez que les paquets ont des données utiles de 1000 octets (les données utiles correspondent au paquet provenant de la couche 3), que l'acquittement TCP a une taille de 20 octets au niveau transport auquel 20 octets d'en-tête IP sont ajoutés (ce qui fait donc un paquet de niveau 3 de 40 octets au total), que la capacité d'émission du lien Wi-Fi est de 1 Mb/s, que les paquets arrivent sans erreur et ne sont pas perdus et que les temps de propagation sont négligeables. Vous utiliserez les valeurs données dans le tableau de paramétrage ainsi que le temps d'attente aléatoire moyen calculé à la question 4. Vous n'oublierez pas les en-têtes de niveau 2 et de niveau physique quand cela est nécessaire. Le temps calculé sera exprimé en  $\mu s$ .

Le temps séparant deux réceptions de paquets envoyés consécutivement,  $T$ , correspond au temps calculé à la question 6 auquel il faut ajouter le temps nécessaire pour envoyer l'acquittement TCP et l'acquittement WI-Fi à cet acquittement TCP. Le temps supplémentaire est donc égal à = DIFS + Temps-attente-aléatoire + Temps-émission-paquet-ACK-TCP + SIFS + Temps-ACK-WiFi.

$$\text{Temps-supplémentaire} = 50 + 310 + 192 + (40 + 34) \times 8 + 10 + 192 + 14 \times 8 = 1468 \mu s.$$

$$T = 9138 + 1468 = 10596 \mu s.$$

11. En déduire le débit en réception au niveau de la couche 3 (couche Réseau) de la station. Le débit sera exprimé en Mb/s.

1000 octets de données utiles est reçues par la station toutes les 10596  $\mu s$ , ce qui donne un débit en réception au niveau de la couche 3 de  $\frac{1000 \times 8}{10596} = 0,755 \text{ Mb/s}$

12. Supposons que la fenêtre d'anticipation de TCP est fixe (non dynamique) et est fixée à 2. Dessinez deux scénarios possibles et corrects qui diffèrent sur l'ordre des paquets envoyés.

Possibilité 1 : ACK TCP du paquet TCP 1 est envoyé avant le paquet TCP 2.  
Possibilité 2 : Paquet TCP 2 est envoyé avant l'ACK TCP du paquet TCP 1.