

1^{ère} année 2020-2021

Protocoles à jeton et WiFi.

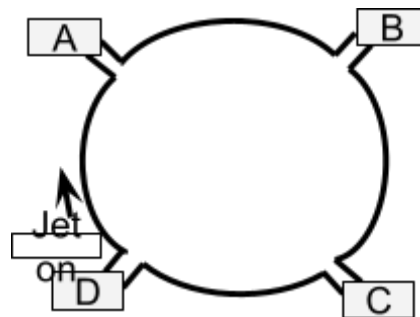
Mai 2021

Le but de cette séance est de :

- Comprendre et décrire le fonctionnement d'un protocole à jeton sans priorité.
- Comprendre et décrire le fonctionnement du protocole MAC WiFi.

Exercice 1 : jeton sans priorité sur anneau

On considère un réseau local de type anneau comportant quatre stations désignées par A, B, C, D.



Chaque station accède au support en utilisant un protocole de type jeton sans priorité. Lorsqu'une station possède le jeton, elle peut transmettre au plus une trame de données. On notera qu'une station est en mesure de transformer un jeton en trame de données en modifiant son en-tête à la volée. L'en-tête d'un jeton et d'une trame de données possèdent un bit de contrôle qui indique si la trame est un jeton ou une trame de données. A la réception d'un jeton, une station qui souhaite émettre une trame de données lit ce bit. Si ce bit indique que le jeton est 'libre', elle change sa valeur et le réémet immédiatement. Une fois l'en-tête modifié ré-émis, la station y ajoute les adresses destination et source, ainsi que ses données. Comme chaque bit lu est immédiatement modifié et ré-émis, on négligera le temps de latence introduit par chaque station.

A la réception d'une trame de données, chaque station la retransmet sur l'anneau, qu'elle soit destinataire de la trame ou non. Ainsi, une trame de données fait tout le tour de l'anneau. Quand la trame de données revient à la station source, la station source la transforme en jeton libre. Attention, le jeton est relâché une fois que la trame de données est intégralement revenue à la station source.

Le temps de propagation entre chaque station est de 1ms, le temps de transmission d'une trame est de 4 ms (en-tête compris). Un jeton libre correspond à une trame plus petite dont le temps de transmission est de 1 milliseconde.

Q1. Dessiner un diagramme de temps (graduée en ms) décrivant le déroulement des différentes transmissions de trames selon le scénario suivant :

- à $t = 0$, la station D possède le jeton,
- à $t = 0$, B veut transmettre deux trames,
- à $t = 4$, A veut transmettre une trame,
- à $t = 9$, D veut transmettre une trame,
- à $t = 23$, C veut transmettre deux trames.

Q2. Quelle est la durée totale et quel est le temps d'accès moyen au support pour ce scénario ?

Q1. Elements de correction

Contrairement à un grand nombre d'équipements réseaux dans Internet comme les routeurs IP et les commutateurs Ethernet, les terminaux ici peuvent lire à la volée la donnée et la faire suivre sans avoir besoin d'obtenir le message dans son intégralité. C'est ce que l'on nomme du Cut-through à l'opposé du Store and Forward (fig.1)

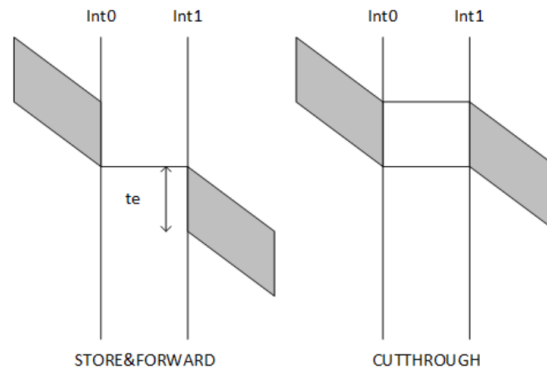
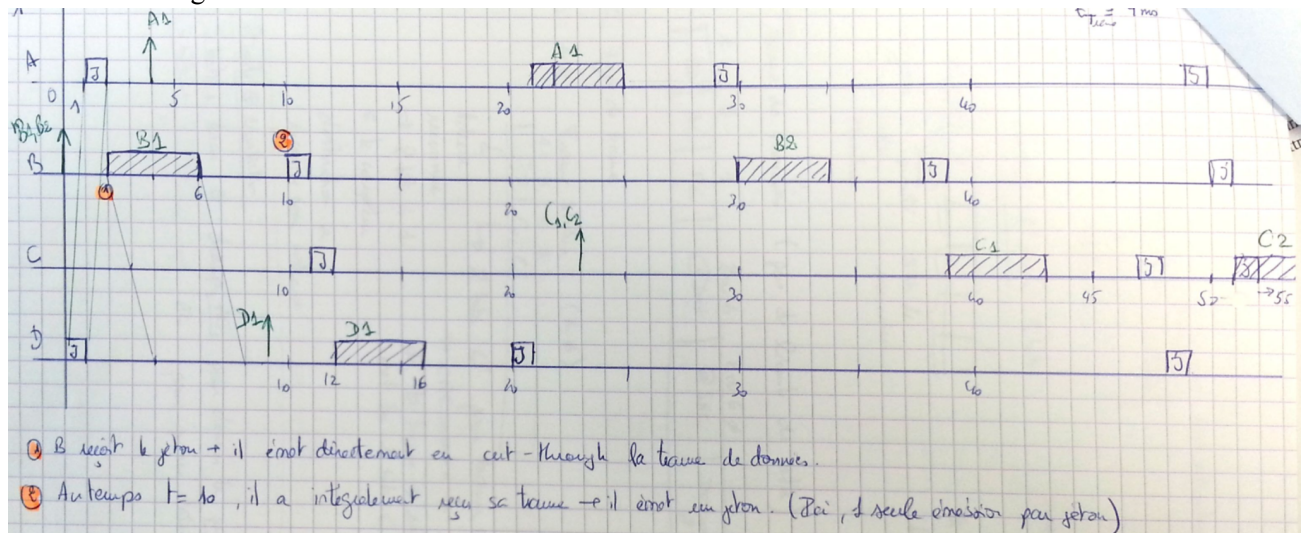


Fig. 1 Store & Forward vs Cut-through

Voici un chronogramme :



Q2. Elements de correction Quelle est la durée totale et quel est le temps d'accès moyen au support pour ce scénario ?

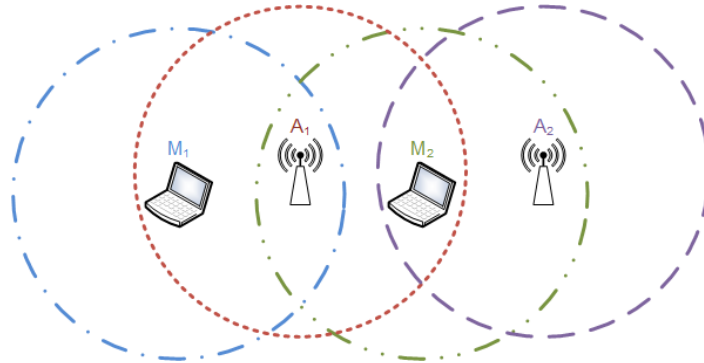
Il y a 6 trames émises, et chaque trame arrive à destination après avoir attendu un jeton libre. Le temps moyen de l'accès au support est la moyenne de la durée d'attente des trames :

$T(A1) = 21 - 4 = 17\text{ms}$; $T(B1) = 2\text{ms}$; $T(B2) = 30 - 10\text{ms}$ (date de reception complete de B1) = 20ms ;
 $T(C1) = 39 - 23 = 16\text{ms}$; $T(C2) = 51 - 47 = 4\text{ms}$; $T(D1) = 12 - 9 = 3\text{ms}$.

Temps moyen d'accès au support : $62/6 \sim 10.3\text{ms}$

Exercice 2 : compréhension du protocole MAC WiFi

La figure suivante pose le cadre de cet exercice. Il est constitué des équipements utilisateurs M1 et M2 ainsi que de deux points d'accès A1 et A2. Leur portée respective est représentée grossièrement par un cercle de la couleur correspondante. Le mécanisme RTS/CTS de MACA n'est pas activé.



Q1. Identifier les situations qui présentent une baisse de performance de communication liée à la présence de stations cachées.

Réponse :

1er cas : M1 et M2 lorsqu'ils veulent communiquer avec A1

2e cas : A1 et A2 lorsqu'ils veulent communiquer avec M2

Q2. Dans quelle situation la station M2 peut-elle penser à tort qu'elle ne peut pas émettre vers A2. Comment s'appelle ce problème ?

Réponse :

On dit que la station M2 est exposée. Elle est ici exposée à la communication de A1 vers M1. En effet, si M2 entend la communication de A1 vers M1, elle n'émettra pas vers A2 (CSMA). Or, M2 ne risque pas d'entrer en collision avec M1 car M1 est hors de portée de M2.

Q3. En mode infrastructure, on suppose que M1 et M2 sont rattachés au point d'accès A1. Décrire les principales trames de données MAC utilisées pour transmettre un message de M1 vers M2. On décrira notamment les adresses MAC, associées aux valeurs des bits `toDS` et `fromDS`. On supposera que ni M2, ni A2 ne cherchent à émettre des données en même temps.

Réponse :

La communication passe par le point d'accès A1.

Il y a deux trames de données MAC : [M1 -> A1] puis [A1 -> M2].

[M1 -> A1]

M1 cherche à envoyer en CSMA/CA une première trame qui encapsule une trame IP avec l'adresse IP de destination de M2 et sa propre adresse IP en adresse source. Au niveau de la trame MAC, on a :

- Le bit `toDS` = 1 et le bit `fromDS` = 0
- La trame contient 4 champs d'adresse, mais seuls 3 sont renseignés.
 - Le 1er est tjs renseigné : c'est l'adresse du destinataire immédiat de la trame. Dans notre cas, c'est @MAC de A1.
 - Le 2e est généralement renseigné (sauf pour un CTS) : adresse de la source de la trame. Dans notre cas, c'est @MAC de M1.
 - Le 3e adresse permet dans ce cas d'indiquer la destination finale de la trame : ici @MAC de M2.

Une fois la trame reçue correctement, A1 renvoie un ACK à M1 et génère une nouvelle trame MAC à destination de M2 selon :

[A1 -> M2]

- Le bit `toDS` = 0 et le bit `fromDS` = 1
- La trame contient 4 champs d'adresse, mais seuls 3 sont renseignés.
 - Adresse 1 : adresse MAC du destinataire : @MAC de M2
 - Adresse 2 : adresse MAC de l'émetteur : @MAC de A1
 - Adresse 3 : adresse MAC de la source originale : @MAC de M1

Q4. En mode infrastructure, on suppose que M1 est rattaché au point d'accès A1 et M2 au point d'accès A2. Les deux points d'accès appartiennent au même service set. Décrire les principales trames de données MAC utilisées pour transmettre un message de M1 vers M2. On décrira notamment les adresses MAC, associées aux valeurs des bits `toDS` et `fromDS`. On supposera aussi que ni M2, ni A2 ne cherchent à émettre des données en même temps.

Réponse :

On a généralement 2 trames :

[M1 -> A1]

- C'est la même que la trame est la même que pour la question précédente.

[A2 -> M2]

- C'est presque la même que la trame [A1 -> M2], il faut remplacer l'adresse 2 avec l'@MAC de A2.

L'acheminement de la donnée entre les deux points d'accès passe par le système de distribution. Le paquet IP encapsulé dans la trame WiFi est transporté dans une trame Ethernet entre les deux APs. La norme permet aussi de transporter cette trame (mais c'est rare) dans une trame WiFi avec le format suivant :

[A1 -> A2]

- Le bit `toDS` = 1 et le bit `fromDS` = 1
- Adresse 1 : adresse MAC du destinataire : @MAC de A2
- Adresse 2 : adresse MAC de l'émetteur : @MAC de A1
- Adresse 3 : adresse MAC de la destination finale : @MAC de M2
- Adresse 4 : adresse MAC de la source d'origine : @MAC de M1

Exercice 3 :



Fig. 1

Supposons le réseau sans fil de la figure 1 où les nœuds utilisent le protocole CSMA/CA pour accéder au support.

1. Si B1 et B2 décident d'émettre un paquet en même temps à destination de P1 et P2, respectivement, quelle(s) transmission(s) réussira(ont) ?

Solution: Both. P2 is out of range of B1 and P1 of B2, so B1 and B2 will be able to transmit their RTS, receive the CTS and then complete the Data/ACK exchange. This can only happen if B1 and B2 transmit at the same time, as is this case here.

2. Si B2 décide d'émettre un paquet à P2 pendant que B1 transmet un paquet de données à P1, quelle(s) transmission(s) réussira(ont) ?

Solution: Only the one from B1. By the time B2 decides to transmit, B1 and P1 have already completed the RTS/CTS exchange. P2 having received the CTS, it will defer for the duration of B1's transmission and as a result it won't respond to B2's RTS.

3. Imaginer un scénario (raisonnablement probable!) dans lequel B1 et B2 ont tous les deux des paquets à émettre à leurs récepteurs respectifs, P1 et P2, mais que seul B1 parvient à émettre ?

Solution: It's the extension of the point above. If one of B1, B2, say B1, starts first and manages to complete its RTS/CTS exchange before B2 transmits, its exchange will block P2 (it will have received the CTS from P1) from being able to respond with a CTS when B2 finally transmits. B2 not receiving a CTS, it will backoff and double its contention window and try again later. B2's second effort can come while B1 is still transmitting, causing a new failure for B2 and a new doubling of its contention window. As a result, by the time B1 completes its transmission we will have a situation in which B1 is using the minimum contention window while B2 has increased it. Thus, B1 is more likely to be the first one to transmit again and trigger a new round of failures and doubling of B2's contention window.