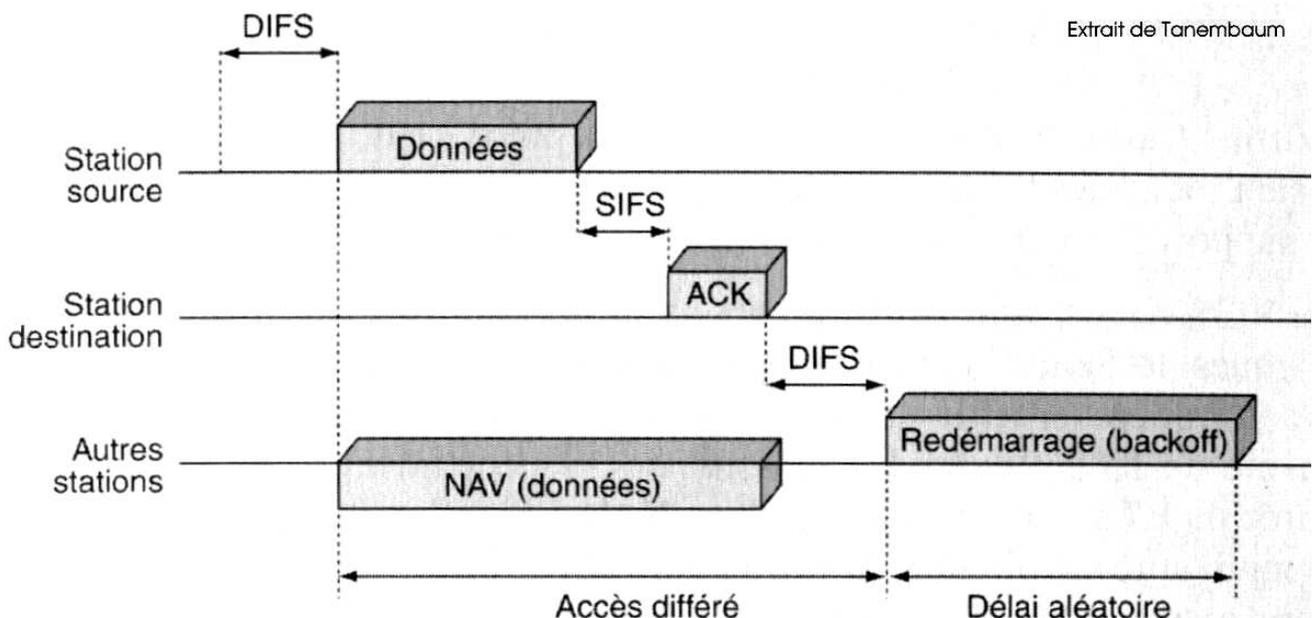


# Réseaux sans fil - 802.11b (WiFi)

- Pas de CSMA/CD (half duplex, ...)
- CSMA/CA (Collision Avoidance)
  - ACK (détection des erreurs de transmission, 14 bytes de données MAC);
  - Délais inter-frames (SIFS=28µs, DIFS=128µs,...);
  - Backoff basé sur un compteur :
    - décrémenté régulièrement;
    - initialisé à une valeur aléatoire;
    - prenant des valeurs de plus en plus grandes au fur et à mesure des retransmissions.
  - NAV (Network Allocation Vector) : Le header de chaque trame contient sa longueur; les stations lisant ce header en déduisent la durée de transmission de la trame et n'émettent pas pendant ce temps.

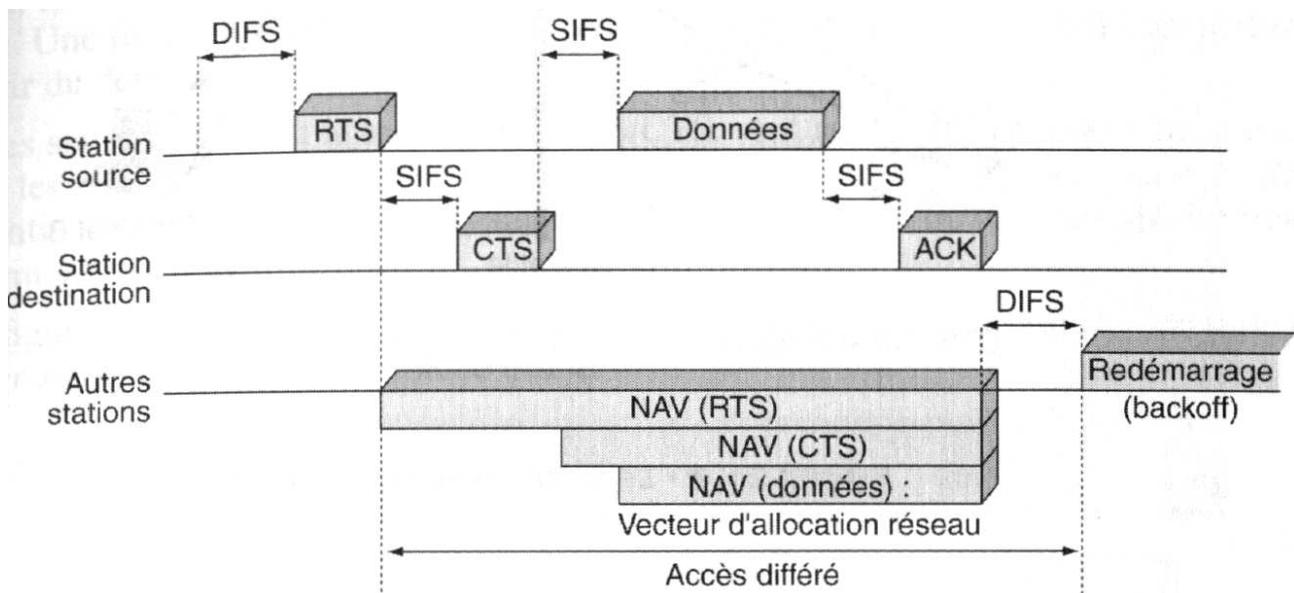


ACK (ACKnowledgement) : acquittement  
DCF (Distributed Coordination Function)  
DIFS (DCF Inter-Frame Spacing)

NAV (Network Allocation Vector)  
SIFS (Short Inter-Frame Spacing)

# RTS/CTS

- Résout les problèmes de « hidden station » et « exposed station »
- Assure une réservation du canal pendant laquelle les stations pouvant interférer avec le récepteur n'émettront pas
- L'émetteur envoie une trame RTS au récepteur qui lui répond par une trame CTS (si CTS n'est pas reçu, on estime que le RTS a subi une collision)
- **Trames courtes** (collisions peu coûteuses) : 20 bytes de données MAC pour RTS, 14 pour CTS.
- Ce mécanisme n'est pas obligatoire (inutile pour transmettre une trame courte)

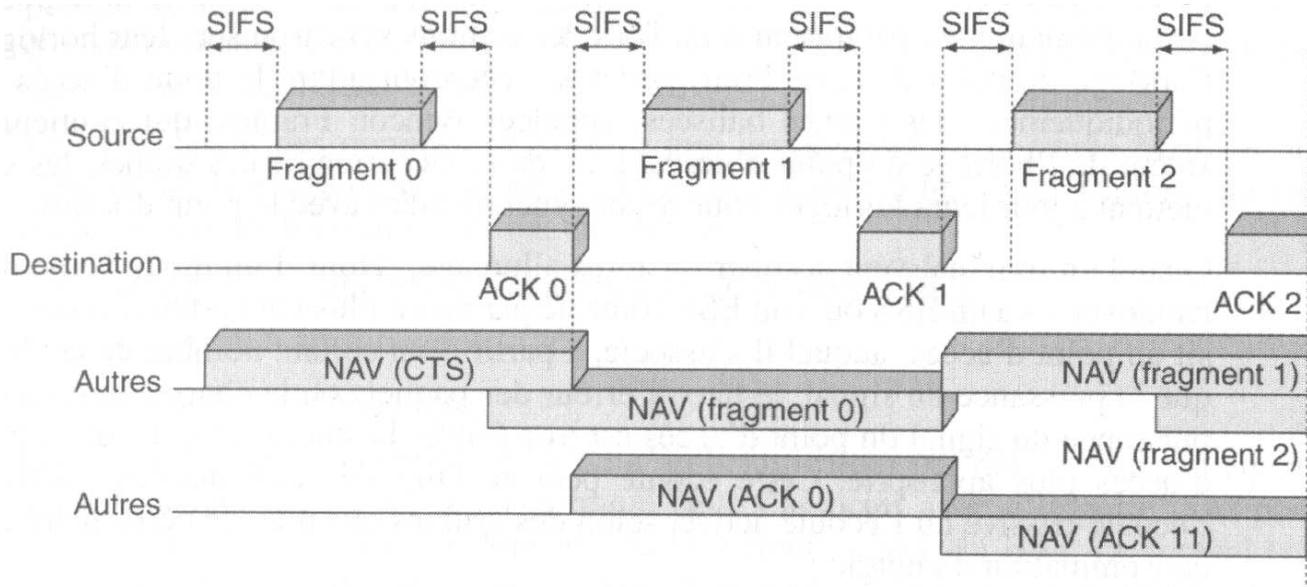


ACK (ACKnowledgement)  
CTS (Clear to Send)  
DCF (Distributed Coordination Function)  
DIFS (DCF Inter-Frame Spacing)

NAV (Network Allocation Vector)  
RTS (Request to Send)  
SIFS (Short Inter Frame Spacing)

Extrait de Tanenbaum

- Les trames longues peuvent être envoyées en **plusieurs fragments**. Chaque fragment est acquitté. La perte de fragment ne demande pas de renvoyer toute la trame.

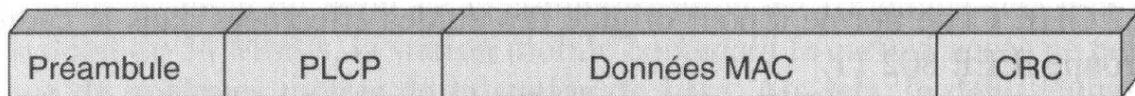


ACK (ACKnowledgement) : acquittement  
 DCF (Distributed Coordination Function)  
 DIFS (DCF Inter-Frame Spacing)

NAV (Network Allocation Vector)  
 SIFS (Short Inter-Frame Spacing)

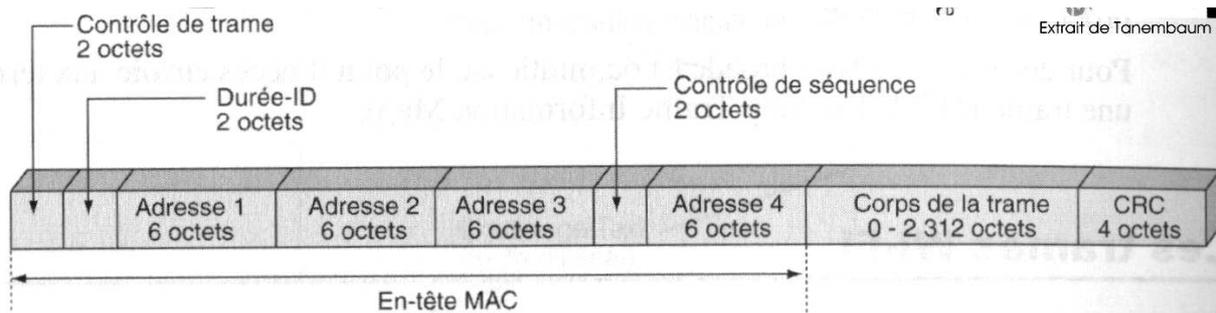
Extrait de Tanenbaum

- Plusieurs couches physiques** (à 1, 2, 5 et 11Mbps); le débit est baissé lorsque trop d'erreurs de transmission sont détectées. Préambule et PLCP sont envoyés en 192µs à 1Mbps ou en 96µs aux débits supérieurs.



CRC (Cyclic Redundancy Check) PLCP (Physical Layer Convergence Protocol)  
 MAC (Medium Access Control)

Extrait de Tanenbaum



CRC (Cyclic Redundancy Check) MAC (Medium Access Control)

## Exercice 4.W1

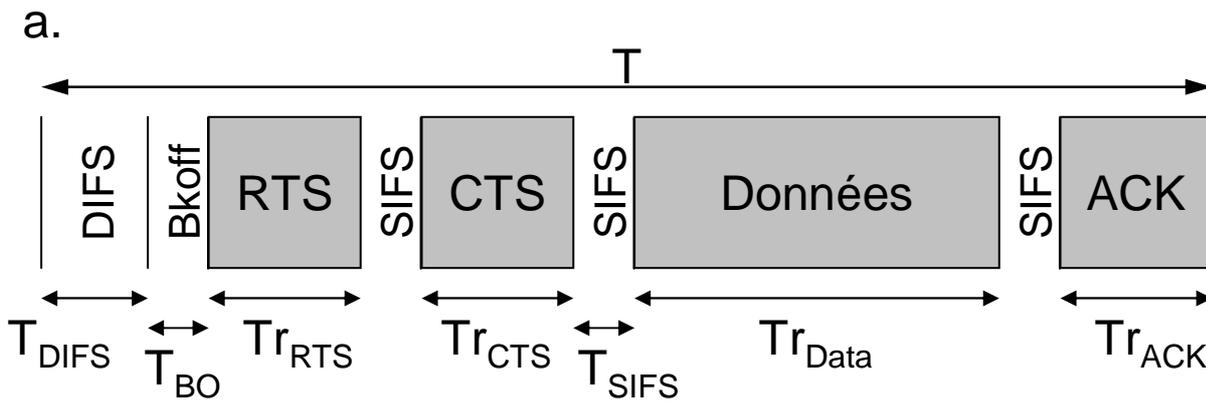
Une station A envoie à 1Mbps un flux de trames contenant chacune 1500 bytes de données utiles à une station B. On estime que :

- la période de contention (backoff) est en moyenne de  $20\mu\text{s}$ ;
- les temps de propagation sont négligeables.

On demande :

a. de déterminer l'efficacité du canal avec et sans le mécanisme RTS/CTS. On estime qu'aucune trame n'est perdue.

b. la probabilité de perte de trame  $p$  à partir de laquelle le mécanisme RTS/CTS est avantageux. Lorsque le mécanisme RTS/CTS n'agit pas, on estime que seules les trames de données peuvent être perdues; lorsqu'il agit, seules les trames RTS peuvent être corrompues. Il faut  $20\mu\text{s}$  pour détecter l'absence d'une trame (CTS ou ACK), après quoi un délai de DIFS est introduit. On supposera  $p^2$  négligeable.



### Temps de transmission / délais :

$$T_{DIFS} = 128\mu s ; T_{SIFS} = 28\mu s ; T_{BO} = 20\mu s$$

$$Tr_{RTS} = 192\mu s + 20/10^6 s = 212\mu s$$

$$Tr_{ACK} = Tr_{CTS} = 192\mu s + 14/10^6 s = 206\mu s$$

$$Tr_{Data} = 192\mu s + (2+2+6+6+6+2+6+1500+4) \cdot 8/10^6 s = 12,464ms$$

### Avec RTS/CTS, on a :

$$T = T_{DIFS} + 3 T_{SIFS} + T_{BO} + Tr_{RTS} + Tr_{CTS} + Tr_{Data} + Tr_{ACK} = 13320\mu s$$

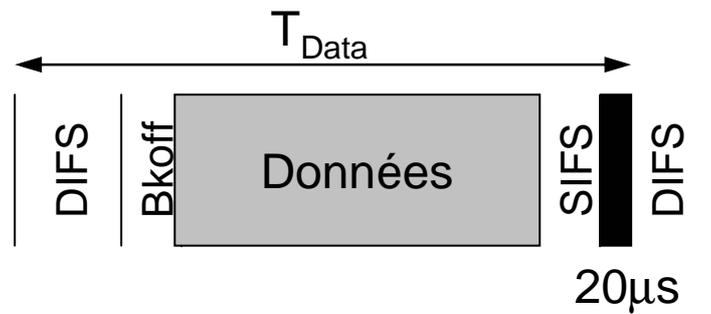
### Sans RTS/CTS, on a :

$$T = T_{DIFS} + T_{SIFS} + T_{BO} + Tr_{Data} + Tr_{ACK} = 12846\mu s$$

$$\begin{aligned} \text{Efficacité} &= \text{débit utile/débit brut} = (1500 \cdot 8/T) / 10^6 \\ &= 90,1\% \text{ (avec RTS/CTS)} \\ &= 93,4\% \text{ (sans RTS/CTS)} \end{aligned}$$

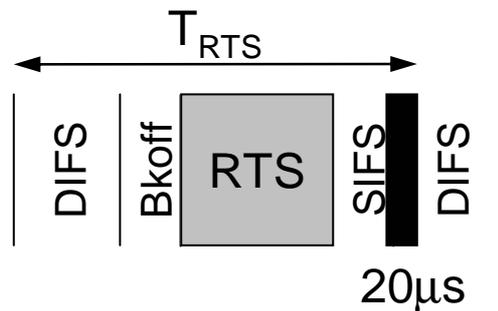
b.

### Mauvaise transmission d'une frame :



$$T_{Data} = 12660\mu s$$

### Mauvaise transmission d'un RTS :



$$T_{RTS} = 408\mu s$$

**Les temps de transmission d'une frame sans erreur sont donnés au point a.**

## Temps de transmission moyen d'une trame :

### Avec RTS/CTS :

$$\begin{aligned} T (\mu s) &= (1-p) 13320 && \text{(pas de retransmission)} \\ &+ (1-p) p (T_{RTS} + 13320) && \text{(1 retransmission)} \\ &+ (1-p) p^2 (2.T_{RTS} + 13320) && \text{(2 retransmissions)} \\ &+ \dots && \text{(négligeable)} \\ &= 13320 + 408 p \end{aligned}$$

### Sans RTS/CTS :

$$\begin{aligned} T' (\mu s) &= (1-p) 12846 && \text{(pas de retransmission)} \\ &+ (1-p) p (T_{Data} + 12846) && \text{(1 retransmission)} \\ &+ (1-p) p^2 (2.T_{Data} + 12846) && \text{(2 retransmissions)} \\ &+ \dots && \text{(négligeable)} \\ &= 12846 + 12660 p \end{aligned}$$

$$T = T' \text{ ssi } p = 3,9\%$$

**Vaut-il mieux utiliser RTS/CTS si les pertes ont une grande ou une petite probabilité ?**