

Plan du cours:

Partie 1-2 : Couche Liaison de données

- ▶ Introduction
- ▶ Ethernet
- ▶ Protocole ARP

- ▶ TD: Structure Trame + CRC + Méthode d'accès

Plan du cours:

Partie 1-2 : Couche Liaison de données

- ▶ **Introduction**
- ▶ Ethernet
- ▶ Protocole ARP

- ▶ TD: Structure Trame + CRC + Méthode d'accès

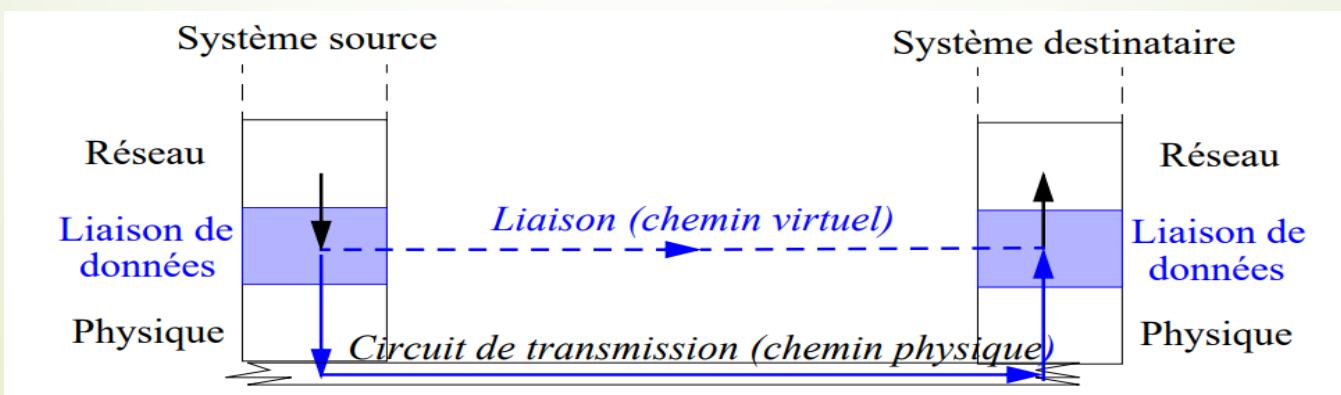
Introduction

Couche Liaison de données

Transmettre des données entre les entités homologues d'un système source et **d'un système destinataire adjacents** de manière **fiable** et efficace.

Fonctions principales

- 1. Acheminer les trames** sur la liaison physique
- 2. Détection et correction des erreurs** de transmission des données
- 3. Contrôler l'accès au support**

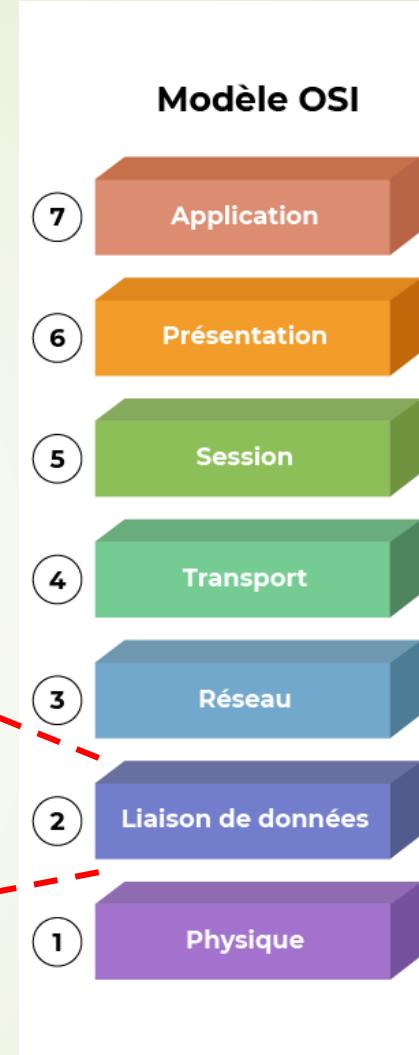


Introduction

Couche Liaison de données

Exemples de Protocole :

- ▶ **ETHERNET**
- ▶ **HDLC** (High-level Data Link Control)
- ▶ **ATM** (Asynchronous Transfer Mode)
- ▶ **Frame Relay**
- ▶ **PPP** (Point-to-Point Protocol)
- ▶ **MPLS** (Multi Protocol Label Switching)



Plan du cours:

Partie 1-2 : Couche Liaison de données

- ▶ Introduction
- ▶ **Ethernet**
- ▶ Protocole ARP

- ▶ TD: Structure Trame + CRC + Méthode d'accès

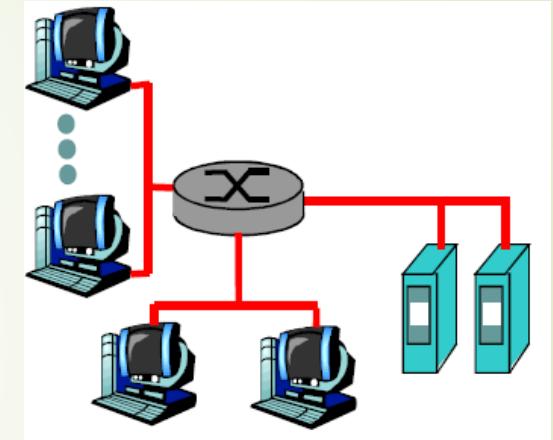
Ethernet

Local Area Network – LAN

- Le réseau local (Local Area Network – LAN) : connecte les systèmes terminaux d'une entreprise, université à un routeur de bord
- Portée géographique limitée (un site, un campus)

- **Ethernet** : technologie la plus répandue actuellement (95 %)

- **Ethernet** est un protocole de communication utilisé pour les réseaux informatiques.
 - Il réalise les fonctions de la couche physique et de la couche liaison de données (couches 1 et 2) du modèle OSI.
 - C'est une norme internationale ISO/IEC/IEEE 802-3 .



Ethernet

Evolutions d'Ethernet

IEEE 802 : LAN

- 802.1 : Gestion des réseaux locaux
- 802.1X : Sécurisation d'accès à un réseau local
- 802.2 : Contrôle de la couche liaison (OSI sous-couche niveau 2)
- **802.3 : Couche média CSMA/CD (Ethernet)**
- 802.4 : Couche média Token bus (utilisée en informatique industrielle)
- 802.5 : Couche média Token-ring (IBM)
- 802.6 : Metropolitan Area Networks (MANs)
- 802.11 : Réseau local sans fil (Wi-Fi)
- 802.15 : Bluetooth, ZigBee
-

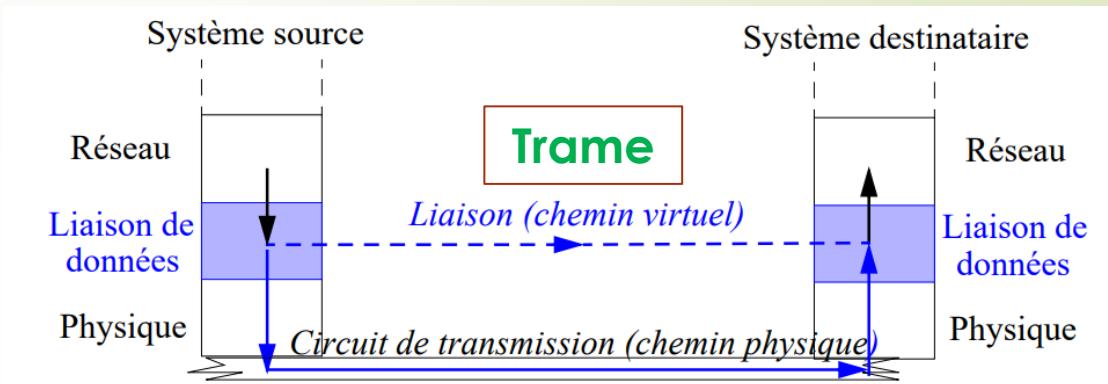
Quelques dates clés

- **IEEE 802.3i**, 10baseT, paire torsadée en cuivre sur une topologie étoile, 1990
- **IEEE 802.3u**, Fast Ethernet 100base-T, 1995
- **IEEE 802.3x**, Ethernet full-duplex, 10base-T et 100base-T sur 2 paires, 1997
- **IEEE 802.3z**, Gigabit Ethernet (1Gbit/s), 1998
- **IEEE 802.3ac**, extension de la taille de la trame pour les VLAN, en relation avec IEEE802.1Q
- **IEEE 802.3ae**, Ethernet 10Gbit/sec, 2002
-

Ethernet

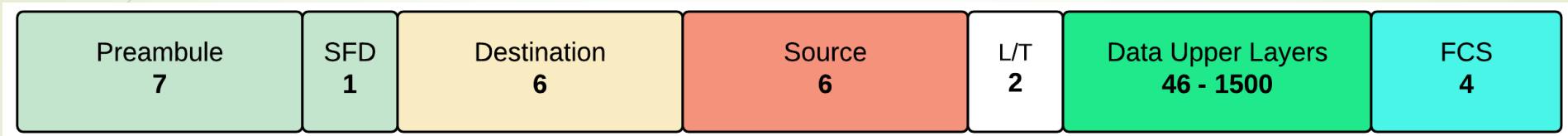
Rappel: Trame

- Une trame est une **suite de bits**
- taille fixe ou variable (selon le protocole)
 - X25.2, Ethernet : **Taille variable**
 - ATM : Taille fixe (53 octets)
- Délimitation explicite ou implicite.
 - Utilisation de **fanions** de début et de fin de trame ou du **Préambule**.
- Trois parties principales : **entête, données et terminaison (enqueue)**.
- Encapsulation: L'**entête** et l'**enqueue** forment le **L-PCI** (Protocol Control Information)



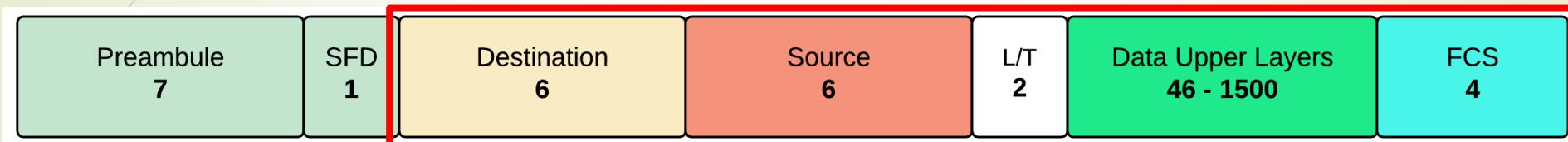
Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



Taille minimale est 64 octets (46+18) - hors préambule -

- Si les données à transmettre sont de taille encore plus petite, on ajoute artificiellement des 0 (bourrage) à la fin de la charge utile

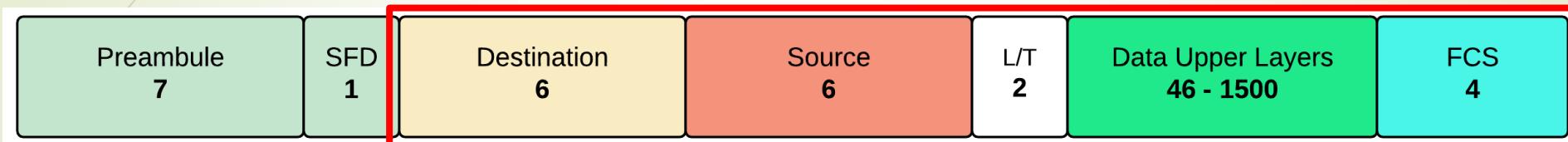
Taille maximale est:

- **1518 octets (1500+18) pour Ethernet 802.3**
- **Supérieur à 1518 octets (1500+18) pour Ethernet II**
 - trames géantes (jumbo frame)

Un temps minimum de 9,6 uS s'écoule entre 2 trames

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



Sens de circulation des octets

- ❑ Premier: premier octet du préambule
- ❑ Dernier : dernier octet de la séquence de contrôle

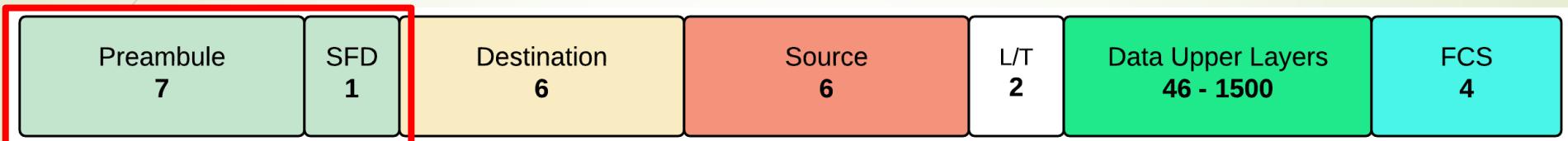
Sens de circulation des bits pour un octet (Little endian)

- ❑ Premier: bit de poids faible (bit 0)
- ❑ Dernier : bit de poids fort (bit 7)

Un temps minimum de 9,6 µS s'écoule entre 2 trames

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure

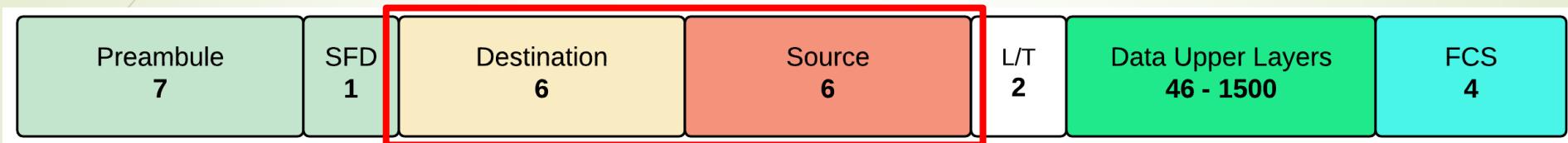


Préambule

- ▶ Séquence de 7 octets
 - Synchronisation récepteur sur émetteur
- ▶ Starting Frame Délimiteur (SFD) : Délimiteur de début de trame
 - séquence 10101011

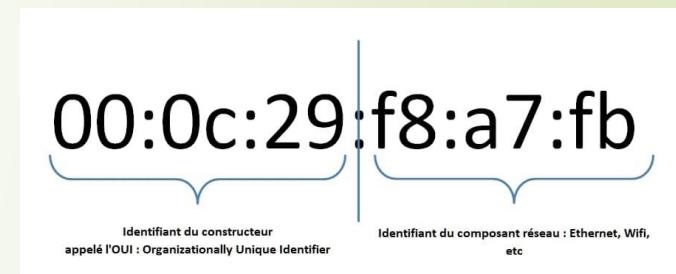
Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



Adresse Destination/Source

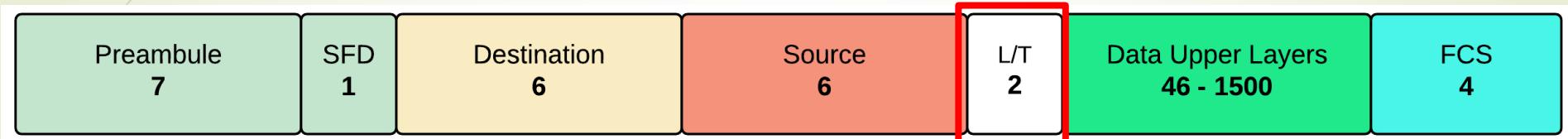
- ▶ L'adresse destinataire peut donc représenter :
 - L'adresse physique d'une machine locale
 - L'adressage d'un groupe de machines (multicast)
 - Toutes les machines du réseau local (broadcast)
- ▶ L'adresse source représente seulement :
 - L'adresse physique de la station émettrice



Adresse matérielle
ou
MAC
(Media Access Control)

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



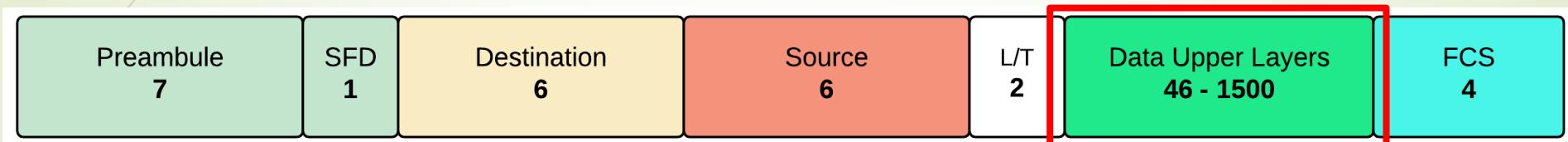
Type (Trame Ethernet II)

- Champs types connus (protocole de niveau 3 utilisé)
- Exemple:

0x0800	IP	0x08DD	IPv6
0x0806	ARP	0x8035	RARP

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure

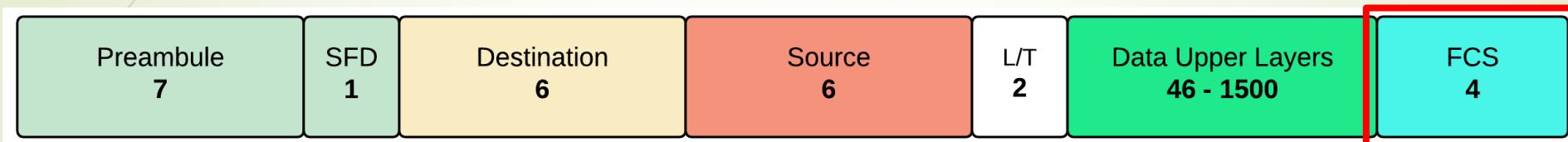


Donnée

- Le champ de données est souvent nommé champ informations, ces deux termes sont donc souvent interchangeables
- Il contient des données transmises de la couche supérieure (ex: IP)
- Le bourrage permet de compléter le champ de données dans le cas où celui-ci contient moins de 46 octets

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : Structure



FCS: Frame Check Sequence (séquence de contrôle de trame)

- ▶ Taille : **4 octets**
- ▶ Contrôle à la réception de la trame par calcul
 - Calcul = CRC (Cyclic Redundancy Check): Il est basé sur une division polynomiale à partir d'un polynôme prédéterminé
 - CRC sur champs destination, source, longueur/type et données

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : FCS

FCS: **Frame Check Sequence** (séquence de contrôle de trame)

Le **contrôle de redondance cyclique** (noté CRC, ou en anglais Cyclic Redundancy Check) est un moyen de contrôle d'intégrité des données puissant et facile à mettre en œuvre. Il représente la principale méthode de détection d'erreurs utilisée dans les télécommunications.

Principe: Avant la transmission, on ajoute des bits de contrôle. Si des erreurs sont détectées à la réception, il faut retransmettre le message.

Une information de **n bits** peut être considérée comme la liste des coefficients binaires d'un **polynôme de n termes**, donc de degré $n-1$.

Exemple:

$$1101 \rightarrow x^3 + x^2 + 1$$

$$110001 \rightarrow x^5 + x^4 + 1$$

Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : FCS

FCS: Frame Check Sequence (séquence de contrôle de trame)

Emetteur:

Pour calculer les bits de contrôle et déduire le message à envoyer, l'émetteur doit suivre les étapes suivantes:

On veut transmettre le message : **101101** (6 bits) $\rightarrow P(x) = x^5 + x^3 + x^2 + 1$

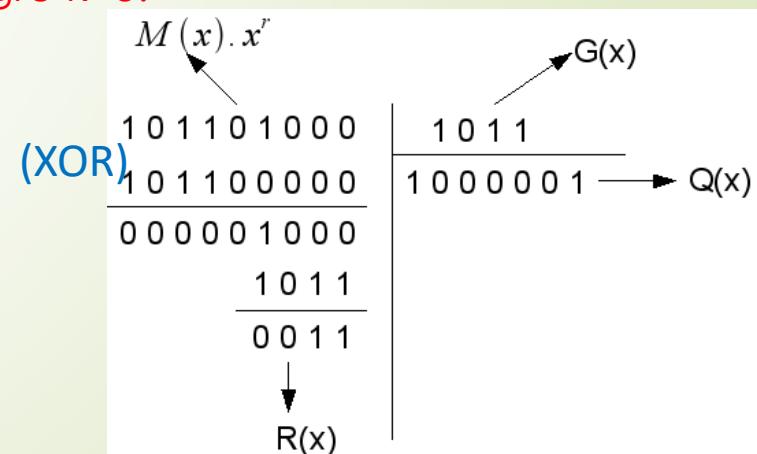
Le polynôme générateur choisi est : **1011** (4 bits) $\rightarrow G(x) = x^3 + x + 1$ de degré $k=3$.

1. Effectuons la multiplication : $P(x) \cdot x^k = 101101000$.
2. On a ajouté $r = 3$ zéros à $P(x)$
3. Division $P(x) \cdot x^k / G(x)$
4. Le quotient $Q(x)$ est ignoré
5. Il suffit d'ajouter les **k bits** de $R(x)$ à la **fin de $P(x)$**

\rightarrow le message à transmettre : $T(x) = 101101011$

La fonction OU exclusive (XOR)

X	Y	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Ethernet

Trame Ethernet/IEEE 802.3 : FCS

FCS: Frame Check Sequence (séquence de contrôle de trame)

Récepteur:

Pour vérifier l'intégrité du message reçu et détection les erreurs de transmission, le récepteur doit suivre les étapes suivantes:

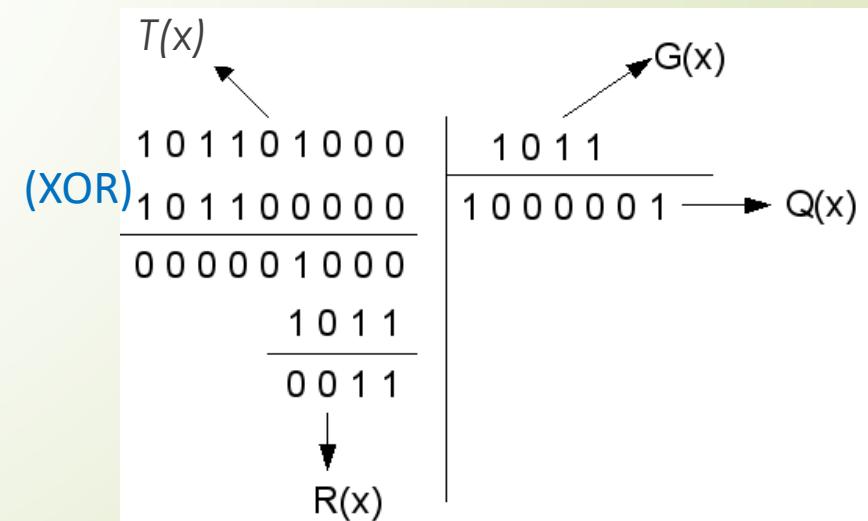
Message reçu: **101101011** (9 bits) = $T(x)$

Le polynôme générateur choisi est : **1011** (4 bits) $\rightarrow G(x) = x^3 + x + 1$

1. Effectuons la **Division $T(x) / G(x)$**
2. $R(x) \neq 0$. Il y a donc des erreurs de transmission.
Il faut retransmettre le message.

La fonction OU exclusive (XOR)

X	Y	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Ethernet

Méthode d'accès au support

- ▶ La méthode d'accès à un réseau définit **comment la carte réseau accède au réseau**, c'est à dire comment les données sont déposées sur le support de communication et comment elles sont récupérées...
- ▶ Sur un réseau, **il ne peut avoir qu'une seule méthode d'accès** qui gère l'accès au support, sinon, les règles ne seraient pas harmonisées entre elles, et ce serait le chaos,
- ▶ La carte réseau doit « **écouter** » le câble du réseau (écouter si une fréquence circule, si une porteuse passe, ...), **attendre que le câble soit libre** (qu'il n'y ait pas ou plus de porteuse), émettre et retransmettre si les trames ont été détruites pendant le voyage. En un mot, **il faut éviter les collisions de trames**.
- ▶ Les collisions proviennent le plus souvent **de l'émission simultanée** de plusieurs ordinateurs...
- ▶ **La méthode d'accès doit permettre :**
 - ❖ Soit de limiter le risque d'occurrence des collisions et d'imposer une règle de retransmission fiable.
 - ❖ Soit de proscrire les conditions de survenue des collisions en interdisant l'accès multiple. Il y a des délais d'attente, mais il n'y a pas de délais de retransmission.
 - ❖ La méthode d'accès doit permettre à toutes les stations d'émettre. Le passage du jeton, qui interdit les collisions, permet également de répartir uniformément le temps de transmission entre toutes les stations.

Ethernet

Méthode d'accès au support

Les principales méthodes d'accès sont les suivantes :

- ▶ Méthode ALOHA
- ▶ Méthode Slotted ALOHA
- ▶ Méthode CSMA
- ▶ Méthode CSMA/CD Ethernet (IEEE 802.3)
- ▶ Le passage du jeton
- ▶ La priorité de la demande
- ▶ Etc...

Ethernet

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA

- ▶ Pour améliorer encore la méthode ALOHA, le **CSMA**, Carrier Sense Multiple Access, a été introduit. Cette méthode est également basée sur des principes très simples :
 - Avant d'émettre, la station écoute le support physique. Si celui-ci est silencieux, alors la station peut émettre.

Il existe des variantes à cette méthode :

- ▶ **CSMA persistant**
 - écoute persistante du canal
 - dès qu'il devient libre, émettre (C'est la méthode utilisée par Ethernet)
- ▶ **CSMA non persistant**
 - la station émet quand le canal est libre, elle attend un temps aléatoire
- ▶ **CSMA p-persistant**
 - écoute persistante du canal
 - dès qu'il devient libre,
 - La station émet avec une probabilité P
 - ou reporte avec une probabilité de 1-P.

Ethernet

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

- ▶ C'est la méthode utilisée dans Ethernet

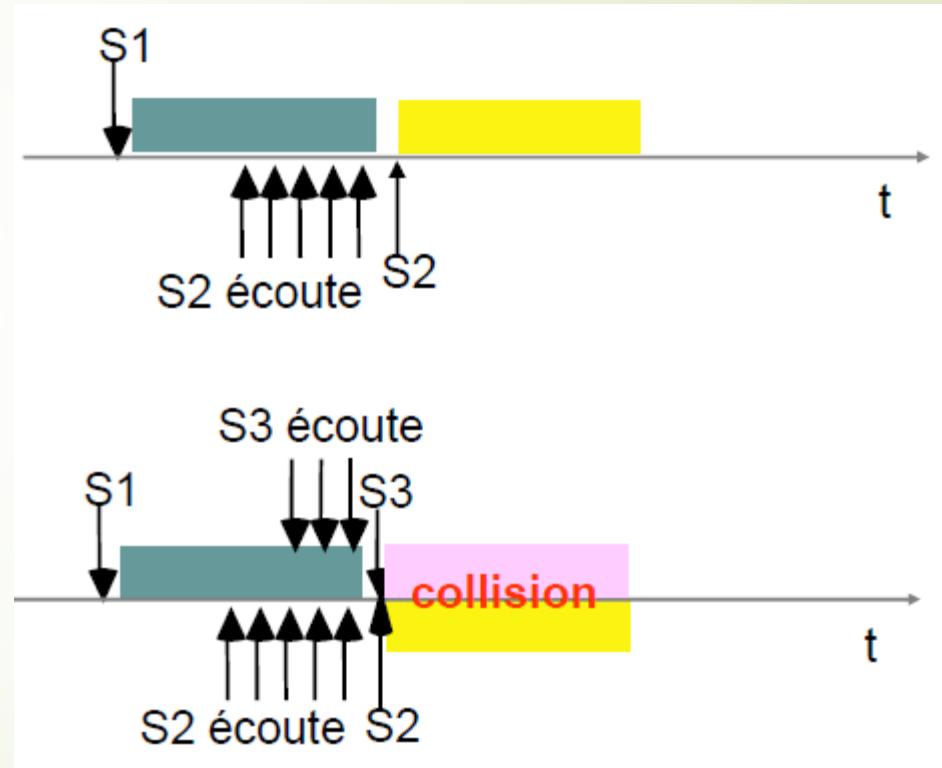
Principe

- ▶ Protocole CSMA/CD
 - ❑ Écoute avant émission
 - ❑ Détection précoce des collisions
 - ❑ Reprise après collision au bout d'un délai aléatoire
- ▶ Gestion autonome du droit d'accès, pas de moyen de synchronisation
 - ❑ Robustesse à l'ajout/retrait des stations du réseau

Ethernet

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

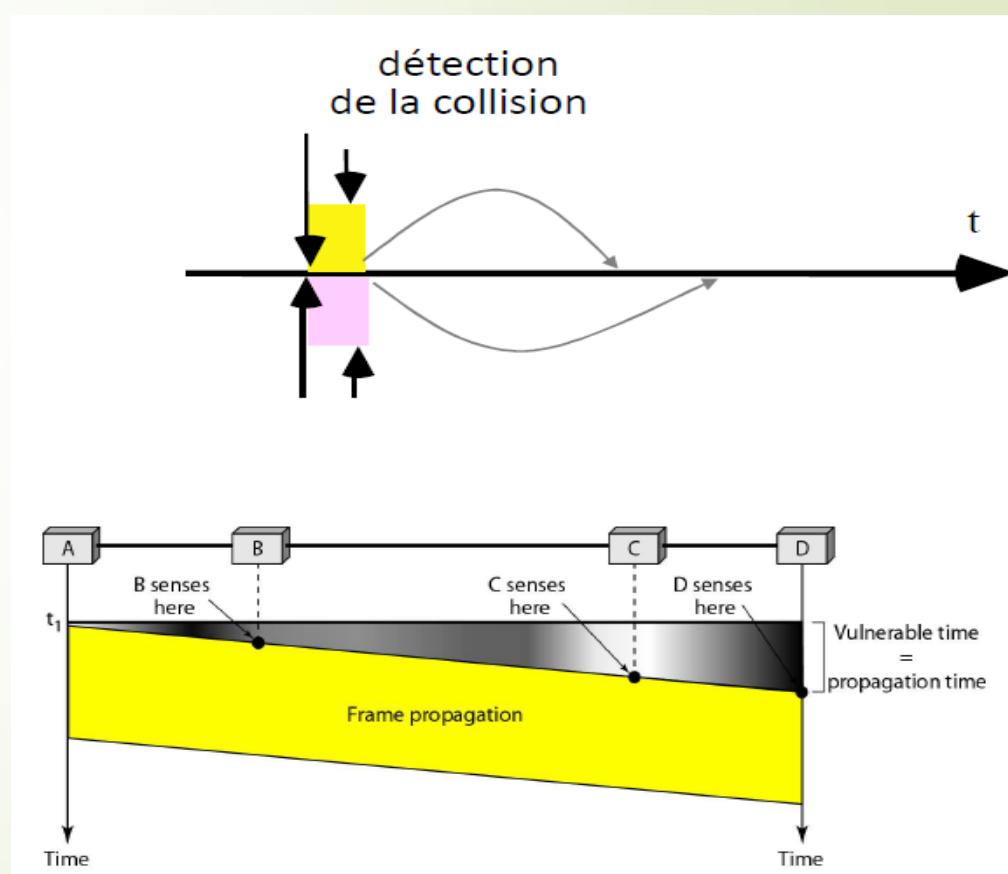
- ▶ une station qui désire émettre se met à l'écoute du canal
- ▶ si la station détecte un signal en ligne, elle diffère l'émission de sa trame
- ▶ mais il y a tout de même des collisions !



Ethernet

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

- ▶ une station qui émet continue à écouter le canal pendant sa transmission
- ▶ en cas de collision, chaque émetteur déroule un algorithme de reprise après collision
 - ❖ gain d'efficacité
 - ❖ détection précoce collisions
 - ❖ diminue la probabilité d'une nouvelle collision



Ethernet

Binary Exponential Backoff Algorithm

- ▶ Pour définir la durée d'attente aléatoire après détection d'une collision
 - Ethernet utilise **binary exponential backoff algorithms**
- ▶ **Algorithme:**
 - time slot = 2x maximum propagation delay
 - ❖ = 51.2 µsec for Ethernet 10-Mbps LAN
 - Après $k^{\text{ème}}$ collision, nombre aléatoire R dans $[0, 2^k - 1]$
 - Attendre durant une période = Rx time slot
 - Retransmettre lorsque le canal est libre,
- **Exemple :**
 - ❖ Première collision ($K=1$), R choisit entre 0 et $2^1 - 1 \Rightarrow \{0, 1\}$
 - ❖ Attendre $R \times \text{slot times}$ (0 µsec or 1x51.2 µsec)
 - ❖ Retransmettre lorsque le canal est libre
- Pas d'incrémentation du R pour $K=10$ (cas Ethernet)
 - ❖ ==> intervalle maximum [0, 1023]
- Arrêter les retransmissions après **16 essais non aboutis** + avertir les couches supérieures

Plan du cours:

Partie 1-2 : Couche Liaison de données

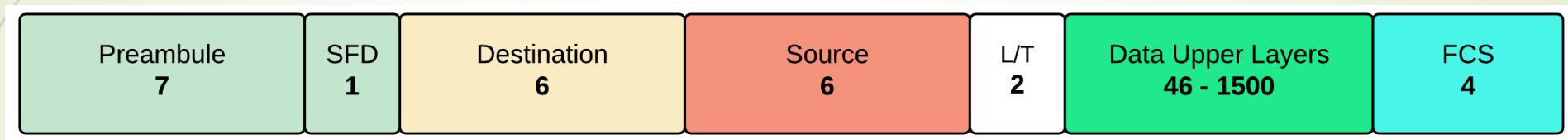
- ▶ Introduction
- ▶ Ethernet
- ▶ **Protocole ARP**

- ▶ TD: Structure Trame + CRC + Méthodes d'accès

Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

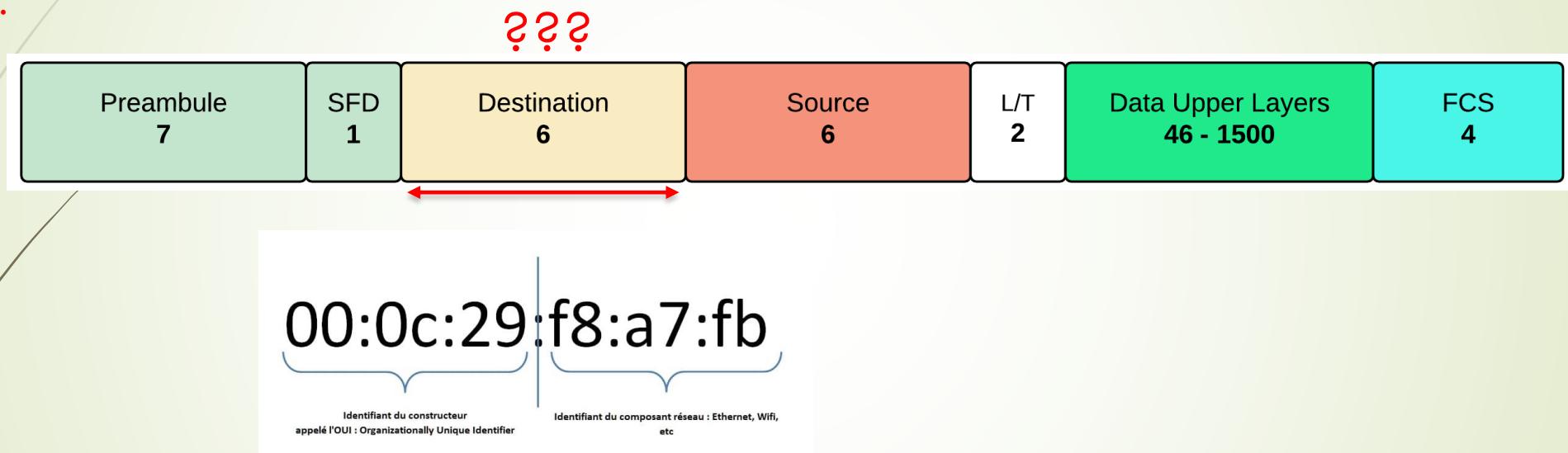
Rappel:



Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

Rappel:

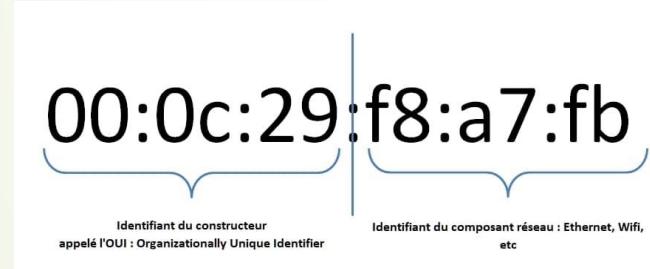
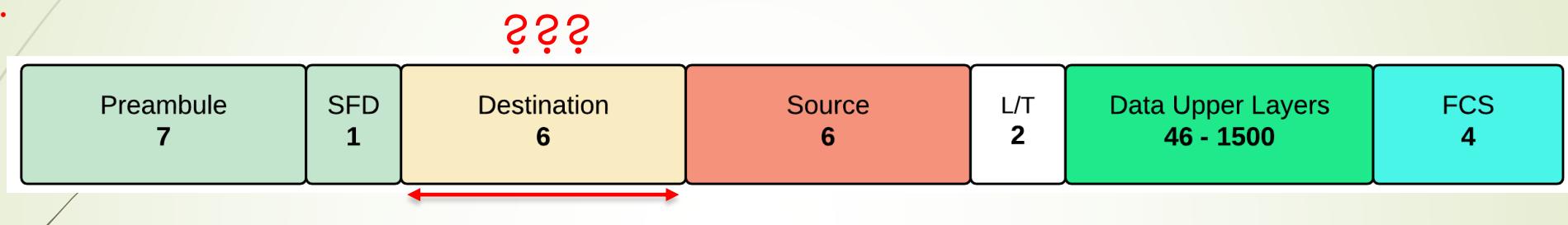


Adresse matérielle
ou
MAC
(Media Access Control)

Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

Rappel:



Adresse matérielle
ou
MAC
(Media Access Control)

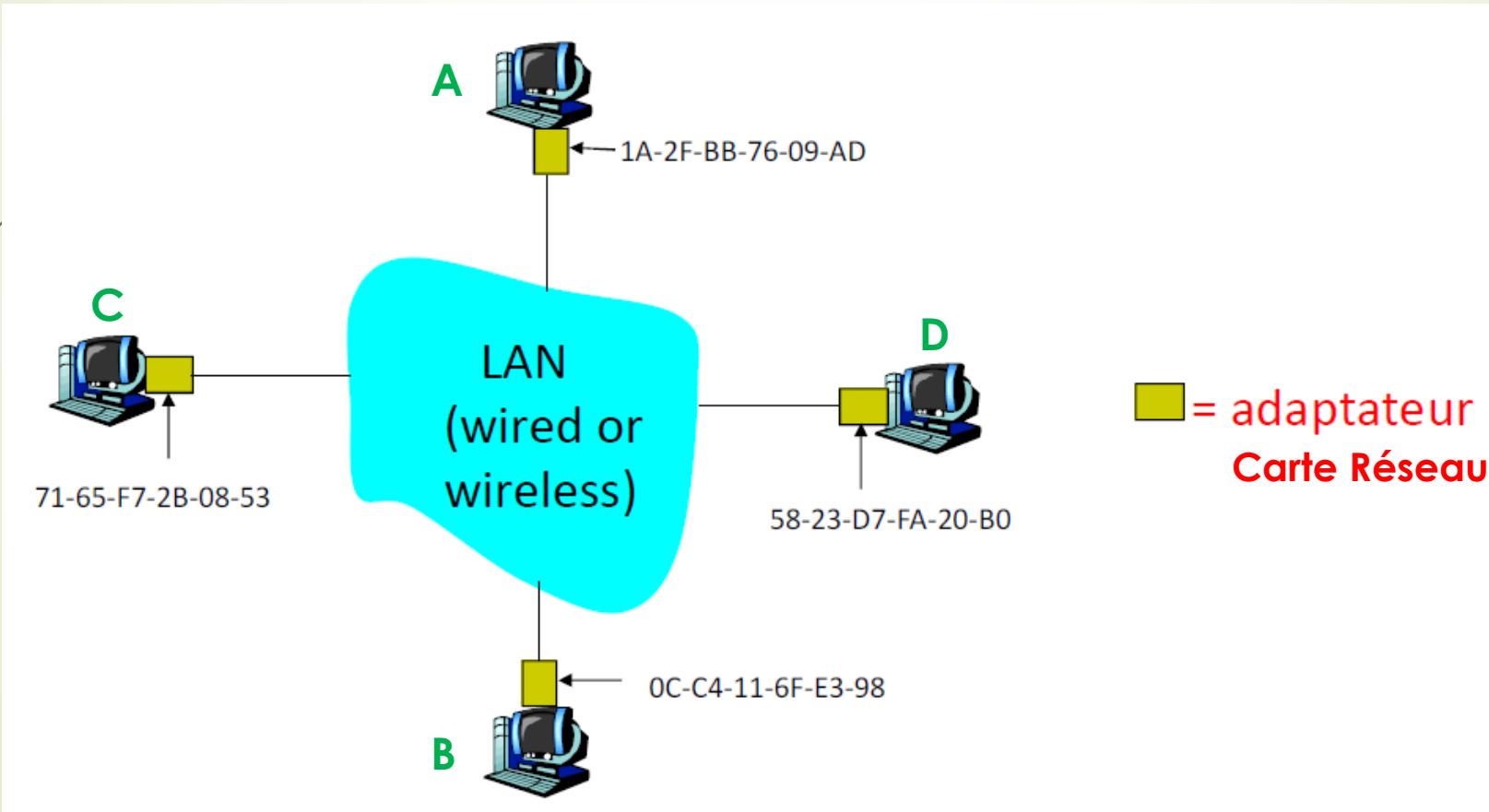
Le **Protocole ARP**, est utilisé pour associer l'adresse de protocole de couche réseau (@ IP) d'un hôte distant, à son adresse de protocole de couche de liaison (@ MAC).

Il se situe à l'interface entre la couche réseau (couche 3 du modèle OSI) et la couche de liaison (couche 2 du modèle OSI).

Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

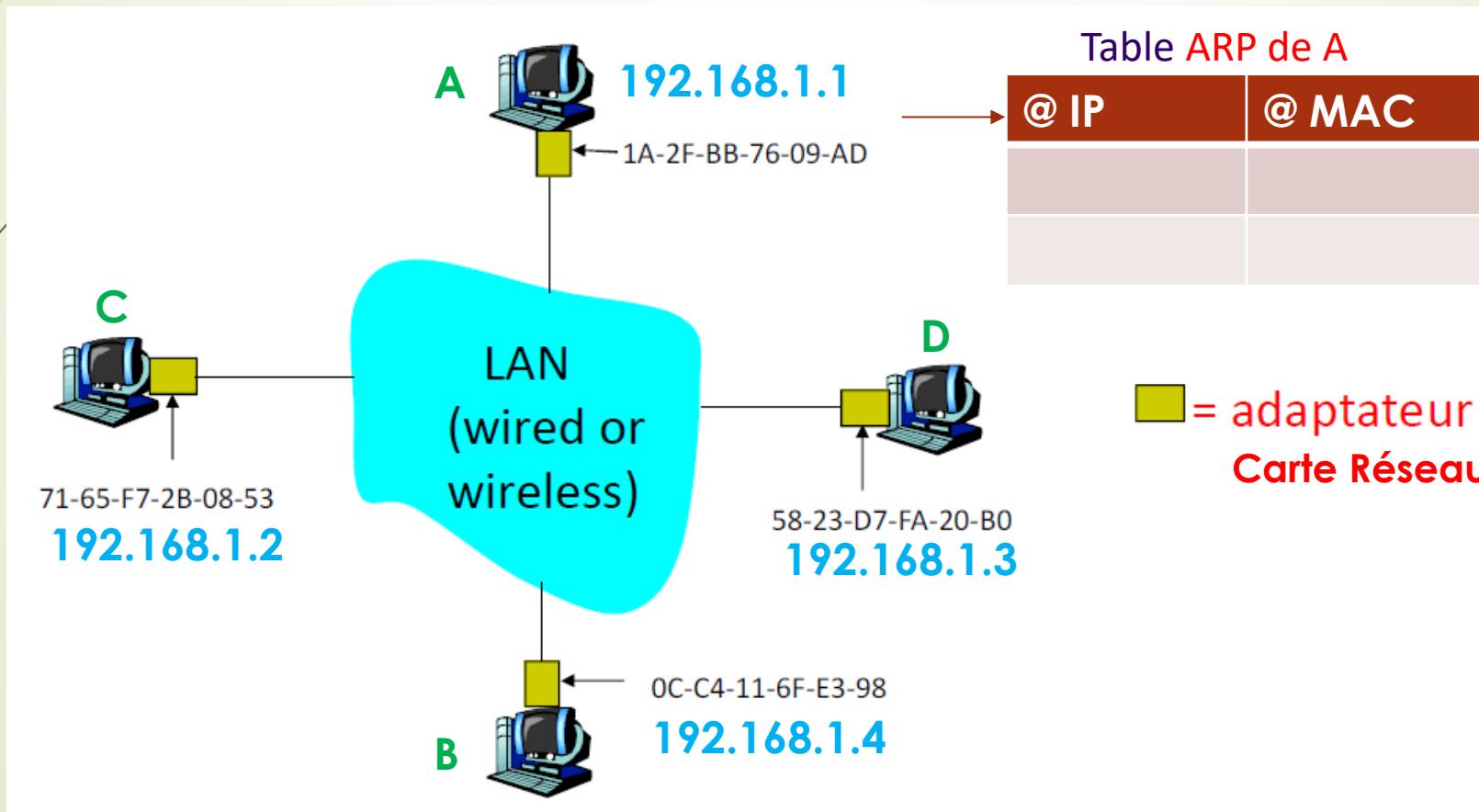
Chaque adaptateur dispose d'une adresse MAC unique sur un LAN



Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

Chaque adaptateur dispose d'une adresse MAC unique sur un LAN



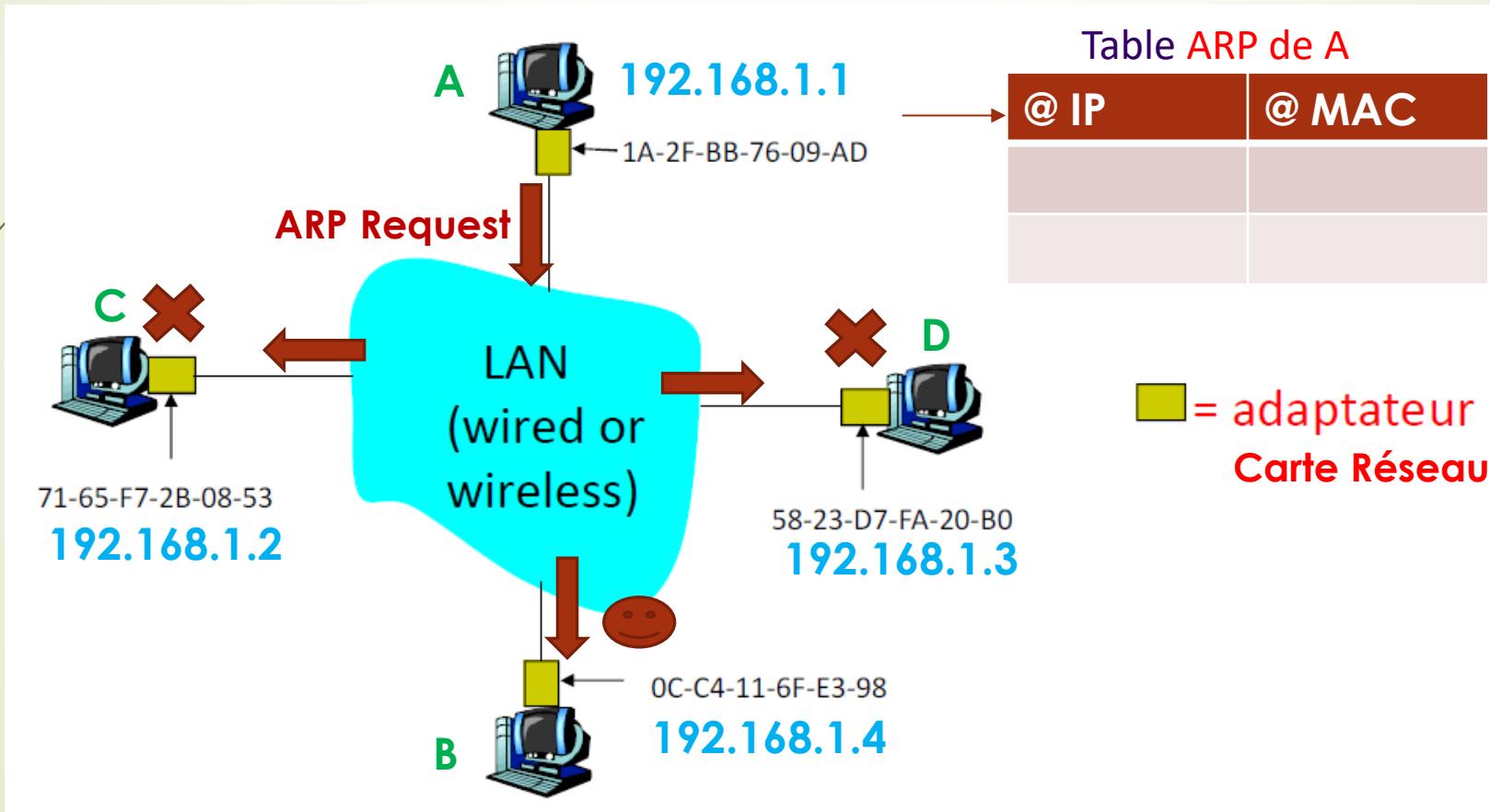
A souhaite envoyer un message à B, @ MAC de B n'est pas dans la table ARP de A

Question:
comment identifier l'adresse MAC de B sachant son adresse IP

Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocol

Chaque adaptateur dispose d'une adresse MAC unique sur un LAN



Question:
comment identifier
l'adresse MAC de B
sachant
son adresse IP

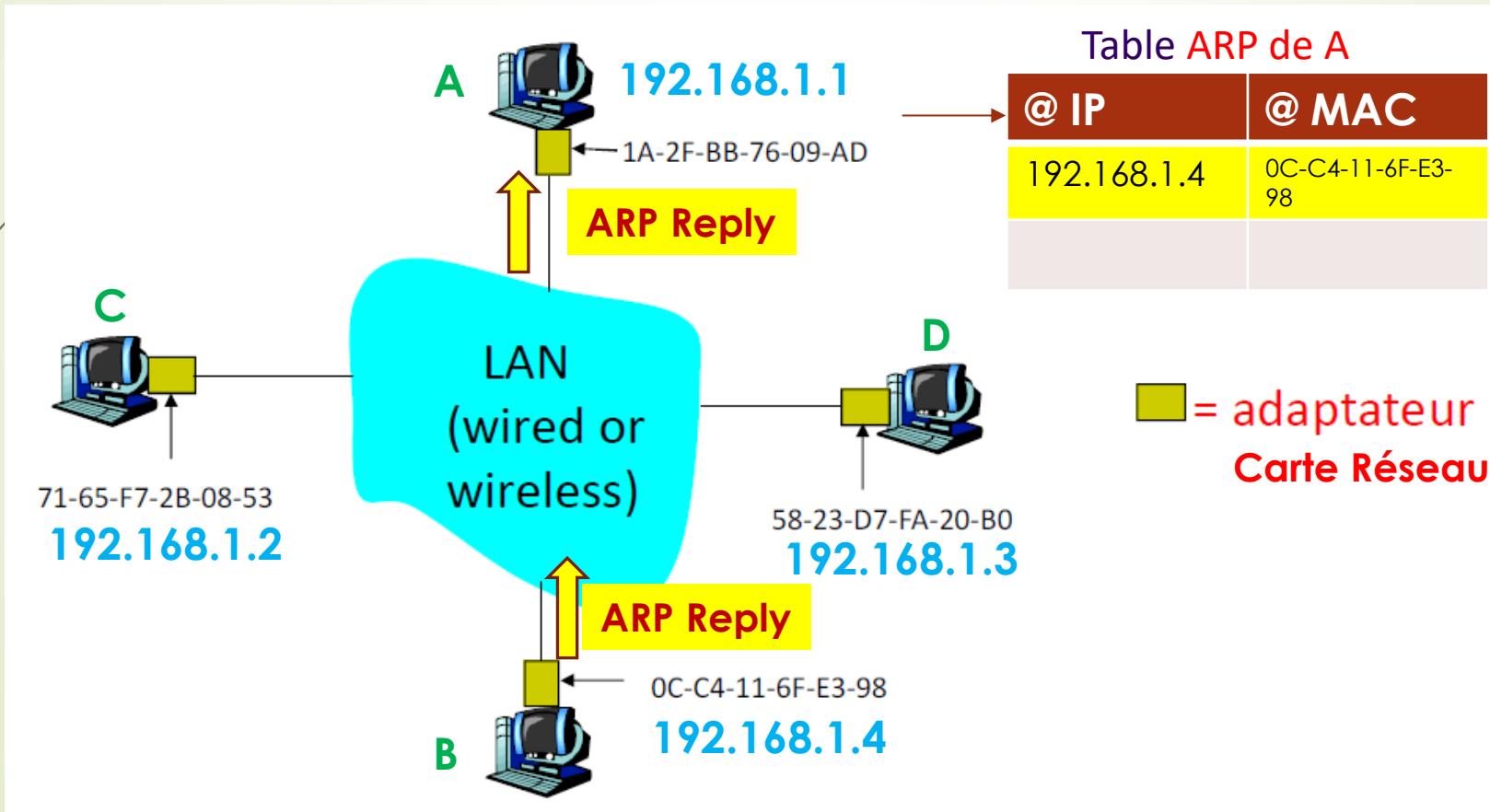
A envoie une requête
en broadcast, []
contenant l'adresse IP
de B []

- Dest MAC address = FF-FF-FF-FF-FF-FF []
- Toutes les machines
du LAN reçoivent []
cette requête []

Protocole ARP

ARP: Address Resolution Protocole

Chaque adaptateur dispose d'une adresse MAC unique sur un LAN



Question:
comment identifier
l'adresse MAC de B
sachant
son adresse IP

B reçoit la requête
ARP, répond en
donnant son adresse
MAC à A

Plan du cours:

Partie 1-2 : Couche Liaison de données

- ▶ Introduction
 - ▶ Ethernet
 - ▶ Protocole ARP
-
- ▶ **TD: Structure Trame + CRC + Méthodes d'accès**

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
 - A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
 - A l'instant $t = 4$, les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
 - ▶ Précisez pour chaque slot l'état de la voie ?

		Tirages		
Stations		1er	2eme	3eme
B		1	3	2
C		0	0	6
D		0	2	5

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
 - A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
 - A l'instant $t = 4$, les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
 - ▶ Précisez pour chaque slot l'état de la voie ?

		Tirages		
Stations		1er	2eme	3eme
B		1	3	2
C		0	0	6
D		0	2	5

Instant t=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat de la voie	A	A	A	A							

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
 - A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
 - **A l'instant $t = 4$** , les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
 - ▶ Précisez pour chaque slot l'état de la voie ? **Collision**

message.	Tirages		
Stations	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant t=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D						

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
 - A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
 - **A l'instant $t = 4$** , les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
 - ▶ Précisez pour chaque slot l'état de la voie ? **Collision**

message.	Tirages		
Stations	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant t=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D	C,D					

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
 - A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
 - **A l'instant $t = 4$** , les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
 - ▶ Précisez pour chaque slot l'état de la voie ? **Collision**

message.	Tirages		
Stations	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant t=	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D	C,D	B,C				

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- On considère un réseau local IEEE 802.3
- A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
- A l'instant $t = 4$, les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:

Collision

Stations	Tirages		
	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant $t=$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D	CD	B,C		D	D	D											
Etat de la voie	D																					

Tentative de retransmission de B

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice 4

- On considère un réseau local IEEE 802.3
- A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
- A l'instant $t = 4$, les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:
- Précisez pour chaque slot l'état de la voie ?

Collision

Stations	Tirages		
	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant $t=$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D	CD	B,C		D	D	D	D	B	B	B	B						
Instant $t=$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21											
Etat de la voie	D	B	B	B	B																	

Tentative de retransmission de C

Tentative de retransmission de B

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice 4

- On considère un réseau local IEEE 802.3
- A l'instant $t = 0$, la station A acquiert la voie et commence à transmettre un message.
- A l'instant $t = 4$ les stations B, C et D veulent transmettre un seul message.

Tous les messages ont une taille fixe = 4 slots.

- On considère que la fonction de tirage rend successivement pour chaque station les résultats suivants:

Collision

Stations	Tirages		
	1er	2eme	3eme
B	1	3	2
C	0	0	6
D	0	2	5

Instant $t=$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Etat de la voie	A	A	A	A	B,C,D	CD	BC		D	D	D

Instant $t=$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Etat de la voie	D	B	B	B	B	C	C	C			

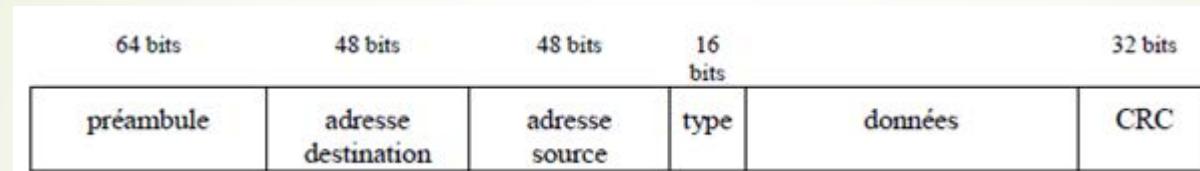
Tentative de retransmission de C

Tentative de retransmission de B

Ethernet (TD1)

Exercice : Décortiquer une trame ETHERNET

- 1) Une trame Ethernet est structurée de la façon suivante :



- 2) Un analyseur de réseau est disposé sur un réseau local Ethernet afin de permettre l'observation des trames circulant effectivement sur le support physique de communication. La trace suivante, en Hexadécimal, a été obtenue par l'analyseur

```
aa aa aa aa aa aa aa ab 08 00 20 87 b0 44 08 00
11 08 c0 63 08 00 45 00 00 48 49 ba 00 00 1e 06
69 8d c1 37 33 f6 c1 37 33 04 17 70 96 d4 39 7f
84 c2 bf 3a 21 fd 50 18 11 1c 99 bc 00 00 0e 00
31 3f 02 c0 00 11 00 00 3e c1 00 00 00 11 00 00
00 02 28 28 a7 b0 80 29 ea fc 81 58 90 70
```

- 3) Décoder cette trame Ethernet (la trame est fournie avec le préambule) afin d'extraire l'adresse MAC source, l'adresse MAC de destination, le protocole de la couche supérieure ainsi que le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) utilisé.
- 4)

Méthode d'accès au support:**CALCUL D'UN CONTRÔLE POLYNOMIAL**

Exercice

- ▶ Soit la suite d'éléments binaires 110100100.
- 1) Calculer le bloc de contrôle d'erreur pour ces données, en supposant qu'on utilise un code polynomial de polynôme générateur $x^4 + x^3 + x+1..$
 - 2) On reçoit le bloc suivant : 1101001000101. Le contrôle d'erreur utilisant le même polynôme générateur, quelle est la décision prise par le récepteur concernant ce bloc ?

Solution

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- Dans un réseau Ethernet à 10 Mb/s, deux nœuds (A et B) tentent l'accès au canal en même temps, et il y a donc collision.
- 1) Calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 1ère tentative de retransmission.
 - 2) En supposant qu'une nouvelle collision se soit produite, calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 2ème tentative de retransmission.

Solution

CSMA utilise un algorithme de **Backoff**: si une collision se produit, le nœud va attendre un nombre aléatoire $R \times \text{time slot}$. R est tiré d'une façon aléatoire dans l'intervalle : $[0, 2^k - 1]$ où k représente $k^{\text{ème}}$ collision

1) Dans notre cas, après la 1ère tentative de transmission (et donc, après la première collision, nous avons pour les 2 nœuds): $[0, 2^1 - 1] = [0, 1]$

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: Méthode CSMA/CD

Exercice

- Dans un réseau Ethernet à 10 Mb/s, deux nœuds (A et B) tentent l'accès au canal en même temps, et il y a donc collision.
- 1) Calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 1ère tentative de retransmission.
 - 2) En supposant qu'une nouvelle collision se soit produite, calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 2ème tentative de retransmission.

Solution

CSMA utilise un algorithme de **Backoff**: si une collision se produit, le nœud va attendre un nombre aléatoire $R \times \text{time slot}$. R est tiré d'une façon aléatoire dans l'intervalle : $[0, 2^k - 1]$ où k représente $k^{\text{ème}}$ collision

1) Dans notre cas, après la 1ère tentative de transmission (et donc, après la première collision, nous avons pour les 2 nœuds): $[0, 2^1 - 1] = [0, 1]$

Il y a donc 4 possibilités, c'est à dire ($A=0, B=0$), ($A=0, B=1$) ($A=1, B=0$) ($A=1, B=1$), dont 2 amènent à une nouvelle collision (**probabilité $2/4=0.5$**)

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: **Méthode CSMA/CD**

Exercice

- Dans un réseau Ethernet à 10 Mb/s, deux nœuds (A et B) tentent l'accès au canal en même temps, et il y a donc collision.
- 1) Calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 1ère tentative de retransmission.
 - 2) En supposant qu'une nouvelle collision se soit produite, calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 2ème tentative de retransmission.

Solution

CSMA utilise un algorithme de **Backoff**: si une collision se produit, le nœud va attendre un nombre aléatoire $R \times \text{time slot}$. R est tiré d'une façon aléatoire dans l'intervalle : $[0, 2^k - 1]$ où k représente $k^{\text{ème}}$ collision

- 2) Après la 2^{ème} collision, donc $k = 2 \Rightarrow [0, 2^k - 1] [0, 2^2 - 1] = [0, 3]$

Ethernet (TD1)

Méthode d'accès au support: **Méthode CSMA/CD**

Exercice

- Dans un réseau Ethernet à 10 Mb/s, deux nœuds (A et B) tentent l'accès au canal en même temps, et il y a donc collision.
- 1) Calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 1ère tentative de retransmission.
 - 2) En supposant qu'une nouvelle collision se soit produite, calculer la probabilité que la collision se reproduise à la 2ème tentative de retransmission.

Solution

CSMA utilise un algorithme de **Backoff**: si une collision se produit, le nœud va attendre un nombre aléatoire $R \times \text{time slot}$. R est tiré d'une façon aléatoire dans l'intervalle : $[0, 2^k - 1]$ où k représente $k^{\text{ème}}$ collision

- 2) Après la 2^{ème} collision, donc $k = 2 \Rightarrow [0, 2^k - 1] [0, 2^2 - 1] = [0, 3]$

Et donc il y a **16 cas possibles** :

(0,0)(0,1)(0,2)(0,3)(1,0)(1,1)(1,2)(1,3)(2,0)(2,1)(2,2)(2,3)(3,0)(3,1)(3,2)(3,3), et donc la probabilité d'une nouvelle collision est de **4/16=0.25**