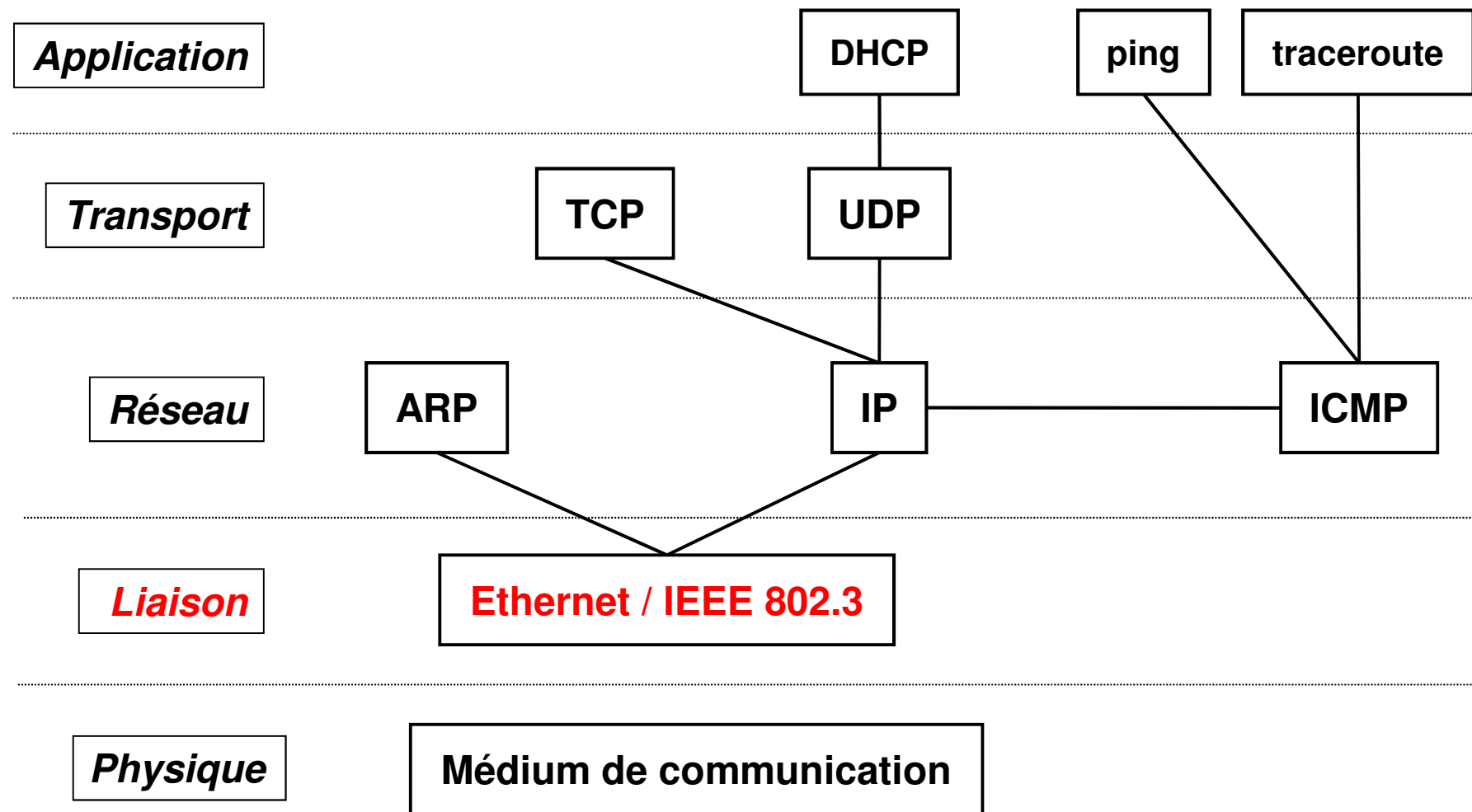


## IV – Niveau 2 Adresse MAC – Protocole Ethernet

# TCP/IP

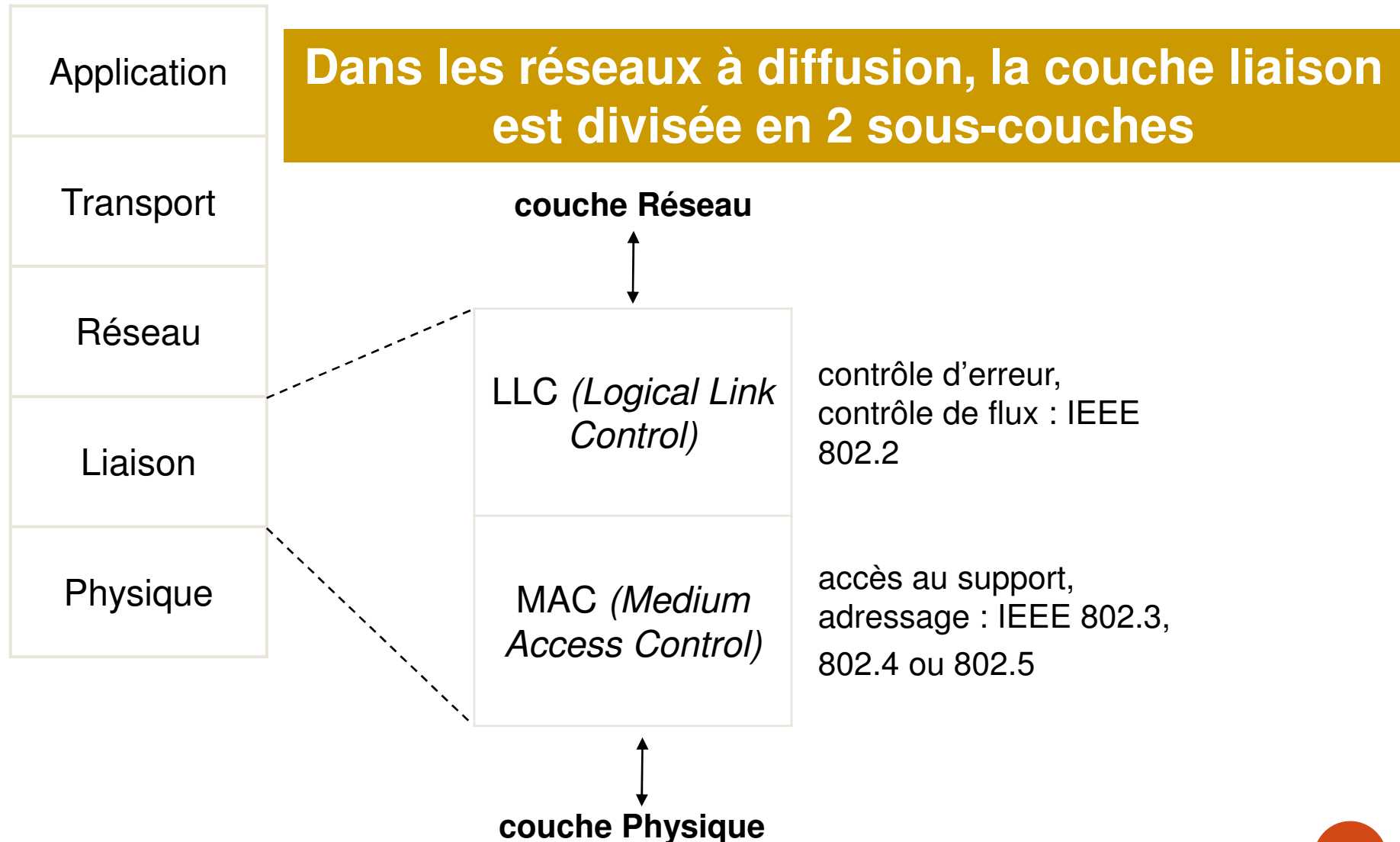
## Protocoles de la couche 2 Liaison



# Couche liaison niveau 2

- Découpage des données en trames.
- Donne une signification aux bits qui sont transmis sur le réseau
- Elle doit acheminer sans erreur des blocs d'information utilisateur sur la liaison physique :
  - **Contrôle d'intégrité** : détection et de correction d'erreurs élémentaires dues au support physique imparfait et signale à la couche réseau les erreurs irrécupérables.
- Reconnaissance des débuts et fin de trames réceptionnées.
- Spécifications des tailles et moyens d'adressage des paquets.
- Elle s'assure que deux ou plusieurs nœuds n'essaient pas de transmettre des données sur le canal (partagé) de transmission en même temps.
- **Exemples** :
  - HDLC (High Data Link Protocol), PPP (Point to Point Protocol), Ethernet (IEEE 802.3).

## Réseau IEEE 802.x : couche liaison – 2 sous-couches



# La sous-couche LLC

- La **sous-couche LLC** a été créée afin de permettre à une partie de la couche liaison de données de fonctionner indépendamment des technologies existantes
- Cette sous-couche permet aussi de fiabiliser le protocole MAC par un contrôle d'erreur et un contrôle de flux ( LLC 802.2 commun à tous les protocoles MAC 802.x ).
- La sous couche LLC gère les communications entre les dispositifs sur une seule liaison réseau

# La sous-couche MAC

- La **sous-couche MAC** est, selon les standards de réseaux IEEE (802.3, 802.4 ou 802.5)
  - la partie inférieure de couche de liaison de données dans le modèle OSI
  - Elle sert d'interface entre la partie logicielle contrôlant la liaison d'un noeud (LLC) et la couche physique
  - Par conséquent, elle est différente selon le type de média physique utilisé

# Caractéristiques d'un réseau ethernet

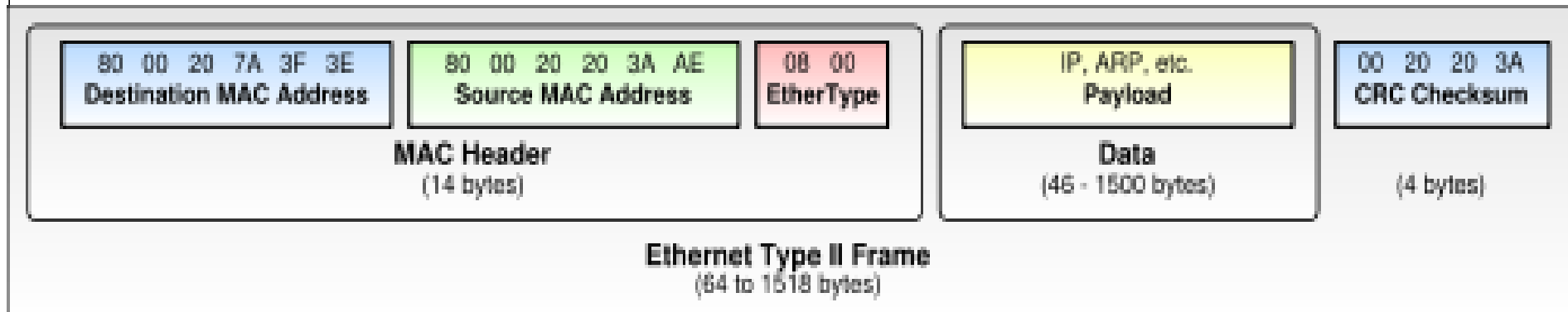
- Norme **IEEE 802.3**
- Topologie en **bus linéaire** ou en **bus en étoile**
- Transmission des signaux en **bande de base**
- Méthode d'accès au réseau **CSMA/CD**, méthode à contention
- Un débit de **10 à 100 Mb/s**
- Le support est « **passif** » (c'est l'alimentation des ordinateurs allumés qui fournit l'énergie au support) ou « **actif** » (des concentrateurs régénèrent le signal)
- Le câblage en **coaxial**, en **paires torsadées** et en **fibres optiques**
- Les connecteurs **BNC**, **RJ45**, **AUI (apple)** et/ou les connecteurs pour la fibre optique
- Des trames de **64 à 1518 Octets**

# Exemple Trames Ethernet / IEEE 802.3

- Taille maximale = 1518 octets
  - Empêche une station de monopoliser le canal pendant trop longtemps
  - Valeur arbitraire
- Taille minimale = 64 octets
  - Détection des collisions
    - 64 octets (MAC, CRC inclus) + 8 octets (en-tête trame physique - préambule) = 72 octets au total sur la ligne = plus petite trame correcte
  - Si la quantité de données transportées ne permet pas de remplir une trame, il faut ajouter des octets de bourrage (padding)



# Structure d'une trame Ethernet



- Adresse MAC destination : 6 octets
- Adresse MAC source : 6 octets
- EtherType : 2 octets qui indique quel protocole est encapsulé dans la trame

## Ethernet: Système d'adressage : MAC Address (Medium Access Control )

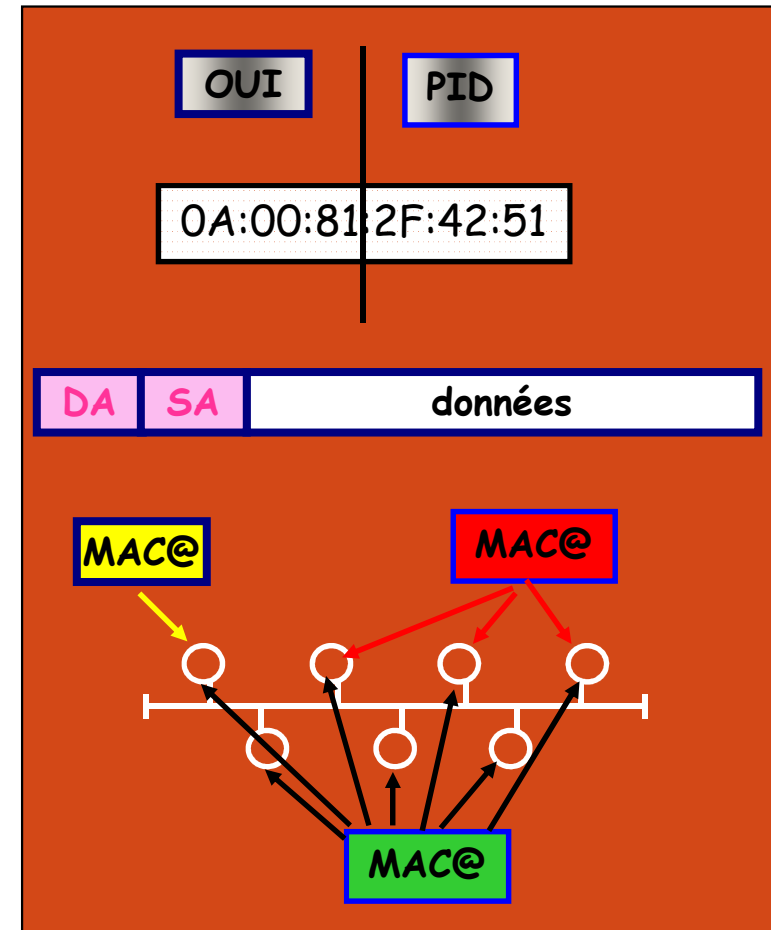
6 octets exprimés en hexadécimal séparés par “:” ou “—”

- l'OUI (Organization Unique Id) 3 octets
- l'adresse matérielle spécifique (Product ID) 3 octets.

**Source MAC Address :** L'adresse MAC de la station émettrice

**Destination MAC Address:** L'adresse MAC de la station destinataire

- **Unicast** MAC Address 0A:00:81:2F:42:51 une adresse MAC désignant une seule station
- **Multicast** MAC Address 01:xx:xx:xx:xx:xx (premier octet impair). une adresse MAC désignant plusieurs stations (un groupe )
- **Broadcast** MAC Address FF:FF:FF:FF:FF:FF. Adresse MAC de diffusion qui désigne l'ensemble des stations du domaine de collision concerné.



## Obtention de l'adresse MAC d'un équipement ?

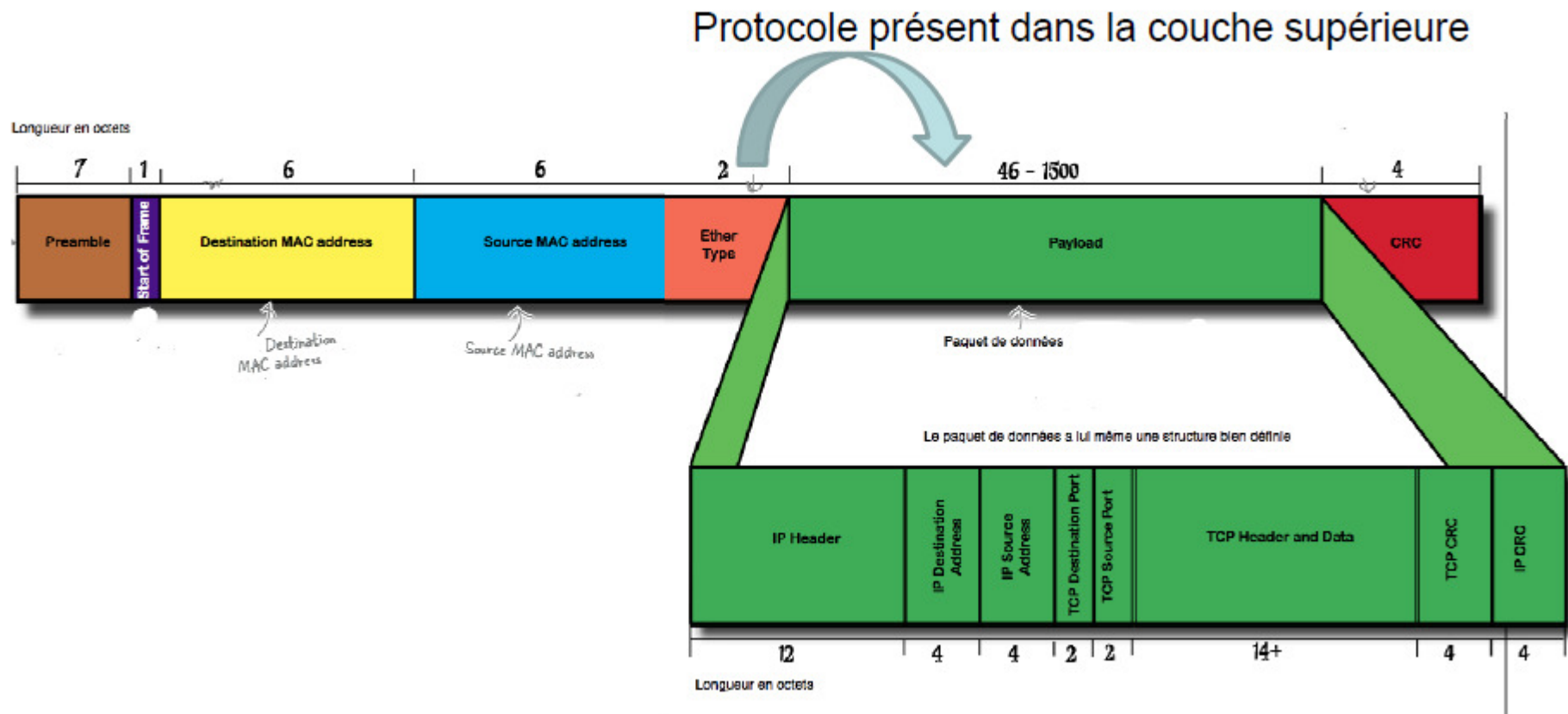
- **Windows NT, 2000, and XP:** `ipconfig /all`
- **Linux:** `ip maddr`, `ip neigh`, `arp`
- NB :  
"00-00-00-00-00-00" n'est pas une adresse MAC valide. Votre carte réseau rejettera cette valeur et maintiendra l'adresse d'origine.
- Il est possible de modifier l'adresse mac d'une machine. ... mais ca n'est pas recommandé <http://www.klcconsulting.net/smac/>

# Ethernet : valeur du champ protocole EtherType

Champ Protocole (hexadécimal)	Protocole couche supérieure (encapsulé dans la trame)
<b>0x0800</b>	<b>IPv4</b>
<b>0x0806</b>	<b>ARP</b>
<b>0x809B</b>	<b>AppleTalk</b>
<b>0x86DD</b>	<b>IPv6</b>
<b>0x8864</b>	<b>PPPoE</b>

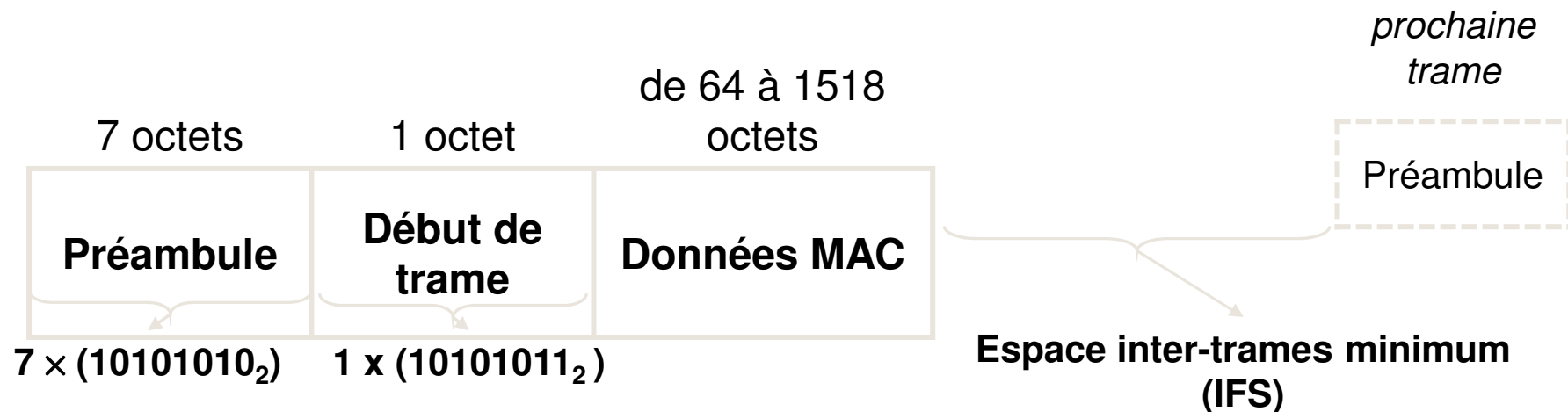
source : <http://www.iana.org>

# Encapsulation de IP dans Ethernet



# Encapsulation des trames Ethernet et 802.3 au niveau physique

Les trames sont précédées d'un préambule et suivies d'un temps de repos



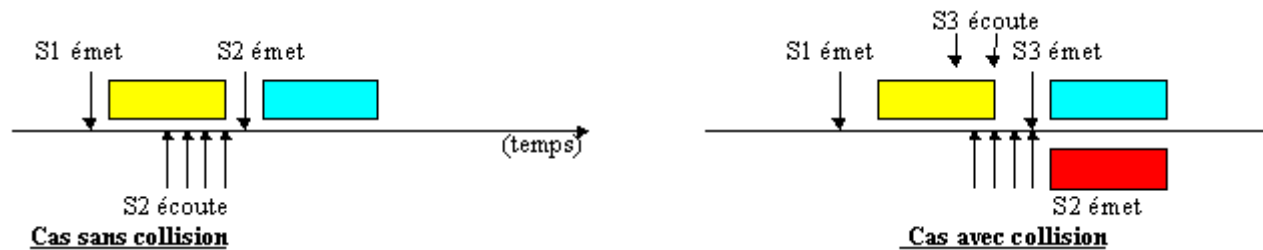
- **Préambule** : permet la synchronisation du récepteur ( $10101010_2 =$  signal carré, en codage Manchester)
- **Espace inter-frames** : permet de bien séparer les trames successives
  - ⇒ 802.3 / Ethernet à 10 Mbit/s : IFS = 9,6  $\mu$ s
  - ⇒ espace inter-frames 9.6  $\mu$ s -->  $9.6 \times 10 = 96$  bits (12 octets)

# Accès au medium de transmission

- Les **collisions de transmissions** sont le principal problème à régler.
- Elles se produisent lorsque deux (ou plus) stations essaient de transmettre en même temps.
- Les messages se superposent et il devient impossible d'en reconnaître le contenu exact.
- Une station peut penser que le médium est libre alors qu'une transmission est déjà commencée.
- Lorsque les messages se superposent, les stations émettrices s'en aperçoivent et mettent fin à leur émission.
- Plus le nombre de stations reliées au réseau est grand et plus celui-ci est étendu (délais plus longs), plus la probabilité de collision sera grande.

# Méthode d'accès au médium Physique :CSMA/CD

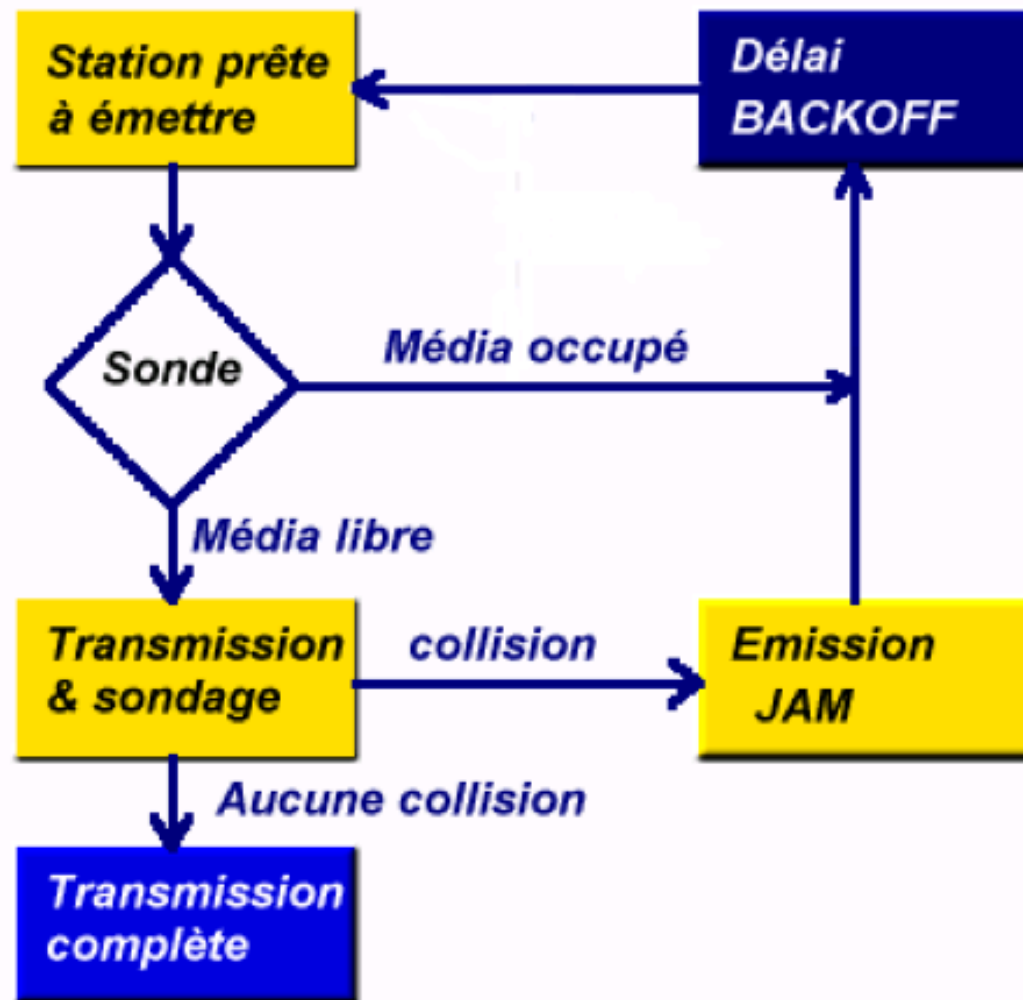
## principe du fonctionnement



- Si le canal est libre, alors émettre une trame
- Si le canal est occupé, attendre sa libération et émettre aussitôt il se libère
- Si l'on détecte une collision durant l'émission :
  1. Arrêter l'émission
  2. Attendre un temps aléatoire avant de réessayer (retour à 1)
- Si le nombre de collisions dépasse un certain seuil, on considère qu'il y a une erreur fatale et l'émission s'interrompt avec la condition excessive collisions



# CSMA/CD



# CSMA/CD : Collision

- **Détection de collision** : cas où deux stations constatent en même temps que le support de transmission est disponible et transmettent simultanément
- le **Slot-Time** ou fenêtre de collision :
  - délai maximum avant qu'une station détecte une collision.
  - il est égale à deux fois le temps de propagation du signal sur le support. C'est l'unité de temps du protocole.
  - la durée du Slot-Time a une influence sur la **taille minimale d'une trame**. En effet, pour que l'on puisse détecter la collision, il faut que la station écoute et donc qu'elle soit encore en train d'émettre.
  - Sur un réseau Ethernet à 10Mbit/s, le Slot-Time dure 51.2  $\mu$ s et la taille minimale d'une trame est de 64 octets.

# Evolution Ethernet Commuté

- **Vitesses** : de 10 Mbit/s à 100 Mbit/s, 1 Gbit/s..
- Grâce à l'utilisation de commutateurs :
  - **Commutation** :
    - disparition des collisions, augmentation du débit, sécurité accrue
    - Switch choisit pour chaque trame reçue un port de sortie vers sa destination finale (table MAC/PORT)
  - **VLAN** (Virtual LAN) : permettent au niveau d'un switch, de regrouper les noeuds dans des groupes séparés pour des aspects de sécurité et de gestion administratives

# VLAN (*Virtual Local Area Network*)

- Un VLAN est un ensemble d'unités regroupées quelque soit l'emplacement de leur segment physique
- Le VLAN permet de définir un nouveau réseau au-dessus du réseau physique et à ce titre offre les avantages suivants :
  - Plus de souplesse pour l'administration et les modifications du réseau (e.g. mobilité) car toute l'architecture peut être modifiée par simple paramétrage des commutateurs
  - Gain en sécurité car les informations sont encapsulées dans un niveau supplémentaire et éventuellement analysées
  - Réduction de la diffusion du trafic sur le réseau


# Types de VLAN

- **VLAN statique** : les ports du commutateur sont affectés aux différents VLAN
  - Facilité d'administration
  - Fonctionnent bien dans les réseaux où les déplacements sont contrôlés et gérés
- **VLAN dynamique** : les ports des commutateurs peuvent automatiquement déterminer leur VLAN d'appartenance. Filtrage basé sur :
  - Les adresses MAC
  - L'adressage IP
  - D'autres paramètres
- Cette méthode est celle qui demande le moins d'administration au niveau du local technique

# Types de VLAN

- VLAN de niveau 1
  - Câblage physique sur les ports d'un switch. Table port/VLAN
- VLAN de niveau 2
  - Association des adresses mac aux VLAN : Table de correspondance adresse mac /numéro VLAN

# Architecture VLAN « Virtual LAN »

- Permet de définir des groupes de machines formant des LAN arbitraires, changeables par logiciel au gré de la configuration :  
Mode de **fonctionnement transparent**
- Configuré en **Spanning Tree** pour éviter les boucles.  
 spanning\_tree1.swf
- Plusieurs switches peuvent supporter un même ensemble de VLAN, on parle de domaine de commutation.
- Ils sont alors reliés entre eux par un Inter Switch Link, aussi appelé Trunk (Tronçon), qui supporte sans les mélanger les trafics des différents VLANs

