

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

La couche 2 - Liaison => Liaison de données

Vous savez gérer les câbles et les branchements, maintenant, il faut apprendre à envoyer ces informations d'une machine à une autre.

Rôle : **permettre à des machines connectées ensemble pour communiquer et détecter les erreurs de transmission.**

1. L'adresse MAC

Pour parler à une machine en particulier, il faut l'identifier, avec son **adresse MAC**. Cette adresse fait partie de la couche 2, liaison de données, qui est en contact avec la couche 1, physique, donc l'adresse MAC **identifie une carte réseau d'une machine physique**. On la trouve aussi appelée adresse physique.

L'adresse Mac est codée sur **6 octets** et est écrite en **hexadécimal**.

Si une machine physique possède plusieurs cartes réseau, alors elle possédera plusieurs adresses MAC, une par carte.

Vous pouvez connaître quelles sont vos adresses MAC en faisant un « ipconfig /all » dans votre invite de commande Windows. Par exemple, pour moi, cela donne ça :

```
C:\Users\morganebonin>ipconfig /all
Carte Ethernet vEthernet (Externe) :

    Suffixe DNS propre à la connexion. . . : adrar-formation.com
    Description. . . . . : Hyper-V Virtual Ethernet Adapter #3
    Adresse physique . . . . . : D4-6A-6A-AB-BB-9B
    DHCP activé. . . . . : Oui
    Configuration automatique activée. . . : Oui
```

Vous remarquerez donc que Windows appelle l'adresse MAC adresse physique.

L'hexadécimal

Au lieu d'être en base 2 comme le binaire, ou en base 10 comme le décimal, l'hexadécimal est en **base 16**. On utilise les premières lettres de l'alphabet après le chiffre 9 : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9... a, b, c, d, e et f

10 s'écrit donc a, 11 s'écrit b ... jusqu'à 15 qui s'écrit f.

On a bien 16 valeurs, de 0 à 15 qui sont égales en hexadécimale : 0 à f.

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur Tertiaire & Numérique		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière Syst. & Réseaux	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinateur Filière Développement		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

Comme pour le binaire, où tout nombre décimal peut s'écrire comme la somme de puissance de 2, en hexa (hexadécimal), tout nombre décimal peut s'écrire comme la somme de puissance de 16.

Amusez-vous à calculer si vous le souhaitez, mais nous n'utiliserons pas, pour le moment, de conversion décimal/hexadécimal ou l'inverse en formation.

En ce qui nous concerne, l'adresse Mac, est donc écrit en hexadécimal, et ressemble à ça :

00:93:6f:ad:3e:8a

Mais qu'est-ce que l'octet ?

Nous avons indiqué que l'adresse MAC était codée sur 6 octets. Un Octet, c'est une unité de mesure en informatique. Par exemple, un disque dur de 50 Go, GO étant Giga Octet, est plus facile à écrire que 50 000 000 000 octets.

Un **octet représente 8 bits**. Et un bit c'est la plus petite unité de mesure informatique, car c'est une valeur binaire, codée soit en 0 soit en 1 en fonction du signal électrique qui passe pour alimenter notre machine. Un signal qui passe, cela donne la valeur 1 « allumé », un signal qui ne passe pas, cela donne la valeur 0 « éteint ».

Comprenons le lien entre l'octet et le bit

Prenons 2 bits, chacun de ces bits peut prendre la valeur 0 ou la valeur 1. On a donc 4 valeurs différentes : 00, 01, 10, 11

On déduit de ce constat que x bits peuvent coder 2^x valeurs.

Prenons l'exemple de 4 bits, cela ferait 2^4 valeurs = 16 valeurs différentes :

0000	1000
0001	1001
0010	1010
0011	1011
0100	1100
0101	1101
0110	1110
0111	1111

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur Tertiaire & Numérique		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière Syst. & Réseaux	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinateur Filière Développement		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

Donc, un octet, qui équivaut à 8 bits, cela fait 2^8 valeurs possibles = **256 valeurs différentes pour un seul octet**.

En informatique, comme on commence à compter à 0, les valeurs d'un octet sont donc comprises entre **0 et 255**. Nous verrons pourquoi un petit peu plus tard.

L'adresse mac étant codée sur 6 octets, et 1 octet étant 8 bits, $8 \times 6 = 48$ bits.

L'adresse Mac est donc codée sur 6 octets, soit 48 bits. Elle peut prendre 2^{48} valeurs différentes, soit 281 474 976 710 656 valeurs, soit plus simplement, **plus de 280 mille milliards de valeurs possibles pour une adresse Mac**.

Et c'est tant mieux, car chaque adresse mac doit être unique au monde, car rappelez-vous, elle est l'adresse qui identifie une carte réseau.

On ne peut pas se tromper, car, pour simplifier, un constructeur de carte réseau va acheter les 3 premiers octets d'une adresse Mac, comme ça, il est identifié, et ensuite, il fait lui-même faire varier la valeur des 3 derniers octets, en tenant un registre. Comme cela il sait quelles valeurs il a déjà attribuées et quelles valeurs il lui reste.

2. Communication sur la couche 2

Comment communiquent nos machines entre elles ?

Nos machines sont identifiées dans le monde grâce à leur adresse MAC, mais comment communiquent-elles ?

Nous, êtres humains, utilisons la parole, et une langue commune pour communiquer. Les machines ont aussi besoin d'un langage pour communiquer.

Dans la couche 1, nous avons vu que les machines communiquaient en binaire, grâce à la fluctuation du courant électrique.

Cependant, chaque couche à ses matériels propres, et ses langages. En informatique, les langages sont appelés des **protocoles**.

Donc, l'un des protocoles de la couche 2, le plus utilisé, est le **protocole Ethernet**.

Mais qu'est-ce qu'un protocole ?

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur NUMERIQUE OCCITANIE		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière SYST. & RESEAUX	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinatrice Filière DEVELOPPEMENT		
	Sophie POULAKOS : Coordinatrice Filière WEBDESIGN / PPNUM		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

C'est un langage commun, que chaque machine peut comprendre. Il va définir quelles informations vont être envoyées et surtout dans quel ordre.

Prenons l'exemple d'une lettre. Pour que la communication par lettre fonctionne, il faut suivre un protocole, c'est-à-dire écrire l'adresse du destinataire, signer ou écrire notre adresse, celle de l'émetteur, et bien sûr, mettre un message.

En informatique c'est pareil, il faut ces 3 informations pour qu'un message arrive d'un point A, à un point B. Le protocole va donc définir le format des messages envoyés sur le réseau, ce message, sur la couche 2, s'appelle une **trame**.

La trame

La trame du protocole Ethernet est composée, en premier du préambule. C'est une séquence précise qui permet de synchroniser le signal entre l'émetteur et le récepteur, puis du SFD (Start Frame Delimiter) qui indique le début de la trame.

La trame à proprement parlé commence juste après avec les adresses MAC, en premier celle de destination, puis la source, comme cela, la machine sait de suite sur le message s'il est pour elle ou non. Si le message n'est pas pour elle, elle le transfère.

En découvrant le modèle OSI, on a appris qu'un message traversait le modèle OSI de la couche 7 vers la couche 1. Donc, notre protocole Ethernet passe par la couche 3, avant d'arriver à la couche 2. La couche 3 indique donc à la couche 2 quel est le protocole qui est utilisé pour les données, c'est le champ Ether Type.

Voici quelques valeurs qu'il peut avoir :

- 0x0800 pour IPv4
- 0x0806 pour ARP
- 0x86DD pour IPv6

La trame contient ensuite le message à envoyer, il s'agit du datagramme IP issu de la couche précédente 3 - Réseau.

Pour finir, il y a le **CRC** (code de correction des erreurs), ensemble d'octets permettant de vérifier que la réception s'est effectuée sans erreur.

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur NUMERIQUE OCCITANIE		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière SYST. & RESEAUX	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinatrice Filière DEVELOPPEMENT		
	Sophie POULAKOS : Coordinatrice Filière WEBDESIGN / PPNUM		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

La trame Ethernet est donc :

Préambule		Trame				
Préambule	SFD	Adresse MAC destination	Adresse MAC source	Ether Type	Données à envoyer	CRC
7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	2 octets	46 - 1500 octets	4 octets

Quelle taille fait la trame ?

La taille des données à envoyer varie entre 46 octets et 1500 octets, cela fait donc varier la taille de la trame Ethernet.

Lorsque la taille des données à envoyer est inférieure à 46 octets, le datagramme IP va être comblé, bourré par des octets à 0 pour atteindre la taille minimale requise.

Donc, au **minimum** la taille de la trame est de **72 octets**, au **maximum** de **1526**.

À savoir :

Voici les étapes que nous connaissons de la communication entre deux machines.

- Une application sur la machine A veut envoyer des données à une autre application sur une machine B.
- Le message parcourt les couches du modèle OSI de haut en bas.
- La couche 3 indique à la couche 2 quel protocole est utilisé.
- La couche 2 peut alors former la trame Ethernet et l'envoyer sur le réseau.
- La machine B reçoit la trame Ethernet et regarde l'adresse MAC de destination.
- C'est elle ! elle lit donc la suite de la trame.
- Grâce à l'information sur le protocole de couche 3 utilisé, elle peut envoyer les données correctement à la couche 3.
- Le message remonte les couches du modèle OSI et arrive à l'application sur la machine B.

Nous savons donc faire communiquer deux machines entre elles sur un réseau local.

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur NUMERIQUE OCCITANIE		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière SYST. & RESEAUX	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinatrice Filière DEVELOPPEMENT		
	Sophie POULAKOS : Coordinatrice Filière WEBDESIGN / PPNUM		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

Récap

- Le rôle principal de la couche 2 est de connecter les machines sur un réseau local
- Mais elle permet aussi de détecter les erreurs (sans les corriger) grâce au CRC
- Le protocole Ethernet est le protocole utilisé sur la couche 2
- L'information qui circule sur la couche 2 s'appelle la trame
- L'adresse MAC est l'adresse d'une carte réseau
- Elle est codée sur 6 octets, soit 48 bits
- Et est unique au monde

3. Le matériel de la couche 2

4. Le matériel de la couche 2 est : le switch, ou commutateur, en français.

C'est un boîtier sur lequel sont présentes plusieurs prises RJ45 femelles, permettant de brancher dessus des machines à l'aide de câbles à paire torsadée. Ces machines peuvent être des postes, ces imprimantes, d'autres switchs ... Et le tout forme un réseau local.

Le **switch** sert donc d'intermédiaire dans la transmission des messages. Il arrive à savoir à qui en particulier envoyer son message grâce à la **table CAM** ou **table MAC** qui fait le lien entre le port du switch, et l'adresse MAC de la machine qui est branchée dessus. Il connaît l'adresse source des paquets, car elle fait partie de la trame Ethernet qu'il reçoit et qu'il transmet.

Attention, cette table qui fait le lien entre le port physique du switch et l'Adresse MAC sources des paquets qu'il reçoit porte deux noms : Table **CAM** : Content-Addressable-Memory ou bien table **MAC** : Medium-Access-Control. Vous trouverez les deux noms sur internet, mais il s'agit de la même chose.

Par défaut la table CAM est vide d'information, donc le switch va la mettre à jour au fur et à mesure dès qu'il reçoit une trame. Il note donc qu'il reçoit la trame par tel port et qu'elle provient de l'adresse MAC source qui est inscrite dans la trame ! Pratique.

La table est donc toujours à jour, car elle s'actualise à chaque trame. De plus, il ne peut pas y avoir d'informations « obsolètes », car les informations sont supprimées dès que le TTL (Durée de vie) est atteint. Ce TTL étant réinitialisé dès qu'une machine répertoriée dans la table CAM parle.

Vous vous souvenez de la collision, du CSMA/CD ? Grâce au switch, il n'y a plus de soucis. Le switch possède une mémoire, dans laquelle il peut stocker les trames en attente. En effet, il ne renvoie la

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
Morgane BONIN	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur NUMERIQUE OCCITANIE		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière SYST. & RESEAUX	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinatrice Filière DEVELOPPEMENT		
	Sophie POULAKOS : Coordinatrice Filière WEBDESIGN / PPNUM		

FONDAMENTAUX RÉSEAUX - Couche 2 - Liaison

trame que si la paire de câbles de transmissions de la machine de destination est libre, si ce n'est pas le cas, il stocke et il attend. Donc, il n'y a plus de collision.

Le switch est donc bien différent du hub, car celui-ci ne peut être assimilé qu'à une simple multiprise RJ45, il ne fait aucune distinction entre les machines. Dès qu'il reçoit un message, il l'envoie à tous ses ports, et la machine qui se reconnaît dans le message le récupère pour elle. Mais pour qu'elle arrive à faire cela, il faut au préalable qu'elle ait lu le début du message pour trouver son adresse. Donc, chaque machine sur un hub voit chaque message. Ce n'est donc pas un équipement sûr et sécurisé.

Auteur(s)	Relu, validé et visé par :	Date de création :	Date dernière MAJ :
<u>Morgane BONIN</u>	Jérôme CHRETIENNE : Resp. Secteur NUMERIQUE OCCITANIE		
	Florence CALMETTES : Coordinatrice Filière SYST. & RESEAUX	Toute reproduction, représentation, diffusion ou rediffusion, totale ou partielle, de ce document ou de son contenu par quelque procédé que ce soit est interdite sans l'autorisation expresse, écrite et préalable de l'ADRAR.	
	Marc CECCALDI : Coordinatrice Filière DEVELOPPEMENT		
	Sophie POULAKOS : Coordinatrice Filière WEBDESIGN / PPNUM		