

Réseaux Informatiques CM2

Guillaume Rico

guillaume.rico@alpesmesures.fr

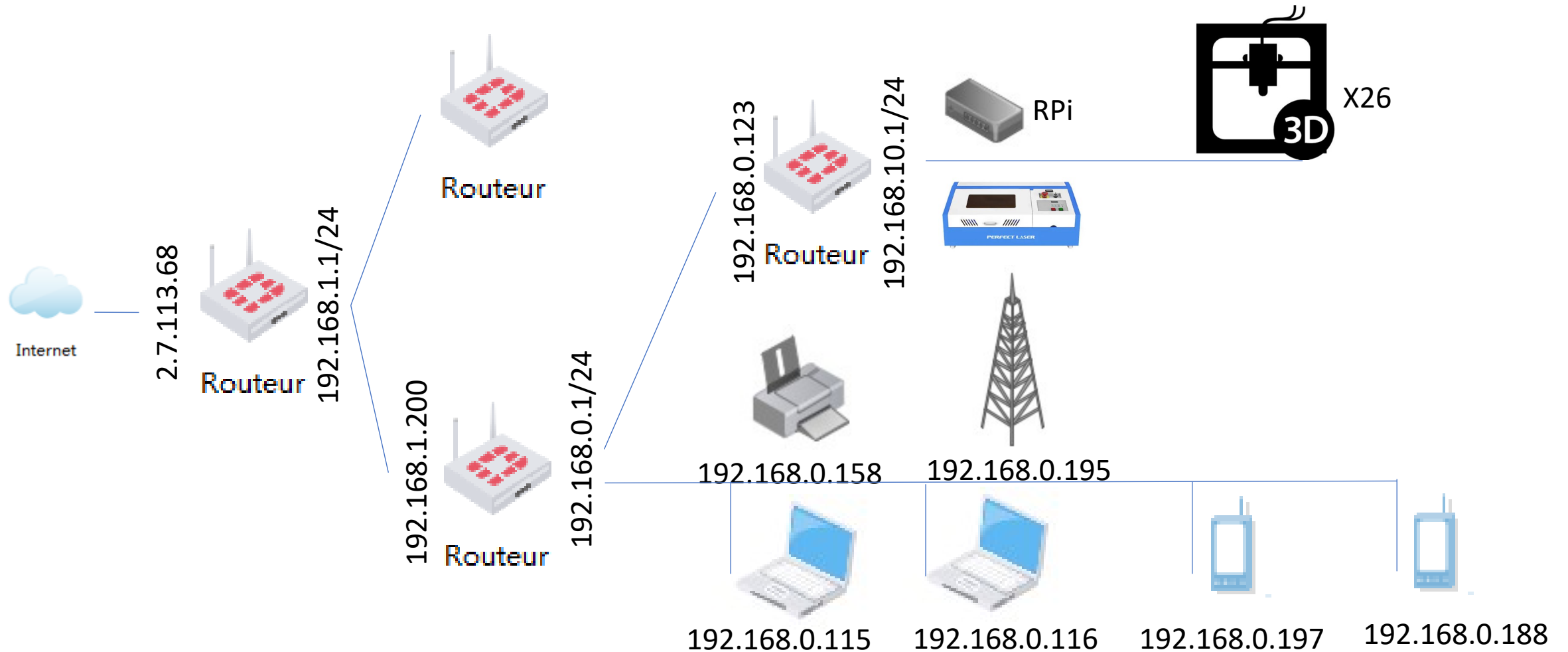
https://github.com/guillaume-rico/reseaux_informatiques.git

Plan

- Cours 1 :
 - Introduction
 - Historique
 - Échange sur le fonctionnement
 - Modèle OSI
 - TP Routeur
- Cours 2 :
 - Couches :
 - Physique
 - Liaison
 - Réseau
 - Transport
 - Présentation
 - TP Tournant partie 1
- Cours 3 :
 - Couches :
 - Rappels des couches précédentes
 - Applicatif
 - NAT / PAT – IPV6
 - Protocoles
 - Wi-Fi
 - Tunnels
 - TP Tournant partie 2
- Cours 4 :
 - Cybersécurité
 - TP Tournant partie 3

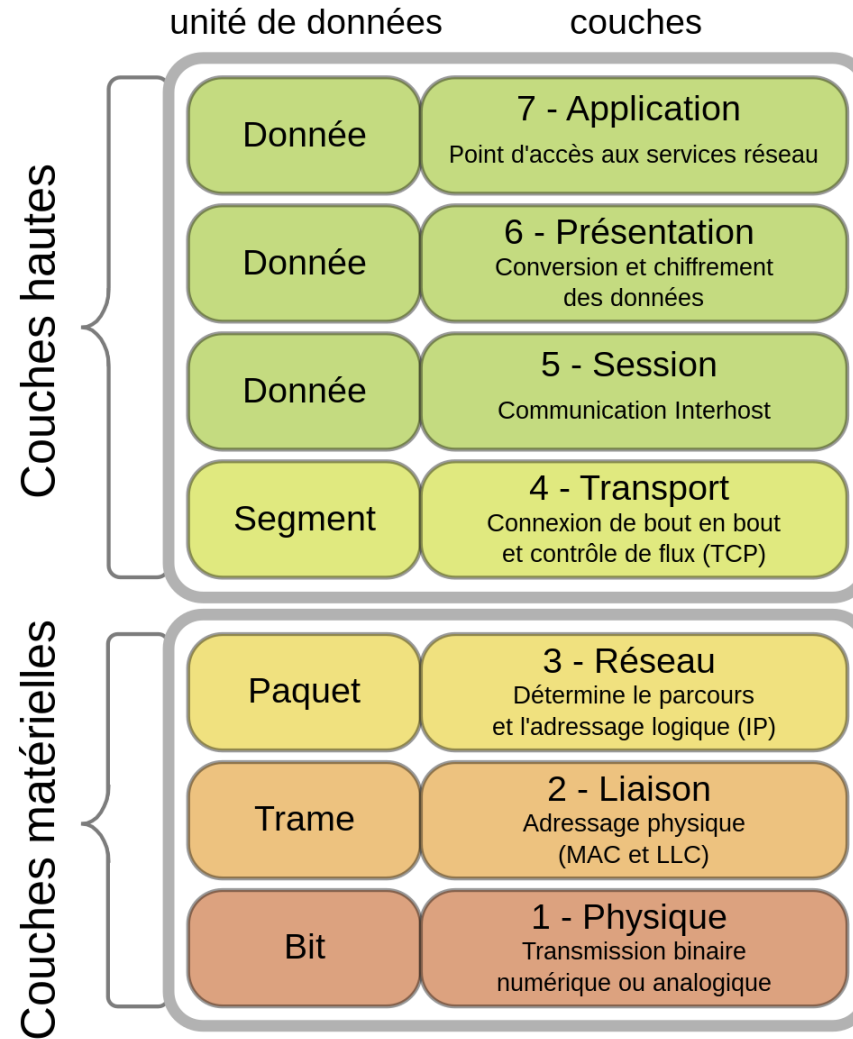
Exercice – Cartographie réseau

Exercice – Cartographie réseau

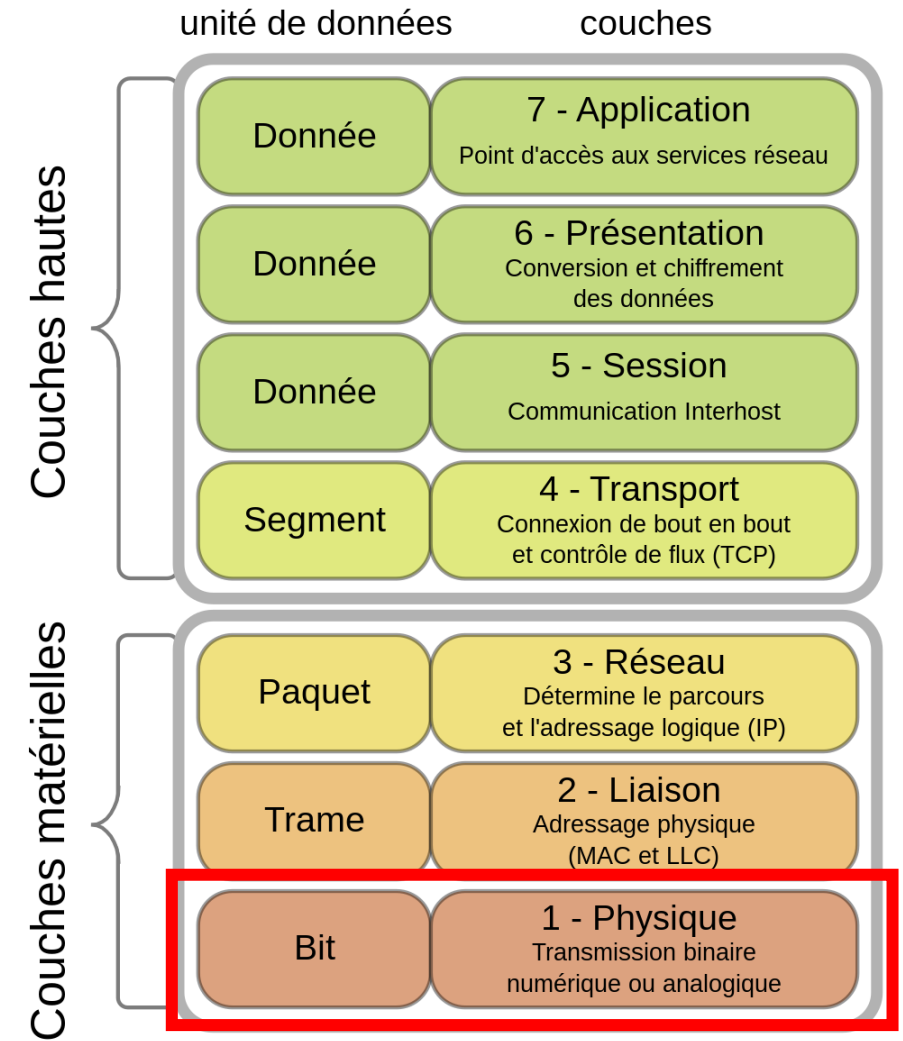


Rappel du premier cours

Modèle OSI

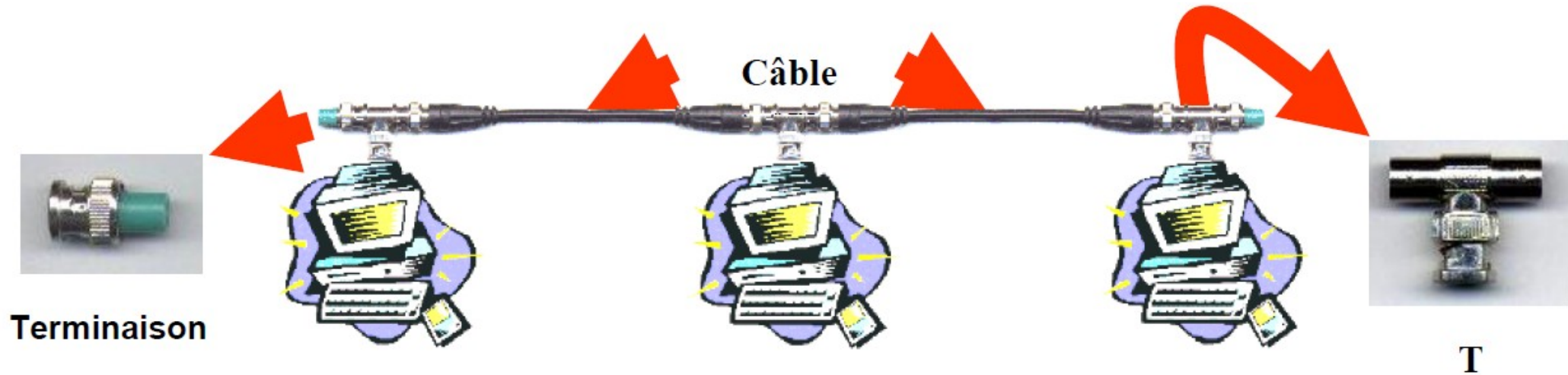


Couche Physique



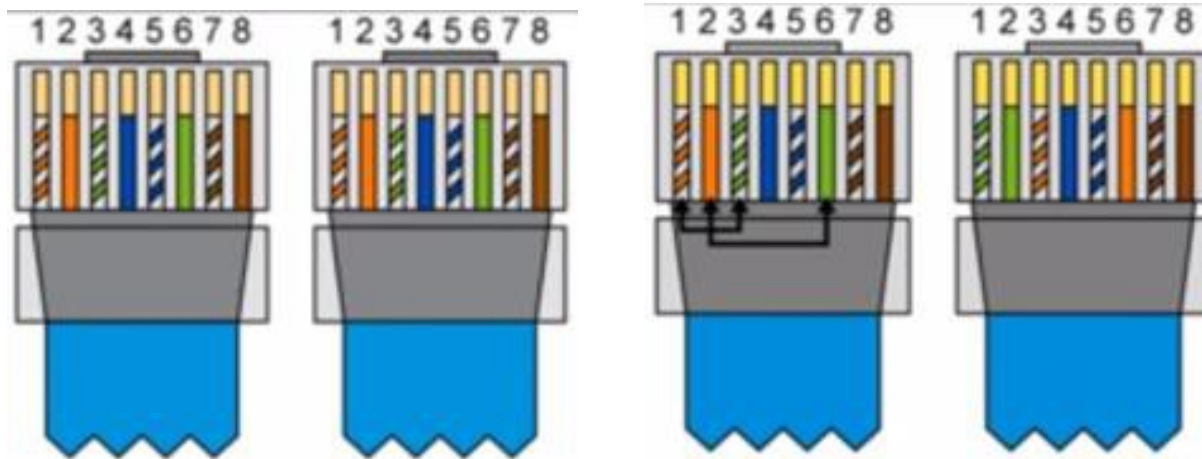
Couche – physique – Coaxial

- La préhistoire !
- Cable coaxial RG58, terminaison BNC
- Topologie Bus



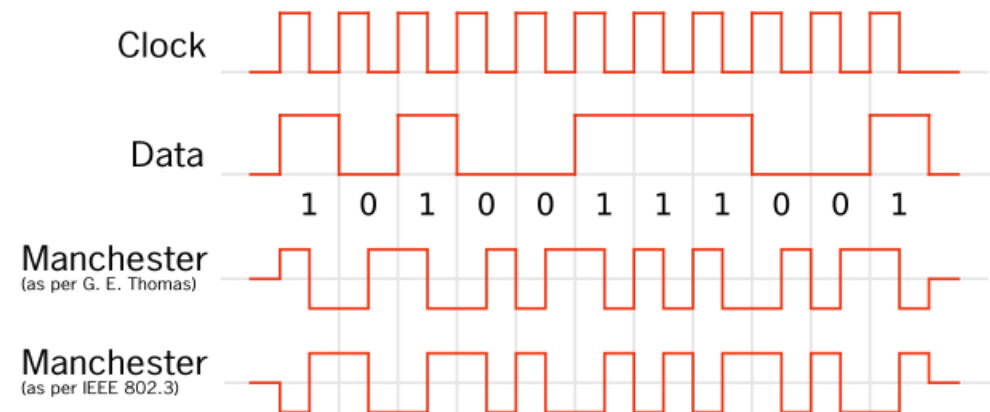
Couche – physique – RJ45

- Câbles réseau Ethernet - RJ45
- 4 paires de câble
- Historique : Câble droit / Câble croisé



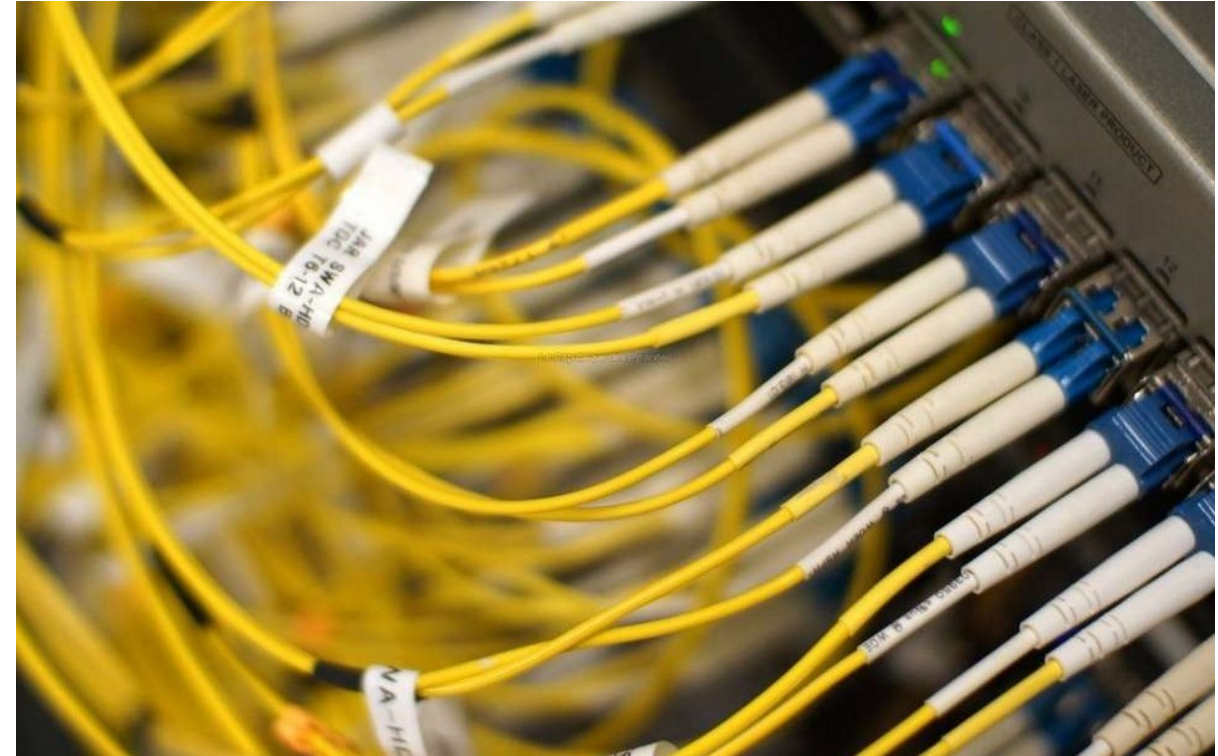
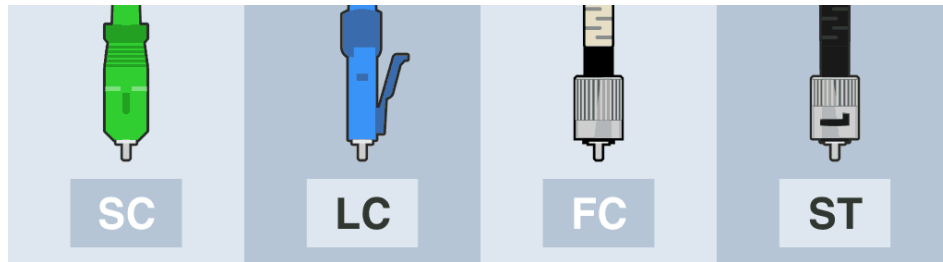
Couche – physique – RJ45

- Distance max : 100m
- Débit :
 - 10 & 100Mbit/s : 2 paires (sur 4)
 - 1 Gbit/s & supérieur : 4 paires
- RJ45 : connecteur majoritairement utilisé



Couche – physique – Fibre optique

- Distance : de l'ordre du km
- Débit : 10 Gbits/s
- Plusieurs Connecteurs :



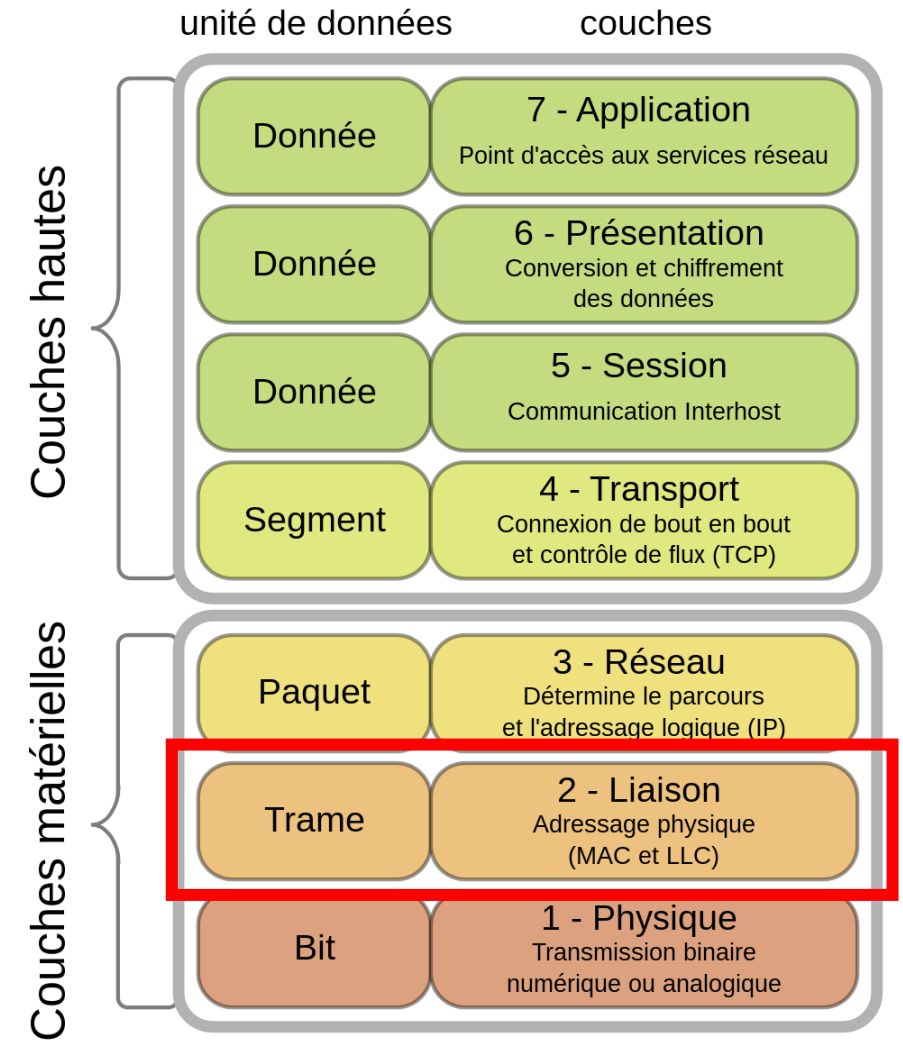
Couche – physique – Radio

- WiFi
- LoRa / SigFox
- Point à point
- ~~2G~~ / 3G / 4G / 5G

Couche – physique – Règles générales

- Identification des éléments :
 - Câble :
 - Couleur
 - Tenant et Aboutissant
 - Matériel :
 - Identification (étiquettes)
 - Registre du matériel / version de firmware

Couche Liaison



Couche – Liaison – Adresse MAC

- Format adresse MAC ?
- Spécificité adresse MAC ?
- Combien d'adresse MAC par équipement ?

Couche – Liaison – Adresse MAC

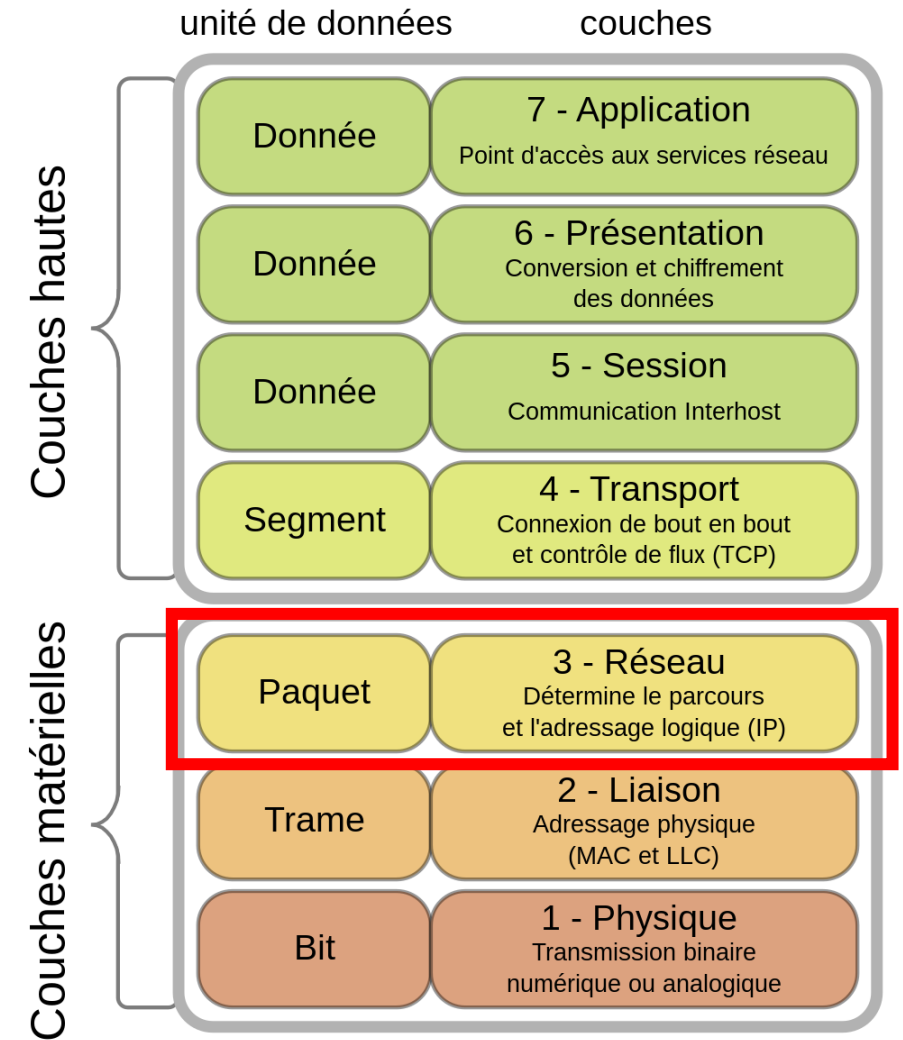
- A quoi ça sert ?
- Ethernet : Envoyer une trame d'une adresse MAC à une autre

Structure d'un paquet et d'une trame Ethernet typique

Couche OSI	Préambule	Délimiteur de début de trame (SFD)	Adresse MAC destination	Adresse MAC source	Tag 802.1Q (optionnel)	Ethertype (Ethernet II) ou longueur (IEEE 802.3)	LLC/SNAP (si 802.2) + Charge utile	Séquence de vérification de trame (FCS)	Délai inter-paquet (IPG)
	7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	(4 octets)	2 octets	46 à 1 500 octets	4 octets	12 octets
Couche 2: trame Ethernet	← 64 à 1 522 octets →								

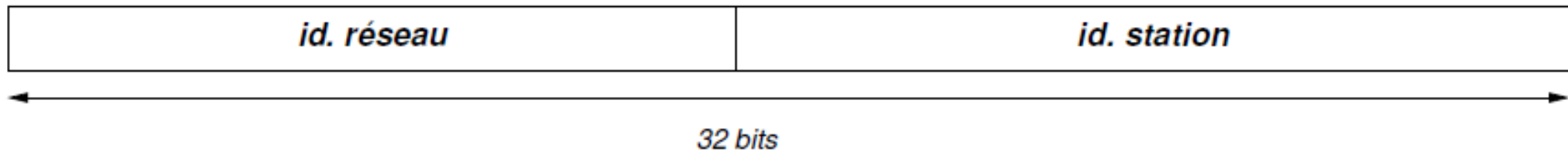
- Les limites :
 - Les adresses MAC doivent être connues
 - Les machines doivent être dans le même réseau

Couche Paquet



Couche – Paquet – IPV4

- Format : 32 bits, 4 octets
- Contient deux informations :
 - Identifiant du réseau et Identifiant de l'équipement



- Seuls les équipements sur le même réseau peuvent communiquer entre eux

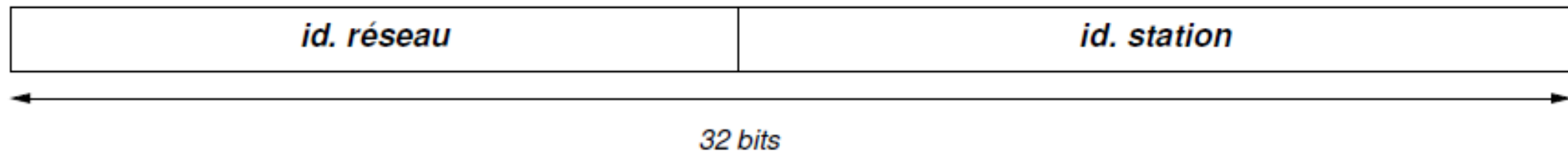
Couche – Paquet – IPV4

- Repérer le réseau de la station : masquage
- Exemple :
 - Adresse : 192.168.001.215
 - Masque : 255.255.255.000
 - Id Réseau : 192.168.001
 - Id Station : .215

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\Alliaume> ipconfig

Carte réseau sans fil Wi-Fi :

    Adresse IPv4. . . . . : 192.168.1.215
    Masque de sous-réseau. . . . . : 255.255.255.0
    Passerelle par défaut. . . . . : 192.168.1.1
```



Autre format pour le masques : /X ou X est le nombre de 1 de masquage

/24 : 11111111.11111111.11111111.0 : 255.255.255.0

Couche – Paquet – IPV4

Mini TD

Masque /8 : Écrire le masque sous la forme XXX.XXX.XXX.XXX

Masque /16 : Écrire le masque le sous la forme XXX.XXX.XXX.XXX

IP : 192.168.1.215/24 : Masque, Réseau, Nombre d'équipements possibles

IP : 10.125.123.242/18 : Masque, Réseau, Nombre d'équipements possibles

Couche – Paquet – IPV4

- Identifiants réseaux privés
 - 10.X.X.X (10/8) : 10.0.0.0 à 10.255.255.255 (Grandes entreprises)
 - 172.16/12 : 172.16.0.0 à 172.31.255.255
 - 192.168/16 : 192.168.0.0 à 192.168.255.255 (Particuliers et TPE)
 - 169.254/16 : 169.254.0.0 à 169.254.255.255 (utilisées pour l'autoconfiguration des hôtes)
- Identifiant réseau particulier :
 - 127.0.0.X : Loopback
 - 224/8 (Classe D) : Groupes de stations (adhésion et résiliation par IGMP (Internet Group Management Protocol))
 - 255/8 (Classe E) : Adresses expérimentales

Couche – Paquet – IPV4

Structure d'un paquet et d'une trame Ethernet typique

Couche OSI	Préambule	Délimiteur de début de trame (SFD)	Adresse MAC destination	Adresse MAC source	Tag 802.1Q (optionnel)	Ethertype (Ethernet II) ou longueur (IEEE 802.3)	LLC/SNAP (si 802.2) + Charge utile	Séquence de vérification de trame (FCS)	Délai inter-paquet (IPG)
	7 octets	1 octet	6 octets	6 octets	(4 octets)	2 octets	46 à 1 500 octets	4 octets	12 octets
Couche 2: trame Ethernet			← 64 à 1 522 octets →						

En-tête IPv4

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale																
Identification																Indicateur		Fragment offset														
Durée de vie								Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête																
Adresse source																																
Adresse destination																																
Option(s) + remplissage																																

Couche – Paquet – IPV4

- En tête IPV4 :

En-tête IPv4																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Indicateur		Fragment offset													
Durée de vie								Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête															
Adresse source																IP Source															
Adresse destination																IP Destination															
Option(s) + remplissage																															

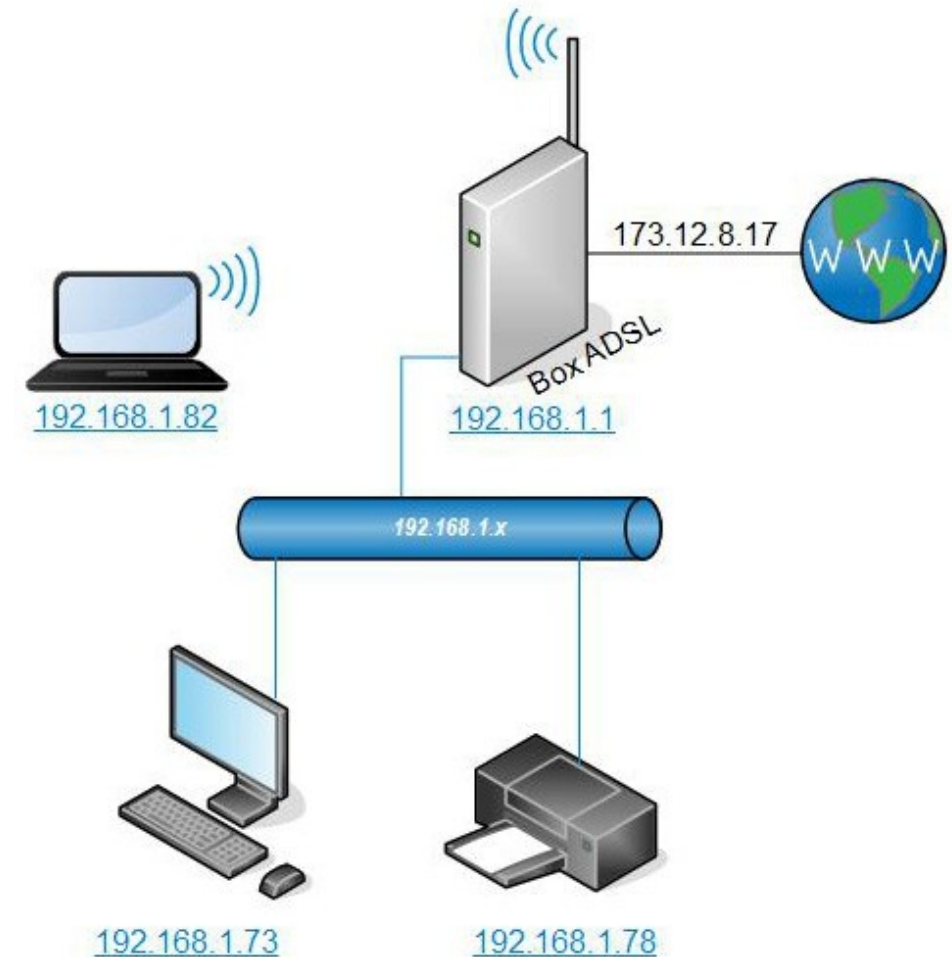
1 : ICMP
6 : TCP
17 : UDP
Couche
Transport

Couche – Paquet

- Mais qui donne les adresses ip ?
- Réseau privé : vous
- Internet : RIR

Couche – Paquet – IPV4

- 5 RIR (Regional Internet Registries) assurent la distribution des adresses IP pour le monde
- FAI (fournisseur accès internet) achètent des plages d'IP auprès des RIR puis les fournissent aux clients



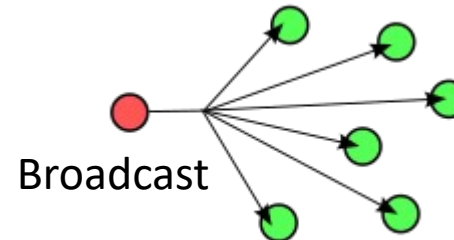
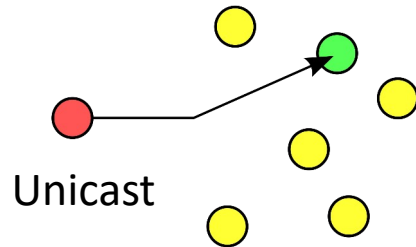
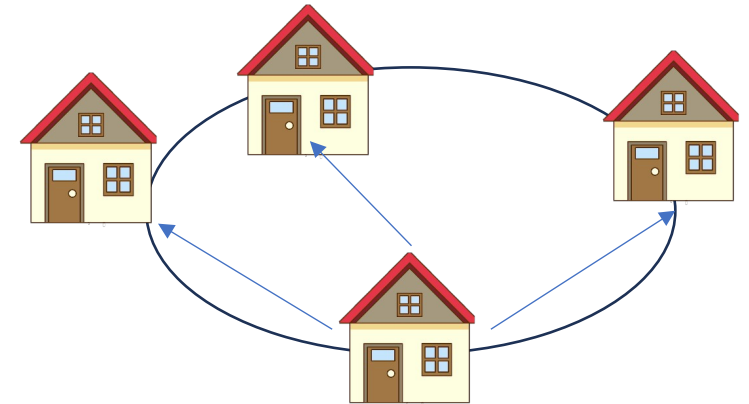
ARP

- L'idée : On ne connaît pas l'adresse MAC qui correspond à un équipement.
- Envoie d'un message à tous les équipements en indiquant l'adresse IP.
- Seul l'équipement avec l'adresse IP répond en spécifiant son adresse MAC

Comment envoyer un message a tout le monde?

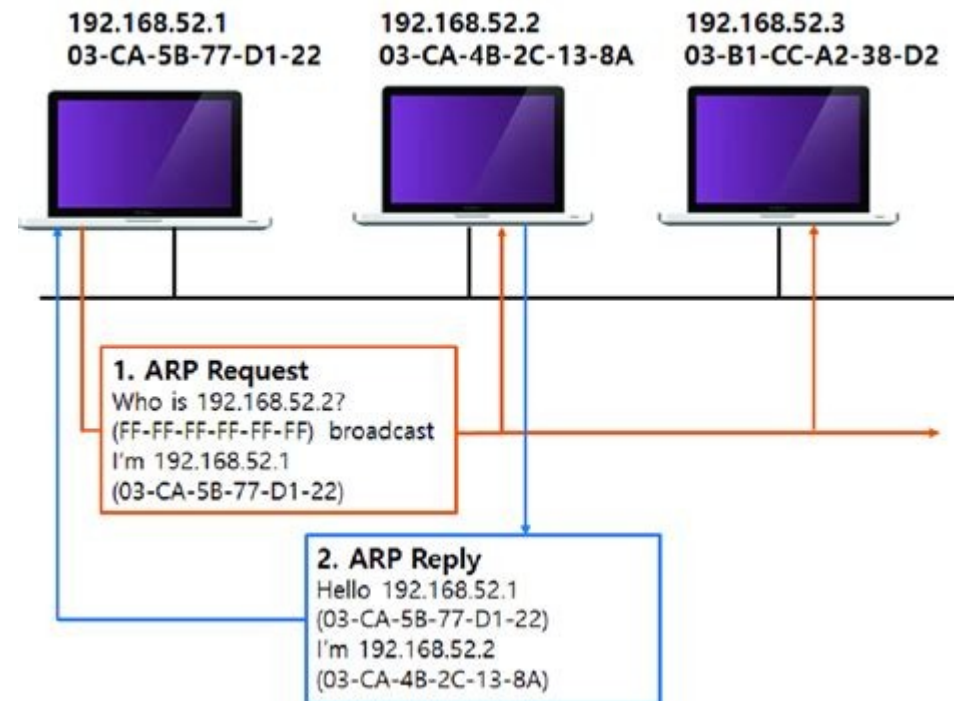
ARP

- Adresse IP spécifique : **Broadcast**
 - (Adresse réseau) OU LOGIQUE (complément a 1 masque)
 - 192.168.1.20/24 -> 192.168.1.255
 - Réseau : 11000000 10101000 00000001 00010100
 - Masque : 11111111 11111111 11111111 00000000
 - Compl. 1: 00000000 00000000 00000000 11111111
 - Broadcast : 11000000 10101000 00000001 11111111
 - 192.168.1.20/16 -> 192.168.255.255
- (Donc le nombre d'équipement sur un réseau est le nombre d'adresse disponible -1)



ARP

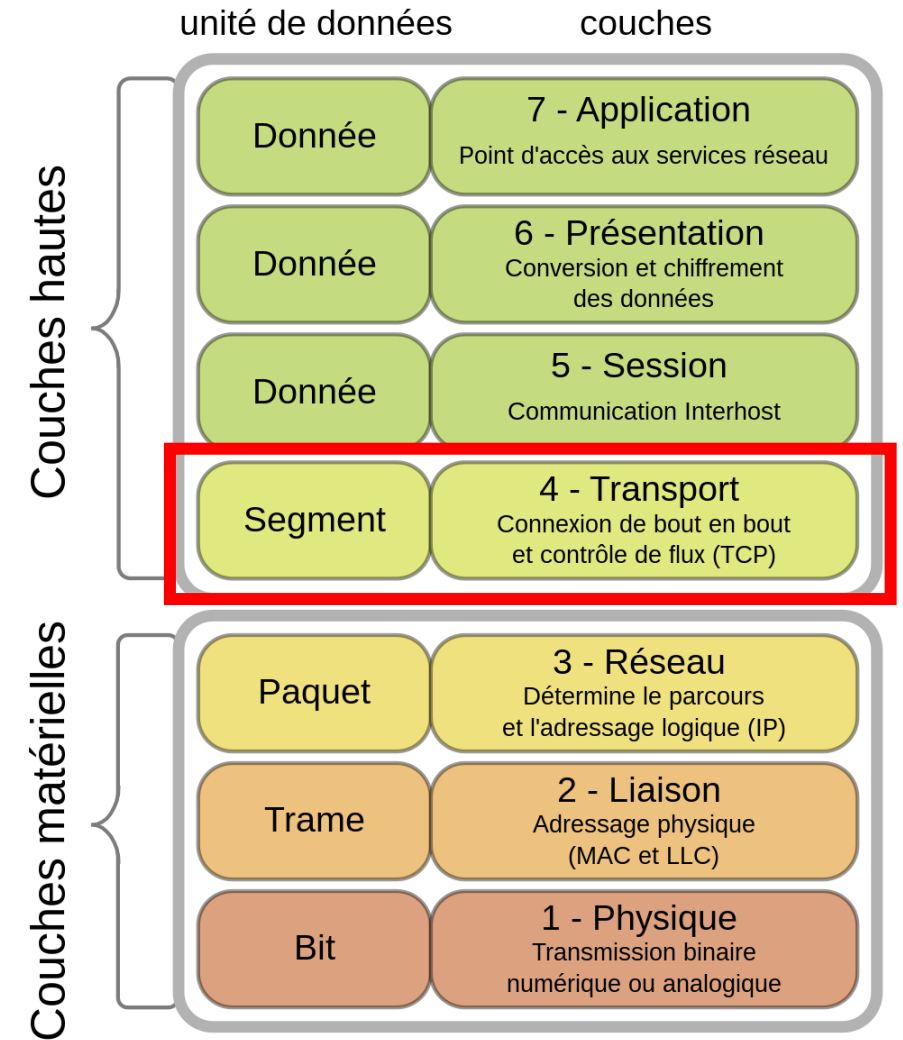
- Address Resolution Protocol
 - Ethernet : besoin d'adresse MAC pour communiquer
 - Envoi d'un message « Qui a l'adresse IP yyyy ? »
 - Réponse de yyyy : « C'est moi ! »
 - Mise à jour des deux caches



Cherchez sur votre ordinateur

- La cache de la table liant les adresses MAC aux adresses IP (Cache ARP)

Couche Transport



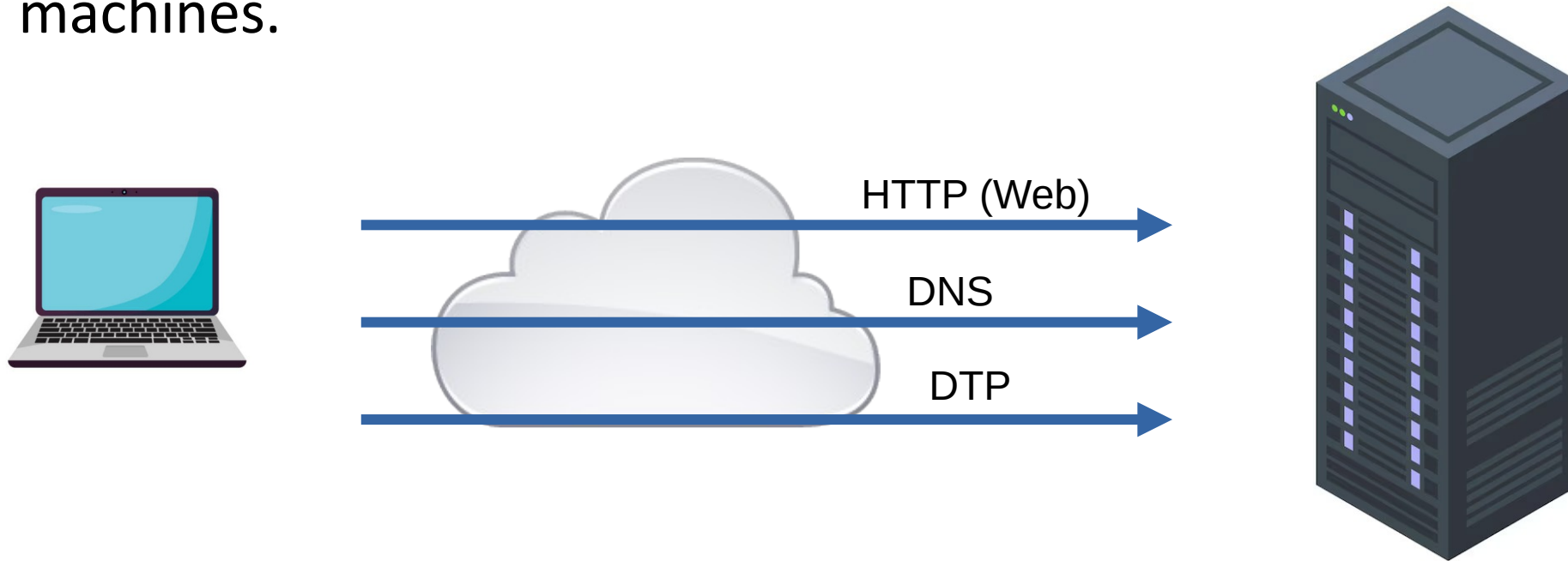
Couche – Transport

- Deux Objectifs :
 - Permettre à plusieurs processus de fonctionner sur le même réseau
 - Gestion de l'intégrité des données
- Protocoles utilisés (rappel de la couche paquet) :
 - UDP
 - TCP
 - ICMP

En-tête IPv4																															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Version d'IP				Longueur de l'en-tête				Type de service								Longueur totale															
Identification																Indicateur		Fragment offset													
Durée de vie				Protocole								Somme de contrôle de l'en-tête																			
Adresse source																															
Adresse destination																															
Option(s) + remplissage																															

Couche – Transport

- Introduction de la notion de port
- Pour permettre à plusieurs applicatifs de fonctionner sur les mêmes machines.



Couche – Transport

- 16bits : **65536** ports disponibles
- Port 0 -> 1023 : Ports « Bien connus » et enregistrés. Ex :
 - 20 & 21 : FTP
 - 22 : SSH
 - 23: Telnet
 - 80 : HTTP
 - 443 : HTTPS
 - 502 : Modbus
- Port 1024 -> 49151 : Ports enregistrés auprès de l'IANA
- Port 49152 -> Port 65535 : Autres et ports dynamiques

Cherchez sur votre ordinateur

- Les Ports ouverts et a quels applicatifs ils correspondent

RPC
SMB

Proto	Adresse locale	Adresse distante	État
TCP	0.0.0.0:135	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:445	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:5040	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:5357	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:7680	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49664	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49665	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49666	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49667	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49668	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49672	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	0.0.0.0:49706	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:1883	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:5939	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:8884	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:27015	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:49951	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING
TCP	127.0.0.1:49951	DESKTOP-2E9EG73:49957	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:49951	DESKTOP-2E9EG73:49958	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:49957	DESKTOP-2E9EG73:49951	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:49958	DESKTOP-2E9EG73:49951	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:55169	DESKTOP-2E9EG73:55170	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:55170	DESKTOP-2E9EG73:55169	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:55171	DESKTOP-2E9EG73:55172	ESTABLISHED
TCP	127.0.0.1:55172	DESKTOP-2E9EG73:55171	ESTABLISHED
TCP	192.168.0.139:139	DESKTOP-2E9EG73:0	LISTENING

Apple

Firefox

SMB

Exemple d'un serveur

```
debian@vps-15337ede:~$ sudo lsof -nP -iTCP -sTCP:LISTEN
COMMAND      PID        USER      FD  TYPE   DEVICE  SIZE/OFF NODE NAME
apache2      1003398    root      4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
vsftpd       1520353    root      3u   IPv6  74870292 0t0  TCP *:21 (LISTEN)
apache2      1685786    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1685787    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1685788    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1685789    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1685790    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
sshd         1685903    bulcky    7u   IPv6  188179626 0t0  TCP [:::]:23050 (LISTEN)
sshd         1685903    bulcky    9u   IPv4  188179627 0t0  TCP 127.0.0.1:23050 (LISTEN)
sshd         1685904    bulcky    7u   IPv6  188179636 0t0  TCP [:::]:33050 (LISTEN)
sshd         1685904    bulcky    9u   IPv4  188179637 0t0  TCP 127.0.0.1:33050 (LISTEN)
apache2      1686072    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1686223    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
apache2      1689930    www-data  4u   IPv6  178376364 0t0  TCP *:80 (LISTEN)
mariadb      2217332    mysql     20u  IPv4  138151607 0t0  TCP 127.0.0.1:3306 (LISTEN)
systemd-r    2219768    systemd  12u  IPv4  138158773 0t0  TCP *:5355 (LISTEN)
systemd-r    2219768    systemd  14u  IPv6  138158781 0t0  TCP *:5355 (LISTEN)
systemd-r    2219768    systemd  19u  IPv4  138158785 0t0  TCP 127.0.0.53:53 (LISTEN)
systemd-r    2219768    systemd  21u  IPv4  138158787 0t0  TCP 127.0.0.54:53 (LISTEN)
sshd         2224556    root      3u   IPv4  138164213 0t0  TCP *:22 (LISTEN)
sshd         2224556    root      4u   IPv6  138164224 0t0  TCP *:22 (LISTEN)
exim4        2699198    Debian-exim 4u   IPv4  89736986 0t0  TCP 127.0.0.1:25 (LISTEN)
exim4        2699198    Debian-exim 5u   IPv6  89736987 0t0  TCP [:::]:25 (LISTEN)
```

Protocoles

3 Protocoles

- UDP
- TCP
- ICMP

Couche – Transport- UDP

- Pas de garantie de réception
- Utilisation/Applicatif :
 - DHCP / DNS / NTP
 - Streaming
 - Jeux en réseau
 - Visio & Appel Vidéo (Zoom / Skype ..)
 - VoIP

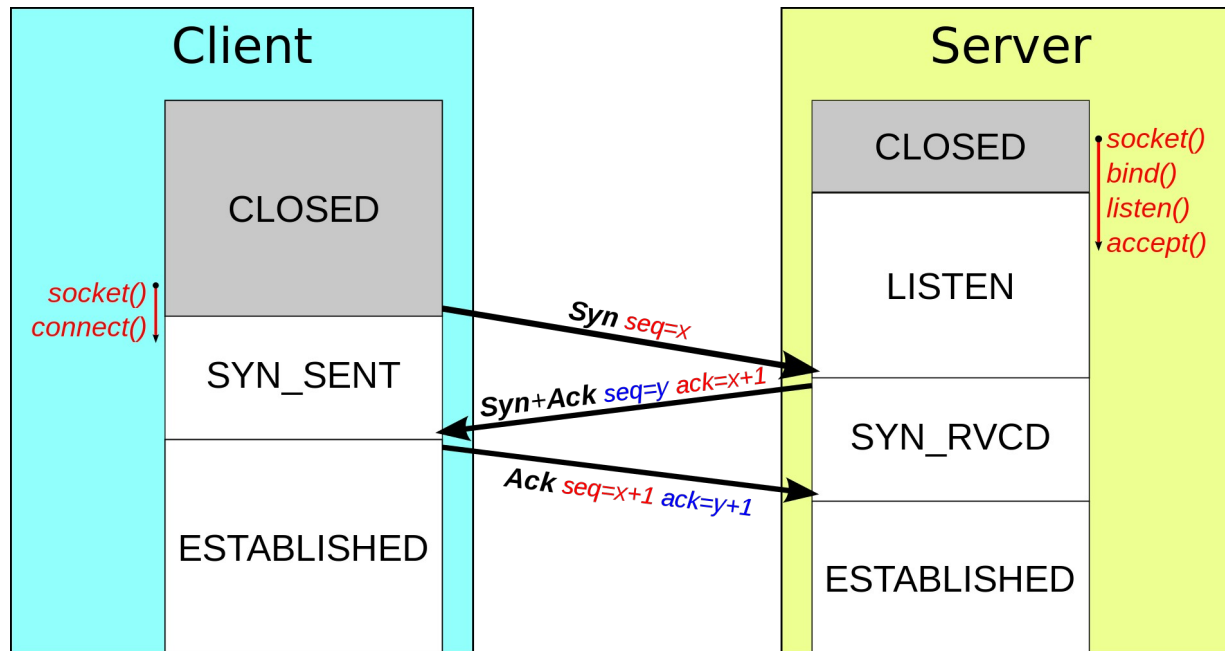
UDP datagram header																																	
Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Length																Checksum															

Couche – Transport – TCP

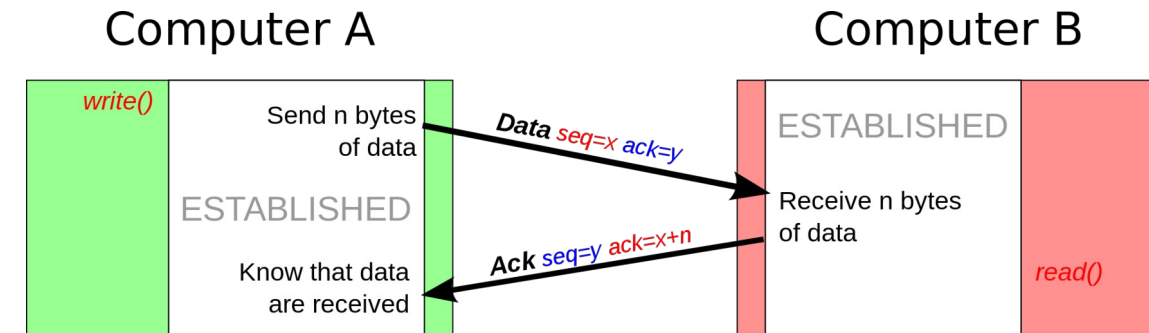
- Garantie de livraison
 - Trames ordonnées
 - Correction d'erreur
- Utilisation/Applicatif :
 - HTTP/HTTPS
 - SMTP/POP/IMAP
 - FTP
 - Streaming : Netflix + Youtube

		TCP segment header																															
Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Sequence number																															
8	64	Acknowledgment number (if ACK set)																															
12	96	Data offset				Reserved 000			NS	CWR	ECE	URG	ACK	PSH	RST	SYN	FIN	Window Size															
16	128	Checksum																Urgent pointer (if URG set)															
20	160	Options (if <i>data offset</i> > 5. Padded at the end with "0" bits if necessary.)																															
:	:																																
60	480																																

Couche – Transport- TCP



TCP segment header																																	
Offsets	Octet	0								1								2								3							
Octet	Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	Source port																Destination port															
4	32	Sequence number																															
8	64	Acknowledgment number (if ACK set)																															
12	96	Data offset				Reserved 0 0 0				N S	C W R	E C E	U R G	A C K	P S H	R S T	S Y N	F I N	Window Size														
16	128	Checksum																Urgent pointer (if URG set)															
20	160	Options (if data offset > 5. Padded at the end with "0" bits if necessary.)																															
:	:																																
60	480																																



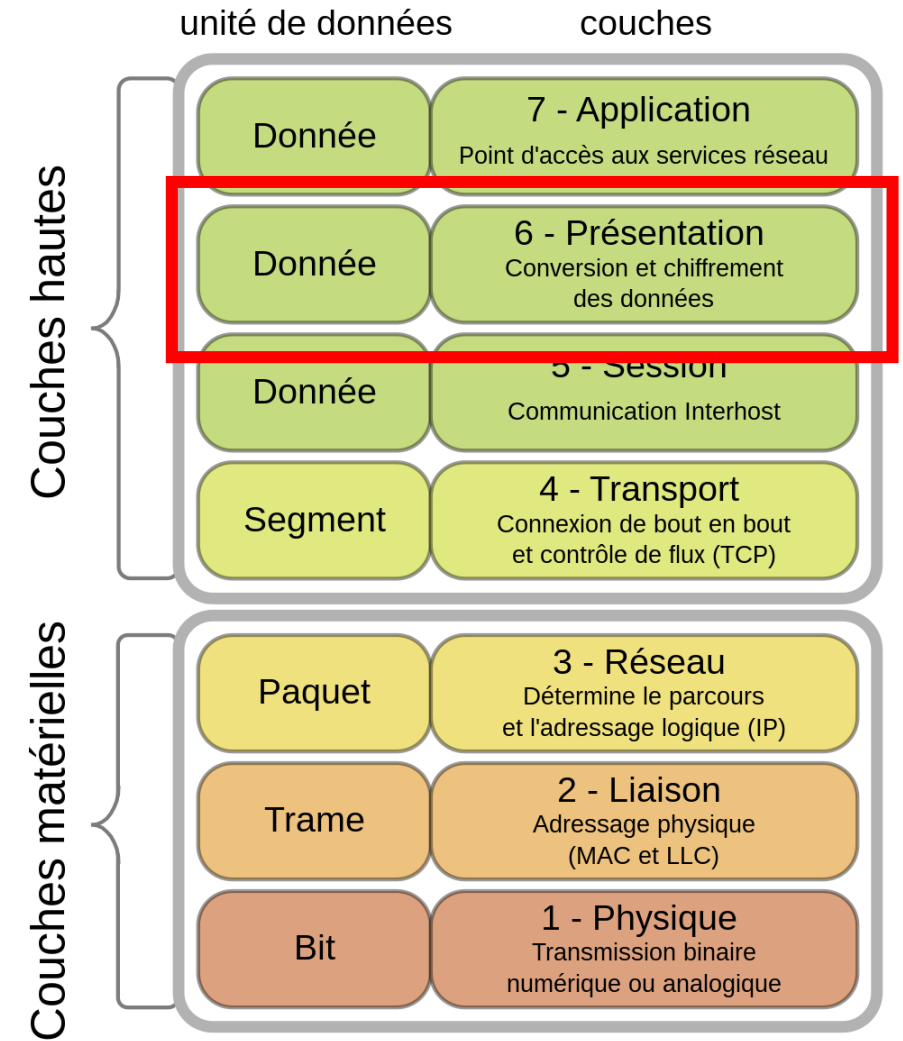
Couche – Transport- ICMP

- IP ne permet pas la gestion des messages d'erreurs
- → ICMP s'en occupe
- Utilisation classique : ping
- Permet de tester l'accessibilité à une autre adresse IP sur le réseau

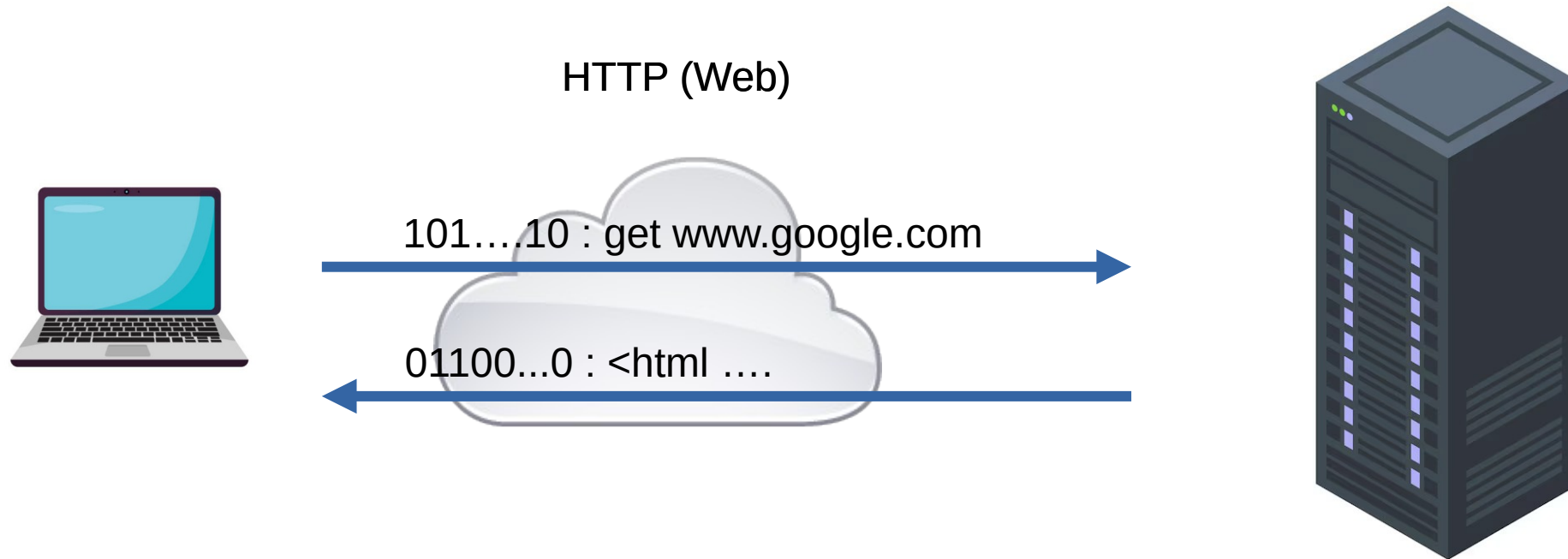
Couche – Transport- ICMP

- Chercher la commande PING
- Tester le ping sur :
 - Google
 - Votre voisin

Présentation



Couche – Présentation



Couche – Présentation

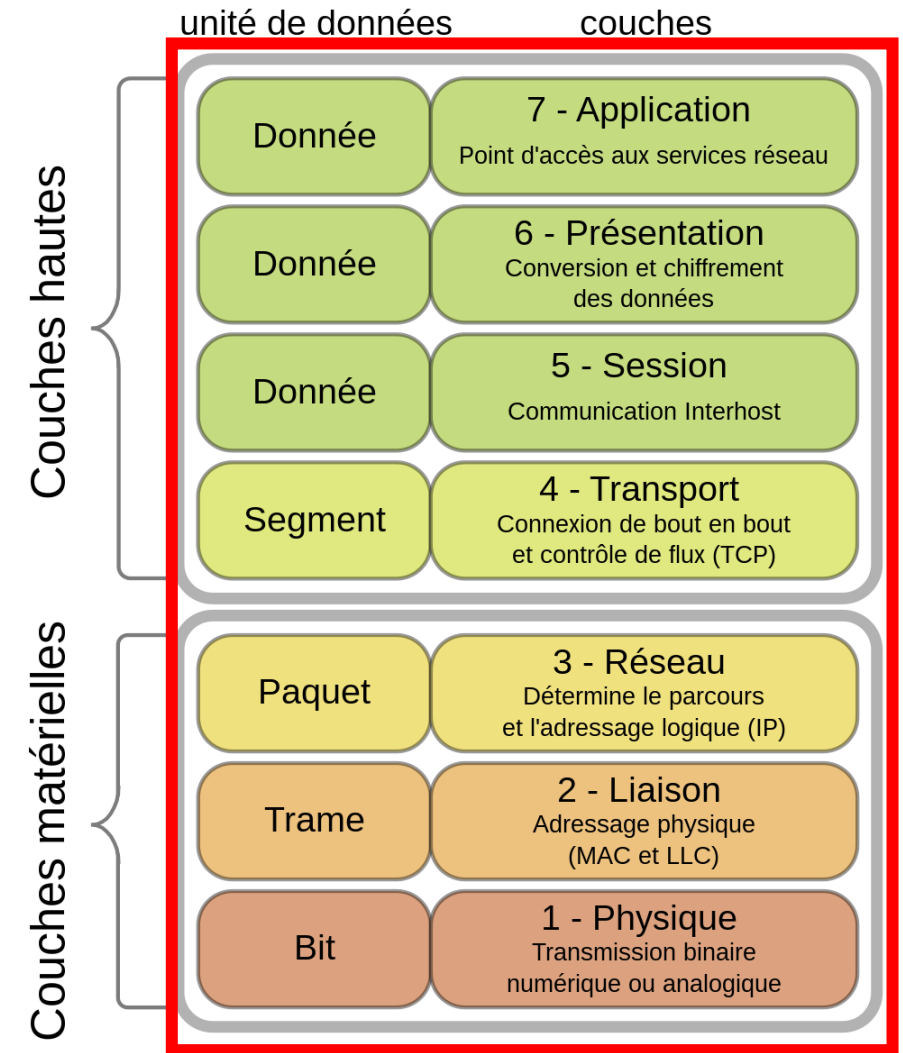
- Conversion Binaire → Chaine de caractere
- Décompression des données
- Chiffrement / déchiffrement

EN : Encrypt → FR : Chiffrer

Décrypter : déchiffrer un message sans connaître la clé

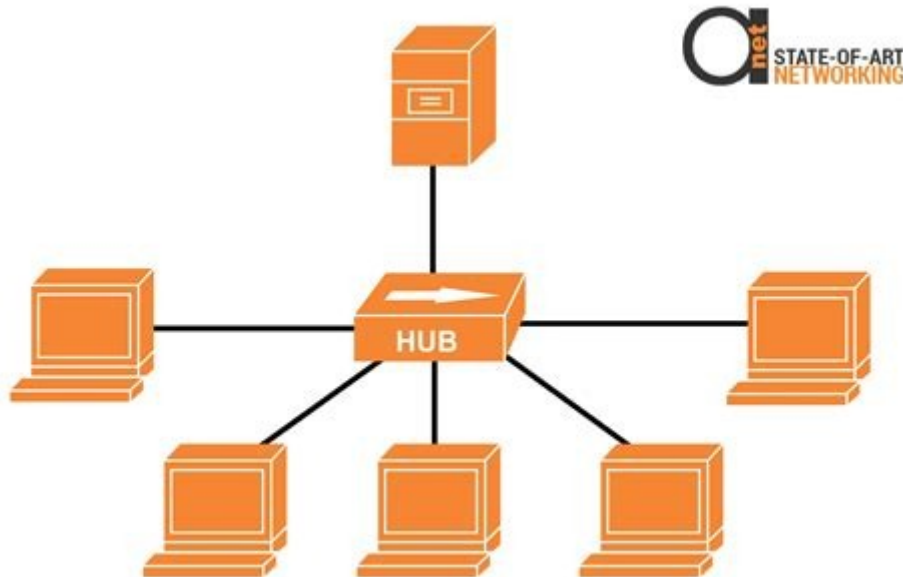
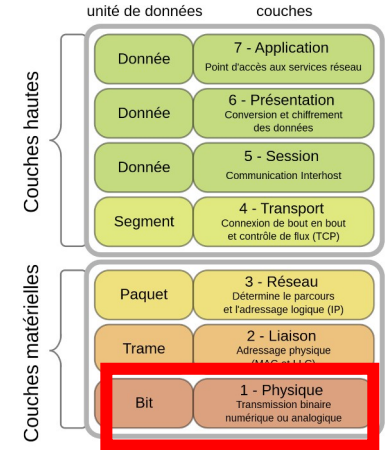
Crypter : aucun sens !

Matériels

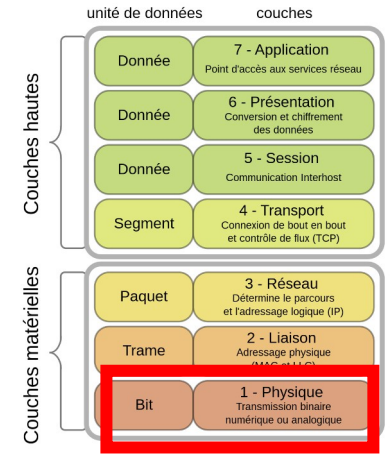


Hub (Obsolète)

- Agit comme une multiprise (Couche OSI 1)
- Expédie toutes les trames vers tous les ports

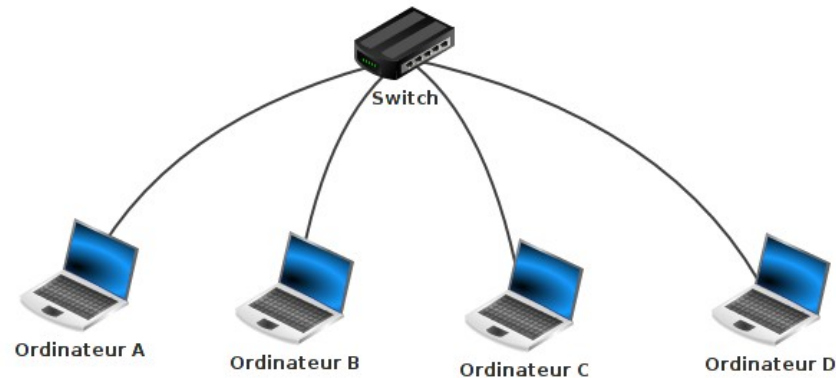
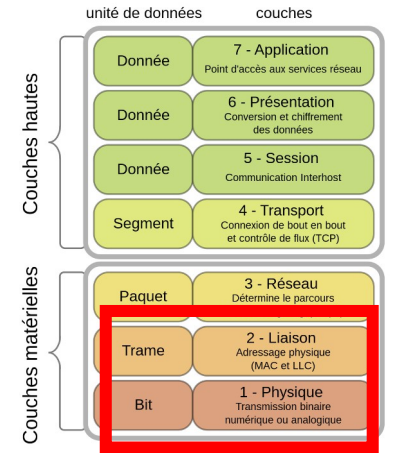


Répéteur



Switch

- Multiprise améliorée (Couche OSI 1 & 2)
- Lit les trames envoyées et ne les expédie que vers les équipements avec la bonne adresse MAC



Switch

- Switch manageable
- Fonctionnalités :
 - Regroupements de ports par zone
 - Gestion de VLAN
 - Port Security
 - Port Mirroring
 - SNMP

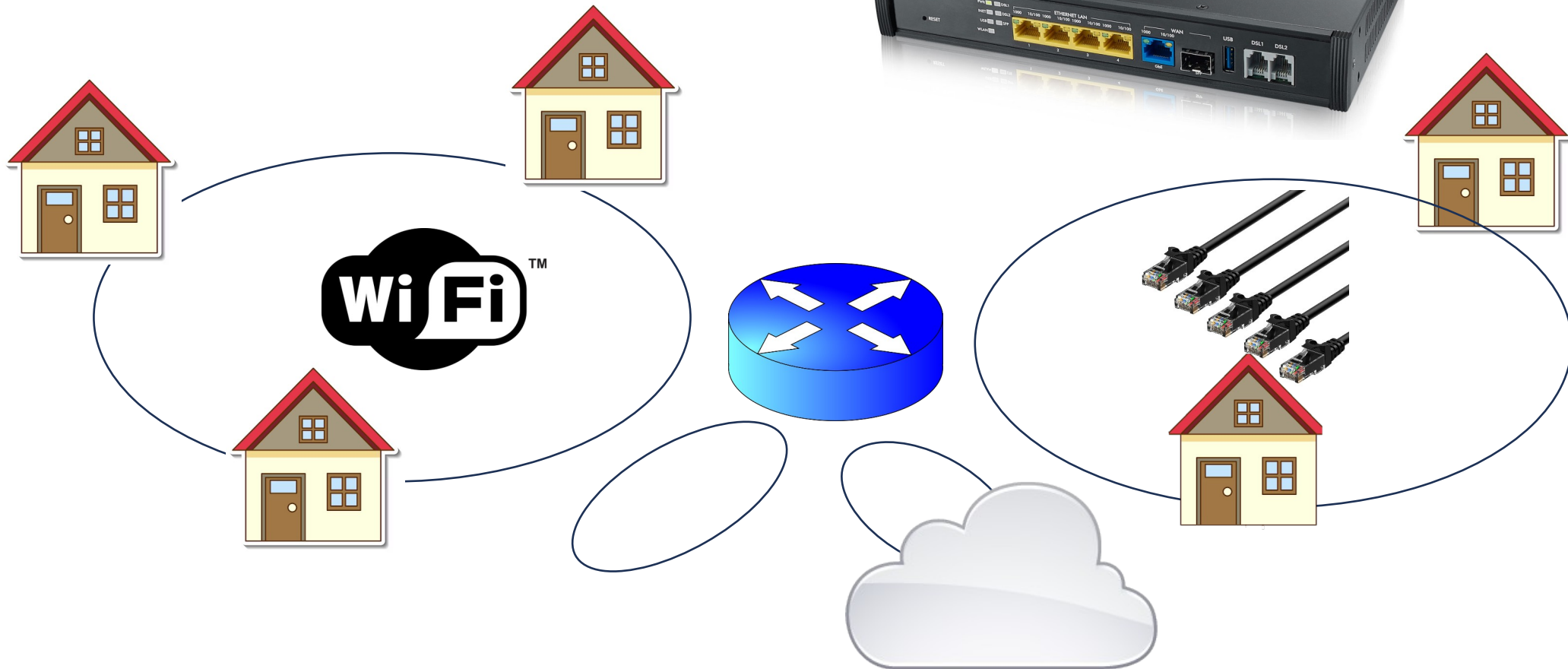
Modem

- Adaptation des signaux électriques entre le réseau local et le réseau externe
- RTC
- ADSL
- Fibre



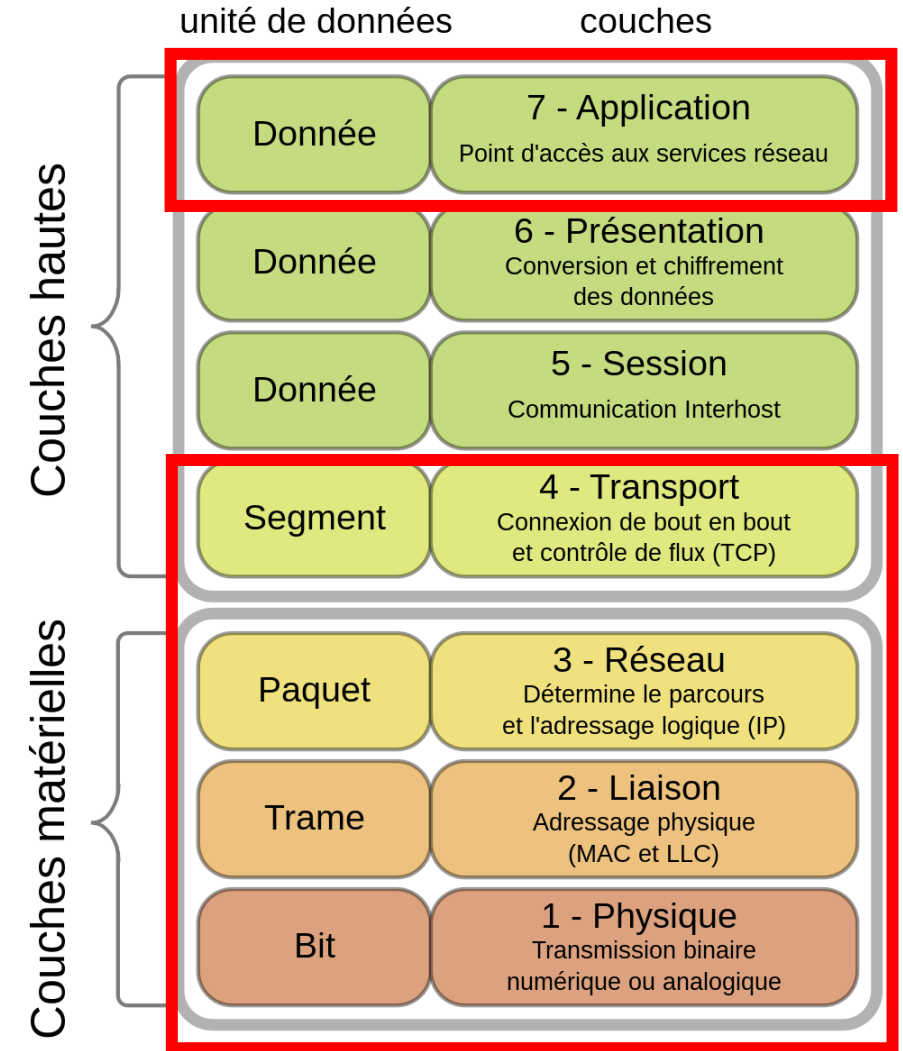
Routeur

- Liaison entre différents réseaux



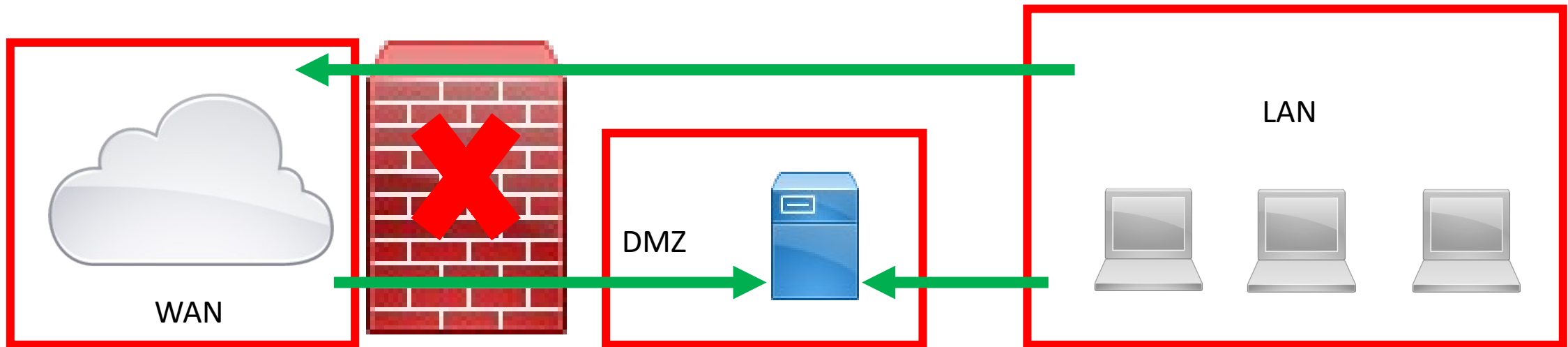
Firewall / Routeur

- Multiprise vraiment améliorée !
- Utilise les couches 1, 2, 3, 4 et 7



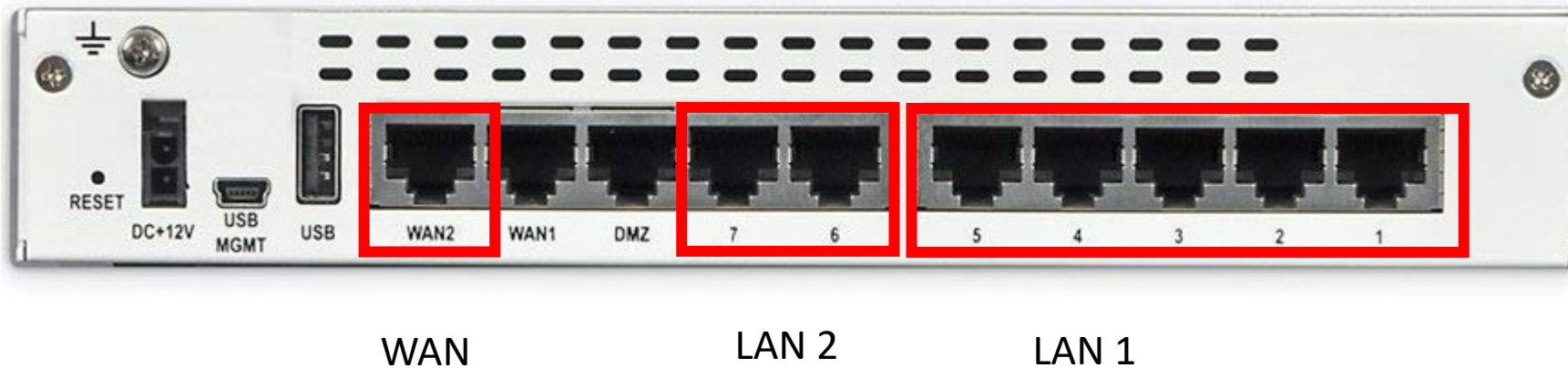
Firewall

- Objectifs : sécuriser le(s) réseau(x)
- Les moyens :
 - Isolation des réseaux
 - Définition de règle autorisant le passage de l'information



Firewall – Isolation des réseaux

- Définition de zones :
- On groupe les ports par réseaux
- Exemple :



- Sécurisation possible : Autoriser que les adresses MAC connues , une seule IP par port....

Firewall – Règles

- Les règles permettent de définir les flux autorisés.
- Par défaut : « Deny All »
- Chaque règle va définir :
 - A qui elle s'applique (Zone Source, Zone Destination, IP Source, Port Source, IP Destination, Port Destination)
 - Les flux concernés : UDP/TCP/ICMP + port
 - Et si c'est autorisé ou refusé