

Formation au numérique - Internet

Yves AGOSTINI <yves@yvesago.net>

mars 2023

Internet

du réseau local filaire et sans fil à l'interconnexion des réseaux mondiaux

Les notions essentielles de client/serveur, IP, DNS.

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Base des connaissances techniques élémentaires :

1. Transfert de données
2. Réseau local
3. Internet
4. Services réseau
5. Cloud
6. **À retenir**

Transfert de données

Transfert de données

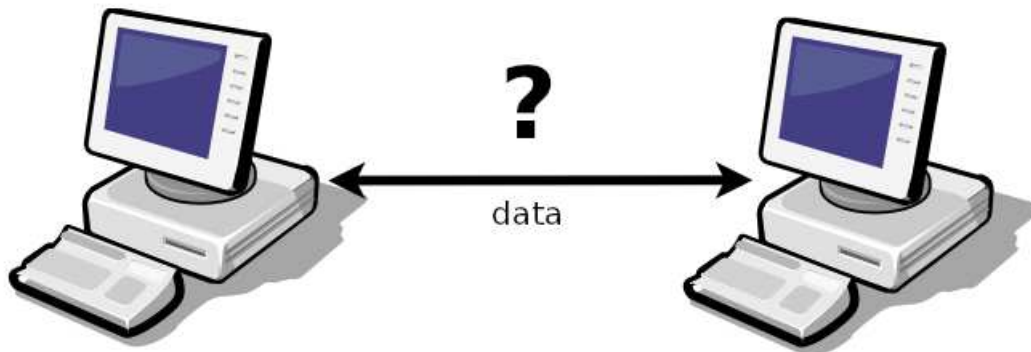
Réseau local

Internet

Services

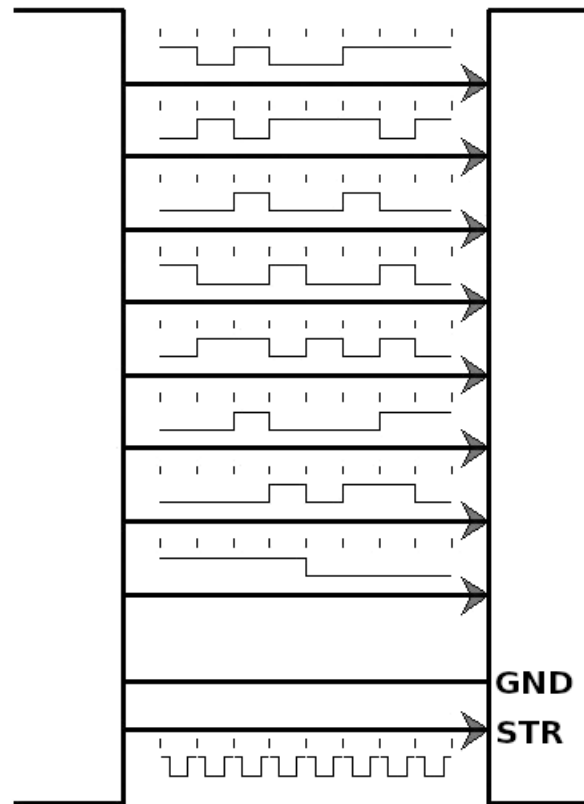
Cloud

À retenir



Parallèle

Liaison Parallèle



Transfert de données

Réseau local

Internet

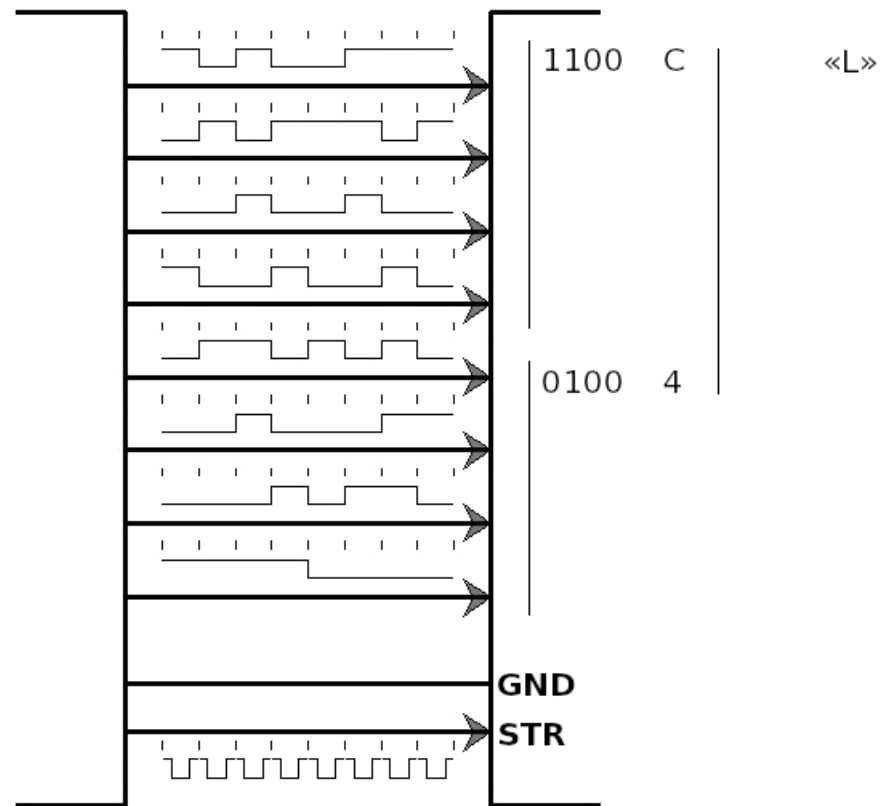
Services

Cloud

À retenir

Parallèle

Liaison Parallèle



Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir

Parallèle

Liaison Parallèle

Transfert de données

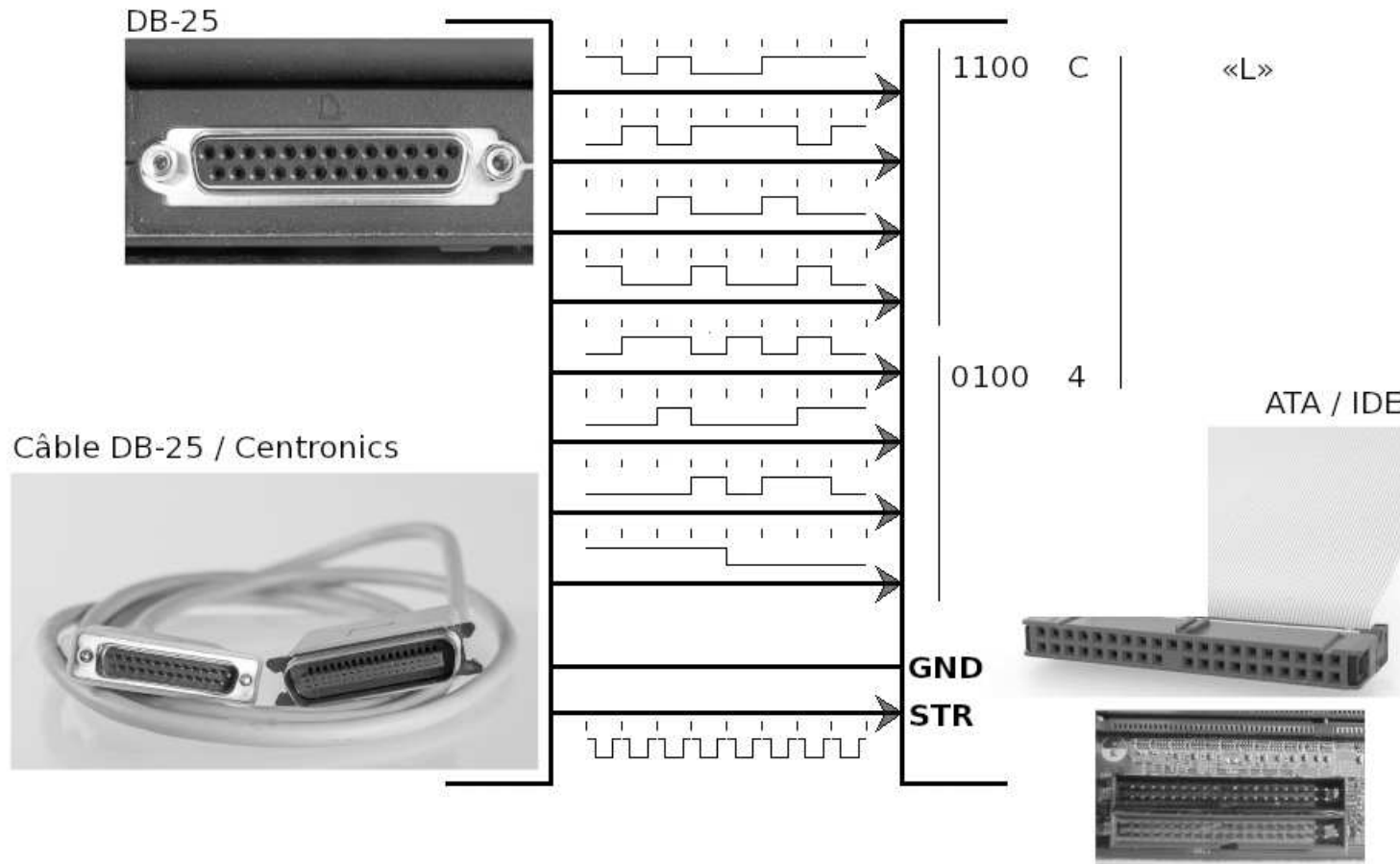
Réseau local

Internet

Services

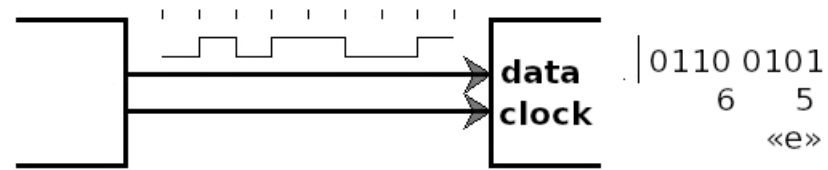
Cloud

À retenir



IEEE 1284 : ~9m et 2Mo/s, IDE : 133 Mo/s (HDD 7200rpm ~120Mo/s)

Liaison Série



Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

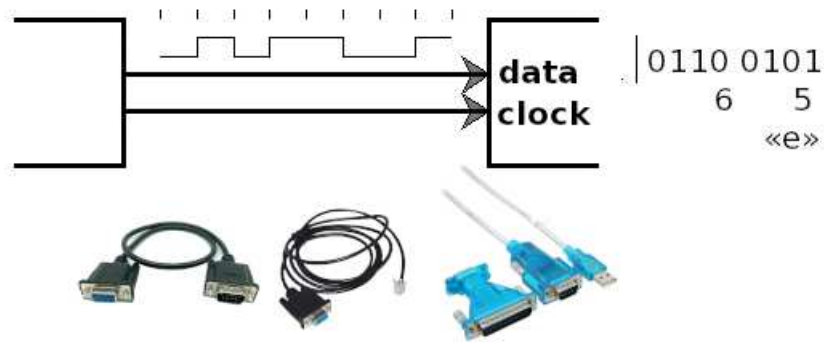
Cloud

À retenir

RS232 / DB-9



Liaison Série



Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

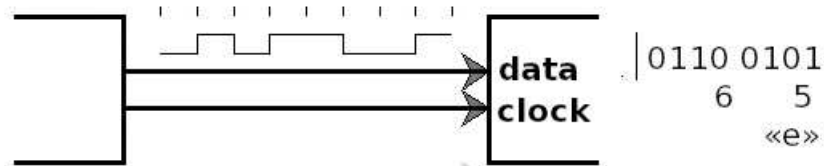
Cloud

À retenir

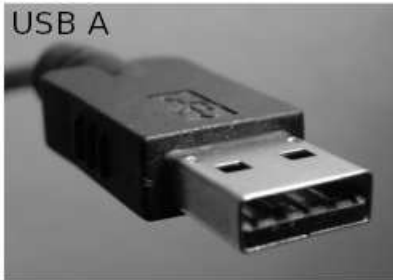
Point à point. 9 broches : TD, RD, Masse, DTD, CTS, DSR, DTR, ...

Liaison Série

RS232 / DB-9



USB A



USB



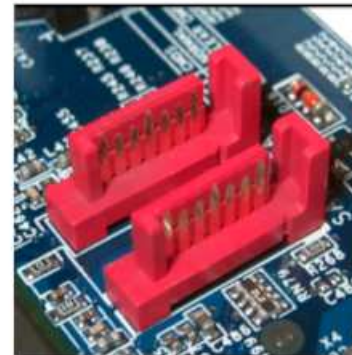
Couleurs non normalisées



SATA



USB C



USB 1.0	USB 1.1	USB 2.0	USB 3.0	USB 3.1
1996	1998	2000	2008	2013
1,5 Mbit/s soit 0,19 Mo/s	12 Mbit/s soit 1,5 Mo/s	480 Mbit/s soit 60 Mo/s	5 Gbit/s soit 600 Mo/s	10 Gbit/s soit 1,2 Go/s

USB : 5m max, jusqu'à 127 périphériques, SATA : jusqu'à 6Go/s

Transfert de données

Réseau local

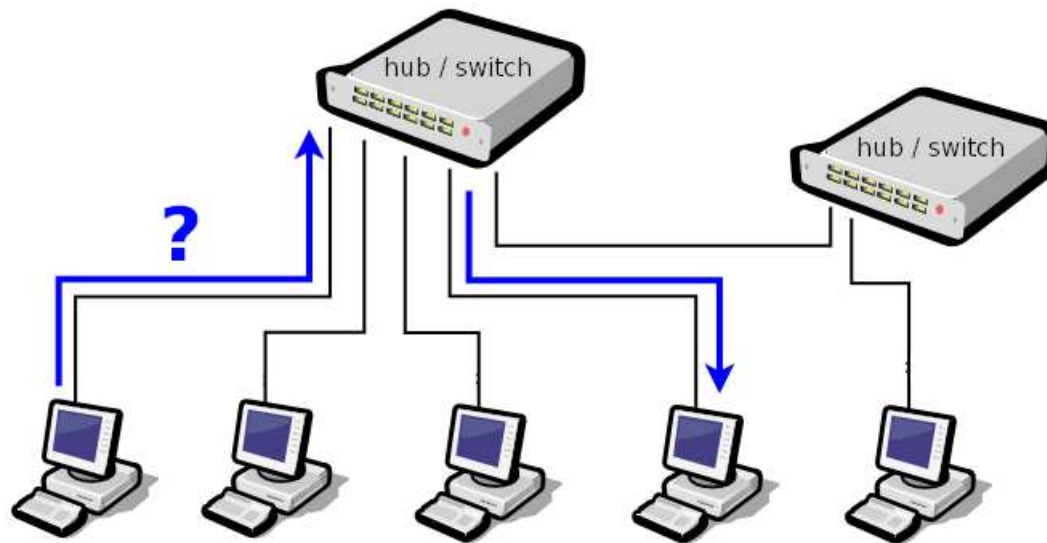
Internet

Services

Cloud

À retenir

Réseau local



Transfert de données

Réseau local

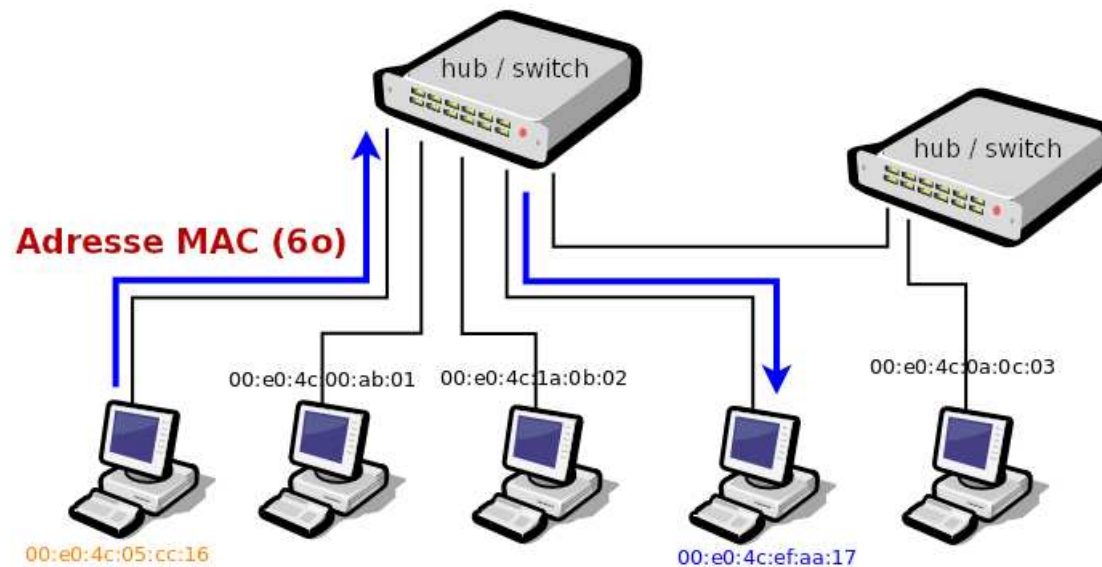
Internet

Services

Cloud

À retenir

Adresse MAC



Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

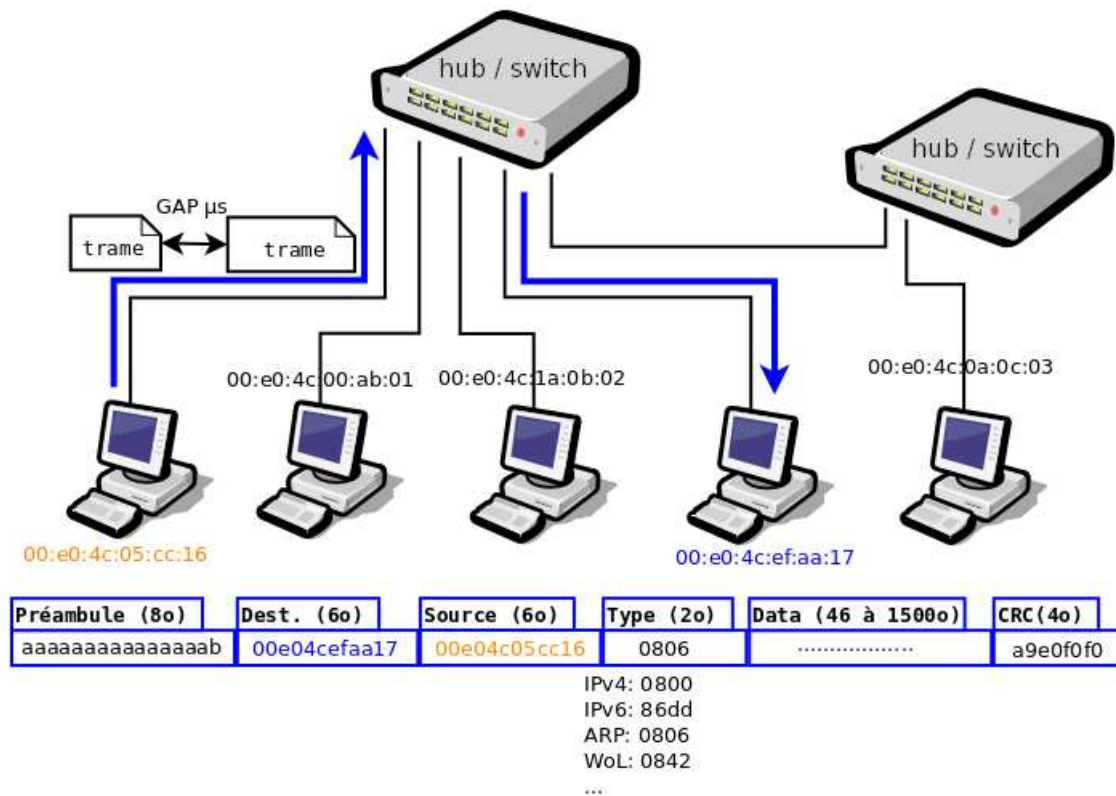
Cloud

À retenir

chaque **adresse MAC** est unique sur un réseau

3o constructeur + 3o $2^{(3*8)} = 16,7$ million

Ethernet



Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir

Norme IEEE 802.3 : les trames **Ethernet**

Supports : câble, fibre

Transfert de données

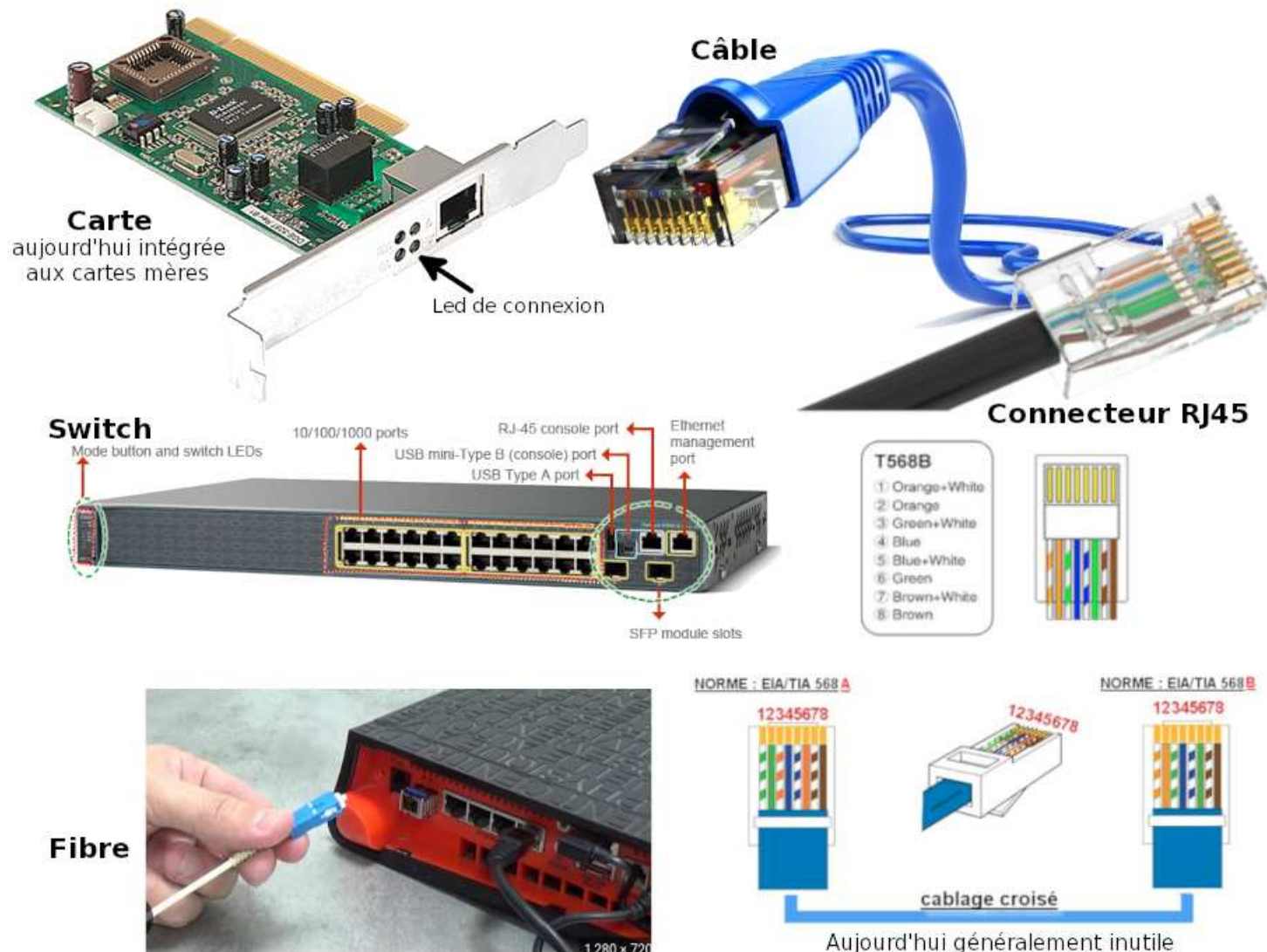
Réseau local

Internet

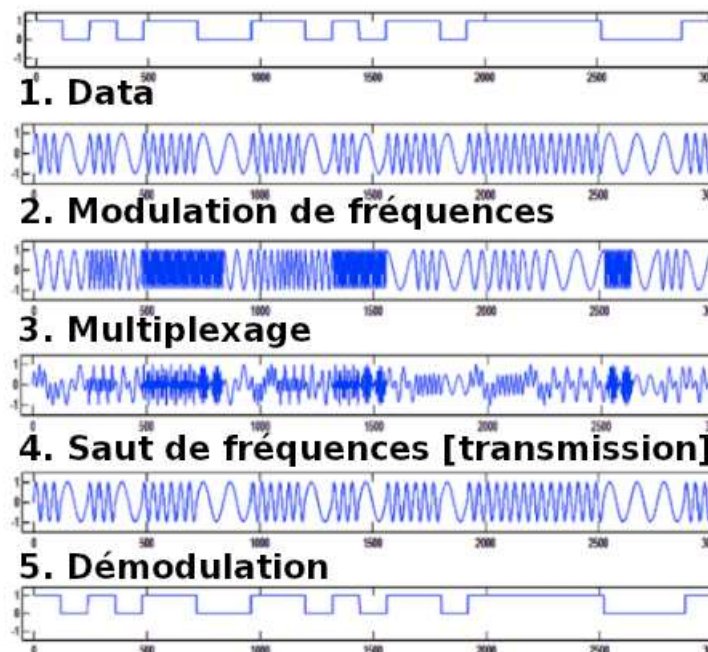
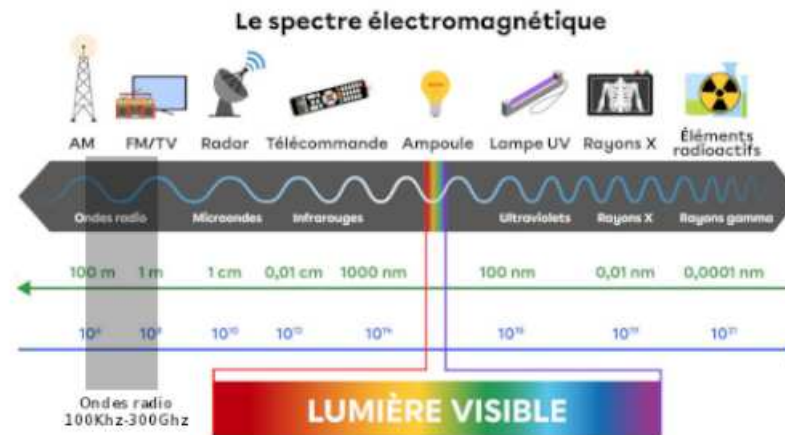
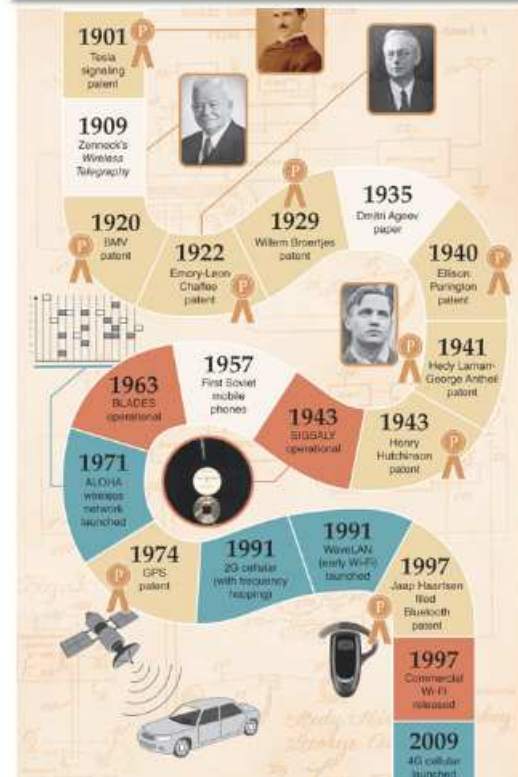
Services

Cloud

À retenir



Réseau sans fil



Wifi : IEEE 802.11 2412-2472 Mhz, Bluetooth : IEEE 802.15 2400-2483,5 Mhz
Lumière visible : 350-750 THz (longueur d'onde : 380-780 nm), Fibre optique : 179-240 THz

Transfert de données

Réseau local

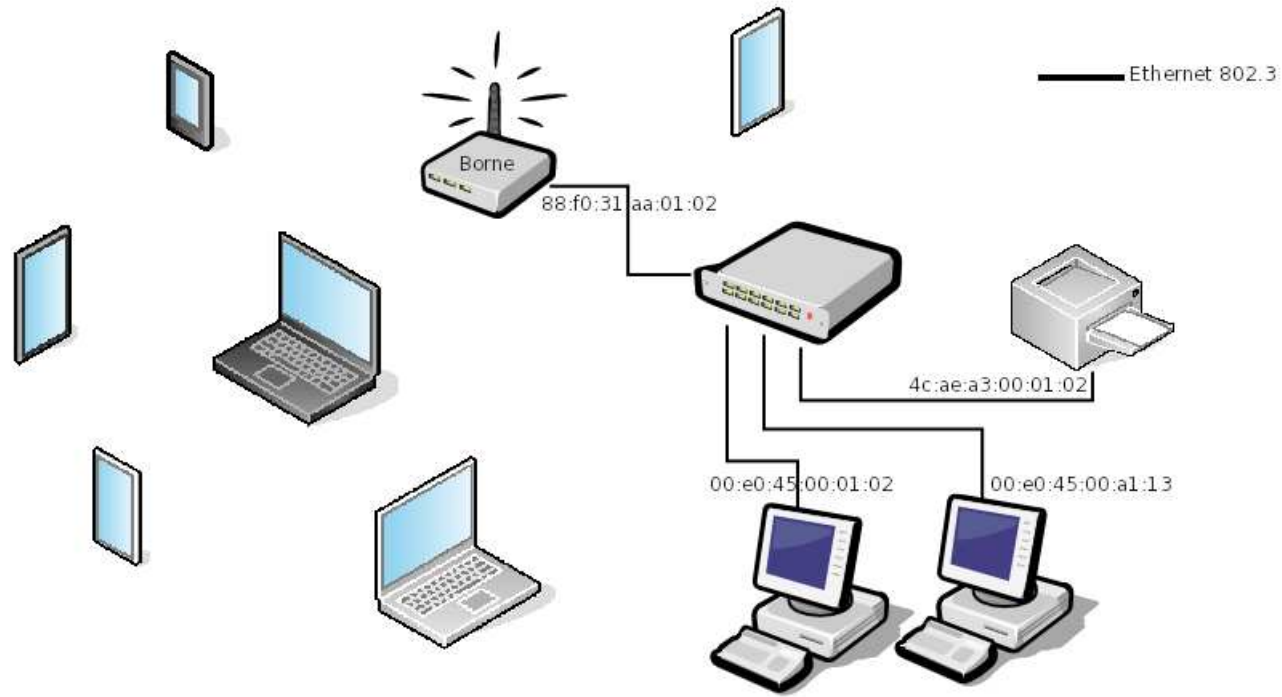
Internet

Services

Cloud

À retenir

Wifi



Transfert de données

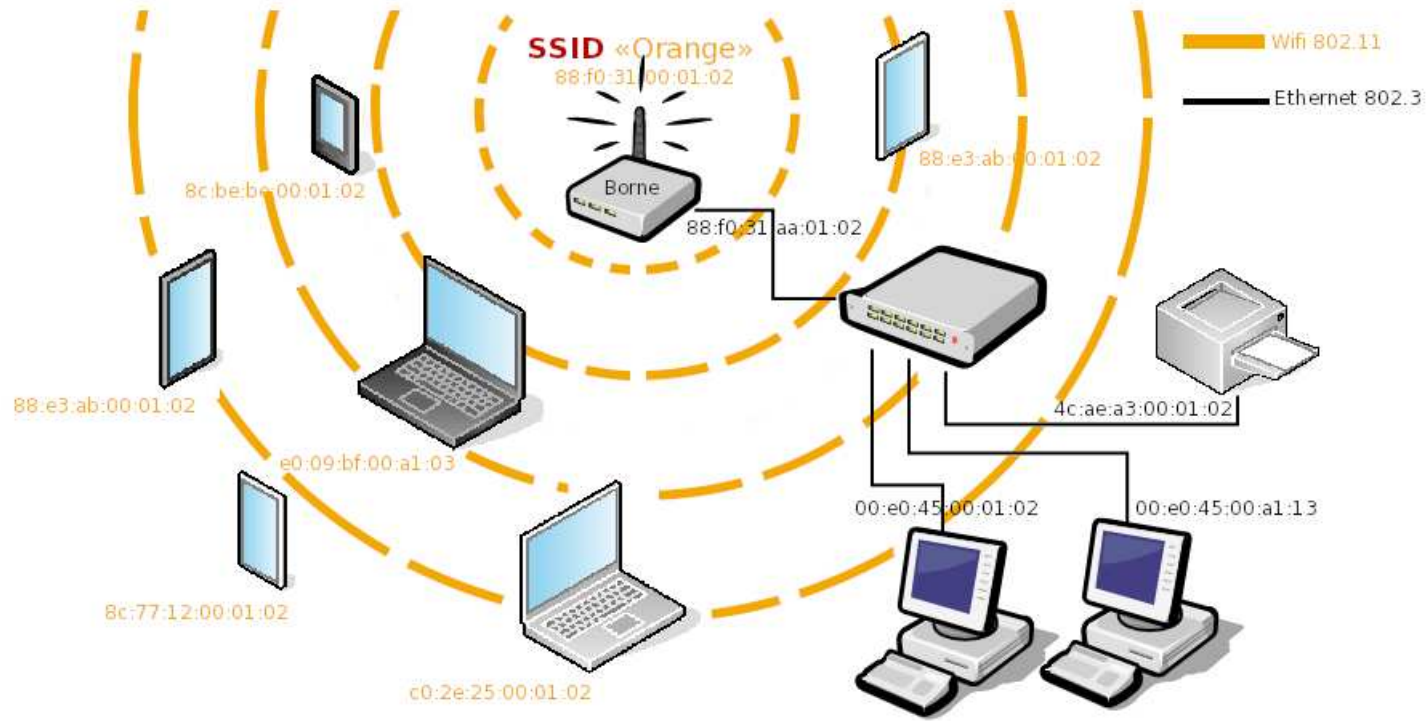
Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir



Transfert de données

Réseau local

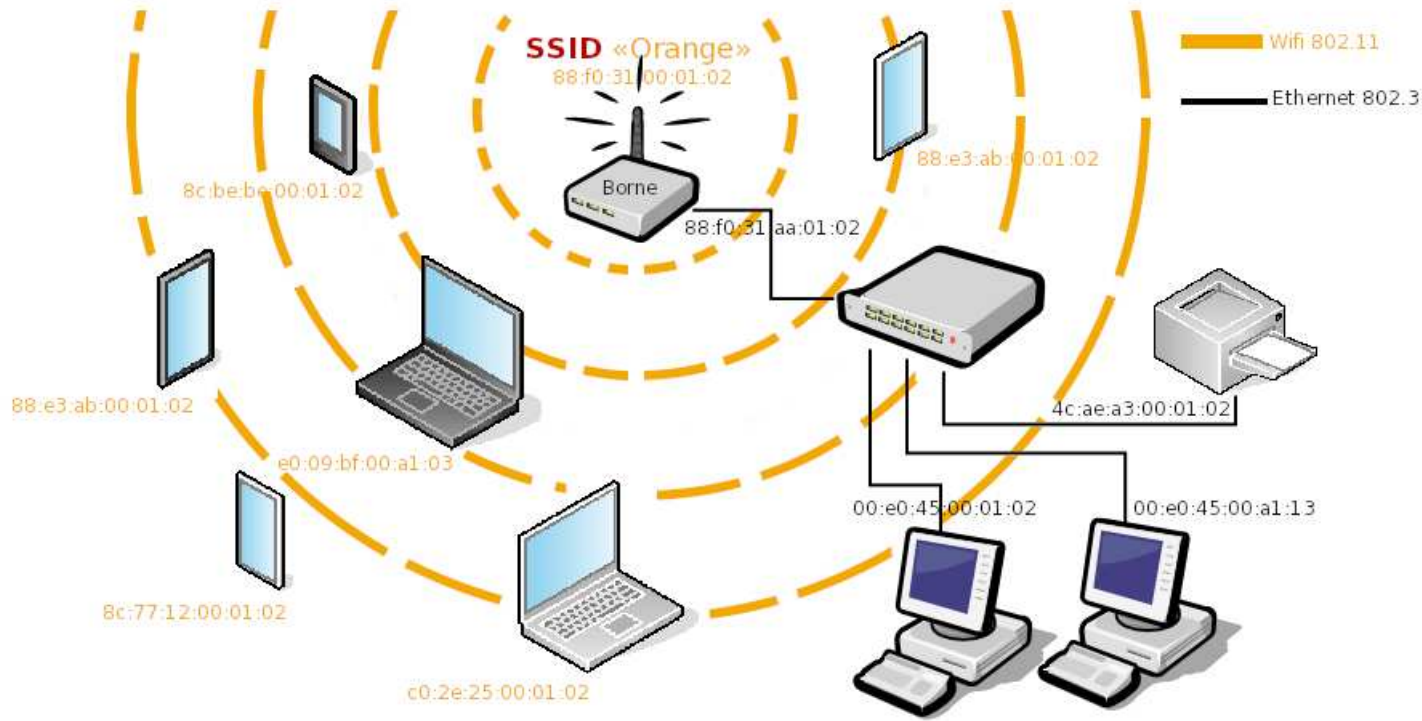
Internet

Services

Cloud

À retenir

Chaque **SSID** est un réseau différent



Transfert de données

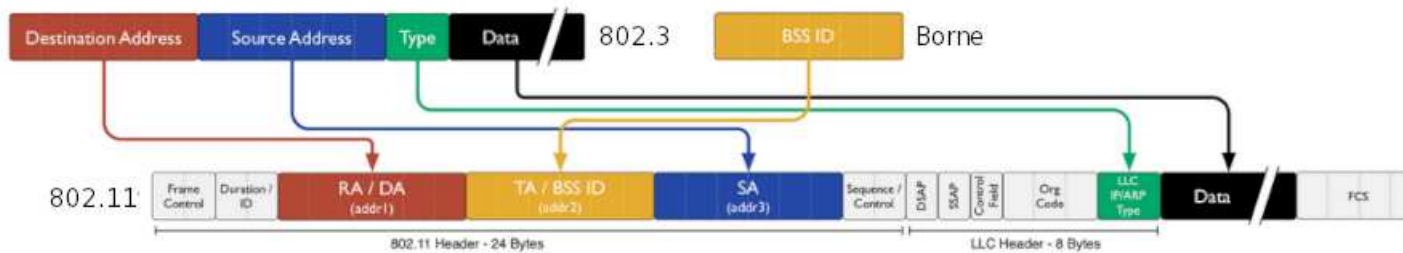
Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir



Trame wifi

Simplifié : il manque AUTH, ACK, RTS, CTS, roaming,

Réseau sans fil

Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

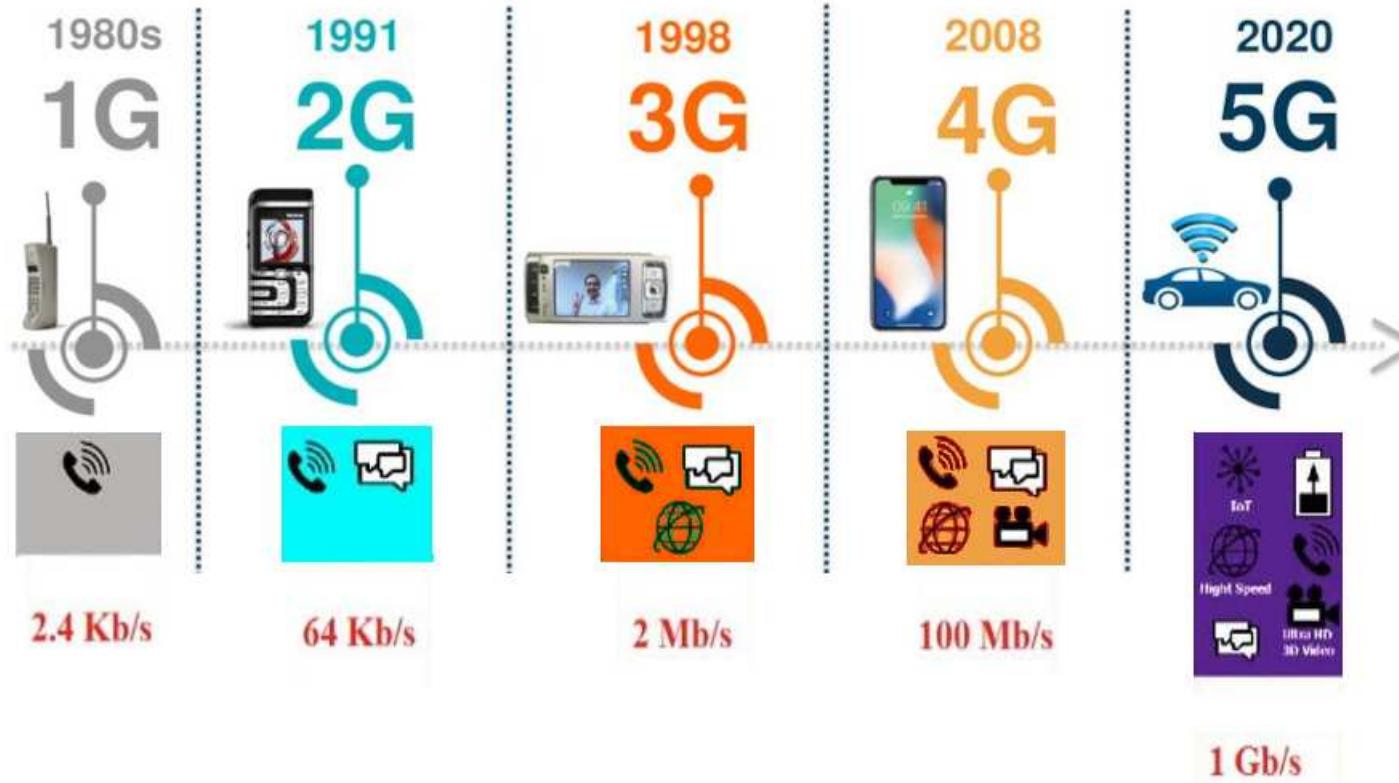
À retenir

	Wifi	Bluetooth	NFC
portée	100m	10m	3cm
fréquences	2412-2472 Mhz	2400-2483,5 Mhz	13,56 MHz
canaux	13 (l : 20 Mhz)	79 (l : 1 Mhz)	RFID + 5
débit	600Mb/s	2.1Mb/s	424 kb/s

	2G	3G	4G
portée	13-0,9 km	13-0,3 km	9-0,6 km
fréquences (Mhz)	900 + 1800	900 + 2100	800 + 1800 + 2600
débit	64 kb/s	2 Mb/s	100 Mb/s

Réseau Mobile

Les générations :



Transfert de données

Réseau local

Internet

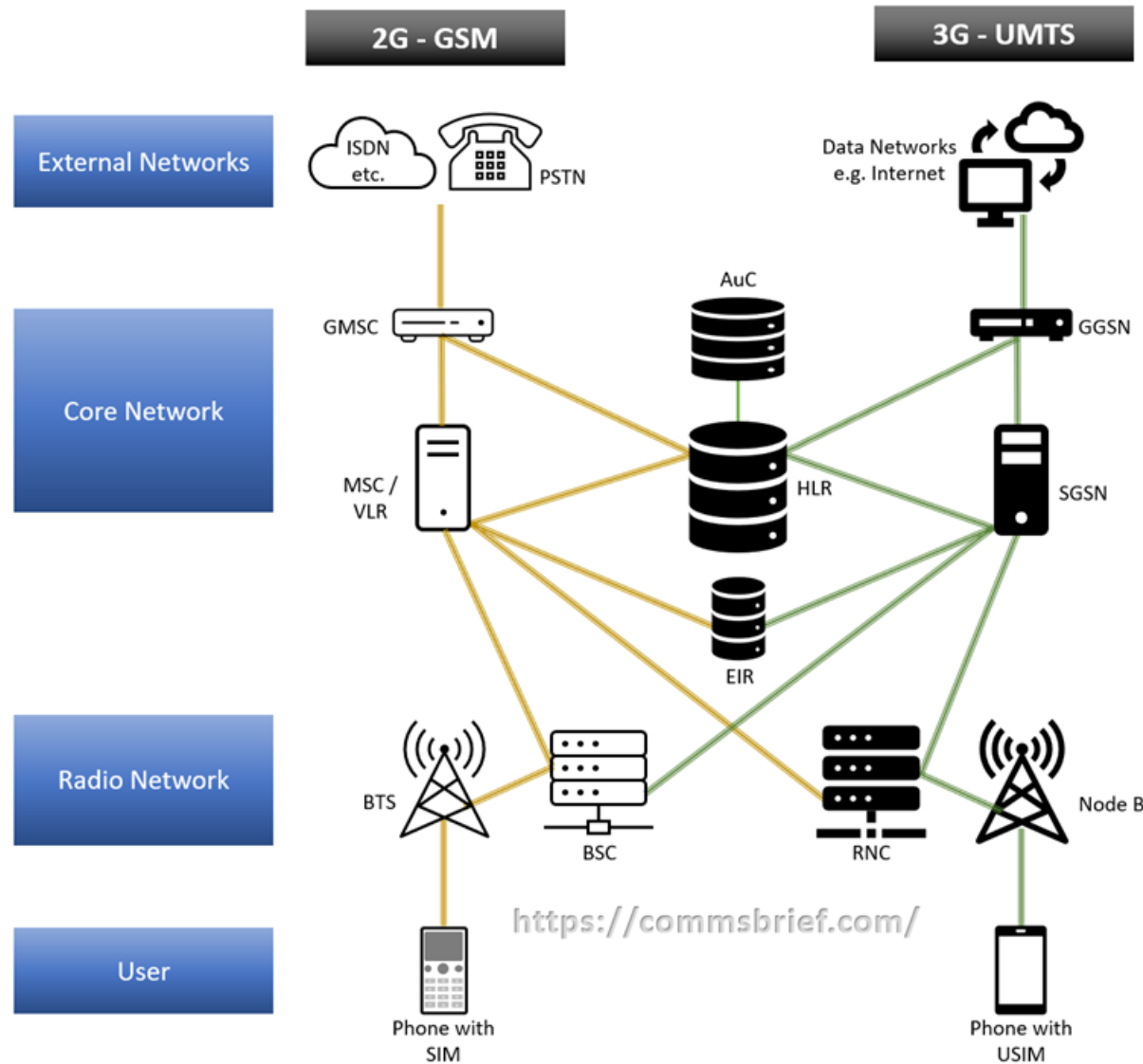
Services

Cloud

À retenir

Réseau Mobile

2G et 3G



Transfert de données

Réseau local

Internet

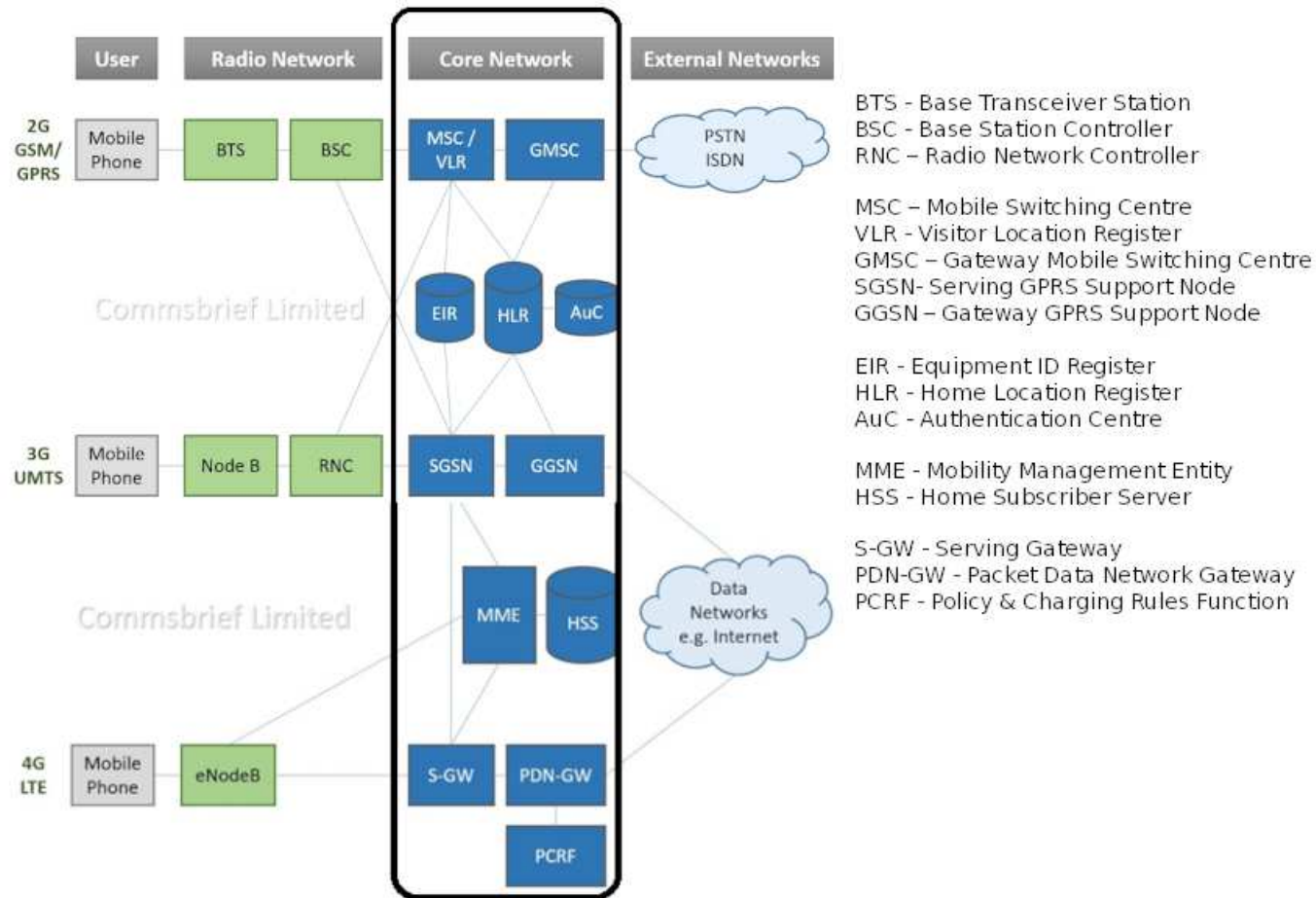
Services

Cloud

À retenir

Réseau Mobile

Cohabitation de technologies



Transfert de données

Réseau local

Internet

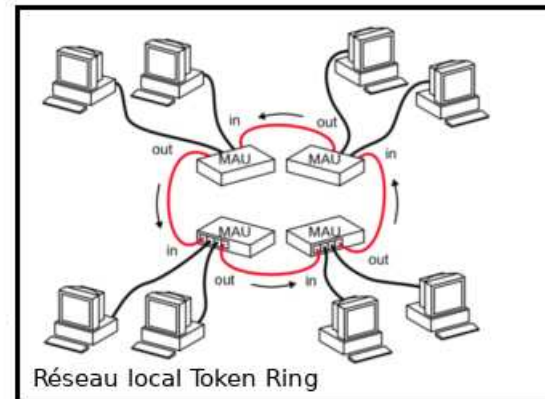
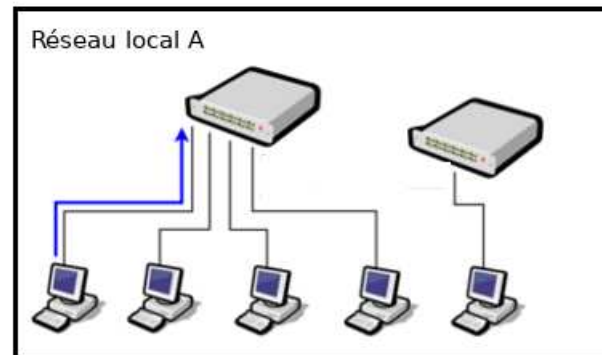
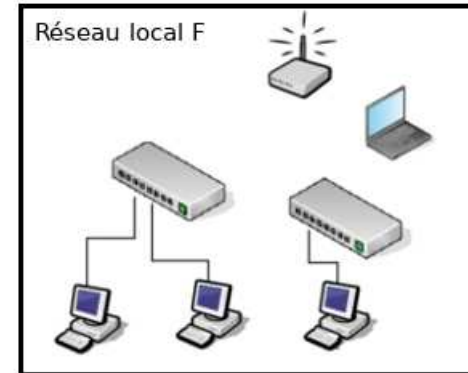
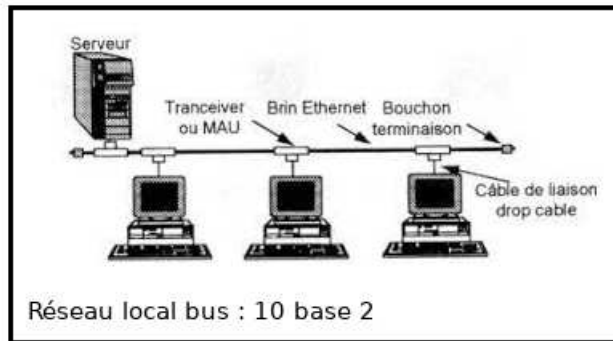
Services

Cloud

À retenir

Internet

Connecter les réseaux de technologies/topologies différentes :



Transfert de données

Réseau local

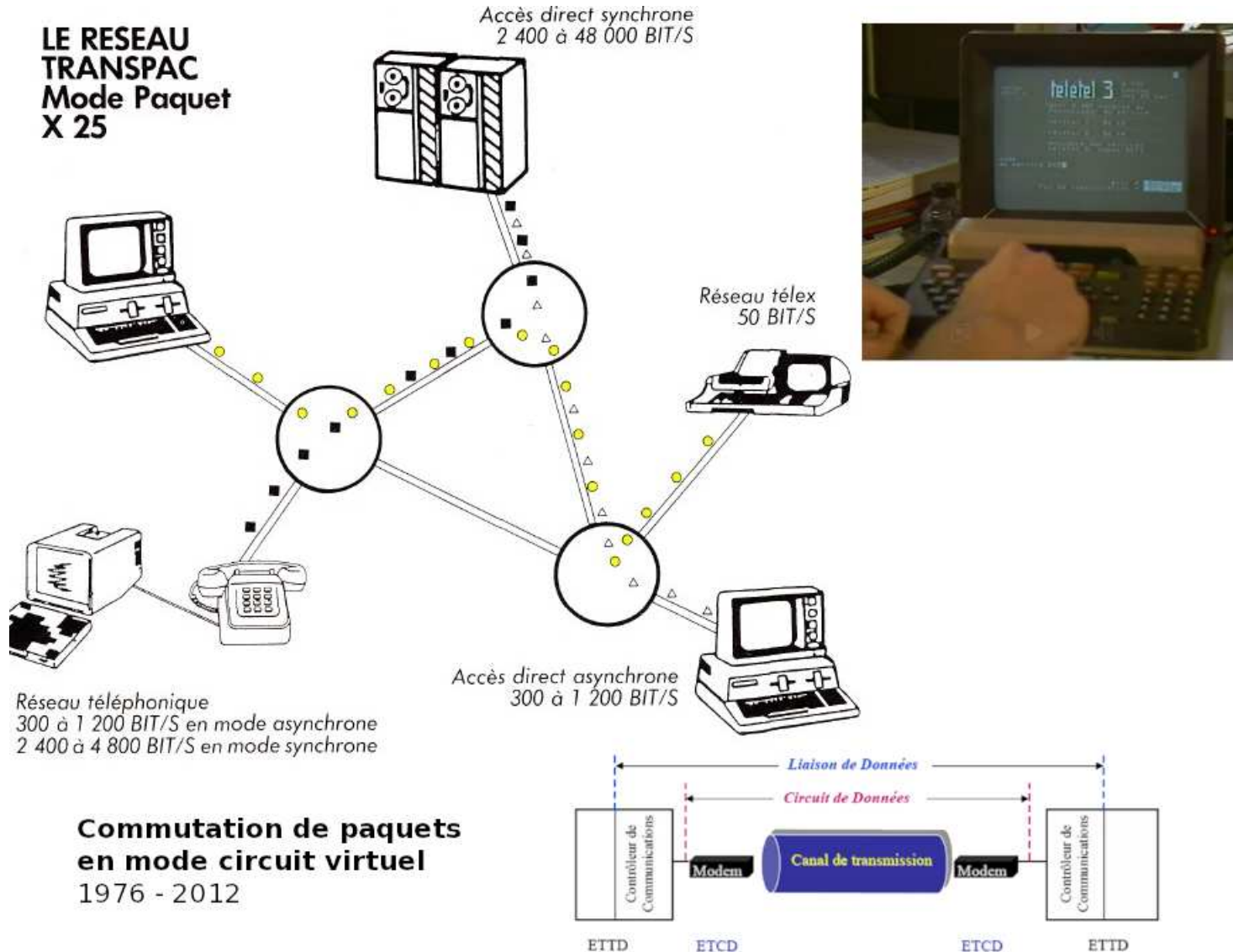
Internet

Services

Cloud

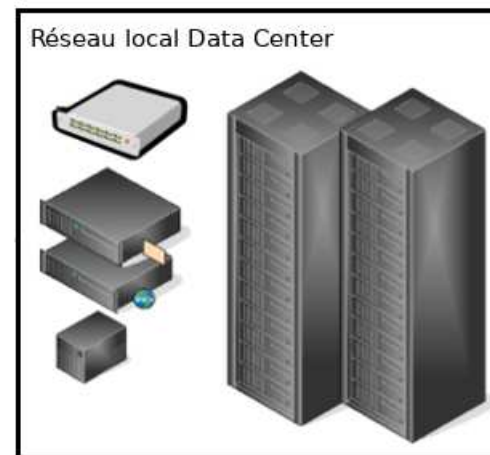
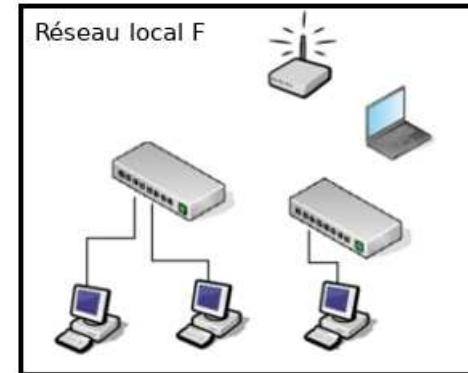
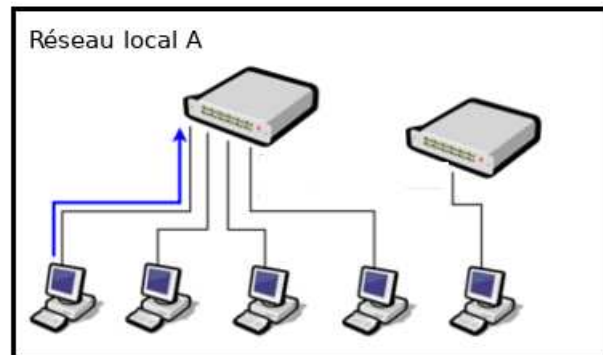
À retenir

X25



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

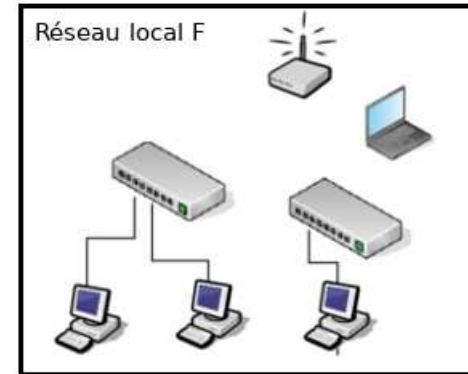
Commutateurs complexes \Rightarrow cher



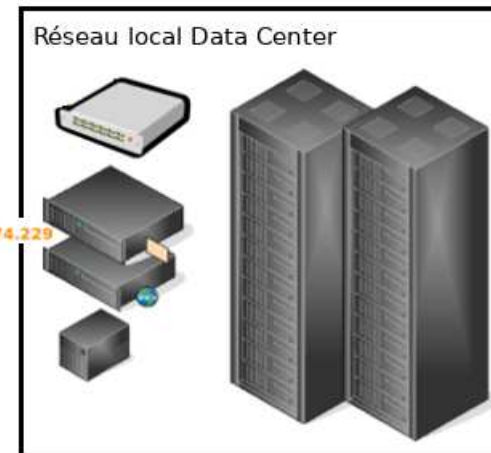
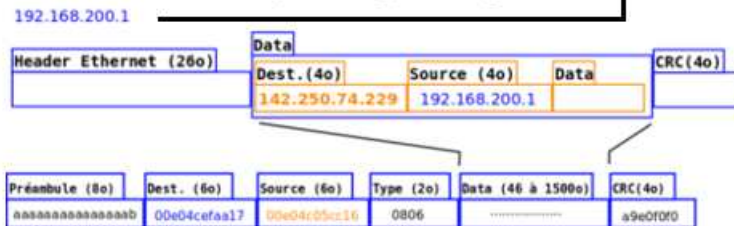
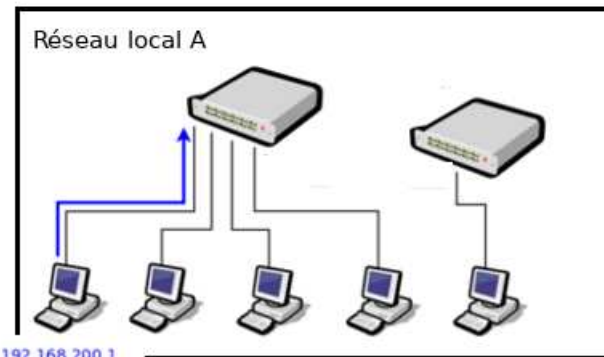
Préambule (8o)	Dest. (6o)	Source (6o)	Type (2o)	Data (46 à 1500o)	CRC(4o)
aaaaaaaaaaaaaa	00e04cefaa17	00e04c05ca16	0806	a9e0f0f0

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

adresses IP

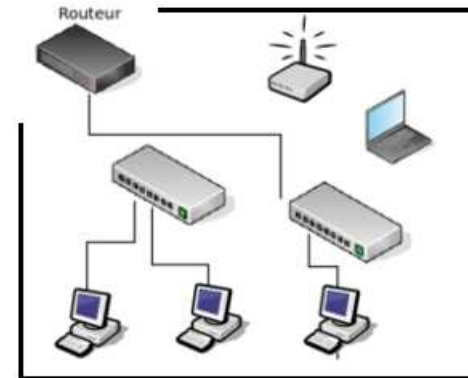


Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir



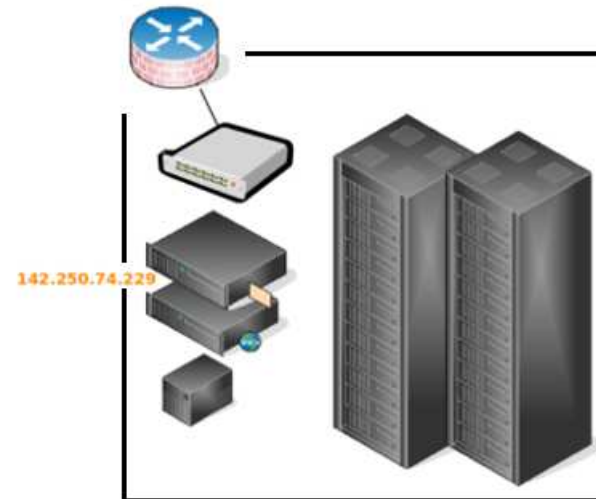
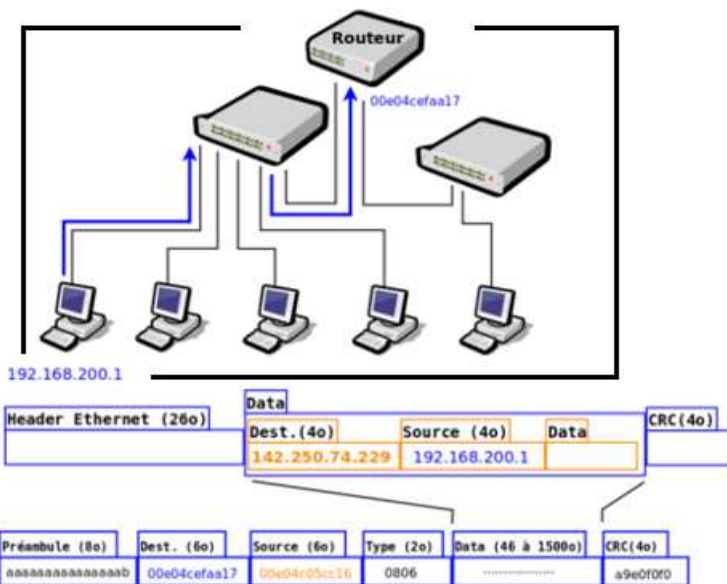
Datagramme IP : **adresses IP** v4 sur 4 octets, v6 sur 16 octets

Routeurs

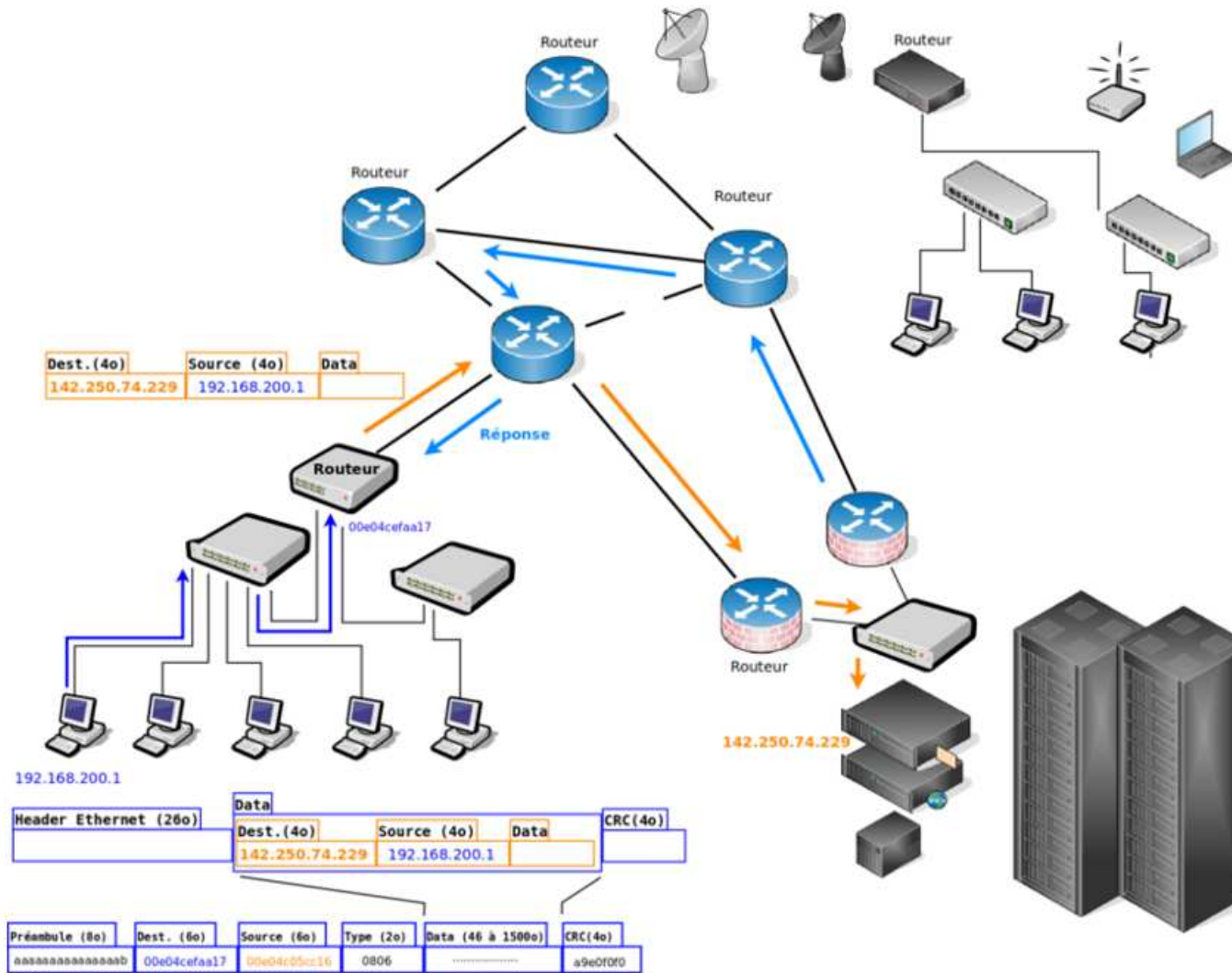


Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Dest.(4o)	Source (4o)	Data
142.250.74.229	192.168.200.1	



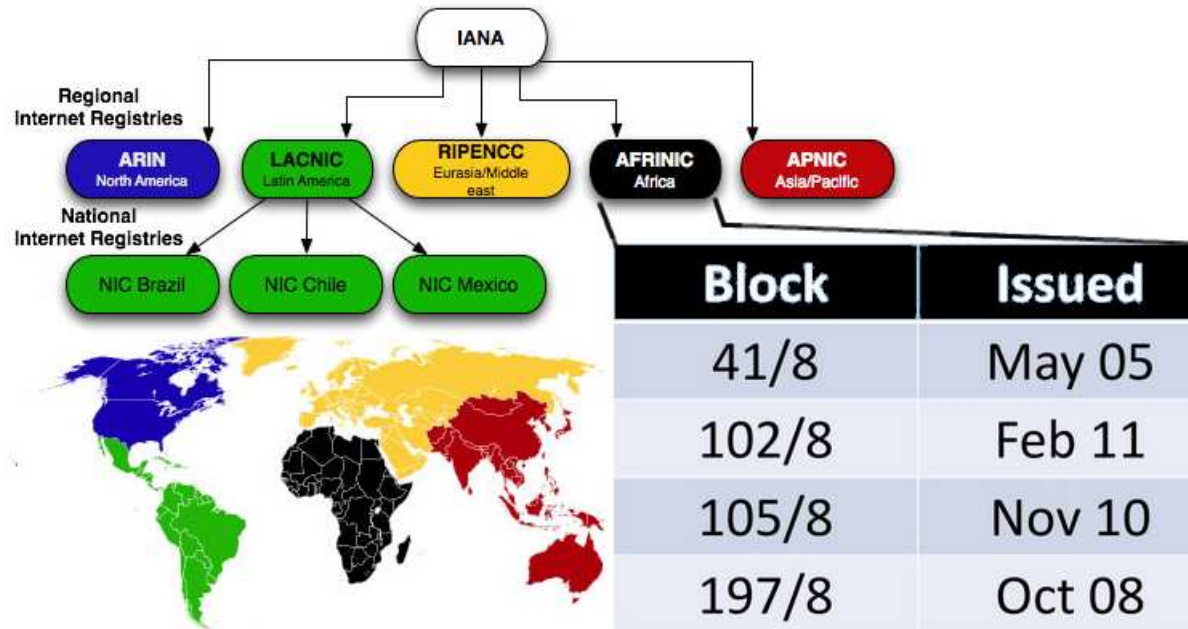
Passerelle gateway



Échanges paquets en mode datagramme. échanges de tables de routage

Quelles adresses ? \Rightarrow IANA

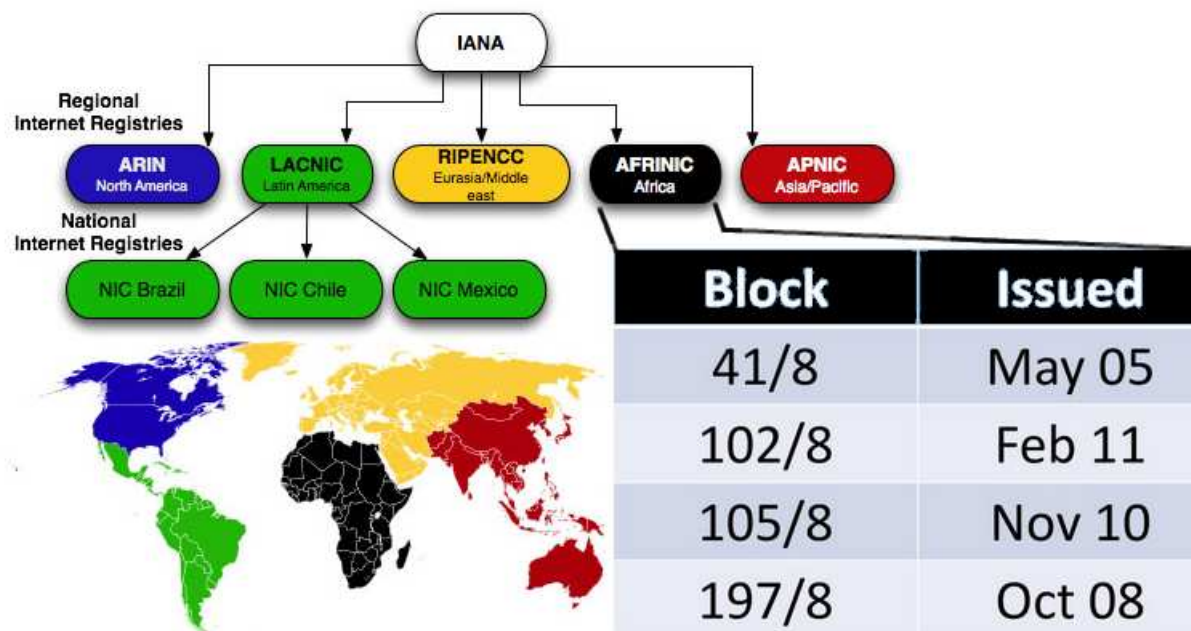
Org. US à but non lucratif \Rightarrow allocation des IP, ASN, root DNS



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Adresses réseaux publics / privés

Adresses réservées pour les réseaux locaux



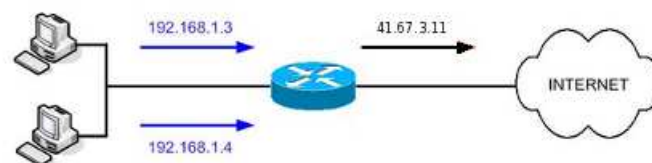
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Table 1. Private IP address blocks by IANA.

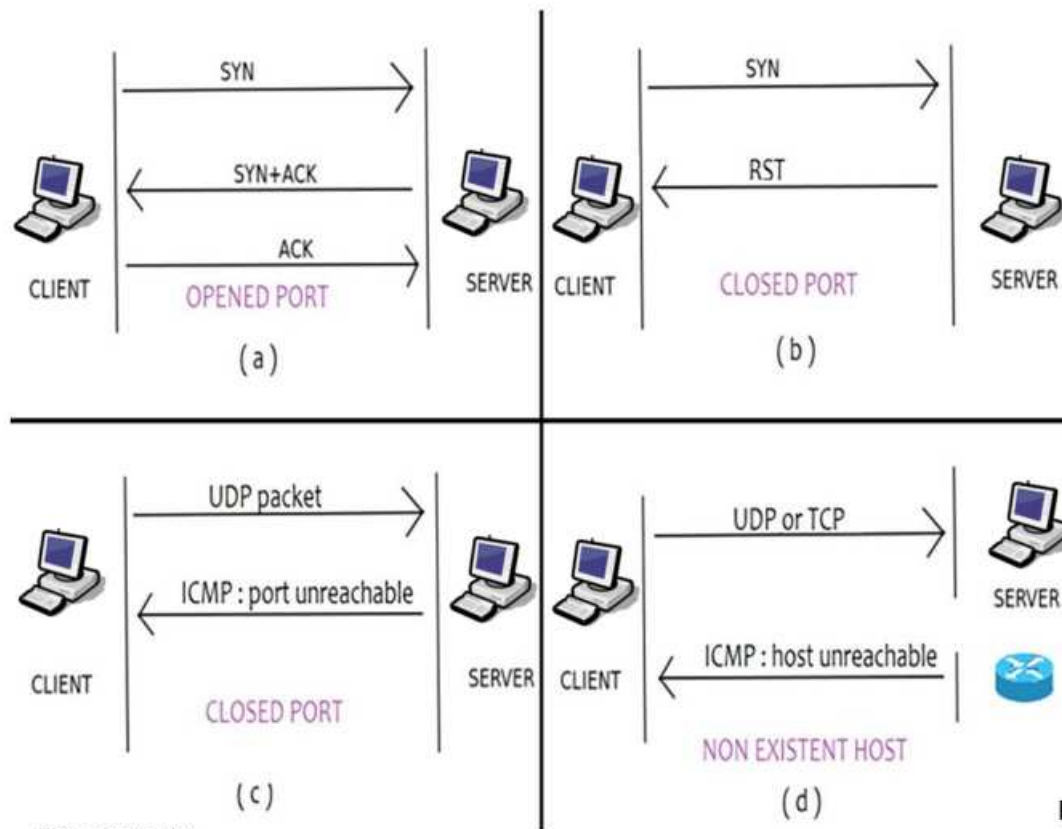
Block #	First address	Last address	Prefix
1	10.0.0.0	10.255.255.255	10/8
2	172.16.0.0	172.31.255.255	172.16/12
3	192.168.0.0	192.168.255.255	192.168/16

Préfix - Masque réseau :
10/8 - 255.0.0.0 | **16,7 million**
192.168/16 - 255.255.0.0 | **65534**
192.168.1/24 - 255.255.255.0 | **254**
192.168.1.3/32 - 255.255.255.255 | **1**

NAT :
Translation IP **privées**
en IP publiques



Protocoles TCP UDP ICMP



TCP packet header

Source port	Destination port	Sequence number	ACK number	Receive window	length + flags	chksum + urgent	Options	Data / payload
2o	2o	4o	4o	2o	4o	2o		

UDP packet header

Source port	Destination port	chksum + length	Data / payload
-------------	------------------	-----------------	----------------

Ports serveur TCP

23 : TELNET

25 : SMTP

80 : HTTP

Ports serveur UDP

53 : DNS

123 : NTP

Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir

Toute machine peut être **cliente** ou **serveur** serveur \Rightarrow 1 port "ouvert"

Services

Un **client** envoie une requête à un **serveur**.

⇒ le serveur accepte les requêtes sur un port "ouvert"

⇒ le serveur répond par un message, un fichier.

Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

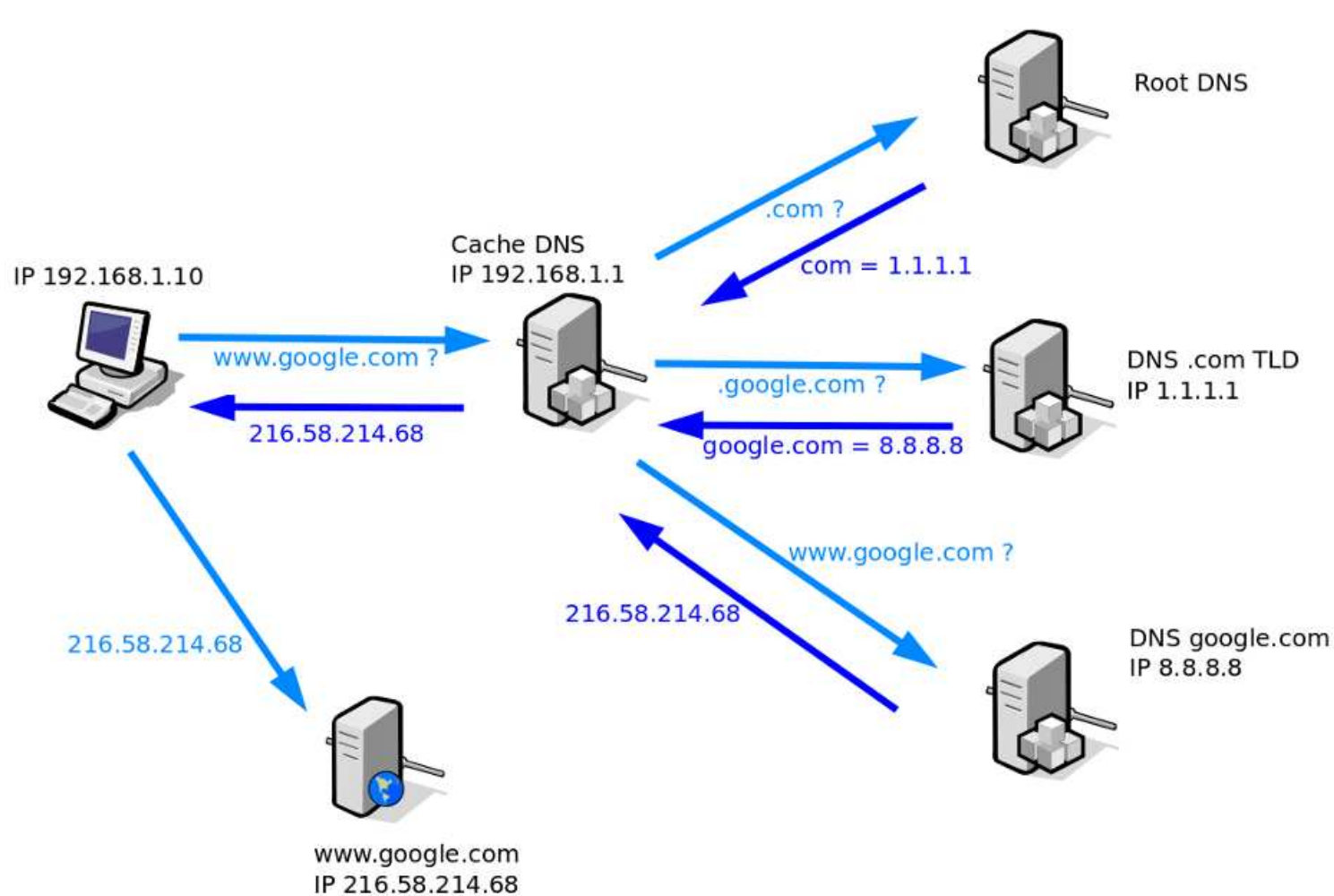
À retenir

Services les plus courants :

protocole/port	service
udp/53	DNS
udp/67	DHCP
tcp/80	HTTP
tcp/25	SMTP
tcp/143	IMAP
tcp/443	HTTPS
tcp/993	IMAPS

DNS

Un **DNS** pour obtenir les IP. 🖱️ Les noms sont structurés.



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

DHCP

pour communiquer sur Internet chaque machine doit avoir :

- une connexion (filaire, sans fil) !!! première cause de "panne"
- une **IP**, un **masque** de réseau,
- la **passerelle**,
- connaître au moins un serveur **DNS**

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Ces informations peuvent être définies manuellement pour chaque **interface (carte)** réseau.

☞ un serveur **DHCP** sur le réseau local distribue ces informations à chaque **adresse MAC** d'un réseau local

HTTP

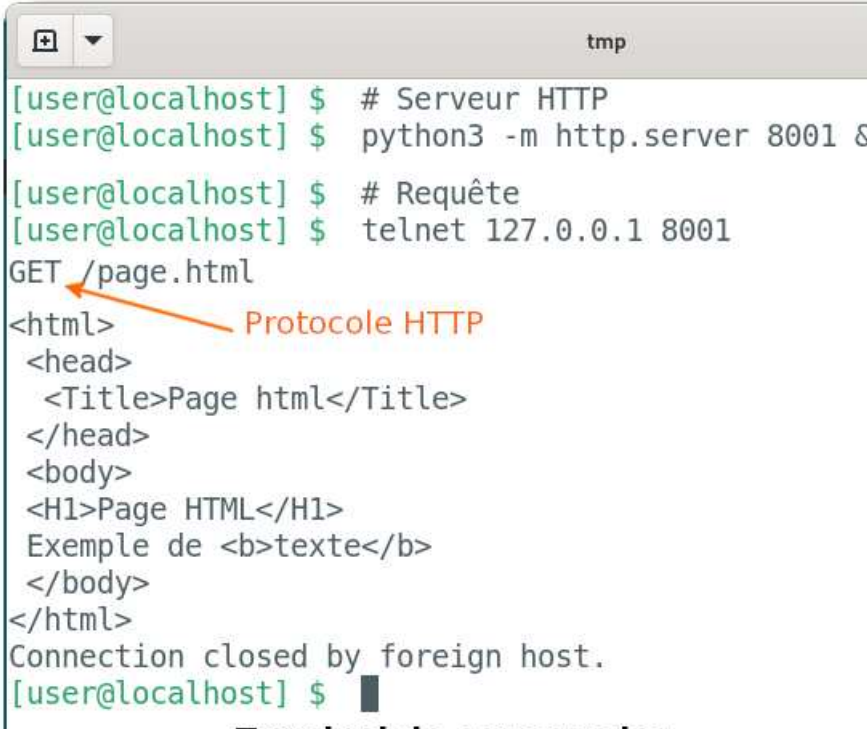
```
tmp
[user@localhost] $ # Fichier HTML
[user@localhost] $ ls -Gg page.html
-rw-r--r-- 1 121 22 nov. 08:28 page.html
[user@localhost] $ # contenu du fichier
[user@localhost] $ cat page.html
<html>
  <head>
    <Title>Page html</Title>
  </head>
  <body>
    <H1>Page HTML</H1>
    Exemple de <b>text</b>
  </body>
</html>
[user@localhost] $
```

Terminal de commandes

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Lire des fichiers : `page.html` fichier **HTML** ← langage de description

HTTP



```
tmp
[user@localhost] $ # Serveur HTTP
[user@localhost] $ python3 -m http.server 8001 &
[user@localhost] $ # Requête
[user@localhost] $ telnet 127.0.0.1 8001
GET /page.html
<html>
  <head>
    <Title>Page html</Title>
  </head>
  <body>
    <H1>Page HTML</H1>
    Exemple de <b>text</b>
  </body>
</html>
Connection closed by foreign host.
[user@localhost] $
```

Protocole HTTP

Terminal de commandes

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Serveur et requête GET du protocole HTTP

HTTP

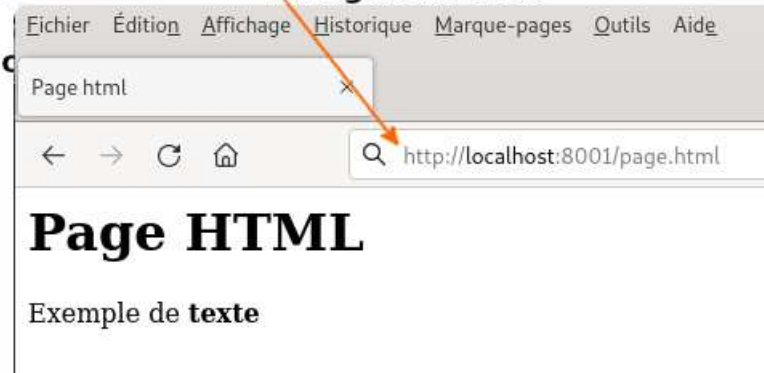
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

```
[user@localhost] $ # Serveur HTTP
[user@localhost] $ python3 -m http.server 8001 &

[user@localhost] $ # Requête
[user@localhost] $ telnet 127.0.0.1 8001
GET /page.html
<html>
<head>
  <Title>Page html</Title>
</head>
<body>
  <H1>Page HTML</H1>
  Exemple de <b>text</b>
</body>
</html>
Connection closed by foreign host.
[user@localhost] $
```

Terminal de commande

Navigateur web



Application de visualisation : un **navigateur** (Requête POST pour les formulaires)

HTTP > URL

URL

Localisation **unique** de chaque document: fichier, page HTML, image,...



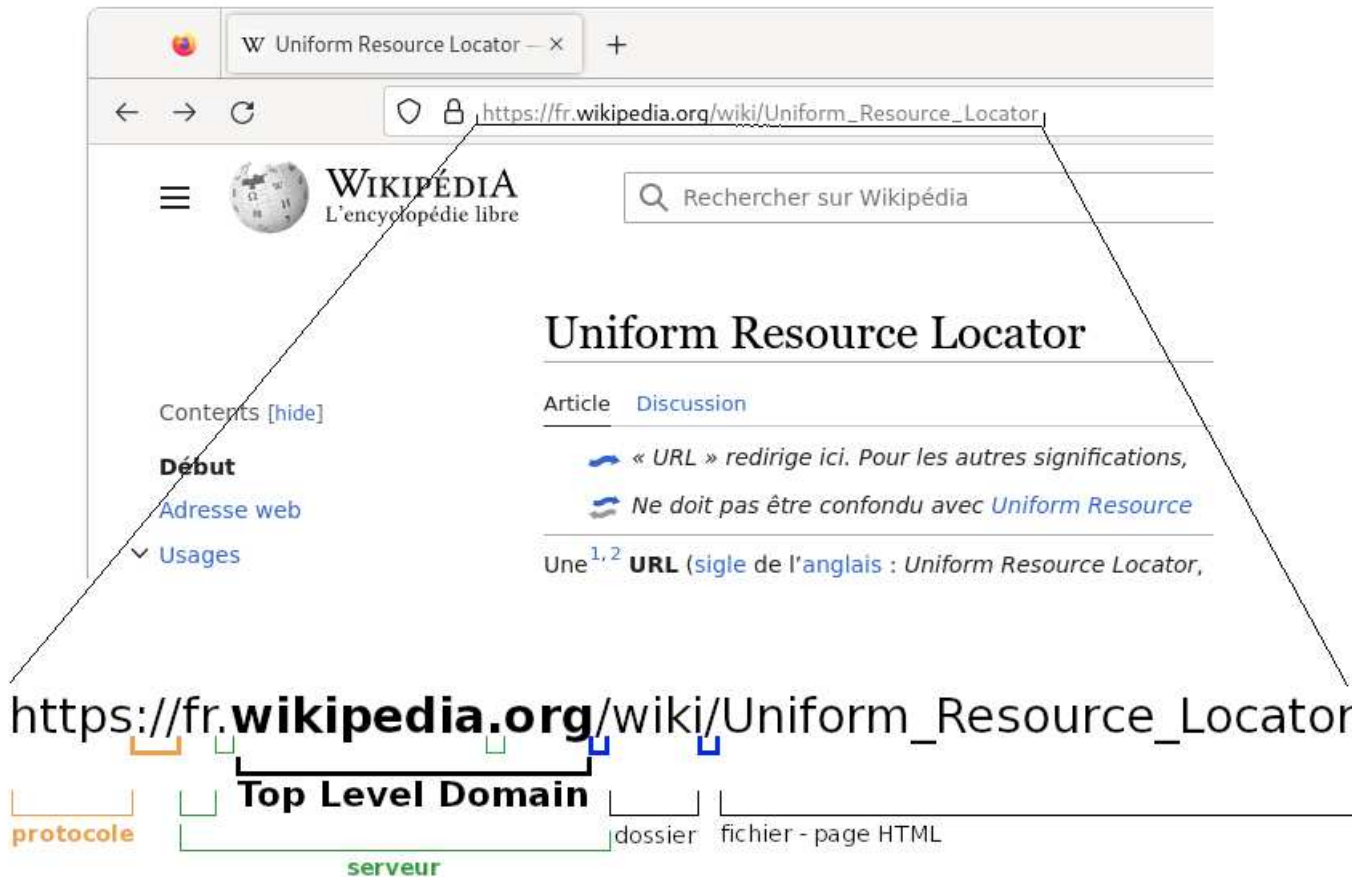
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

HTTP > URL

URL

Localisation **unique** de chaque document: fichier, page HTML, image,...

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

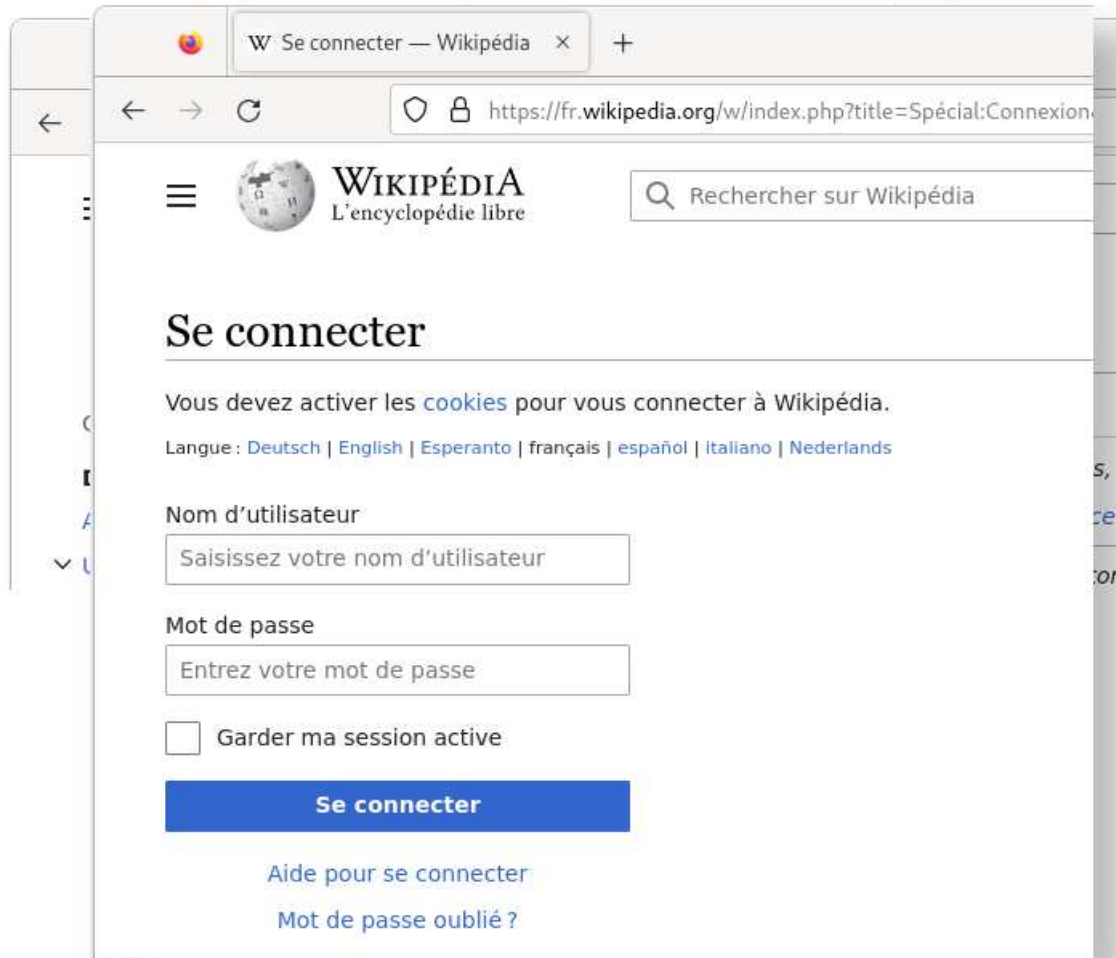


Lecture d' URL

HTTP > URL

URL

Localisation **unique** de chaque document: fichier, page HTML, image,...

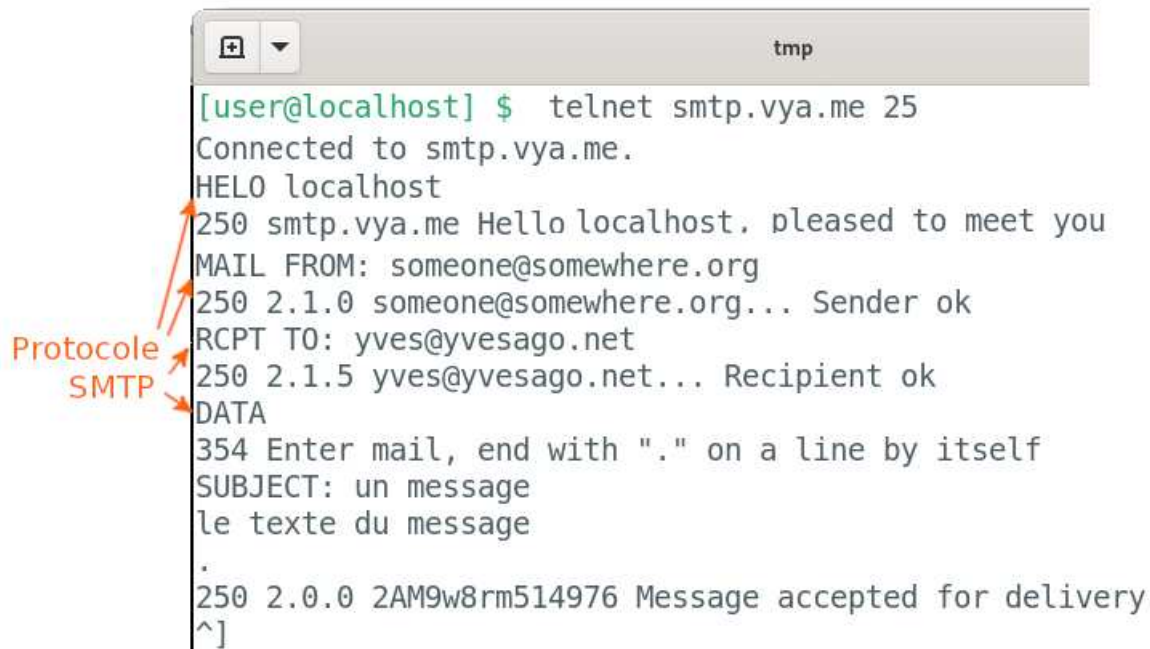


Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Vérification de l'URL avant de "poster"

SMTP

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir



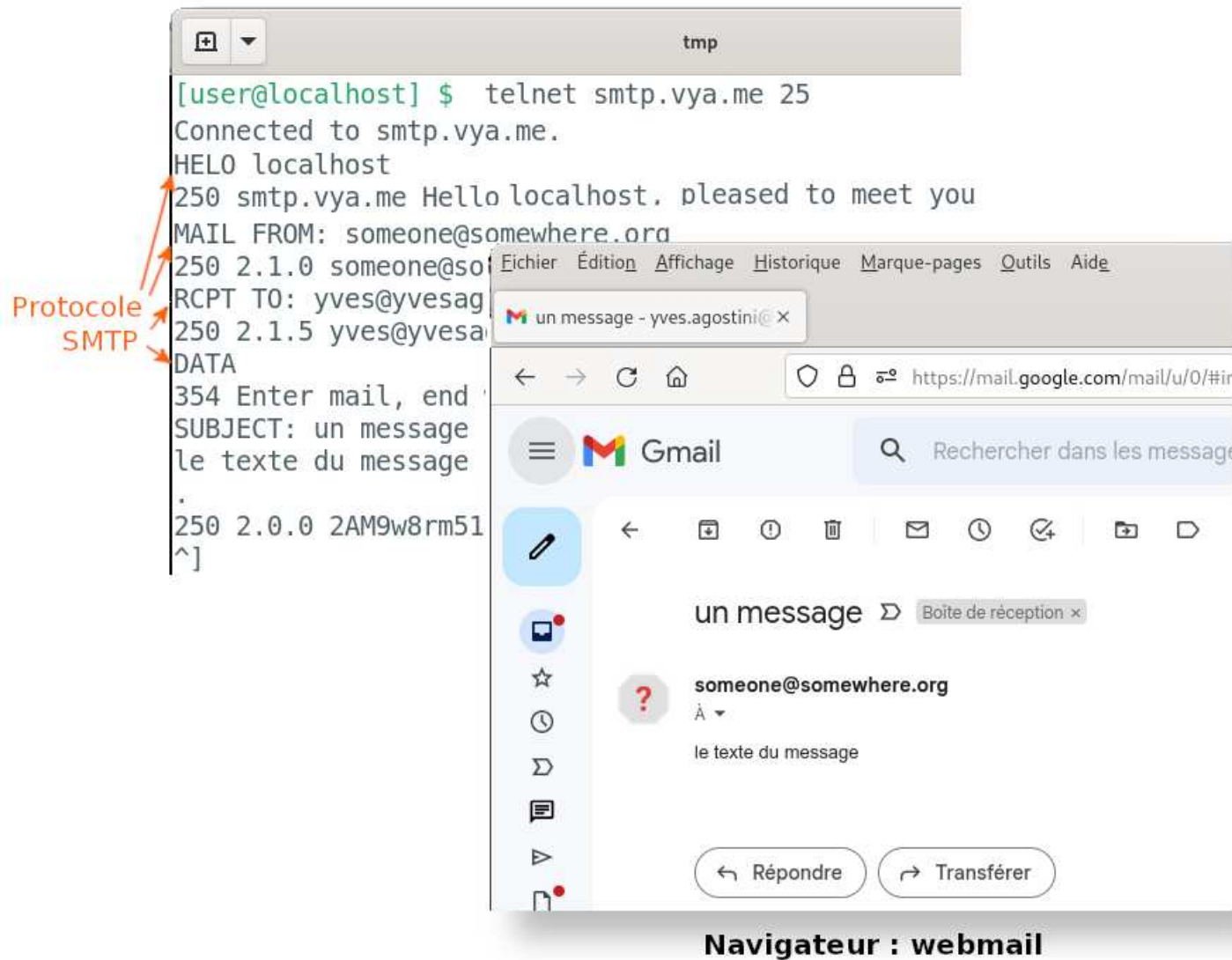
```
tmp
[user@localhost] $ telnet smtp.vya.me 25
Connected to smtp.vya.me.
HELO localhost
250 smtp.vya.me Hello localhost. pleased to meet you
MAIL FROM: someone@somewhere.org
250 2.1.0 someone@somewhere.org... Sender ok
RCPT TO: yves@yvesago.net
250 2.1.5 yves@yvesago.net... Recipient ok
DATA
354 Enter mail, end with "." on a line by itself
SUBJECT: un message
le texte du message
.
250 2.0.0 2AM9w8rm514976 Message accepted for delivery
^]
```

Protocole SMTP

Envoyer un mail. Protocole : HELO, MAIL FROM, RCPT TO, DATA

SMTP

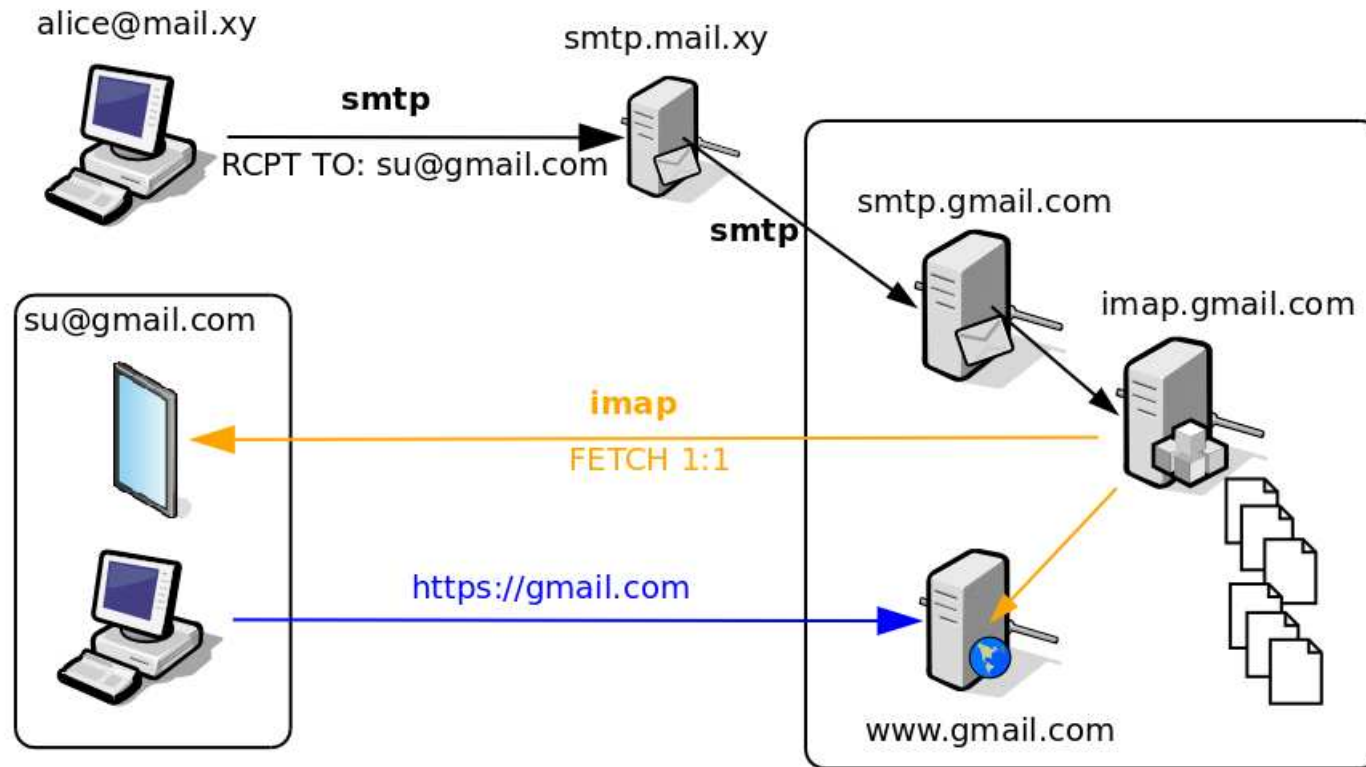
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir



Visualisation

IMAP

Mail de «alice@mail.xy» pour «su@gmail.com»

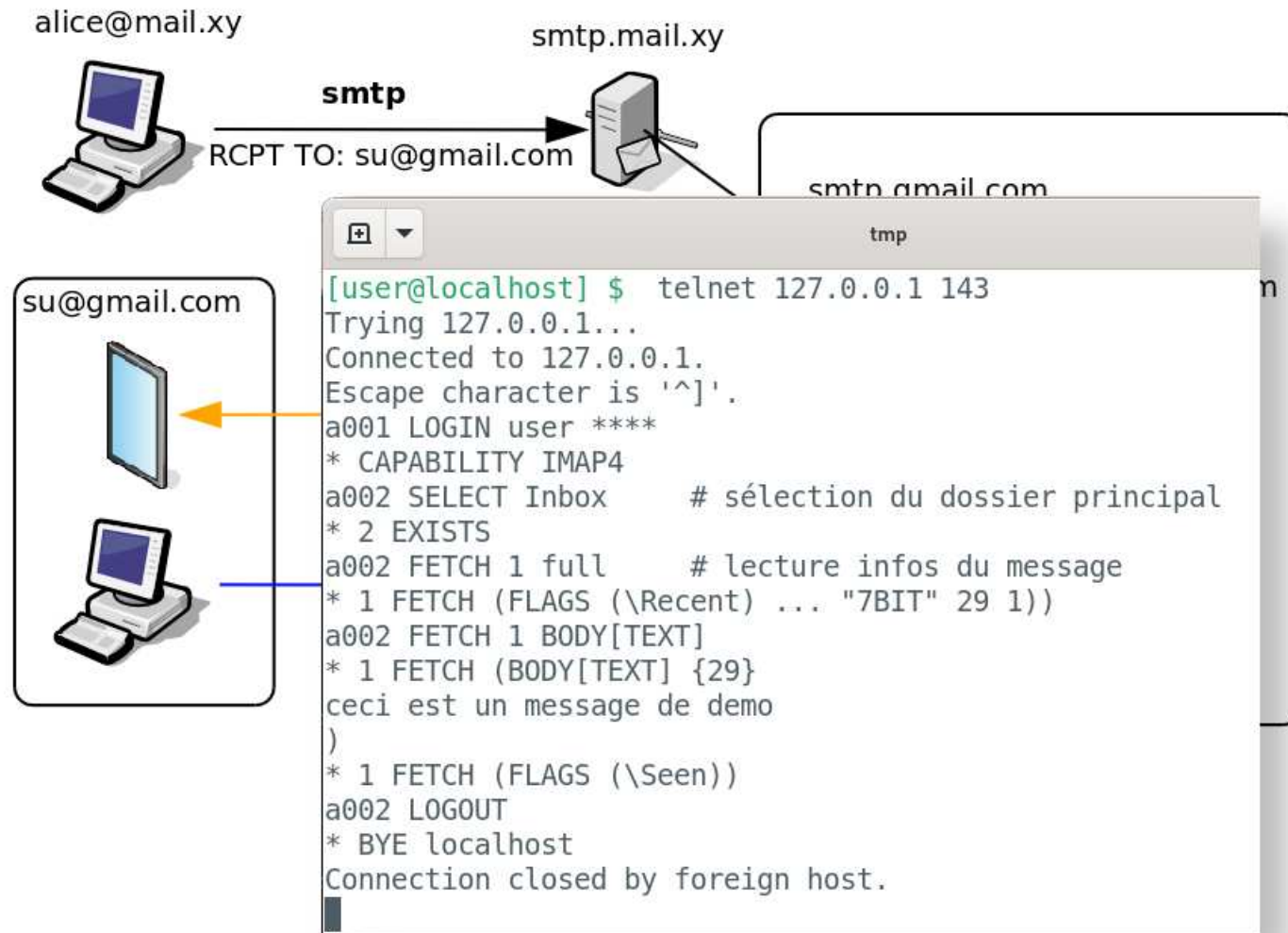


Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Lecture des mails stockés sur le serveur

IMAP

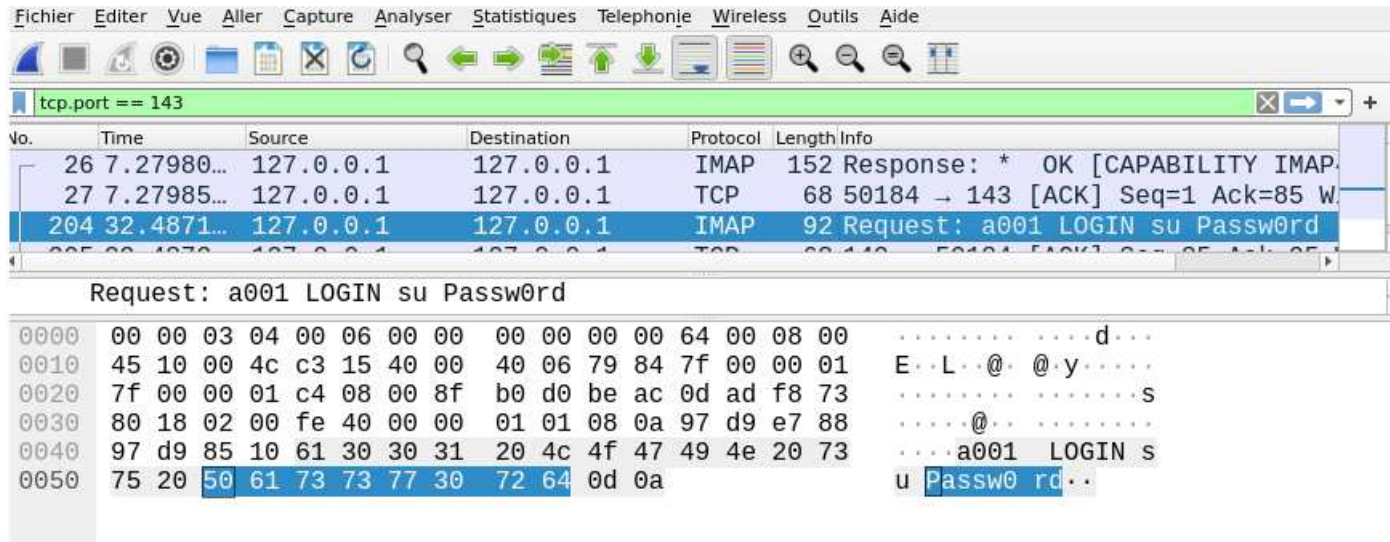
Mail de «alice@mail.xy» pour «su@gmail.com»



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

POP3 autre protocole de lecture de mail

Écoute passive du réseau



tcp.port == 143

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
26	7.27980...	127.0.0.1	127.0.0.1	IMAP	152	Response: * OK [CAPABILITY IMAP
27	7.27985...	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	50184 → 143 [ACK] Seq=1 Ack=85 W
204	32.4871...	127.0.0.1	127.0.0.1	IMAP	92	Request: a001 LOGIN su Passw0rd

Request: a001 LOGIN su Passw0rd

Offset	Bytes	String
0000	00 00 03 04 00 06 00 00 00 00 00 00 64 00 08 00d...
0010	45 10 00 4c c3 15 40 00 40 06 79 84 7f 00 00 01	E..L..@. @.y....
0020	7f 00 00 01 c4 08 00 8f b0 d0 be ac 0d ad f8 73s
0030	80 18 02 00 fe 40 00 00 01 01 08 0a 97 d9 e7 88@.....
0040	97 d9 85 10 61 30 30 31 20 4c 4f 47 49 4e 20 73a001 LOGIN s
0050	75 20 50 61 73 73 77 30 72 64 0d 0a	u Passw0 rd..

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Écoute passive du réseau

The screenshot shows a Wireshark capture of network traffic. The filter is set to 'tcp.port == 143'. The packet list shows three packets: an IMAP response, a TCP ACK, and an IMAP request. The selected packet (204) is an IMAP request: 'Request: a001 LOGIN su Passw0rd'. The packet details pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII. The ASCII part shows the login request: 'a001 LOGIN su Passw0rd'.

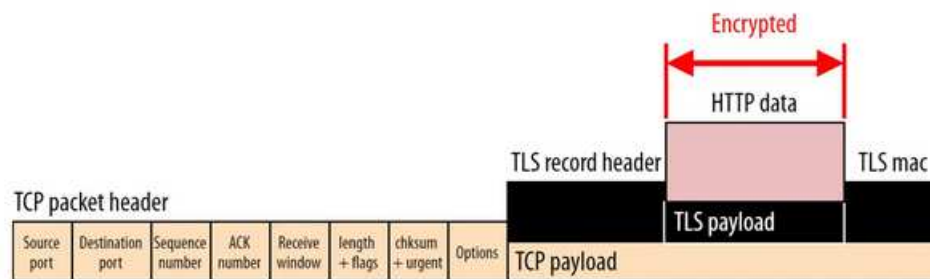
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
26	7.27980...	127.0.0.1	127.0.0.1	IMAP	152	Response: * OK [CAPABILITY IMAP]
27	7.27985...	127.0.0.1	127.0.0.1	TCP	68	50184 → 143 [ACK] Seq=1 Ack=85 W.
204	32.4871...	127.0.0.1	127.0.0.1	IMAP	92	Request: a001 LOGIN su Passw0rd

Request: a001 LOGIN su Passw0rd

Offset	Hex	ASCII
0000	00 00 03 04 00 06 00 00 00 00 00 00 64 00 08 00d...
0010	45 10 00 4c c3 15 40 00 40 06 79 84 7f 00 00 01	E..L..@. @.y....
0020	7f 00 00 01 c4 08 00 8f b0 d0 be ac 0d ad f8 73s
0030	80 18 02 00 fe 40 00 00 01 01 08 0a 97 d9 e7 88@.
0040	97 d9 85 10 61 30 30 31 20 4c 4f 47 49 4e 20 73	...a001 LOGIN s
0050	75 20 50 61 73 73 77 30 72 64 0d 0a	u Passw0 rd..

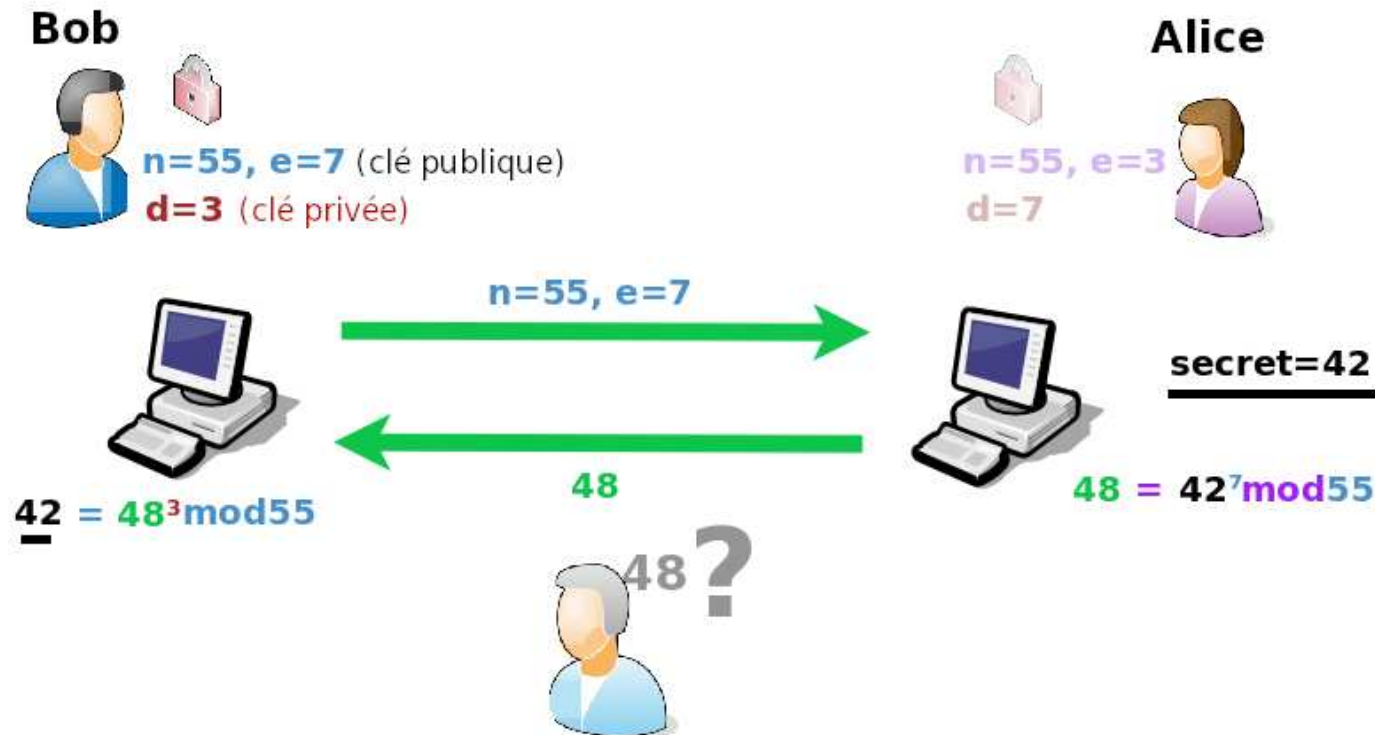
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Solution: chiffrer les données



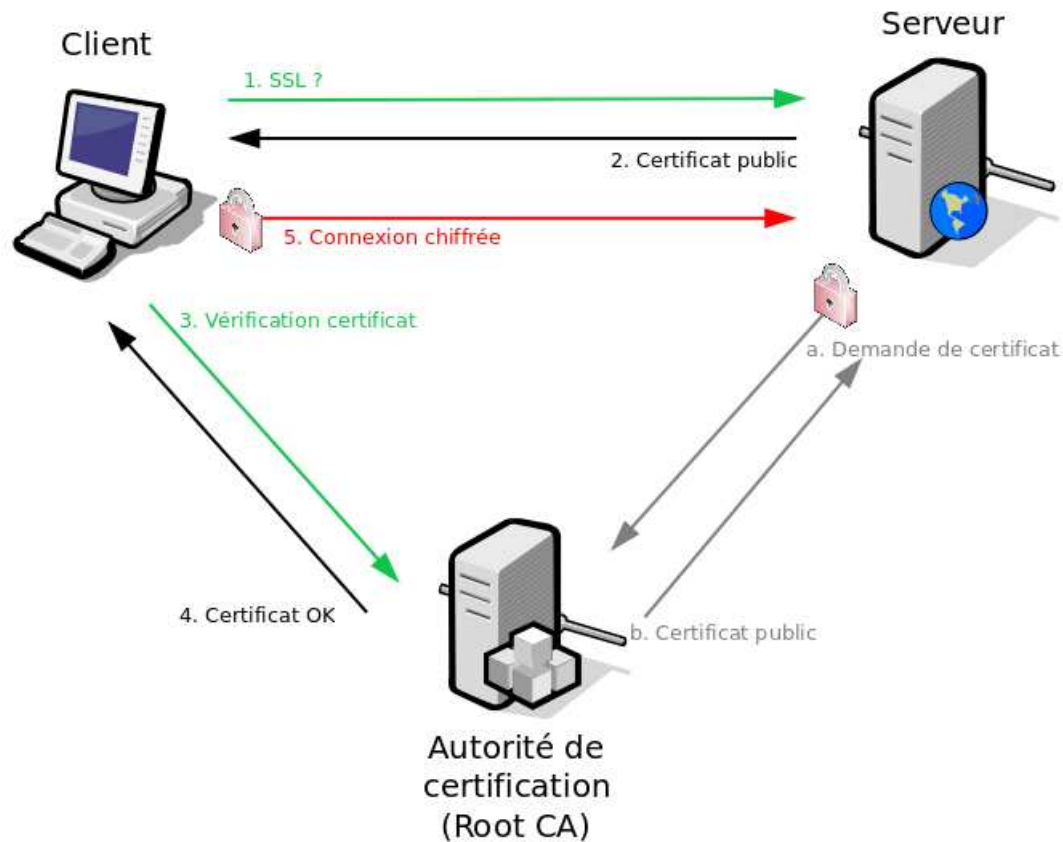
Chiffrement asymétrique

Alice transmet le secret **42** à Bob



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

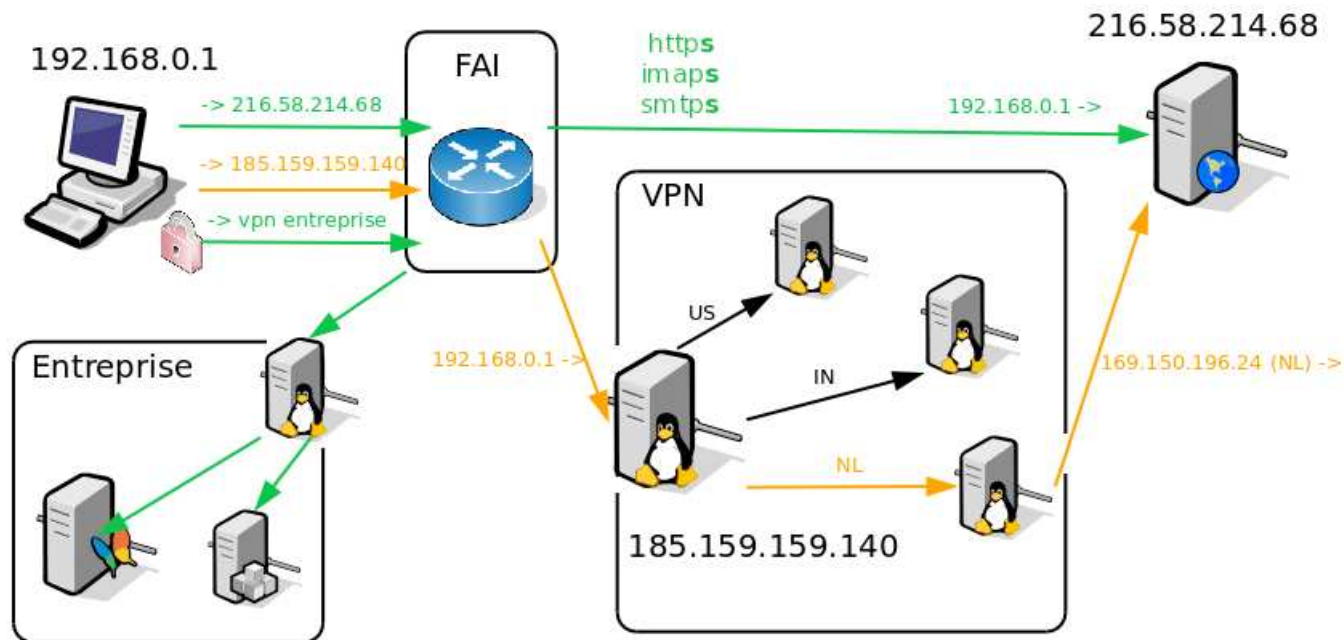
SSL



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Le serveur achète un certificat à un **Root CA**, renouvelé tous les 3 mois à 1 an

Vpn



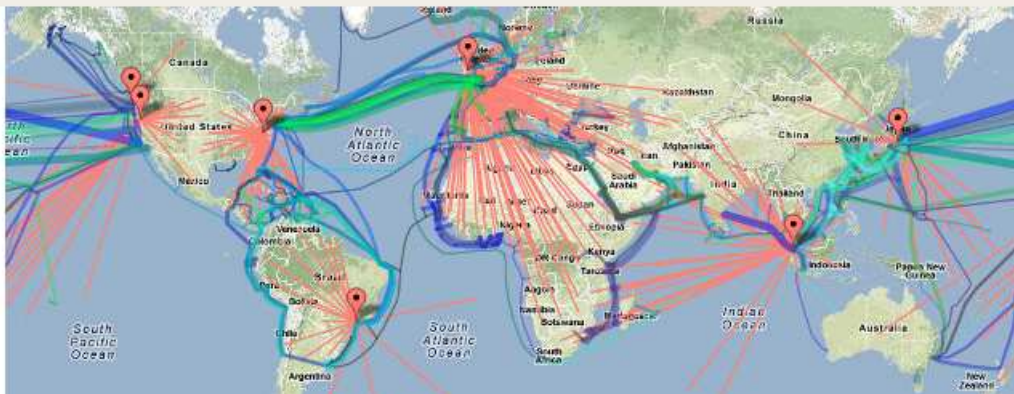
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

Inutile \Rightarrow Détourne le flux ✓ (?) Confiance FAI ou VPN ✗

Cloud



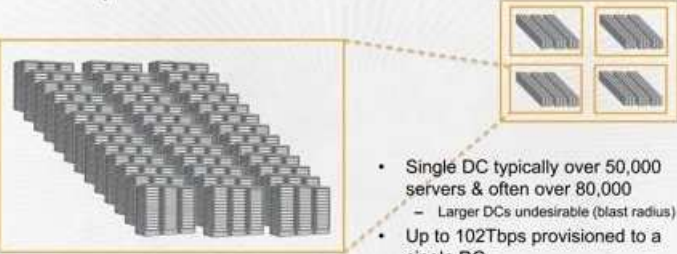
Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir



Données dans des DataCenter autour du monde

Cloud

Example AWS Data Center



- Single DC typically over 50,000 servers & often over 80,000
 - Larger DCs undesirable (blast radius)
- Up to 102Tbps provisioned to a single DC
- AWS custom network equipment:
 - Multi-ODM sourced
 - Amazon custom network protocol stack



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir



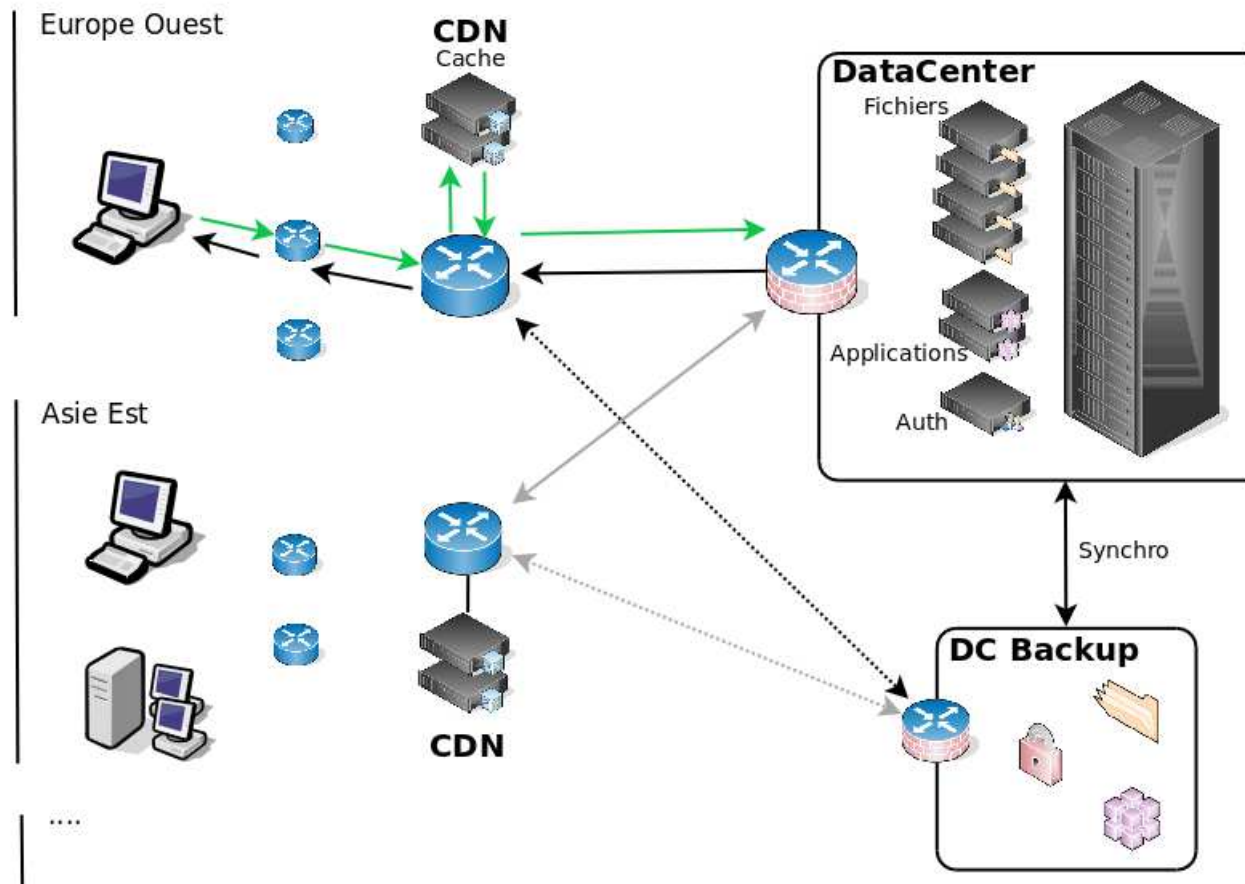
Power Infrastructure

- Some DCs with custom power sub-stations
 - Lower power cost & build more quickly
- Negotiated power purchasing agreements
- Custom switchgear firmware
- 3 100% carbon neutral regions:
 - US-West (Oregon)
 - US-Gov-west (US)
 - EU-Central-1 (Frankfurt)



Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft

Cloud



Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

CDN caches, **Drives** fichiers, **SAAS** applications, **VM** machines

Cloud

✓ Services dans le Cloud :

- moteurs de recherche
- stockage de documents/fichiers
- applications (SAAS) :
 - traduction
 - traitement de données
 - communication : visio, messagerie
- serveurs (IAAS)

✗ Contraintes :

- qualité de connexion
- dépendance financière
- dépendance géopolitique

Transfert de données
Réseau local
Internet
Services
Cloud
À retenir

À retenir

■ Client / Serveur

- les fichiers sont sur le **serveur**
⇒ le **client** consulte les fichiers

■ IP

- chaque équipement a une **adresse** précise

■ URLs

- les documents sont localisés sur un serveur
⇒ le **DNS** est impérativement structuré

Transfert de données

Réseau local

Internet

Services

Cloud

À retenir