

Chapitre - Internet

I. Modes de connections entre machines.

1- Communication entre deux machines

1958 :premier modem pour communiquer entre deux ordi.

**Afin que deux machines communiquent, il faut :
une liaison physique par laquelle transite l'information,
des programmes permettant de traiter l'information afin
qu'elle soit communicable,
des protocoles réglant en les précisant le format des
informations échangées et la manière de les échanger.**

I. Modes de connections entre machines.

1- Communication entre deux machines

a- Liaisons physiques entre machines

peut être filaire (fil ou câble) ou bien hertzienne (par onde radio).

La portée de la liaison peut varier de quelques mètres à des milliers de kilomètres.

Le débit de la liaison varie lui aussi , se mesure en bits par seconde (bit/s). Un bit est une information élémentaire : 0 ou 1. → kbit/s, Mbit/s ou Gbit/s.

Liaisons filaires	Liaisons hertziennes
<p>Câbles téléphoniques Grâce à la technologie ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line, ces câbles ne font pas qu'acheminer la voix mais transportent aussi des informations numériques. Débit : quelques Mbit/s.</p>	<p>Bluetooth : utilisé dans les connexions à courte distance, conçu au départ pour relier des périphériques sans fil</p>
<p>Câbles spécialisés de type RJ45. C'est la technologie Ethernet utilisée pour des réseaux locaux à l'échelle d'une salle ou d'un bâtiment. Débit usuel : 100 Mbit/s ou 1Gbit/s.</p>	<p>WiFi (wi : contraction de l'anglais <i>wireless</i>, sans fil) : permet de connecter des machines à une borne ayant une portée de quelques dizaines de mètres</p>
<p>Fibres optiques. Utilisées pour les communications à longue distance et à très haut débit.</p>	<p>Réseaux de téléphonie mobile 3G, 4G, 5G permettant la connexion à Internet en haut débit</p>
	<p>Liaisons radio satellitaires : permettent des connexions à longue distance via des satellites placés en orbite géostationnaire</p>
	<p>Lifi : comme le wifi mais utilise le spectre optique...</p>

Introduction de l'INRIA :

<https://www.youtube.com/watch?v=aX3z3JoVEdE>

communication= le transport d'informations d'un émetteur à un récepteur.

DOIT RESPECTER DES REGLES

l. a-

Chacun de ces points de liaison physique, que ce soit par liaison filaire ou hertzienne, est identifié par une **adresse MAC**. Une même machine, si elle est reliée au réseau par plusieurs points de liaison a donc plusieurs adresses MAC, une pour chaque point de liaison. Ces points de liaison seront nommés **routeurs**.

I. Modes de connections entre machines.

1- Communication entre deux machines

b- Programmes

il faut un programme qui dans la machine émettrice contienne des instructions pour écrire des informations sur la liaison.

Il faut aussi un programme sur la machine réceptrice qui contienne des instructions pour lire les informations venant de la liaison.

Sans cela : pas de message transmis.

I. Modes de connections entre machines.

1- Communication entre deux machines

c- Protocoles

Pour que deux machines puissent communiquer, il faut que leurs programmes respectent les mêmes protocoles.

Un protocole est un ensemble de règles qui précise le format des informations échangées, la manière de les échanger, d'établir la communication et de la terminer.

EXO ACTIVITE

Exo test :(Attention, à ce stade adr IP= boîte noire...)

brancher **deux machines ouvertes en mode administrateur** ensemble par connexion filaire RJ45

grâce à la commande ipconfig sur le tableau de commande cmd, noter son adresse ipv4

pinger son voisin connecté : ping adrip ; exemple ping 192.168.25,.9

Rq : en configurant les OS, on peut même accéder aux disques durs des autres PC...

NOTER CES INSTRUCTIONS DANS VOTRE PENSE BÊTE...

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

1969 avec l'invention d'ARPANET qui permettait de communiquer entre 4 machines.

1982/83 que les protocoles de communication utilisés aujourd'hui (TCP/IP) sont créés et le nom internet est donné au réseau mondial en cours de formation.

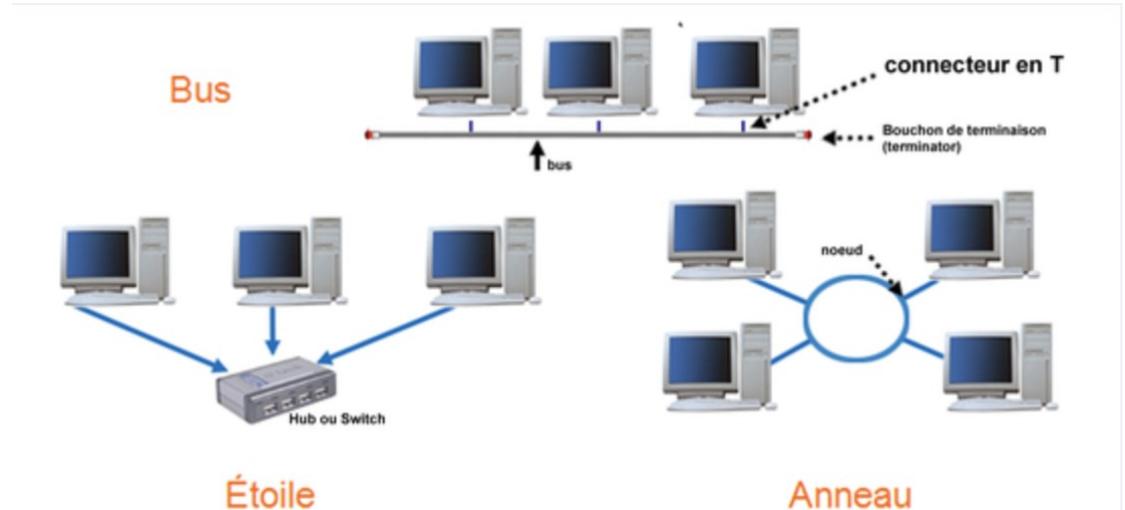
Aujourd'hui, c'est 200 000 000 de serveurs et 3,5Milliards d'internautes.

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

a- L'organisation du réseau

réseau local (ou réseau LAN – *Local Area Network* en anglais) est un réseau entre un ensemble de quelques machines

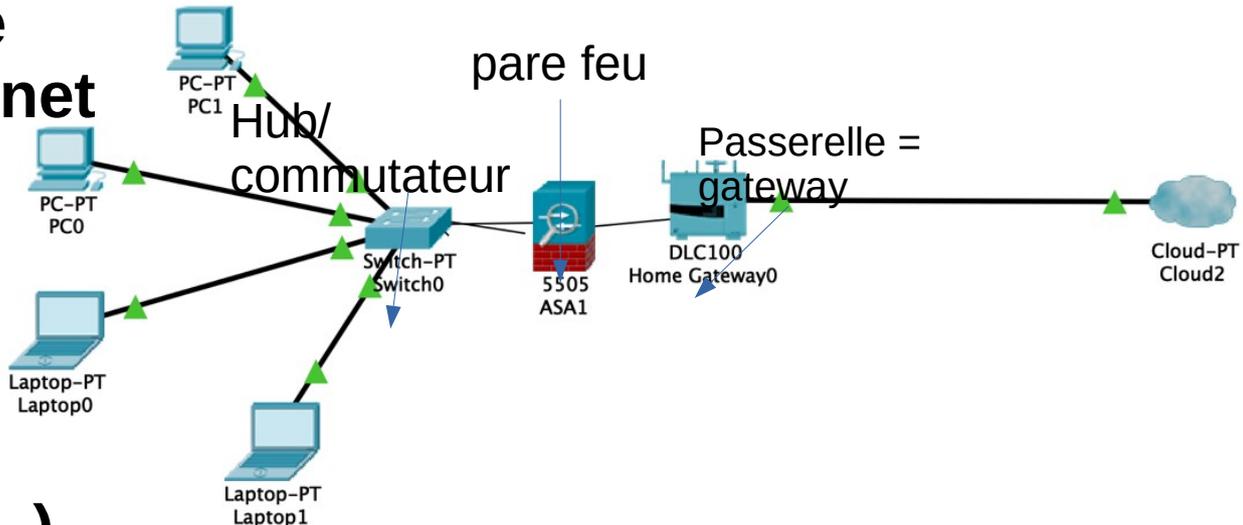


I. Modes de connections entre machines.

2- Communication

a- L'organisation d

Un réseau local peut être connecté au réseau Internet par l'intermédiaire d'une passerelle (*gateway* en anglais) qui permet de connecter de réseaux de natures différentes ± firewall (surveillance et filtre...)



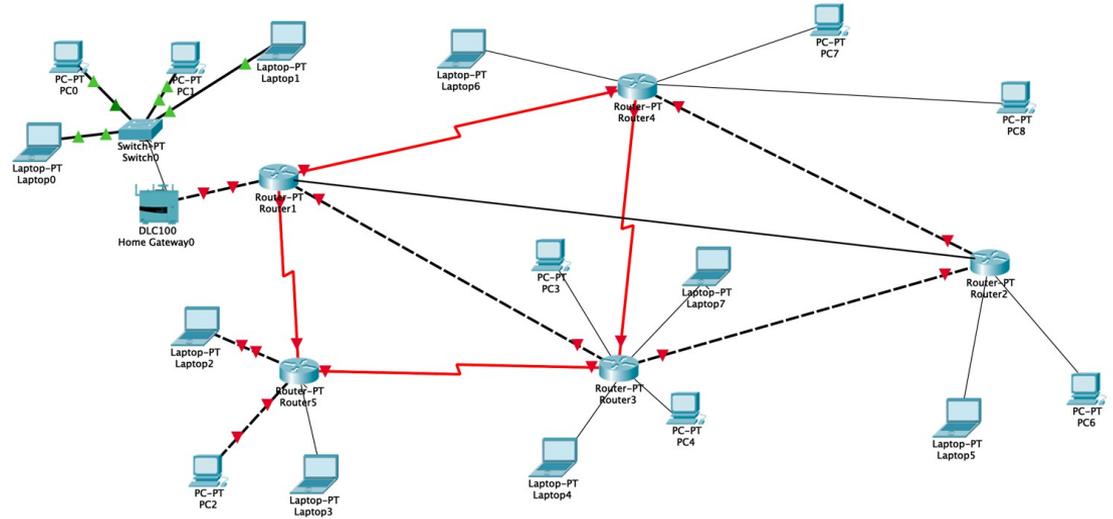
Cette passerelle à un ip commun avec toutes les machines qui y sont branchées.

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

a- L'organisation du réseau

Un routeur (qui possède une adresse MAC) est une machine qui connecte deux ou plusieurs réseaux et qui exécute un programme permettant d'orienter les messages émis par le meilleur trajet pour atteindre la machine réceptrice destinataire.



I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

a- L'organisation du réseau

Le réseau Internet est un ensemble de routeurs interconnectés entre eux auxquels sont connectées des machines émettrices et réceptrices. Toutes ces machines respectent le protocole IP.

Les routeurs contiennent un programme avec des instructions pour lire ou écrire sur une liaison. Chacun possède son adresse : l'adresse MAC structurée comme suit :

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

a- L'organisation du réseau

Une adresse MAC est constituée de 48 bits (6 octets) et est généralement représentée sous la forme hexadécimale en séparant les octets par un double point ou un tiret. Par exemple 5E:FF:56:A2:AF:15.

Ces 48 bits sont répartis de la façon suivante :

1 bit I/G : l'adresse est individuelle : le bit sera à 0 ou de groupe le bit à 1 ;

1 bit U/L : 0 si l'adresse est universelle ou locale, 1 pour une adr administrée localement ;

22 bits réservés : tous les bits sont à zéro adr locale, sinon adresse du constructeur ;

24 bits : adresse pour différencier les différentes cartes réseaux d'un même constructeur.

Il existe potentiellement 2^{48} (environ 281 000 milliards) d'adresses MAC possibles. L'IEEE donne des préfixes de 24 bits (appelés *Organizationally Unique Identifier* - OUI) aux fabricants, ce qui offre 2^{24} (environ 16 millions) d'adresses MAC disponibles par préfixe.

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

b- connexion sur internet

Réseau Internet = interconnexion des très nombreux réseaux locaux.
pas de machine centrale chargée de connecter toutes les autres / pas un réseau hiérarchisé

Pour connecter une machine à Internet, il suffit de la connecter à une autre machine déjà connectée à Internet (voilà par exemple pourquoi on peut connecter un ordinateur à Internet en utilisant un smartphone).

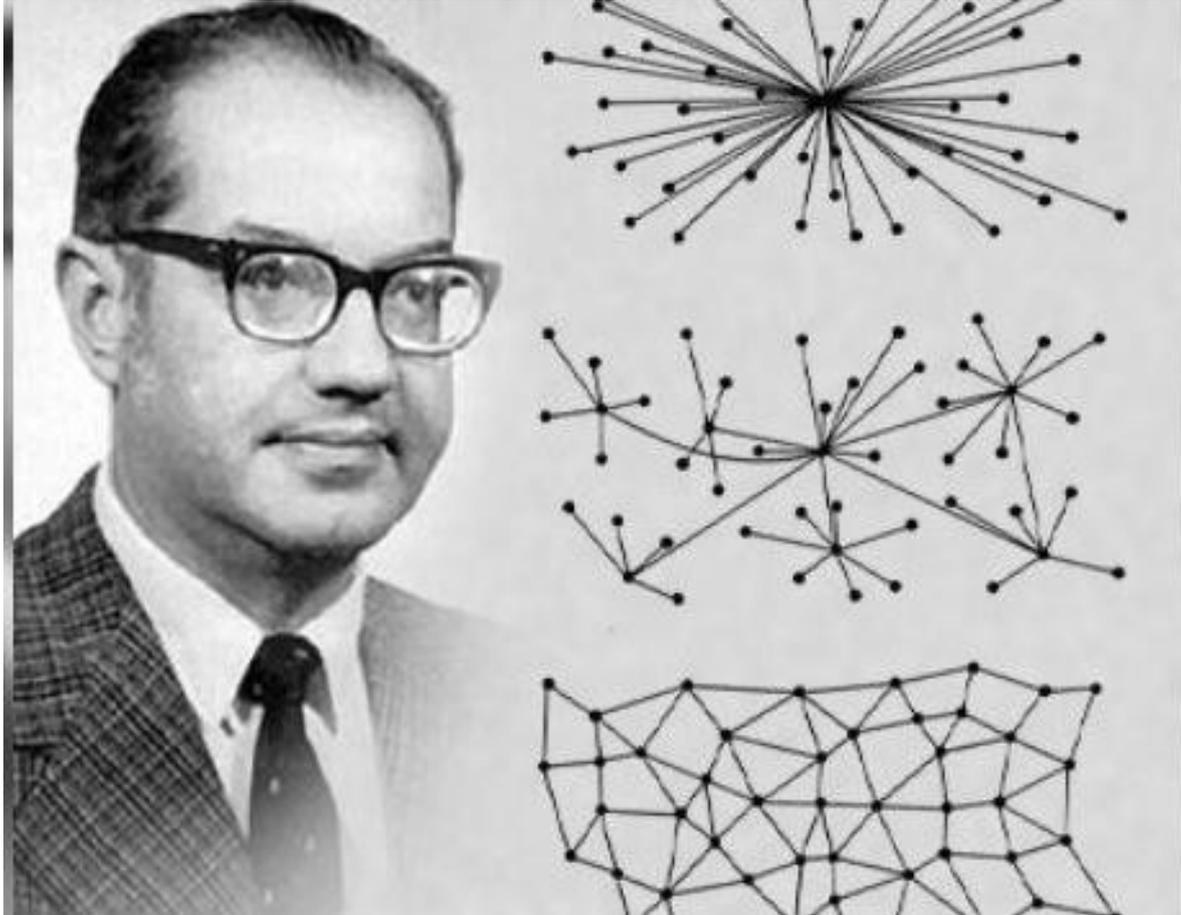
Une fois connectée au réseau Internet, une machine reçoit une adresse IP (Internet Protocol)- plus de 4 milliards possibles.

Les communications entre machines respectent des protocoles très précis. L'adressage en fait partie...

I. Modes de connections entre machines.

2- Communication entre plusieurs machines

b- connexion sur internet



En 1962, Paul Baran distingue 3 formes de réseau : centralisé, décentralisé, distribué.

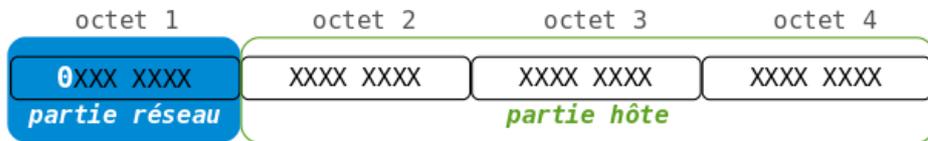
II. Des protocoles indispensables à la communication entre machines.

1- Le protocole IP :

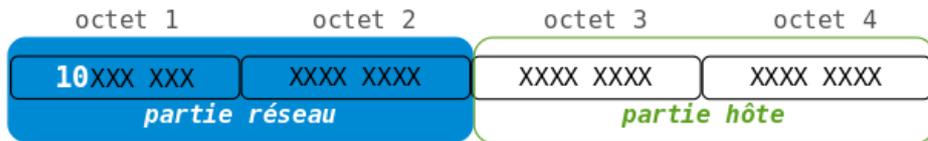
a- L'adressage des machines.

L'IPV4 :

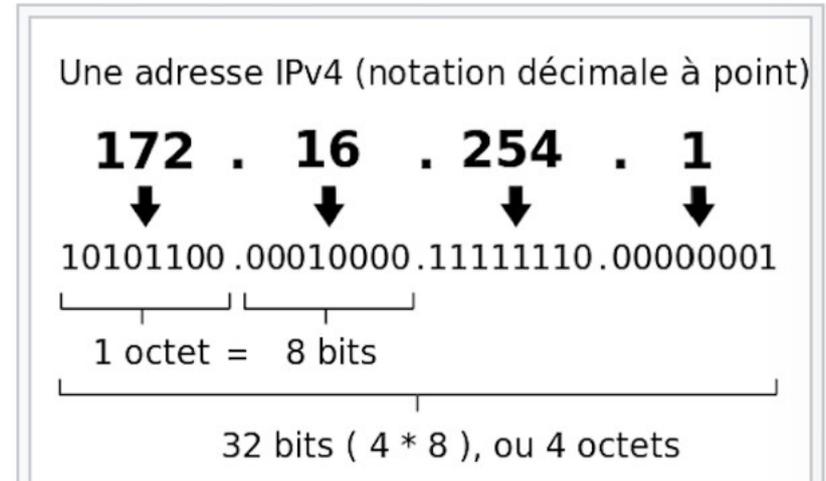
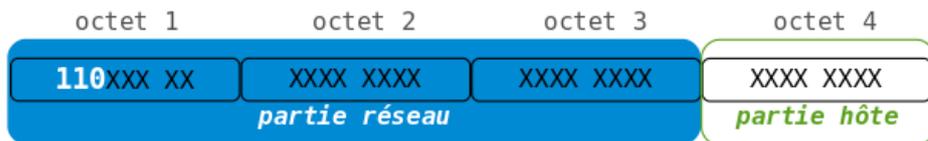
Classe A



Classe B



Classe C



32bits par adresse/ 3 classes principales en fonction des besoins du demandeur...

256⁴ possibilités- → arrive à saturation

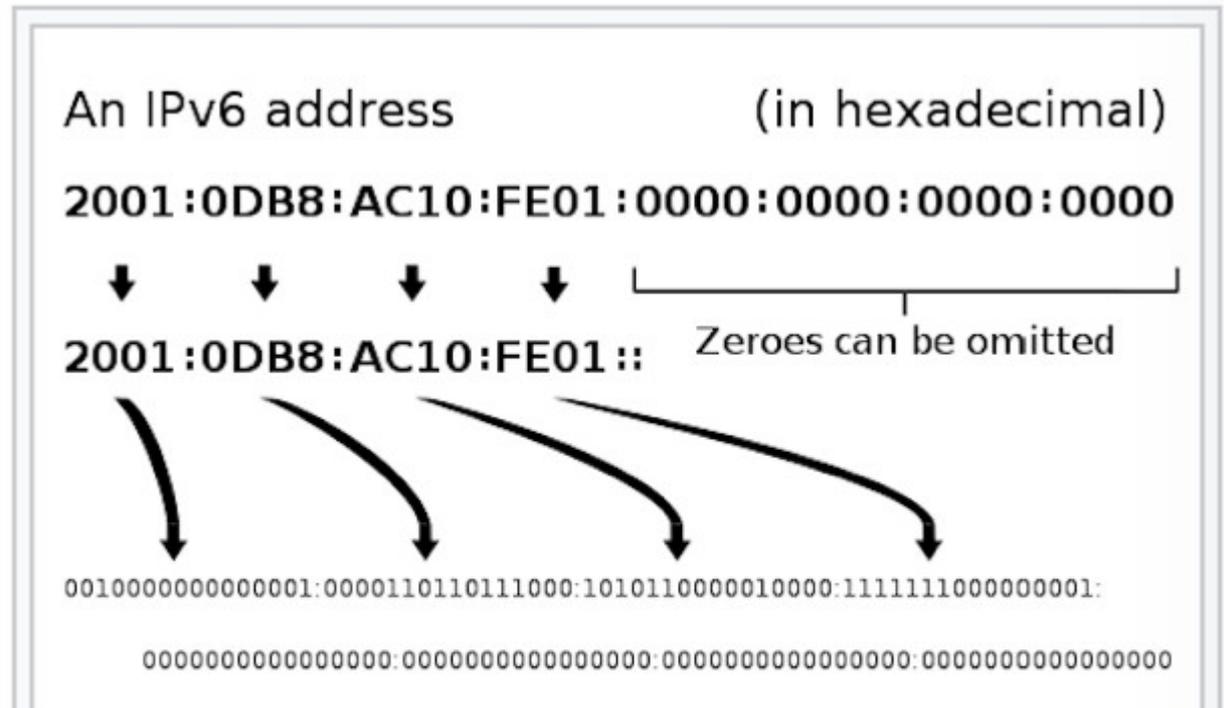
II. Des protocoles indispensables à la communication entre machines.

1- Le protocole IP :

a- L'adressage des machines.

L'IPV6 :

128bits séparés en groupes de 4octets. $(2*8)*8=128$. 64Bits sont réservés pour identifier le réseau, 64 pour les machines qui y sont connectées.



Exemple en
Classe C

eth0 Properties ✕

Enable roaming mode

Connection Settings

Configuration: Static IP address

IP address: 192.168.122.100

Subnet mask: 255.255.255.0

Gateway address: 192.168.122.1

✕ Cancel ↩ OK

II. Des protocoles indispensables à la communication entre machines.

1- Le protocole IP :

a- L'adressage des machines.

L'IPV6 :

Le seul piège réside dans l'écriture des 0 :

- on les omet quand ils débutent un segment : « :00D6 : » → :D6 :
- on les réduit à 0 lorsque le segment est de valeur nulle : « :0000 : » → :0 :
- lorsque deux segments de valeurs nulles se suivent on écrit juste une série de ::: « :0000:0000 : » → ::

Activité sur ordi :

On « ping » : dans la salle si on a un réseau branché vers l'extérieur...

1- découvrir son adresse ip : ipconfig dans la console(invit command)

2- envoyer un message test à une autre machine pour constater l'état de la liaison : ping 'adresse ip'

3- Alors on trace sa route : dans la console : instruction tracert 'adresse ip'

II. Des protocoles indispensables à la communication entre machines.

1- Le protocole IP :

b- Le découpage en paquets.

**Le protocole IP découpe l'information à envoyer en paquets de taille constante.
Chaque paquet contient :**



- une en-tête contenant diverses informations dont les adresses de l'émetteur et du destinataire et le numéro du paquet(pour ranger ensuite) = 20o + éventuellement des options.
- une partie de l'information à envoyer.

II. Des protocoles et communication

1- Le protocole IP : c- Le routage

Le protocole Internet IP précise aussi comment acheminer un message d'une adresse à une autre. mode non connecté car il ne demande pas si le destinataire est connecté.

Routage : fait de chercher et trouver un chemin pour acheminer les informations d'un message d'une adresse à une autre.

A chaque routeur ; l'algorithme lit donc à chaque routeur **une table de routage** qui fait la liste des routeurs ou machines auxquels sont connectés ce routeur

À chaque routeur, le routeur compare l'adresse destinataire avec celles des adresses auxquelles il est connecté (de sa table!) et envoie vers celle qui est la plus compatible (en lisant l'adresse de gauche à droite... Réseau puis ordi connecté...)

<https://www.youtube.com/watch?v=dCknqjcjcltU>

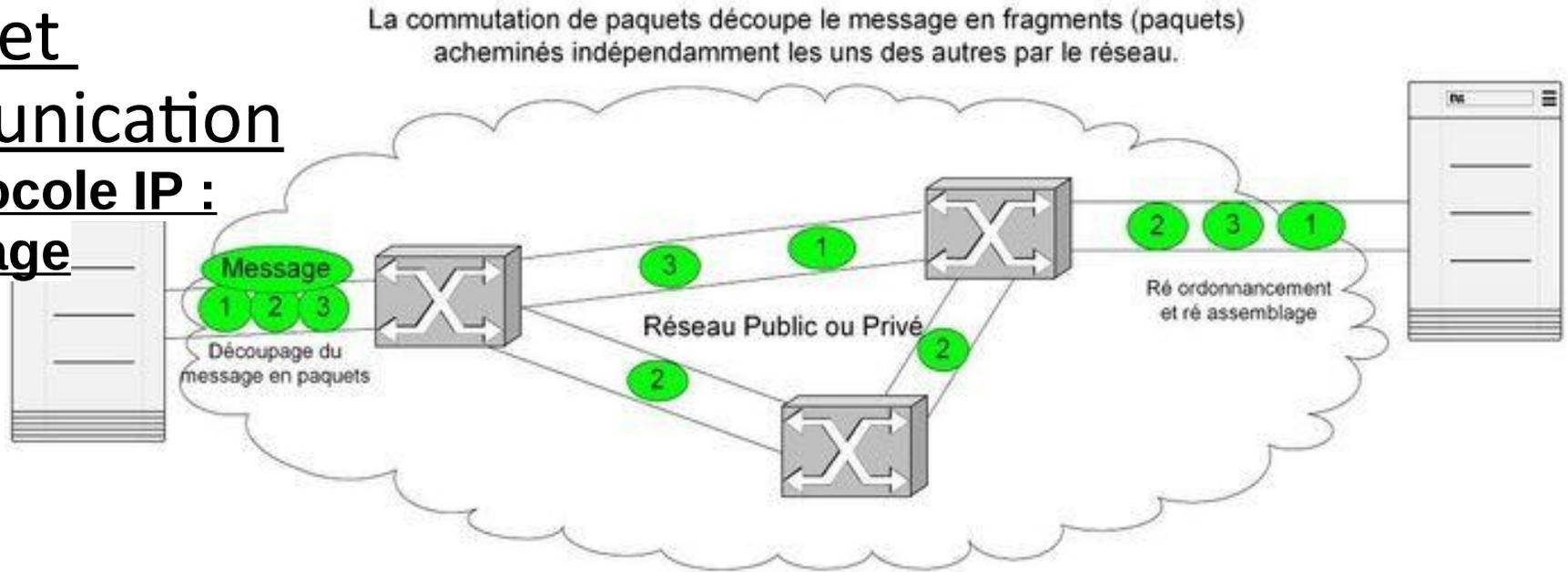
II. Des protocoles

et

communication

1- Le protocole IP :

c- Le routage



protocole IP a un routage qui repose sur un algorithme simple. Il n'assure pas la bonne réception des paquets. Si un routeur tombe en panne, les messages empruntent un autre chemin, selon le principe de la commutation de paquets. Cela signifie que chaque routeur s'informe de l'état des routeurs voisins pour ne plus envoyer de messages vers un routeur en panne

04-01 Activité sur cmd et **filius**

0- En utilisant le logiciel Filius, créez un réseau de 4 machines (M1, M2, M3 et M4). L'adresse IP de la machine M1 est "192.168.1.1", choisissez les adresses IP des machines M2, M3 et M4.

Effectuez un "ping" de la machine M2 vers la machine M4.

Ressources :

- installer d'abord sur chaque ordi le logiciel ligne de commande (sélection + flèche verte vers la gauche)
- commande sur l'ordi émetteur : **ping** *adresse ip visée*

→ donne le temps de l'aller retour et l'efficacité de la comm.

```
root /> ping 192.168.1.3
PING 192.168.1.3 (192.168.1.3)
From 192.168.1.3 (192.168.1.3): icmp_seq=1 ttl=64 time=400ms
From 192.168.1.3 (192.168.1.3): icmp_seq=2 ttl=64 time=200ms
From 192.168.1.3 (192.168.1.3): icmp_seq=3 ttl=64 time=200ms
From 192.168.1.3 (192.168.1.3): icmp_seq=4 ttl=64 time=200ms
--- 192.168.1.3 Statistiques des paquets ---
4 paquets transmis, 4 paquets reçus, 0% paquets perdus
```

Activité sur cmd et filius

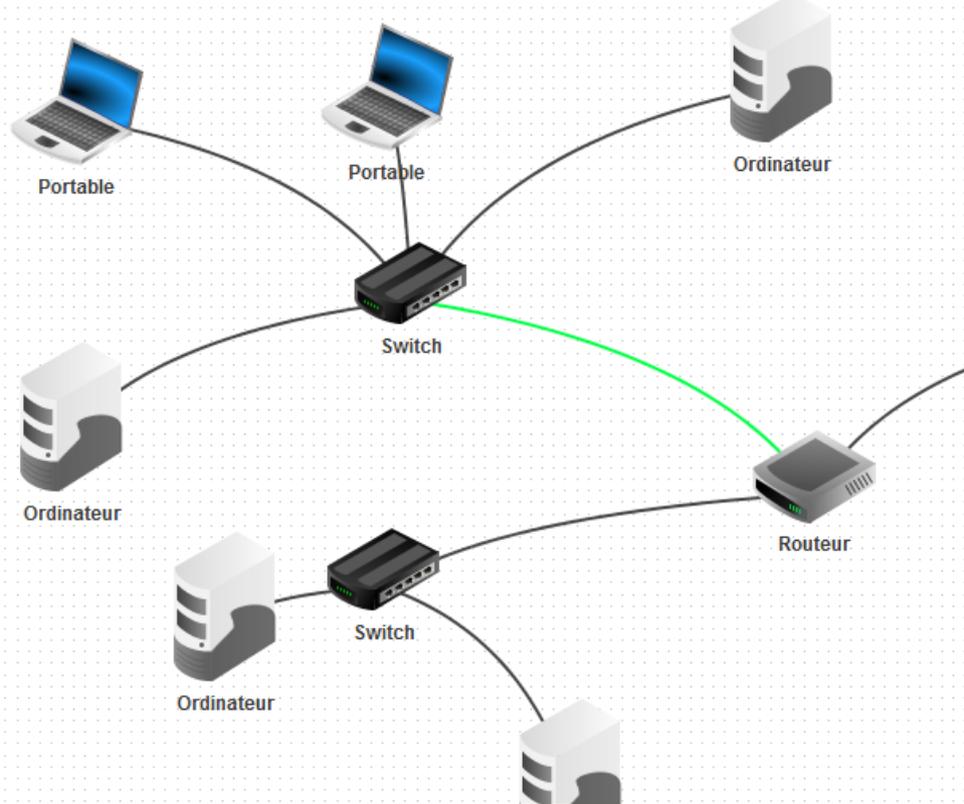
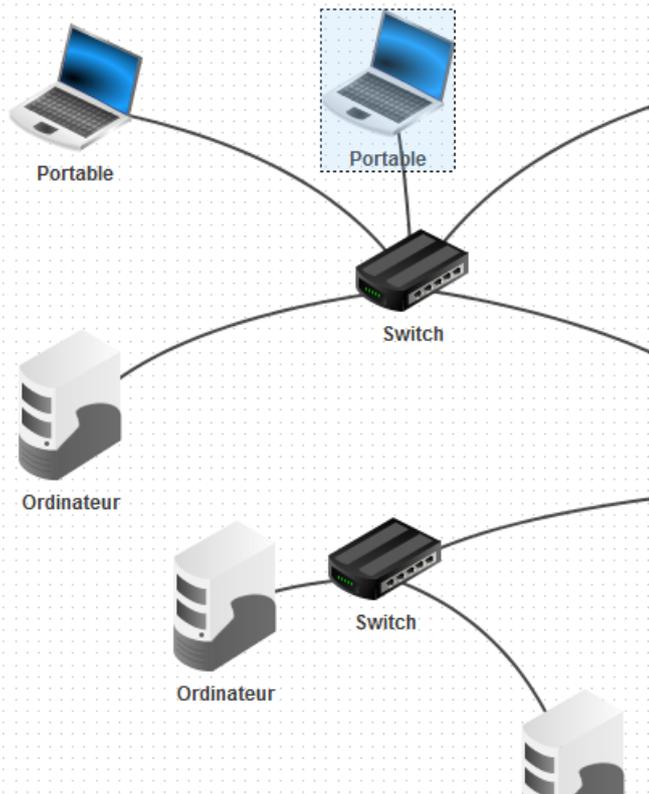
1- En utilisant le logiciel **Filius**, créez **3 réseaux de 2 machines chacun**. Ces 3 réseaux seront **reliés par un routeur**. Après avoir effectué toutes les opérations de configuration nécessaires, effectuez un **ping** entre deux machines de deux réseaux différents.

ex2filius.fl

Ressources :

- **attribuer une adresse ip à chaque ordi** de chaque réseau en adoptant une certaine logique(seul le dernier octet varie dans chaque réseau local(réseau de classe C)) : **ex :** dans un **réseau LAN** : **192.162.1.1** et **192.162.1.2**, les 3 premiers octets pour le réseau LAN , le dernier pour l'ordi lui-même.

- **attribuer** pour chaque machine d'un réseau local(brancher au même swift) **le même ip de passerelle réseau qui doit être identique à l'ip correspondante du port du routeur qui y est branché...** Pour déterminer l'adresse ip de passerelle, il faut prendre en compte le masque, pour simplifier, si celui-ci est **255.255.255.0**, l'ip passerelle sera **192.162.1.0** . (En gros, l'adresse ip passerelle du réseau et celle du port du routeur associé doivent être identiques et dépendent du masque réseau)



Portable

A3:9A:D6:26:BA:D8

192.168.1.3

255.255.255.0

192.168.1.254

192.168.1.254

192.168.2.254

192.168.0.10

Table de routage

Connecté à Switch

Adresse IP

192.168.1.254

Masque

255.255.255.0

Adresse Mac

11:5A:DD:CD:54:F2

Activité sur cmd et filius

2- Ouvrir : **fichier snt_sim-res.flx**. Faites un "traceroute" entre l'ordinateur M14 et l'ordinateur M9 (n'oubliez pas de faire un "ipconfig" sur la machine M9 afin d'obtenir son adresse IP). Notez le chemin parcouru pour aller de la machine M14 à la machine M9 (remarquez au passage que le réseau R6 a des adresses IP de classe B et que cela ne pose aucun problème).

Supprimez le câble réseau qui relie le routeur F au routeur E (simulation de panne), refaites un "traceroute" entre M14 et M9. Que constatez-vous ?

(ATTENTION : cela peut ne pas fonctionner du premier coup, car la mise à jour des tables de routage n'est pas immédiate : vous pouvez essayer de faire un ping entre M14 et M9, si cela ne fonctionne pas (timeout), attendez quelques secondes et recommencez. Une fois que le ping fonctionne, vous pouvez faire le traceroute).

Activité sur cmd et filius

3- Traceroute en vrai : Il faut que les ordinateurs soient ouverts en mode administrateur...

(sur la console 'cmd) réaliser une « **tracert IP** » : ça affiche le chemin suivi par l'information entre votre PC et la machine hébergeant le site associé à l'adresse IP :

- le site de l'université de Sydney.(ip = **129.78.5.8**) → hébergé à Sydney
- le site doctolib.fr(ip= **104.20.116.110**) → hébergé à Sevran en seine saint Denis.

Comparer le nombre de serveurs qui relaient l'information et le temps de parcours de celle-ci.

Ressource :

Commande traceroute : **tracert** 'adresse ip'

Autre exemple cedric.delepine.org

Rq: On peut localiser les machines avec leur adresse ip : <https://www.mon-ip.co/>

```
C:\WINDOWS\system32>tracert 104.20.116.110
```

```
Détermination de l'itinéraire vers 104.20.116.110 avec un maximum de 30 sauts.
```

1	<1 ms	<1 ms	<1 ms	FREEBOX [192.168.1.254]
2	24 ms	24 ms	24 ms	dan75-1-81-57-19-254.fbx.proxad.net [81.57.19.254]
3	23 ms	25 ms	24 ms	78.254.0.126
4	24 ms	24 ms	25 ms	gob75-1-v902.intf.nra.proxad.net [78.254.255.13]
5	23 ms	24 ms	24 ms	bob75-1-v900.intf.nra.proxad.net [78.254.255.9]
6	25 ms	25 ms	25 ms	mna75-1-v904.intf.nra.proxad.net [78.254.254.33]
7	25 ms	25 ms	25 ms	th2-6k-2-1-po1.intf.nra.proxad.net [78.254.255.1]
8	25 ms	25 ms	25 ms	194.149.171.65
9	24 ms	26 ms	26 ms	194.149.166.33
10	26 ms	25 ms	25 ms	194.149.166.50
11	*	*	*	Délai d'attente de la demande dépassé.
12	26 ms	27 ms	27 ms	212.73.205.22
13	25 ms	25 ms	25 ms	104.20.116.110

```
Itinéraire déterminé.
```

```
C:\WINDOWS\system32>tracert 129.78.5.8
```

```
Détermination de l'itinéraire vers shared-addr.ucc.usyd.edu.au [129.78.5.8]  
avec un maximum de 30 sauts :
```

```
 1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    FREEBOX [192.168.1.254]  
 2    23 ms    23 ms    24 ms    dan75-1-81-57-19-254.fbx.proxad.net [81.57.19.254]  
 3    24 ms    25 ms    25 ms    78.254.0.126  
 4    24 ms    25 ms    24 ms    gob75-1-v902.intf.nra.proxad.net [78.254.255.13]  
 5    25 ms    24 ms    24 ms    bob75-1-v900.intf.nra.proxad.net [78.254.255.9]  
 6    25 ms    24 ms    26 ms    mna75-1-v904.intf.nra.proxad.net [78.254.254.33]  
 7    24 ms    25 ms    26 ms    th2-6k-2-1-po1.intf.nra.proxad.net [78.254.255.1]  
 8    25 ms    24 ms    25 ms    ae2.mpr1.cdg11.fr.zip.zayo.com [64.125.14.37]  
 9   163 ms    161 ms    162 ms    ae27.cs1.cdg11.fr.eth.zayo.com [64.125.29.4]  
10   162 ms    163 ms    162 ms    ae0.cs1.cdg12.fr.eth.zayo.com [64.125.29.84]  
11   161 ms    162 ms    161 ms    ae2.cs1.lhr11.uk.eth.zayo.com [64.125.29.25]  
12   162 ms    163 ms    175 ms    ae5.cs1.lga5.us.eth.zayo.com [64.125.29.126]  
13    *        162 ms    161 ms    ae3.cs3.ord2.us.eth.zayo.com [64.125.29.209]  
14   162 ms    161 ms    162 ms    ae2.cs1.sea1.us.eth.zayo.com [64.125.29.26]  
15   169 ms    168 ms    168 ms    ae27.mpr1.sea1.us.zip.zayo.com [64.125.29.1]  
16   162 ms    161 ms    161 ms    64.125.193.130.i223.above.net [64.125.193.130]  
17   303 ms    303 ms    302 ms    xe-0-2-1.pe1.bkv1.nsw.aarnet.net.au [202.158.194.120]  
18   303 ms    304 ms    304 ms    et-3-1-0.pe1.brwy.nsw.aarnet.net.au [113.197.15.146]  
19   305 ms    304 ms    304 ms    gw1.vl216.ae11.pe1.brwy-pe1.aarnet.net.au [138.44.5.47]  
20    *        *        *        Délai d'attente de la demande dépassé.  
21    *        *        *        Délai d'attente de la demande dépassé.  
22   304 ms    304 ms    304 ms    shared-addr.ucc.usyd.edu.au [129.78.5.8]
```

```
Itinéraire déterminé.
```

Les gros sites web ont des duplicatas sur de nombreux serveurs sur tous les continents(cf google.fr) pour diminuer les temps de parcours et économiser les transmissions trans océaniques(sinon saturation très rapide!!!)

II. Des protocoles et communication

2- Le protocole TCP :

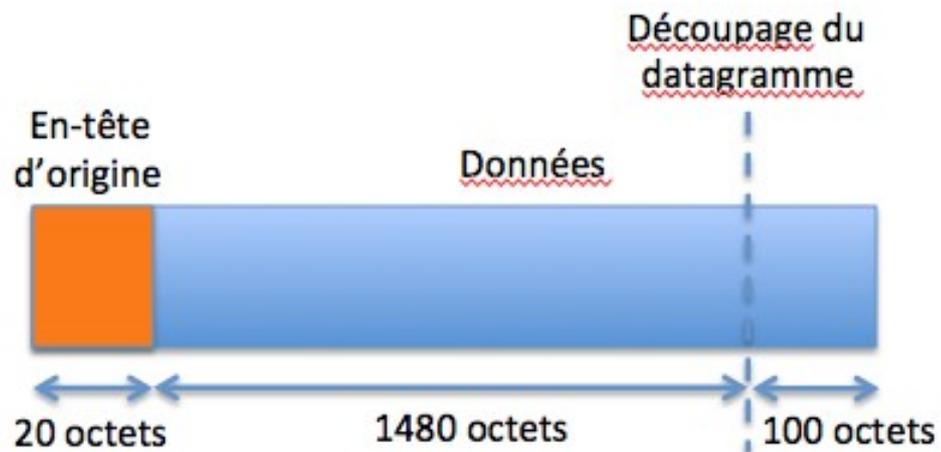
Chaque morceau est envoyé successivement en utilisant un programme de type « Envoyer message IP »- → paquet. Pour indiquer que le message a bien été reçu, le récepteur envoie un autre message appelé **accusé de réception**. Si l'expéditeur ne reçoit pas d'accusé de réception au bout d'un certain temps, il envoie à nouveau le même message.

Ce protocole adopte donc un **mode connecté** : il exige la connexion du destinataire pour envoyer le message. Il est donc plus fiable que le mode non connecté du protocole IP

II. 2. Le protocole TCP : (Transmission Control Protocol)

Les différents morceaux du message initial sont envoyés tour à tour et peuvent prendre des chemins différents, ceux qui sont perdus peuvent être réexpédiés grâce à la procédure d'accusé réception. **Tous les morceaux finiront par arriver au bout d'un certain temps**, même si ce n'est pas dans le bon ordre. Les morceaux d'un message TCP étant **numérotés** et leurs accusés de réception l'étant aussi, ils peuvent facilement être **remis dans l'ordre** avant remise du message initial au destinataire.

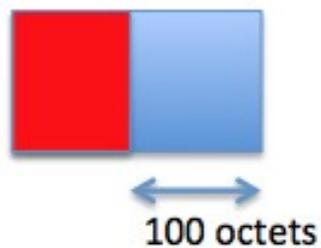
Les programmes du protocole vont faire en sorte de **découper les datagrammes trop gros à cette taille**. Par exemple, pour le protocole Ethernet, la MTU est de 1500 octets.



Nouvel en-tête



Premier fragment (ou paquet IP)



Second fragment

III. Applications/ Utilisations du réseau internet

a. Nommage des machines à l'échelle mondiale :

DNS (Domain Name System) est le système des noms de domaines qui sont autant d'adresses symboliques auxquelles correspondent des adresses IP. DNS est aussi le nom du service qui organise et conserve et archive la correspondance entre **adresses symboliques** (par exemple <http://www.quant.fr>) et **adresses IP** (par exemple 194.153.205.26)

De nombreux serveurs DNS échangent des informations pour établir cette correspondance

III. Applications du réseau internet

b. communication clients- serveurs:

Un **client** est un programme qui s'exécute sur la machine de son utilisateur. Un **serveur** est un programme situé sur une machine qui dispose d'assez de puissance de calcul et de mémoire pour rendre un ou plusieurs services.

On appelle **port** le numéro permettant d'indiquer le service demandé à un serveur par Internet.

L'envoi de courrier électronique par SMTP utilise le port 25 ; utiliser le web requiert le port 80 (Liste de ports Internet : https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_ports_logiciels). Si le bon port n'est pas utilisé, les communications n'arrivent pas « à bon port »

III. Applications du réseau internet

c. Réseaux pair à pair: peer to peer » en anglais, P2P

toutes les machines se comportent alternativement comme clients ou comme serveurs.

Certaines applications de partage de fichiers utilisent le P2P pour proposer de télécharger l'ensemble des documents mis à disposition sur l'ensemble des machines appartenant au réseau pair à pair.

Ce mode d'organisation a été utilisé pour diffuser illégalement des fichiers vidéos ou audio encore sous droit d'auteur.

II. Applications du réseau internet

c. Réseaux pair à pair: peer to peer » en anglais, P2P

Téléphonie via IP :
Voice On IP ou ToIP

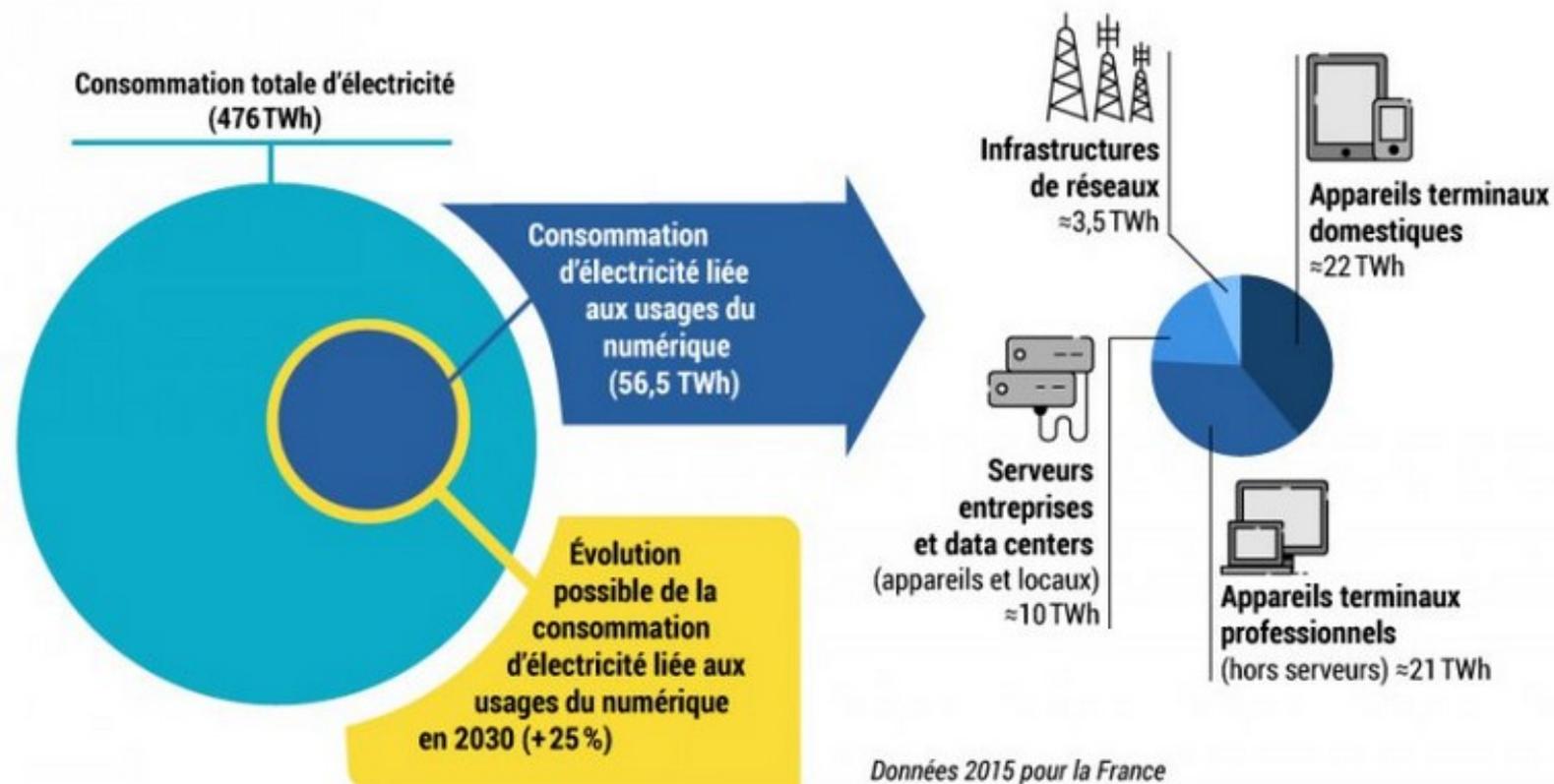
Vidéos : VOD

Achats... paiements sécurisés...

Résumer l'essentiel : c'est un partie
technique et donc complexe

III. Applications du réseau internet

d. Conséquences du développement de l'utilisation du réseau internet.



Le développement du numérique aura
UN IMPACT MODÉRÉ SUR LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ
 en France

Tous ces transferts d'informations génèrent des flux très importants et des fonctionnements permanents de serveurs qui conduisent à une consommation d'énergie mondiale qui dépasse aujourd'hui celle du transport aérien mondial.

La consommation énergétique d'Internet est répartie en trois groupes, chacun utilisant une quantité élevée d'électricité. Ces groupes représentent :

Les utilisateurs 30 % Le réseau 40 % Les centres de données 30 %

→ 10 % de l'électricité mondiale y passe selon l'ademe en octobre 2019 = 3 % de l'énergie totale consommée.

Équivaut au troisième pays mondial(derrière EU et Chine)

Voici **d'autres chiffres** qui mettent en avant le côté énergivore d'Internet :

l'envoi d'un mail d'**1 Mo** équivaut à l'utilisation d'une ampoule de **60 watts pendant 25 minutes**

Plus de **12 milliards de mails** sont envoyés chaque heure dans le monde, émettant au total **50 Giga Watt Heure, soit la production électrique de 18 centrales nucléaires pendant une heure**

Une requête sur un moteur de recherche c'est, « *une ampoule basse consommation allumée pendant 1 heure* »

Un grand centre de données consomme près de 100 millions de watts soit l'équivalent d'une ville européenne de 30 000 habitants

En 2023, Les data centers chinois consommeront autant d'énergie que l'ensemble de l'Australie, tous usages confondus

les 3 milliards de vues de « Gangnan Style » ont consommé l'équivalent de la production annuelle d'une petite centrale.

Réfléchir ensemble aux
conséquences + et – du
développement de ce réseau.

VOD= 80 % de la
bande passante