



MINISTÈRES
ÉDUCATION
JEUNESSE
SPORTS
ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
RECHERCHE

Liberté
Égalité
Fraternité

Académie de Grenoble

LYCEE DES METIERS LA PLÉIADE

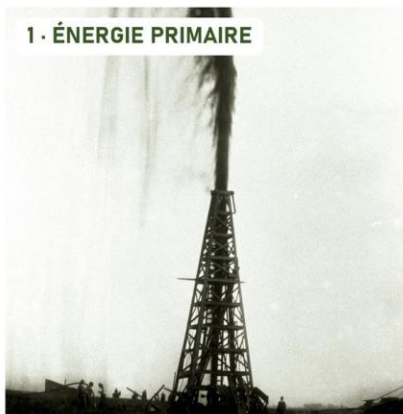
Pont de Cheruy



Internet – Partie 2

Seconde – SNT

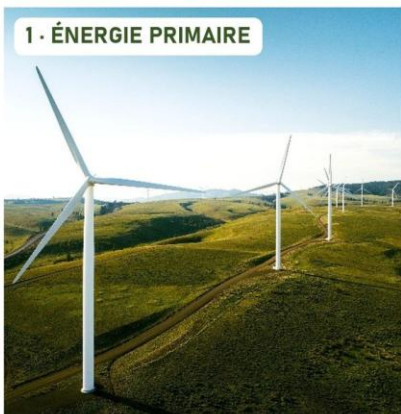
1 · ÉNERGIE PRIMAIRE



Le pétrole brut



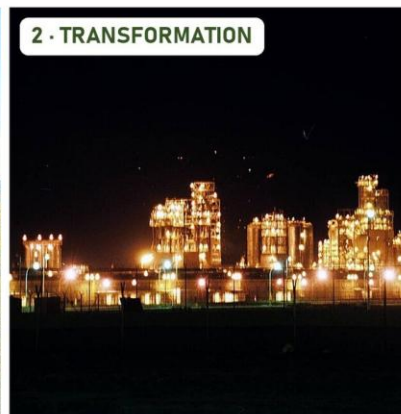
1 · ÉNERGIE PRIMAIRE



Le vent



2 · TRANSFORMATION



La raffinerie



2 · TRANSFORMATION



La centrale électrique



3 · TRANSPORT



Le réseau électrique



4 · ÉNERGIE UTILE



Le tramway de Lyon

Adresses, GPS des paquets et langage secret des machines

Seconde	Internet – Partie 2		Cours – A2
Objectifs :	▪ Lire une adresse IP et comprendre le rôle du DNS. ▪ Comprendre comment les routeurs trouvent le meilleur chemin. ▪ Distinguer IP, TCP et UDP. ▪ Décrire l'intérêt et les dérives des réseaux pair-à-pair.		
Compétences visées	Programme de sciences numériques et technologie (SNT), classe de seconde générale et technologique : arrêté du 17 janvier 2019 – BO spécial n°1 du 22 janvier 2019, thème « Internet ». Capacités attendues du programme (BO) : DNS Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement. → <i>chapitre 5</i> Routage Caractériser les principes du routage et ses limites. → <i>chapitre 6</i> IP / TCP Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP. → <i>chapitres 6 et 7</i> TCP / UDP Distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle. → <i>chapitre 7</i> P2P Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire. → <i>chapitre 8</i> Concrètement, l'élève saura : ▪ Reconnaître une adresse IPv4 valide et compter les adresses possibles. ▪ Trouver le meilleur chemin dans un réseau de routeurs. ▪ Expliquer comment TCP récupère un paquet perdu.		
Connaissances associées (BO)	1 Protocole TCP/IP : paquets, routage des paquets. 2 Adresses symboliques et serveurs DNS. 3 Réseaux pair-à-pair.		
Durée	3 h (2 séances de 1 h 30)		
Discipline	SNT – Sciences numériques et technologie		
Notation Pronote	Cours – évalué par le DM partie 2	Individuel	
Coefficient	—		

THÈME A

Internet – Partie 2

Adresses IP, DNS, routage, TCP/IP et pair-à-pair

2

LE FIL ROUGE : LA VIE D'UN PAQUET

ÉTAPE 1 → Le nom du site	ÉTAPE 2 → Le DNS	ÉTAPE 3 → L'adresse IP	ÉTAPE 4 → Les routeurs	ÉTAPE 5 → TCP vérifie	ÉTAPE 6 Tout est arrivé
-----------------------------	---------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------

LA QUESTION DU THÈME

« Je tape **google.fr** et la page s'affiche. Mais comment mon ordinateur trouve-t-il **l'adresse** du serveur ?
Qui choisit le chemin à travers des milliers de routeurs ? Et si un **paquet se perd**, qui s'en aperçoit ? »

JE SERAI CAPABLE DE...

- ☐ Lire une **adresse IP** et dire si elle est **valide**.
- ☐ Expliquer le rôle du **DNS**, l'annuaire d'Internet.
- ☐ Trouver le **meilleur chemin** dans un réseau de routeurs.
- ☐ Distinguer **IP, TCP et UDP** et expliquer la **poignée de main TCP**.
- ☐ Donner un usage **légal** et un usage **illégal** du **pair-à-pair**.

Coche chaque case quand la compétence est acquise.

AU PROGRAMME

- 5 Adresses IP et DNS**
IPv4, IPv6 · l'annuaire d'Internet
- 6 Le routage**
routeurs · tables de routage · meilleur chemin · traceroute
- 7 Les protocoles TCP/IP**
couches · IP · TCP · UDP
- 8 Les réseaux pair-à-pair**
client-serveur · P2P · ce que dit la loi
- ★ **Je m'entraîne**
formulaire · quiz · exercice d'entraînement

RAPPEL

Ce que tu as vu dans la partie 1

DÉJÀ VU EN PARTIE 1

Le voyage physique des données

Les données voyagent en **paquets**, dans des **câbles** (fibre, cuivre), **sous les océans** et par **ondes** (Wi-Fi, 4G, 5G), jusqu'aux **data centers**. Maintenant, on ouvre le « cerveau » d'Internet : **comment chaque paquet trouve-t-il sa route ?**

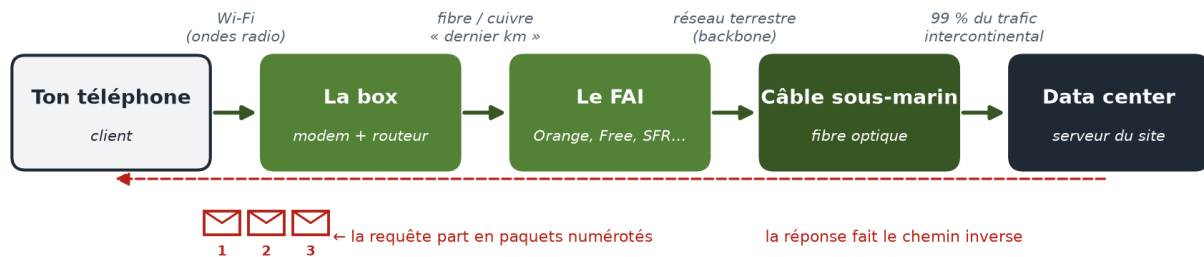


FIG. 1 Rappel : le voyage d'une requête jusqu'au serveur.

CHAPITRE 5

Adresses IP et DNS

01 L'adresse IP, l'adresse postale de ton appareil

Chaque appareil connecté possède une **adresse IP** (Internet Protocol). Sans elle, impossible de savoir où envoyer les paquets.

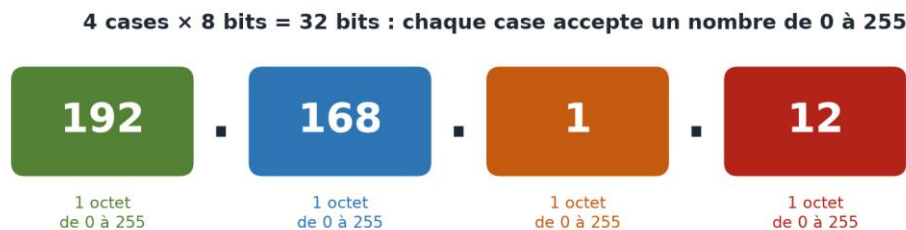


FIG. 2 Une adresse IPv4 : 4 cases, chacune contient un nombre de 0 à 255.

IMAGE :

Le code de l'immeuble

Une adresse IP ressemble à un **code d'immeuble en 4 morceaux** : pays, ville, rue, numéro. Chaque morceau tient dans **une case d'un octet** : impossible d'y mettre plus que **255** !

EXEMPLE :

Combien d'adresses IPv4 existe-t-il ?

Chaque case peut prendre **256** valeurs (de 0 à 255). Il y a **4** cases.

ÉTAPE 1 · Je multiplie les deux premières cases $256 \times 256 = 65\,536$

ÉTAPE 2 · Je multiplie les deux dernières $256 \times 256 = 65\,536$

ÉTAPE 3 · Je multiplie les deux résultats $65\,536 \times 65\,536 = 4\,294\,967\,296$

Résultat environ **4,3 milliards** d'adresses

Interprétation il y a environ **8 milliards** d'humains, avec souvent plusieurs appareils chacun : il n'y a **plus assez** d'adresses ! Solution : l'**IPv6**, avec **128 bits**, soit environ $3,4 \times 10^{38}$ adresses : de quoi en donner une à chaque grain de sable de la Terre... et bien plus.

PIÈGE À ÉVITER

Une adresse IP valide ?

- **192.168.1.256** n'existe pas : **256** dépasse **255**.
- **10.0.4** n'est pas une adresse IPv4 : il manque une case (il en faut **4**).
- Les adresses en **192.168...** sont **locales** : elles ne servent qu'à l'**intérieur** de ta maison. Ta voisine peut avoir **la même** chez elle, sans problème !

DÉFI :

Défi n° 1 — à toi de jouer !

Lesquelles sont des adresses IPv4 valides ? **8.8.8.8 · 172.16.300.1 · 10.0.0.1 · 192.168.1**

02 Le DNS, l'annuaire d'Internet

Personne ne retient « 142.250.184.227 » ! On tape un **nom de domaine** comme **google.fr**. Le **DNS** (Domain Name System) est l'**annuaire** qui traduit ce nom en **adresse IP**.

IMAGE :

Le répertoire de ton téléphone

Tu ne retiens pas le numéro de tes amis : tu touches leur **nom** et le téléphone retrouve le **numéro**. Le DNS fait pareil : tu tapes un **nom de site**, il retrouve l'**adresse IP** du serveur.

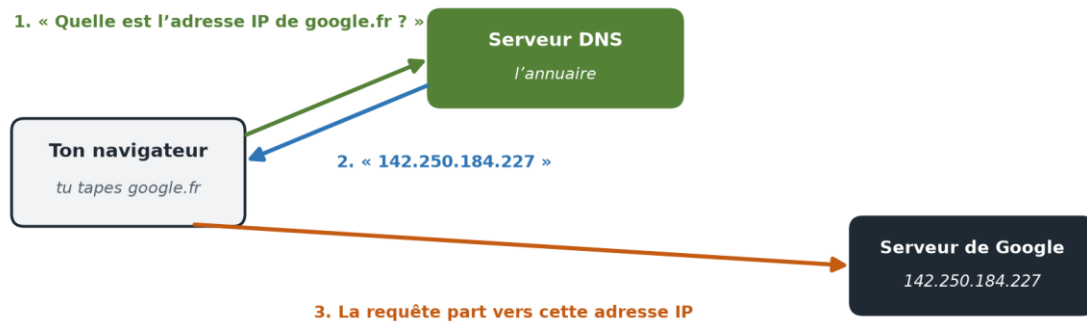


FIG. 3 Le DNS en 3 étapes : question, réponse, puis départ de la requête.

On peut aussi faire le **chemin inverse** : retrouver le **nom** qui correspond à une **adresse IP** (recherche inversée).

LE SAVAIS-TU ?

Fais-le toi-même

Sur un ordinateur, ouvre l'invite de commandes et tape **nslookup wikipedia.org** : tu obtiens l'adresse IP du site. Le résultat peut changer selon le lieu : les grands sites ont **plusieurs serveurs** et le DNS te donne souvent le **plus proche**.

CHAPITRE 6

Le routage, le GPS d'Internet

Un paquet ne suit pas une ligne droite : il traverse un réseau **maillé**, avec des milliers de chemins possibles. À chaque carrefour, un **routeur** choisit la direction suivante : c'est le **routage**.

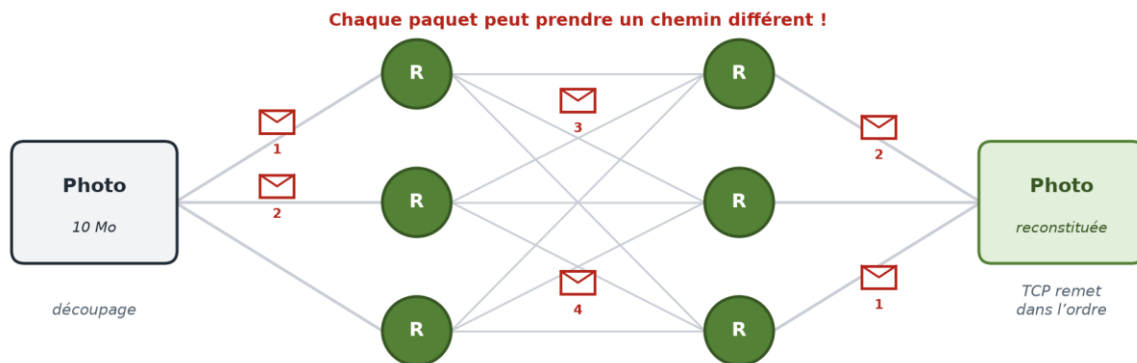


FIG. 4 Une photo découpée en paquets numérotés, qui peuvent prendre des chemins différents.

03 Le routeur et sa table de routage

MÉTHODE Ce que fait un routeur pour chaque paquet

1. Il **reçoit** le paquet.
2. Il **lit** l'adresse IP de **destination**.
3. Il **consulte** sa **table de routage** (sa carte routière).
4. Il **envoie** le paquet au **routeur suivant** : c'est un **saut** (en anglais **hop**).

DESTINATION	PROCHAIN SAUT	INTERFACE	COÛT
192.168.1.0/24	connecté directement	eth0	1
88.190.30.0/24	212.27.32.5	eth1	10
0.0.0.0/0 (route par défaut)	212.27.32.1	eth1	100

- Le **coût** (ou métrique) mesure si un chemin est lent ou encombré : le routeur choisit le **moins coûteux**.
- La **route par défaut** sert quand la destination est inconnue : « si tu ne sais pas, envoie au chef ».

À RETENIR Personne ne connaît toute la carte

Aucun routeur ne connaît la carte complète d'Internet. Chacun connaît seulement la **meilleure prochaine étape**. C'est la **coopération** de millions de routeurs qui fait arriver le paquet.

04 Trouver le meilleur chemin

Le nombre sur chaque lien est son « coût » (métrique)

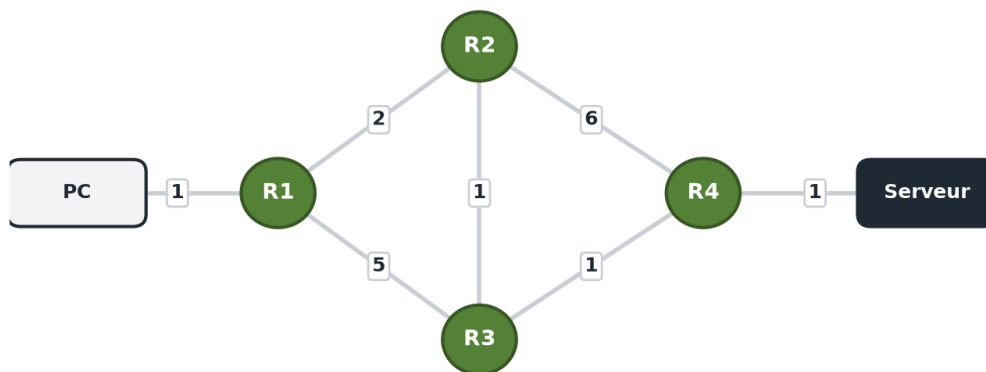


FIG. 5 Un petit réseau : le nombre sur chaque lien est son coût.

EXEMPLE : Du PC au serveur

On cherche le chemin dont la **somme des coûts** est la plus petite.

Chemin A : PC → R1 → R3 → R4 → Serveur

ÉTAPE 1 · J'additionne les coûts $1 + 5 + 1 + 1 = 8$

Chemin B : PC → R1 → R2 → R3 → R4 → Serveur

ÉTAPE 2 · J'additionne les coûts $1 + 2 + 1 + 1 + 1 = 6$

ÉTAPE 3 · Je compare $6 < 8$: le chemin B gagne

Résultat meilleur chemin : PC → R1 → R2 → R3 → R4 → Serveur (coût 6)

Interprétation le meilleur chemin n'est pas celui qui a le moins de sauts, mais celui qui **coûte le moins**.

Meilleur chemin : PC → R1 → R2 → R3 → R4 → Serveur (coût 6)

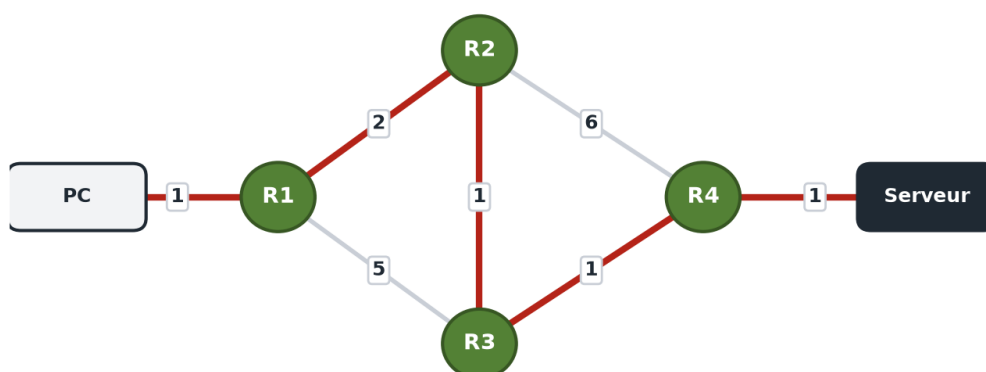


FIG. 6 Le meilleur chemin, en rouge.

DÉFI : Défi n° 2 — à toi de jouer !

Une pelleuse arrache le lien R2 – R3 ! Quel est le nouveau meilleur chemin et son coût ?

05 Des routeurs qui se parlent... et leurs limites

Les routeurs s'échangent des nouvelles grâce à des **protocoles de routage** (comme **OSPF** ou **BGP**). Comme une application GPS qui annonce les bouchons, ils signalent les liens lents ou coupés, et un **chemin de secours** est trouvé en quelques secondes : Internet est **robuste**.

PIÈGE À ÉVITER

Les limites du routage

- Un routeur **débordé** peut **jeter** des paquets : IP ne garantit pas qu'ils arrivent.
- Le chemin peut **changer** : les paquets arrivent alors **dans le désordre**.
- Le **temps** de trajet n'est **jamais garanti** : il dépend des embouteillages.

Tu peux voir le chemin de tes paquets avec la commande **tracert** (Windows) ou **traceroute** (macOS, Linux) :

```
C:\> tracert google.fr

 1  <1 ms  livebox.home [192.168.1.1]          ← ta box
 2    2 ms  80.10.125.XXX                      ← ton FAI
 3    3 ms  145.226.5.178
 4   10 ms  routeur à Paris [91.121.168.213]
...
12    9 ms  142.250.184.227                  ← serveur de Google !
```

FIG. 7 Chaque ligne est un saut : ta box, ton FAI, un routeur à Paris... puis le serveur.

CHAPITRE 7

Les protocoles TCP/IP

Pour que des milliards d'appareils de marques différentes se comprennent, ils parlent tous la même langue : la **suite TCP/IP**, organisée en **4 couches**, comme une lettre que l'on prépare puis que l'on poste.



FIG. 8 Les 4 couches du modèle TCP/IP, comparées à l'envoi d'une lettre.

06 IP, le facteur sans garantie

IP colle l'**adresse de l'expéditeur** et celle du **destinataire** sur chaque paquet, puis le confie aux routeurs. Mais IP est **non fiable** (« best effort » : il fait de son mieux) : un paquet peut **se perdre**, arriver **en double** ou **dans le désordre**... et IP ne prévient personne.

07 TCP, le manager méticuleux

TCP travaille au-dessus d'IP pour **réparer ses faiblesses**. Avant de parler, il se présente poliment :

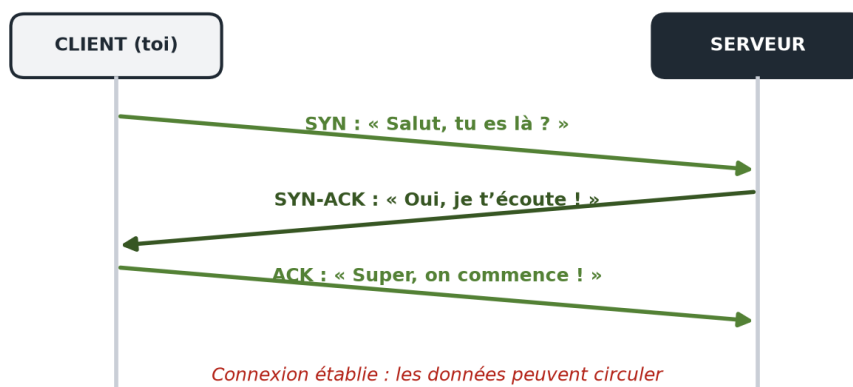


FIG. 9 La poignée de main en trois temps.

MÉTHODE Comment TCP garantit une livraison parfaite

- Poignée de main** : SYN → SYN-ACK → ACK ouvre la conversation.
- Numérotation** : les données sont découpées en **morceaux numérotés** (1, 2, 3...).
- Accusés de réception** : pour chaque morceau reçu, le destinataire répond **ACK**. Pas d'ACK ? L'expéditeur renvoie.
- Rangement** : grâce aux numéros, TCP **remet tout dans l'ordre** avant de livrer le fichier.

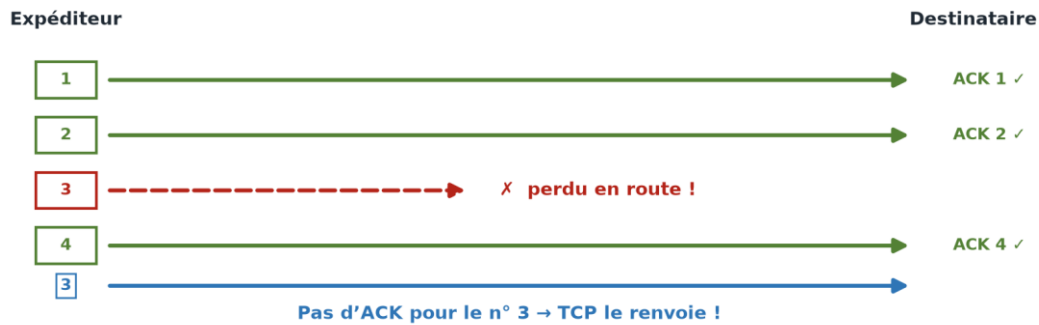


FIG. 10 Le paquet n° 3 se perd : sans ACK, TCP le renvoie.

EXEMPLE : Combien de paquets pour une photo ?

Une photo de **3 Mo** est envoyée en paquets de **1 500 octets**.

ÉTAPE 1 · Je mets tout en octets 3 Mo = 3 000 000 octets

ÉTAPE 2 · Je partage par la taille d'un paquet $3\,000\,000 \div 1\,500 = 2\,000$

Résultat **2 000 paquets**

Interprétation si le n° 1 247 se perd, TCP ne renvoie **que celui-là**.

DÉFI : Défi n° 3 — à toi de jouer !

Une vidéo de **6 Mo** est découpée en paquets de **1 500 octets**. Combien de paquets faut-il ?

08 UDP, le sprinter

Parfois, la **vitesse** compte plus que la perfection. **UDP** envoie les données **sans poignée de main, sans numéro, sans accusé de réception** : c'est du « tire et oublie ».

	TCP	UDP
Fiabilité	très fiable : rien ne se perd	des paquets peuvent manquer
Connexion	poignée de main	aucune
Ordre	remis dans l'ordre	pas d'ordre garanti
Vitesse	plus lent (contrôles)	très rapide
Usages	Web, courriels, téléchargements	jeux en ligne, appels vidéo, direct, DNS

À RETENIR

Fiable... mais pas forcément à l'heure

TCP garantit que **tout** arrive **intact** et **dans l'ordre** : c'est la **fiabilité**. Mais **personne ne garantit le temps** de trajet. Pour un appel vidéo ou un jeu, une image en retard ne sert à rien : on choisit **UDP** et on accepte d'en perdre un peu.

CHAPITRE 8

Les réseaux pair-à-pair

09 Client-serveur ou pair-à-pair ?

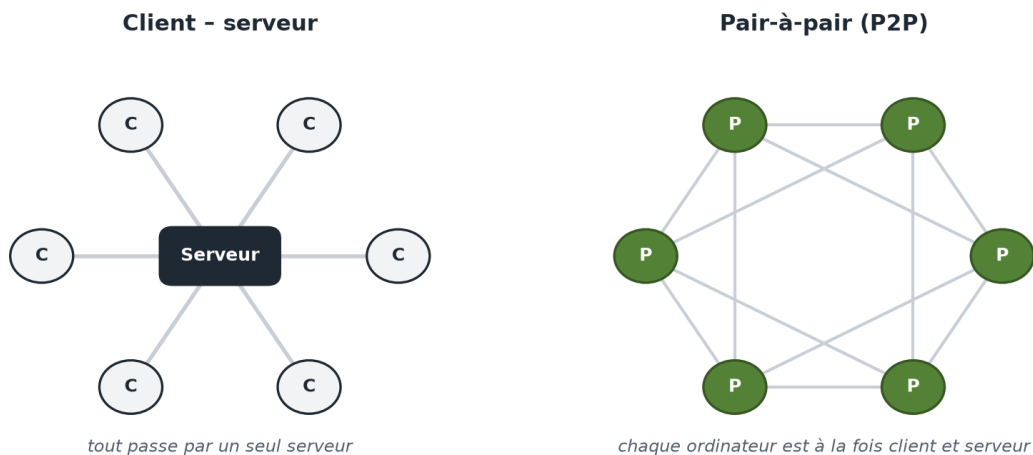


FIG. 11 À gauche, tout passe par un serveur ; à droite, chaque ordinateur partage avec les autres.

IMAGE : La pizza et l'auberge espagnole

Client-serveur, c'est la **pizzeria** : une seule cuisine sert tout le monde ; si elle est débordée, tout le monde attend. **Pair-à-pair**, c'est l'**auberge espagnole** : chacun apporte un plat et se sert chez les autres. Plus il y a d'invités, plus il y a à manger !

- **Client-serveur** : un **serveur central** distribue les fichiers. S'il tombe en panne, plus rien ne marche.
- **Pair-à-pair (P2P)** : chaque ordinateur (un **pair**) est à la fois **client et serveur**. Le fichier est découpé en morceaux que chacun **télécharge et partage** en même temps (exemple : **BitTorrent**).

EXEMPLE : Usages légaux... et illégaux

Légal distribuer des logiciels libres (Linux), des **mise à jour de jeux**, ses **propres créations**, des œuvres **libres de droits**.

Illégal partager des **films, séries, musiques ou jeux protégés** sans l'autorisation de leurs auteurs.

Interprétation le P2P n'est **pas illégal en lui-même** : c'est une **technique**. C'est l'**usage** qui peut l'être.

PIÈGE À ÉVITER Ce que dit la loi

- Partager une œuvre protégée sans autorisation est une **contrefaçon** (Code de la propriété intellectuelle, article L335-2).
- L'**Arcom** (qui a remplacé l'Hadopi en 2022) peut envoyer des **avertissements** au titulaire de l'abonnement.
- En P2P, **tu partages pendant que tu télécharges** : tu deviens toi-même **diffuseur** du fichier.

JE M'ENTRAÎNE

Partie 2 : je vérifie que j'ai compris

10 Le formulaire de la partie 2

NOTION	RÈGLE	EXEMPLE
Adresse IPv4	4 cases de 0 à 255 (32 bits)	192.168.1.12
Nombre d'adresses	$256 \times 256 \times 256 \times 256$	$\approx 4,3$ milliards
Coût d'un chemin	somme des coûts des liens	$1 + 2 + 1 + 1 + 1 = 6$
Nombre de paquets	taille du fichier ÷ taille d'un paquet	$3\,000\,000 \div 1\,500 = 2\,000$
TCP / UDP	TCP = fiable ; UDP = rapide	mail en TCP, jeu en UDP

11 Quiz : vrai ou faux ?

QUIZ

Coche la bonne case : VRAI ou FAUX ?

AFFIRMATION	VRAI	FAUX
1. 192.168.1.300 est une adresse IPv4 valide.	☐	☐
2. Le DNS traduit un nom de domaine en adresse IP.	☐	☐
3. Un routeur connaît la carte complète d'Internet.	☐	☐
4. Le meilleur chemin est toujours celui qui a le moins de sauts.	☐	☐
5. TCP renvoie automatiquement les paquets perdus.	☐	☐
6. IP garantit que tous les paquets arrivent.	☐	☐
7. Un jeu en ligne utilise plutôt UDP que TCP.	☐	☐
8. Le pair-à-pair est illégal par nature.	☐	☐

12 Exercice d'entraînement : l'enquête du paquet perdu

EXERCICE D'ENTRAÎNEMENT

L'enquête du paquet perdu

Sarah tape **monlycee.fr** pour envoyer un devoir de **4,5 Mo**. Les paquets font **1 500 octets**.

Q1. Quel service traduit **monlycee.fr** en adresse IP ? Explique en une phrase.

Q2. Combien de paquets faut-il pour envoyer le devoir ?

Q3. Le paquet n° 2 024 se perd. Que se passe-t-il avec TCP ?

Q4. Sarah a reçu l'adresse **192.168.0.27** de sa box. Est-elle valide ? Est-ce une adresse locale ?