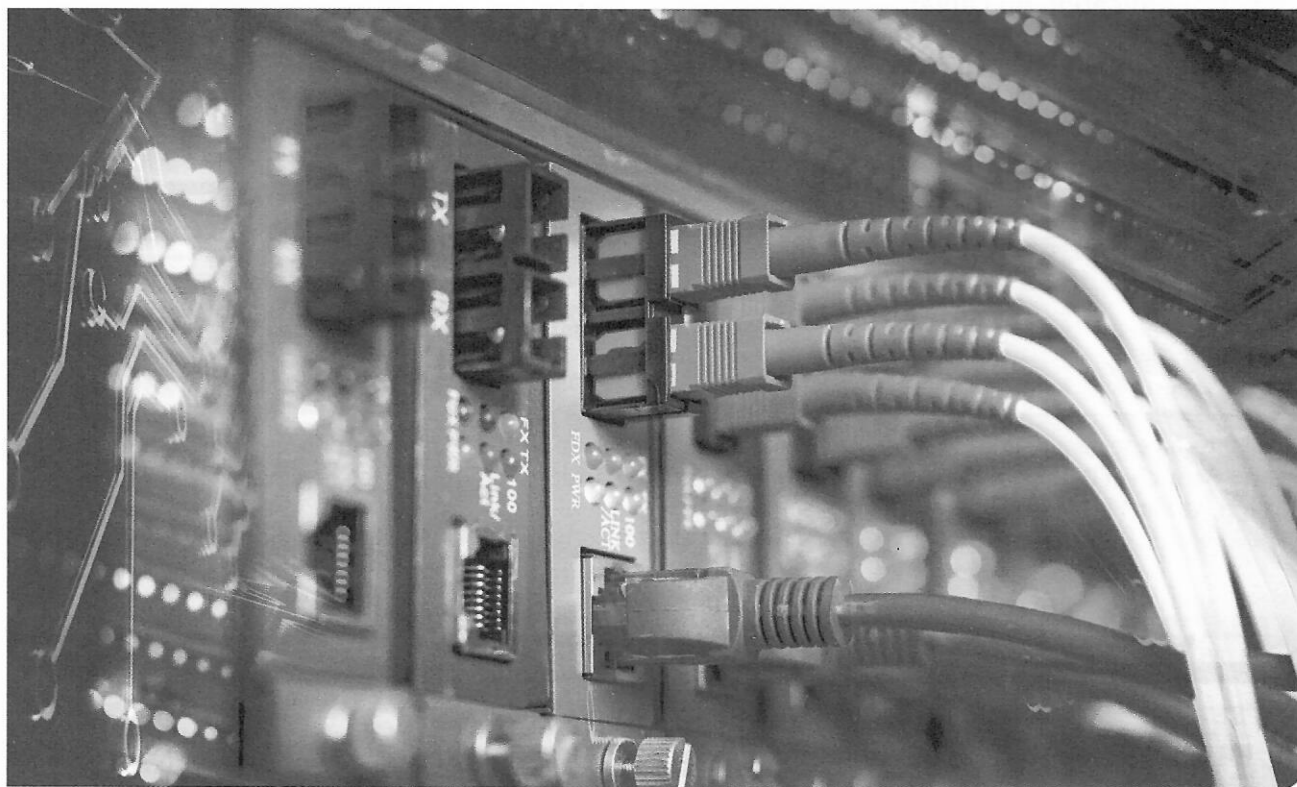


SÉQUENCE 1

À la découverte d'Internet



Le savais-tu ?

Anecdote 1

10 milliards : c'est le nombre d'*e-mails* qui sont échangés chaque heure, en moyenne, au niveau mondial !

Anecdote 2

En 1999 est lancé l'ADSL, un type de modem permettant d'échanger des données numériques « haut débit » sur une ligne téléphonique. À cette date, avec un débit de 128 kbit/s, il fallait environ 1 h 45 pour télécharger un fichier de 100 Mo. Aujourd'hui, avec la fibre optique, quelques secondes suffisent.

Repères historiques

1969

Création du premier réseau à transfert de paquets ArpaNet, par des universitaires américains. Internet a été influencé par son concept de communication.

1971

Création du projet français Cyclades, qui a inspiré les protocoles de communication d'Internet.



1982

Normalisation des protocoles de communication d'Internet.

1994

Ouverture d'Internet au grand public.

web TCP
surfer
Internet
IP sites
liens
ADSL
fibre

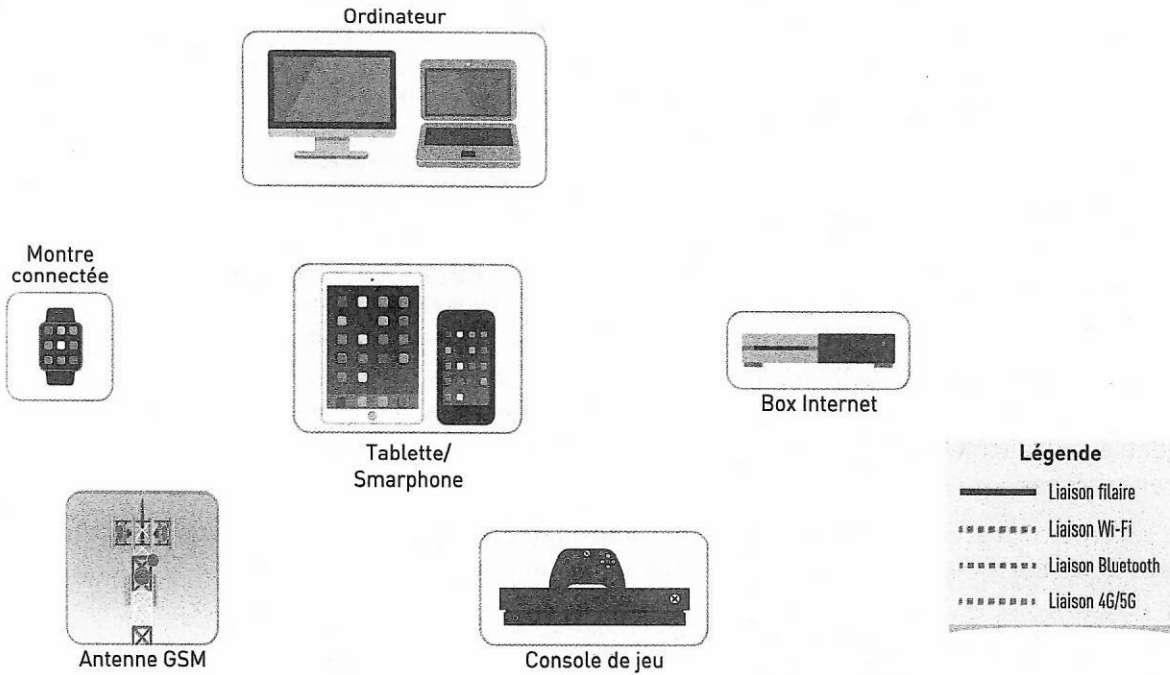
Activité 1 / Différents réseaux physiques pour se connecter



30 min



Arnaud a représenté tous les appareils de son domicile qui sont reliés à Internet.



1. Connecter ces appareils en représentant toutes les liaisons possibles.

2. La mère d'Arnaud vient d'acheter un assistant personnel virtuel. L'ajouter dans le schéma avec ses liaisons possibles.

Internet s'appuie sur une grande variété de réseaux physiques qui présentent des caractéristiques variées. Le tableau ci-dessous compare plusieurs types de ces réseaux.

Réseaux physiques	Réseau filaire ou sans fil ?	Ordre de grandeur du débit binaire (Mbit/s)	Ordre de grandeur du débit (Mo/s)	Vitesse du réseau (lent ou rapide)
4G	sans fil	100 Mbit/s	12,5 Mo/s	lent
5G	1 000 Mbit/s	.....	.....
ADSL	25 Mbit/s	.....	.....
Bluetooth	2 Mbit/s	.....	.....
Ethernet (RJ45)	1 000 Mbit/s	.....	.....
Fibre optique	1 000 Mbit/s	.....	.....
Wi-Fi	100 Mbit/s	.....	.....

3. a. Compléter les 2^e et 4^e colonnes, sachant qu'un débit de 1 Mo/s équivaut à un débit de 8 Mbit/s.

b. On considère qu'un réseau physique est « lent » s'il met plus d'une seconde pour transférer une vidéo de 100 Mo. Compléter la dernière colonne du tableau.

4. Le Bluetooth est largement utilisé sur les appareils fonctionnant sur batterie comme les montres connectées. Son débit binaire est le plus faible des technologies présentées. À votre avis, pourquoi sert-il autant dans les appareils du quotidien ?

.....

.....

.....

.....

Activité 2 / Routage des données sur Internet

30 min

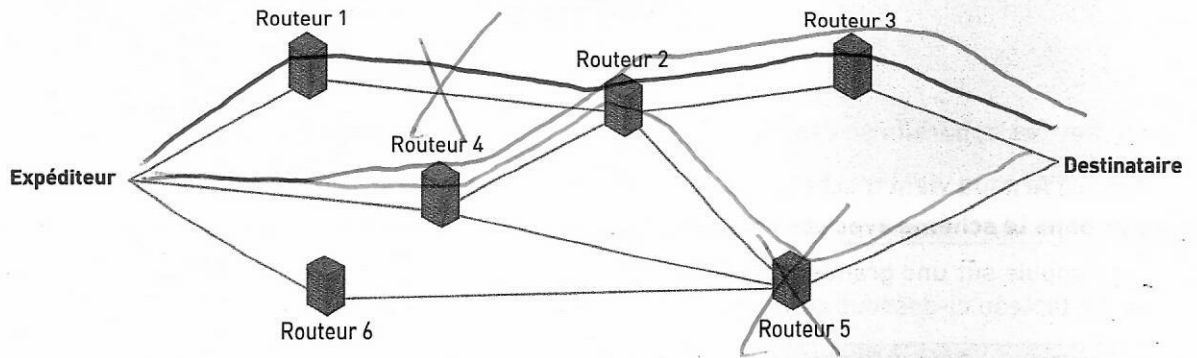
Internet met en relation des milliards d'appareils variés : ordinateurs, smartphones, tablettes, etc. Pour dialoguer entre eux, ces appareils ont besoin de règles de communication. C'est l'objectif du **protocole IP** (*Internet Protocol*). Grâce à ce protocole, chaque machine est identifiée de façon unique sur un réseau par une « **adresse IP** ». Sur Internet, plusieurs milliards d'adresses IP sont nécessaires pour identifier les différents appareils connectés !

Lorsque deux machines échangent des données, les informations sont découpées en « paquets » de taille limitée, auxquels sont ajoutés un en-tête précisant l'adresse IP source et l'adresse IP destination.

2001:08b0:0000:0030:0000:0000:0666:0102	— adresse IP source
2a00:1450:4006:0802:0000:0000:0000:2004	— adresse IP destination
bc ec 3c 82 b8 21 e1 98 10 1c 3d c3 77 04 0d ed 55 06 ff 68 24 2a bf 5a 2f 61 0c 66 c6 7c f5 c4 a3 79 c8 ce 2b 39 70 2f d8 ce e8 39 11 a7 a4 b7 b0 2a 5e a7 73 34 07 e8 8c fd d3 08 27 4a f9 05	— données

Des appareils appelés **routeurs** se chargent ensuite de faire transiter les paquets de proche en proche jusqu'au destinataire. Actuellement, on dénombre plusieurs centaines de milliers de routeurs. Si un routeur reçoit plus de paquets qu'il n'est capable de transmettre, il peut décider de ne pas traiter certains paquets qui seront alors perdus pour le réseau.

Le schéma ci-dessous représente un réseau informatique par lequel un paquet doit transiter. Les traits entre les routeurs représentent les liens de communication entre eux.



1. Tracer en bleu et en vert deux chemins différents que peut emprunter le paquet de l'expéditeur au destinataire sur ce réseau.
2. Pensez-vous que chaque routeur connaisse la liste des routeurs par lesquels le paquet va transiter pour arriver à destination ?

.....

.....

.....

3. a. Le routeur 5 est en panne, et le lien entre les routeurs 1 et 2 a été rompu suite à des travaux. Tracer en rouge un chemin que peut parcourir le paquet pour arriver à destination.
b. Quel est l'intérêt que plusieurs chemins différents existent entre un expéditeur et un destinataire ?

.....

.....

.....

Si chaque paquet émis arrive à destination, on dit qu'il y a « fiabilité de transmission ».

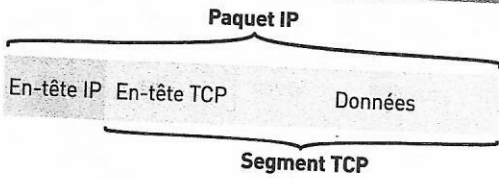
4. Le protocole IP assure-t-il la fiabilité de transmission ?

.....

.....

Activité 3 / Transport des données sur Internet

30 min

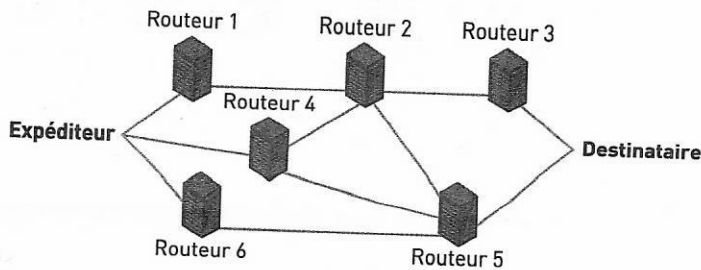


Grâce au protocole IP, les paquets de données transitent de routeur en routeur, depuis la source jusqu'au destinataire.

Quel que soit le type de données à transporter (du texte, des images, des sons, des vidéos), le protocole TCP va découper les données en segments de taille limitée, afin de respecter la limite de taille du réseau physique sur lequel les segments doivent transiter. Un paquet IP transporte un seul segment TCP.

Pour mieux comprendre le routage des données sur Internet, nous allons faire l'analogie avec le tri postal. Chloé est partie en vacances et veut écrire à ses parents pour leur raconter son voyage, mais son récit détaillé nécessite quatre cartes postales. Lors du transit sur le réseau déjà chargé, les cartes postales vont suivre des chemins différents.

1. Tracer un chemin différent pour chacune des quatre cartes postales.



Une analogie avec l'envoi d'une carte postale

On considère un paquet (carte postale) qui transite sur un réseau. Ce paquet contient :

- une adresse IP source du paquet (l'adresse de l'expéditeur) ;
- une adresse IP destination du paquet (l'adresse du destinataire de la carte postale) ;
- un contenu de taille limitée (le message qui est écrit sur la carte postale).

Les routeurs sont alors les analogues des centres de tri pour le courrier postal. Le paquet est transmis de proche en proche jusqu'au destinataire, identifié par son adresse.



2. Les cartes arrivent dans l'ordre 3, 4, 2, 1.

Quelle précaution a dû prendre Chloé afin que les parents puissent reconstituer le récit ?

3. Les parents de Chloé n'ont reçu que les cartes postales 1, 3 et 4. Que doivent-ils faire pour avoir le récit complet ?

Le principe que nous venons de voir correspond à peu près à celui du protocole TCP : celui-ci assure la numérotation des segments (cartes postales) pour que le destinataire puisse les remettre dans l'ordre. Il fixe également les règles d'échanges entre l'expéditeur et le destinataire ; ce dernier peut ainsi demander la réexpédition d'un paquet non reçu.

4. Qu'apporte le protocole TCP au protocole IP ? Y a-t-il « fiabilité de transmission » ?

Sur un réseau postal, il est possible d'envoyer une carte postale avec une garantie de livraison à J + 1. Il s'agit d'une garantie temporelle.

5. L'ensemble TCP/IP assure-t-il une garantie temporelle ? Pourquoi ?

L'essentiel du cours

Internet et les réseaux physiques

Internet est un réseau mondial qui connecte de très nombreux appareils via des liaisons filaires (câble Ethernet, fibre optique, ADSL, ...) ou sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, 4G/5G, ...).

Le **débit** de ces réseaux dépend du type de liaisons et du fournisseur d'accès.

Principe de routage

Internet fonctionne grâce à un algorithme qui fait transiter les données de leur émetteur à leur destinataire.

Ce **routage** est effectué par des machines appelées **routeurs**, qui échangent en permanence avec les routeurs voisins pour établir une table de routage (une carte locale de ce qu'ils voient du réseau). Les routeurs sont alors en mesure d'acheminer les données de proche en proche jusqu'au destinataire.

Lors du routage, il arrive néanmoins qu'un paquet soit détruit ou perdu, en raison d'une panne matérielle ou d'un encombrement du réseau.

Protocole IP

Le **protocole IP** identifie tous les ordinateurs ou objets connectés à un réseau par une adresse unique et uniforme : l'**adresse IP**.

Les données qui s'échangent sur Internet sont découpées en paquets. Chaque paquet comporte une adresse IP source (adresse informatique de l'expéditeur) et une adresse IP destination (adresse informatique du destinataire).

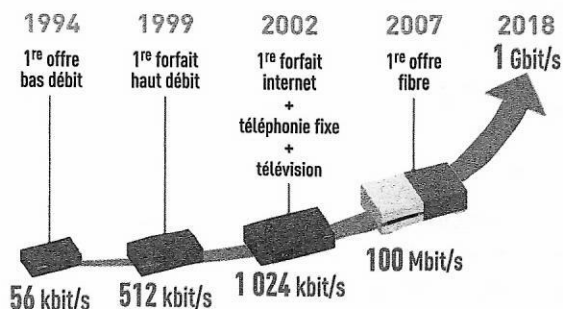
Protocole TCP

Le **protocole TCP** fixe les règles d'échange entre la source et le destinataire. Les données à envoyer sont découpées en segments numérotés, ce qui permet au récepteur de détecter la perte d'un paquet et d'en demander ensuite la réexpédition.

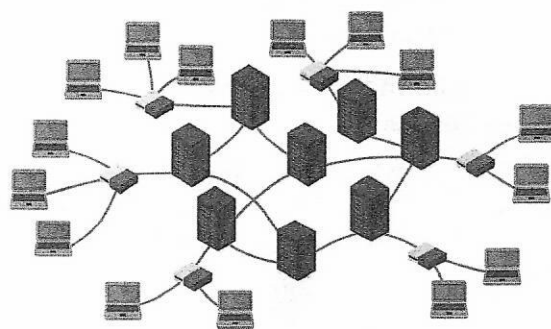
Fiabilité de transmission et garantie temporelle

Les protocoles IP et TCP sont complémentaires. L'ensemble TCP/IP assure l'acheminement et la **fiabilité de transmission** du message, c'est-à-dire que tous les paquets arrivent à destination, avec éventuellement des retransmissions.

En revanche, il n'assure pas la **garantie temporelle** : le temps que mettra le paquet à arriver à destination est plus ou moins long, ce qui peut nuire, par exemple, à la qualité du streaming des vidéos.



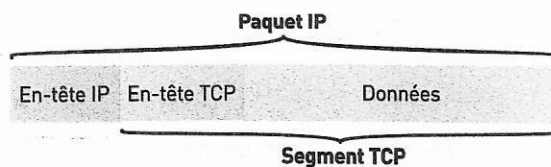
Le débit d'accès à Internet ne cesse d'augmenter grâce à de nouvelles solutions technologiques. Les applications et les usages actuels d'Internet nécessitent un débit toujours plus important.



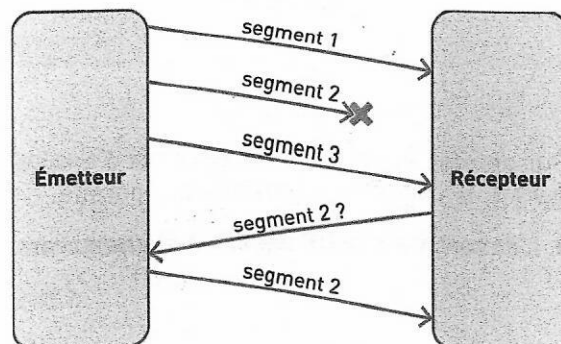
Un ensemble d'ordinateurs connectés grâce à des routeurs.

`2020:0cb8:0000:27a3:0000:0000:ac1f:8401`

Exemple d'adresse IPv6 (version 6 du protocole IP).



Les données sont « enveloppées » par plusieurs couches de protocoles. Le segment TCP est encapsulé dans le paquet IP. L'en-tête IP contient les adresses IP source et destination.

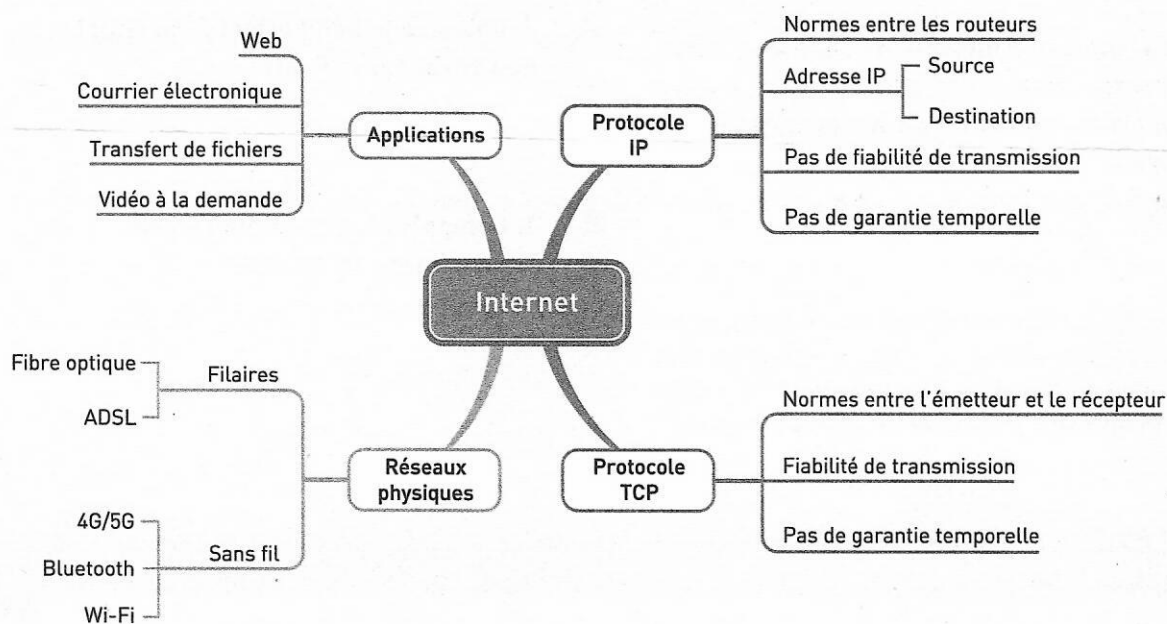


Exemple de communication avec le protocole TCP/IP. La fiabilité de transmission est assurée.

Les définitions à connaître

- **Internet** désigne le réseau informatique mondial, accessible à tout le monde grâce à son universalité. Ce terme, d'origine américaine, est dérivé d'*interconnected network*, ce qui signifie « réseau interconnecté ».
- Un **routeur** est un équipement informatique qui assure le transit des données de proche en proche, afin que le message soit acheminé de la source au destinataire.
- Le **rou tage** est le mécanisme de transport d'un paquet de données d'une source à un destinataire via des routeurs.
- Le **protocole IP** (abréviation d'*Internet Protocol*) est un ensemble de normes utilisées pour acheminer des données de son émetteur vers son récepteur, de routeur en routeur.
- Une **adresse IP** est une suite de chiffres et de lettres qui identifie une machine de façon unique sur un réseau.
- Le **protocole TCP** (abréviation de *Transmission Control Protocol*) est un ensemble de normes utilisées pour assurer la communication entre l'émetteur et le destinataire, et qui assure la fiabilité de transmission.

Carte mentale



Ce qu'il faut retenir

Je dois être capable de :

- distinguer le rôle des protocoles IP et TCP
- caractériser les principes du routage et ses limites
- distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle
- caractériser quelques types de réseaux physiques : obsolètes ou actuels, rapides ou lents, filaires ou non

EXERCICE 1 / Protocole IP ou protocole TCP ?

5 min

Relier chaque protocole (TCP ou IP) à ses caractéristiques.

Protocole IP •

- Normes de communication pour les routeurs
- Normes de communication entre la source et le destinataire

Protocole TCP •

- Fiabilité de transmission
- Garantie temporelle

EXERCICE 2 / Calcul d'une durée de transmission



20 min



Jade passe ses week-ends à filmer la nature. Sur son ordinateur, elle dispose de 6 To de données qu'elle souhaite envoyer à un service de montage en

ligne. Ce service propose soit d'envoyer ses fichiers par Internet, soit d'expédier directement un disque dur externe par voie postale. On donne $1 \text{ To} = 10^6 \text{ Mo}$.

1. La connexion internet de Jade a un débit d'environ 10 Mo/s. Calculer le temps, en jour, que prendrait l'envoi de ses données par ce moyen.

.....

La copie des données depuis l'ordinateur de Jade vers un disque dur externe s'effectue avec un débit de 150 Mo/s. La livraison par la Poste du disque dur prendrait ensuite deux jours.

2. Calculer le temps, en heure, que mettrait l'envoi des données avec cette option.

.....

3. Calculez le débit effectif (en Mo/s) de l'envoi par la Poste.

.....

4. Comparer les deux durées de transmission et conclure.

.....

EXERCICE 3 / Temps de téléchargement



20 min

Depuis le début d'Internet, les technologies n'ont cessé d'évoluer.

1. Avant l'an 2000, les modems avaient un débit binaire moyen de 56 kbit/s. Sachant que 1 octet = 8 bits, en déduire la durée de téléchargement, en heure, d'un album musical de 650 Mo.

.....

2. Aujourd'hui, la valeur du débit binaire moyen par fibre optique est d'environ 300 Mbit/s. En déduire la durée de téléchargement, en seconde, de ce même album musical.

.....

3. Par quel coefficient le débit a-t-il été multiplié depuis l'an 2000 ?

.....

Exercice 4 / Le site est inaccessible !

20 min



Ce site est inaccessible

http://www.milleetunerecettes.com/ est inaccessible.

ERR_ADDRESS_UNREACHABLE

Actualiser

Le site de recettes de cuisine préféré de Robin ne répond plus ! Curieux, il essaye de comprendre pourquoi. Il saisit la commande « traceroute » dans la console de son système d'exploitation Linux :

```
$ traceroute -m 15 -n -q1 www.milleetunerecettes.com
```

Cette commande affiche les quinze premiers routeurs traversés pour joindre une adresse sur le Web.

Le format de sortie est : <numéro du routeur traversé> <IP de ce routeur> <temps>.

Les adresses IP de cet exercice sont des adresses IPv4, de la version 4 du protocole IP.

Voici le résultat de la commande `traceroute` :

```
traceroute to www.milleetunerecettes.com
(172.217.18.228), 15 hops max, 60 byte packets
 1 192.168.1.1      2.102 ms
 2 80.10.235.45    3.919 ms
 3 193.253.86.158  4.700 ms
 4 193.252.161.25  7.366 ms
 5 81.253.183.34   7.361 ms
 6 72.14.197.204   8.125 ms
 7 108.170.252.241 7.787 ms
 8 81.253.183.34   7.365 ms
 9 72.14.197.204   8.129 ms
10 108.170.252.241 7.775 ms
11 81.253.183.34   7.361 ms
12 72.14.197.204   8.125 ms
13 108.170.252.241 8.785 ms
14 81.253.183.34   8.363 ms
15 72.14.197.204   9.127 ms
```

1. Que constatez-vous à partir du 7^e routeur traversé ?

.....

2. Pensez-vous que cela puisse expliquer le message d'erreur affiché dans le navigateur de Robin ?

.....

3. Est-ce l'ordinateur de Robin qui a un problème ?

.....

Les paquets IP sont munis d'un champ appelé TTL (Time To Live), que l'on peut traduire par « reste à vivre ». Ce champ est initialisé par l'émetteur à 255 en général, et chaque routeur traversé décrémente ce champ (c'est-à-dire retire 1 à la valeur précédente).

4. Selon vous, que fait un routeur lorsque le champ TTL arrive à 0 ? Expliquer l'utilité de cette action.

.....

.....



Travailler en autonomie

Je révise pour l'évaluation

Aller sur lycee.editions-bordas.fr/cahier-SNT pour accéder à des QCM d'auto-évaluation.