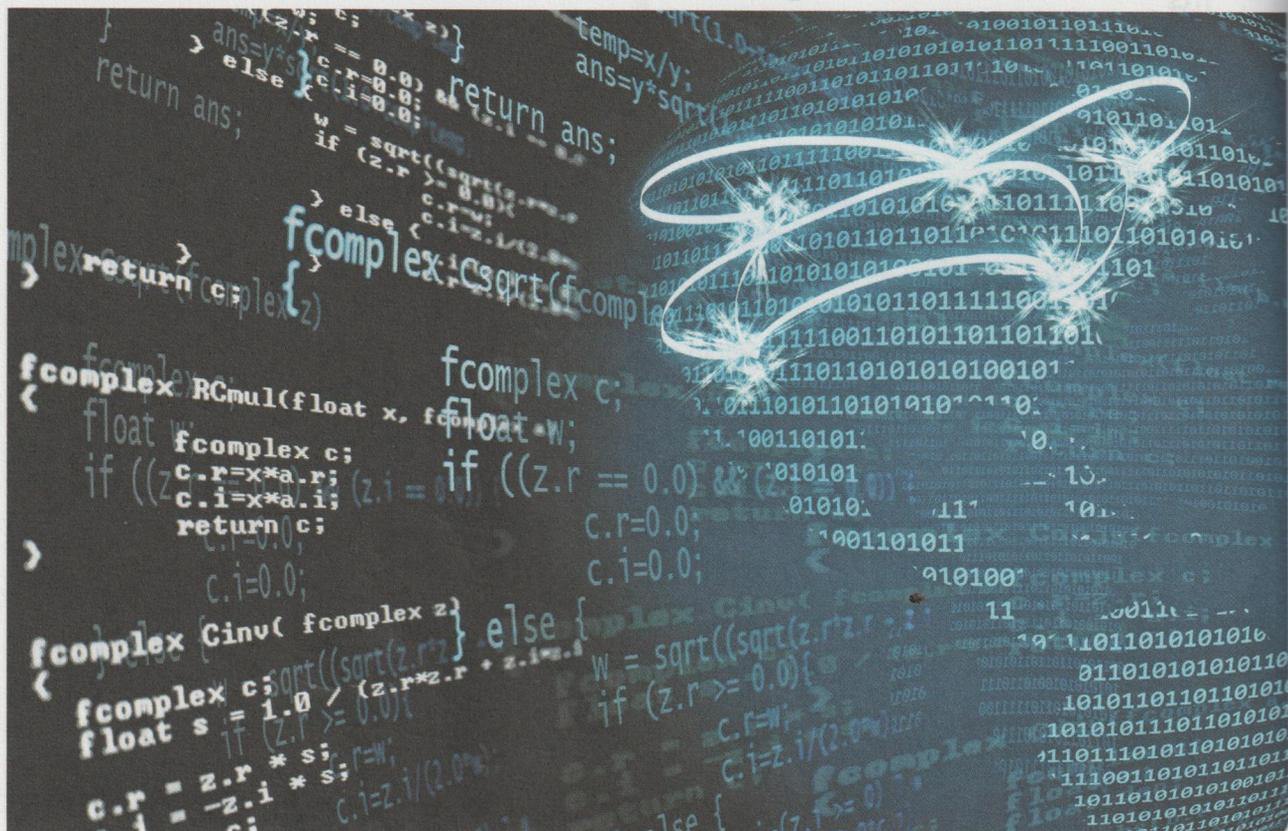


## SÉQUENCE 2

## Plongée au cœur d'Internet



## Le savais-tu ?

## Anecdote 1

En France, pour plus de 70 % des personnes interrogées, le fait de disposer d'un accès à Internet est un critère « plutôt important » voire « très important » pour choisir un lieu de vacances.

## Anecdote 2

Entre janvier et août 2019, la Hadopi a envoyé environ 500 000 courriers électroniques à des internautes dont la ligne a été détectée en train d'échanger un fichier protégé par le droit d'auteur sur un réseau pair-à-pair comme BitTorrent et eMule.

## Repères historiques

1983

Création du DNS (*Domain Name System*) qui fait la correspondance entre une adresse symbolique et une adresse IP.

1999

Napster, premier logiciel de pair-à-pair utilisé à grande échelle pour du téléchargement illégitime.



2002

Création de BitTorrent, protocole de transfert de données pair-à-pair pour distribuer de grandes quantités de données en répartissant la charge.



2009

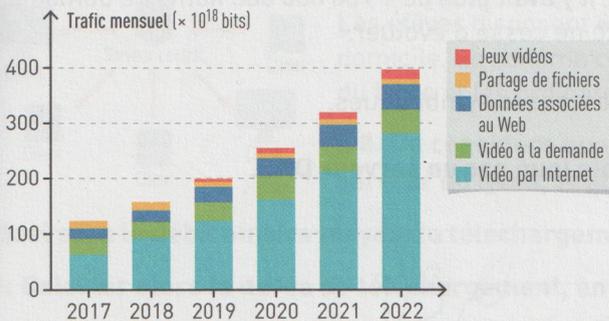
Création du Bitcoin, monnaie virtuelle basée sur le principe du pair-à-pair.



# Activité 1 / Les évolutions du trafic de données sur Internet

30 min

Fanny a lu que certains fournisseurs d'accès envisageraient de facturer les services de vidéo sur Internet. Pourtant, elle a étudié en SNT que sur Internet, toutes les données transitent découpées en « paquets » que rien ne distingue a priori... Le traitement « égal » de ces paquets est à la base de la **neutralité du Net**, un principe fondateur d'Internet qui garantit que les réseaux sur lesquels les données transitent ne les discriminent pas en fonction de leur contenu. Ce qui signifie que quelle que soit l'activité de Fanny, qu'elle regarde une vidéo sur Internet ou qu'elle envoie un e-mail, le fournisseur d'accès ne limite pas le débit, ni ne lui facture de coût supplémentaire. Comment expliquer la remise en question de la neutralité du Net ?



1. a. Commenter l'évolution entre 2017 et 2022 de la quantité de données transitant sur Internet.

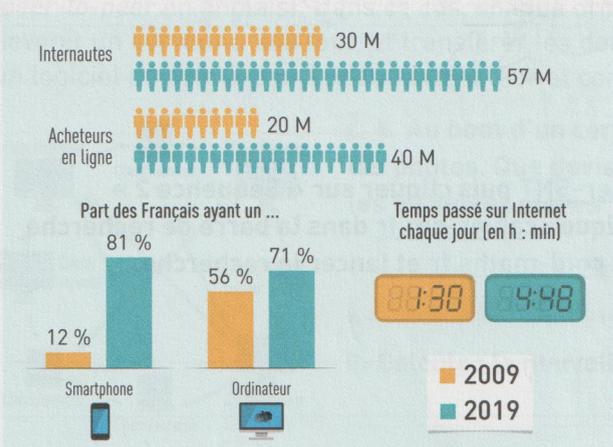
.....

.....

.....

.....

b. Quelle est l'activité responsable de la plus grande part du trafic mondial de données ? Évaluer la proportion que cette activité a pris au cours des trois dernières années.



2. À partir du document ci-contre, comparer l'utilisation d'Internet en France en 2009 et en 2019.

.....

.....

.....

.....

3. Comment justifier que le temps passé sur Internet a été multiplié par trois en une décennie ?

4. Le déploiement de la 5G multiplie par dix le débit d'Internet sur les smartphones par rapport à la 4G. Formuler une hypothèse sur l'évolution du trafic dans les années à venir.

5. Expliquer pourquoi certains craignent l'apparition d'un Internet « à différentes vitesses » en cas d'abandon de la neutralité du Net.

.....

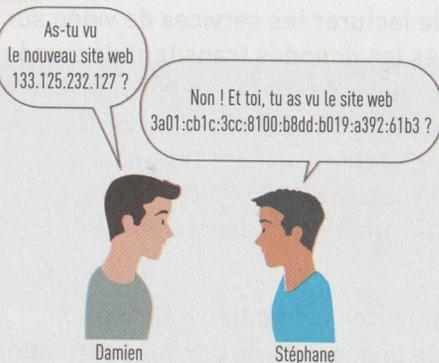
.....

.....

.....



## Activité 2 / Adresses IP et serveurs DNS

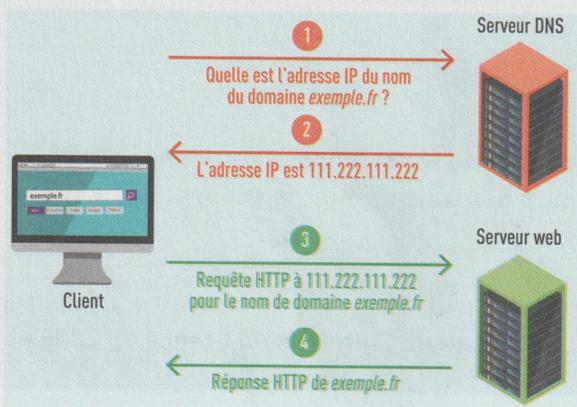


Voici un exemple de dialogue qui aurait pu se tenir si le principe du DNS (Domain Name System) n'avait pas été mis en place dès 1983 ! Pour discuter de leurs sites web favoris, Damien et Stéphane mentionnent des **adresses IP** (version IPv4 comme le site de Damien, ou version IPv6 comme celui de Stéphane) plutôt que des **adresses symboliques**, également appelées **noms de domaine**.

En 2020, il y avait plus de 1 750 000 000 noms de domaine, et la liste ne cesse d'évoluer.

Découvrons le principe du DNS et l'utilité de ces adresses symboliques.

1. À partir du schéma ci-dessous, expliquer le rôle joué par un serveur DNS.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Aller sur le site [lycee.editions-bordas.fr/cahier-SNT](http://lycee.editions-bordas.fr/cahier-SNT) puis cliquer sur « Séquence 2 » et « Interface réseau ». Saisir l'adresse symbolique : [cahier-snt.fr](http://cahier-snt.fr) dans la barre de recherche et lancer la recherche. Puis faire de même avec [cqfd-maths.fr](http://cqfd-maths.fr) et lancer la recherche. Que remarquez-vous ? Expliquer ce résultat.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Saisir [parcoursup.fr](http://parcoursup.fr) dans la barre de recherche. Que remarquez-vous ? Expliquer l'intérêt de ce procédé pour gérer l'affluence.

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Saisir dans le champ IP l'adresse 8.8.8.8 et cliquer sur chercher. À quoi correspond-il ?

---

---

---

---

---

---

---

---

5. Cliquer sur le bouton « Quelle est mon adresse IP ? ». La comparer à celle de votre voisin.

---

---

---

---

---

---

---

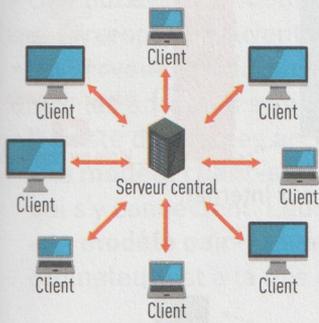
---

## Activité 3 / Télécharger sur des réseaux pair-à-pair



40 min

Paul a participé à une sortie scolaire avec toutes les classes de son lycée. Il a récupéré les nombreuses photos prises lors de la sortie et demande à l'administrateur réseau de son lycée de les mettre sur le site web de l'établissement, protégées par un mot de passe. La taille du dossier de photos est de 10 Go (1 octet correspond à 8 bits, et 1 Go à 1 000 Mo).



À la sortie des cours, tous les élèves tentent de récupérer les photos, et le serveur est fortement sollicité. Le serveur du lycée permet de télécharger à un débit binaire maximal (aussi appelé « bande passante ») de 100 Mbit/s, qui est partagé entre tous les clients. Les élèves disposent également d'une connexion à 100 Mbit/s à leur domicile. Le schéma ci-contre représente les échanges entre le serveur du lycée et les ordinateurs des élèves, considérés comme des clients.

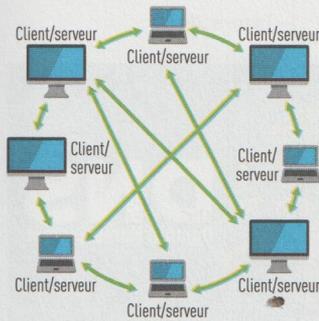
**1. a. On considère que 100 élèves se connectent simultanément au serveur du lycée, et qu'ils partagent équitablement la bande passante.**

**Quel sera le débit binaire moyen du téléchargement ?** .....

**b. Calculer alors la durée de téléchargement, en heure, de l'ensemble des photos par un élève.**

.....  
.....

Paul, qui est impatient, a alors l'idée de déposer les photos sur un **réseau pair-à-pair** ou *p2p* (*peer-to-peer* en anglais). Dans ce cas, chaque ordinateur ayant déjà téléchargé les photos peut devenir un serveur à son tour, et transférer les données aux autres internautes. Paul installe un logiciel de pair-à-pair sur son ordinateur et conseille à ses camarades d'en faire autant.



**2. a. Au bout d'un certain temps, 50 élèves ont récupéré toutes les photos. Que devient alors la bande passante disponible pour les 50 autres élèves ?**

.....  
.....

**b. Calculer la nouvelle durée de téléchargement, en minute.**

.....  
.....

**3. À partir de vos réponses aux questions 1 et 2, décrire l'intérêt du réseau pair-à-pair.**

.....  
.....

**4. Rechercher sur le Web trois exemples de réseau pair-à-pair.**

.....  
.....

**5. Pourquoi les réseaux pair-à-pair facilitent-ils le téléchargement des fichiers populaires ?**

.....  
.....

**6. Les logiciels pair-à-pair sont-ils légaux ? Donner des exemples d'utilisations illégales.**

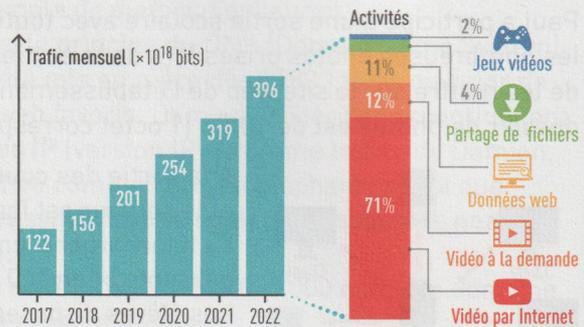
.....  
.....

## L'essentiel du cours

### Le trafic sur Internet

En 2021, la quantité de données échangées sur Internet est estimée à **3 300 milliards de milliards d'octets**, soit  $3,3 \times 10^9$  To.

Le trafic sur Internet a augmenté de près de 40 % entre 2017 et 2019 et devrait doubler entre 2019 et 2022. Le visionnage de vidéos, qui représente déjà plus de la moitié du trafic, est en très forte augmentation.

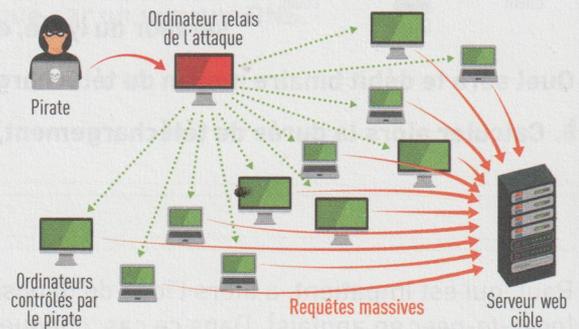


Les évolutions du trafic sur Internet.

### Des pratiques en question

La **neutralité du Net**, principe fondateur d'Internet, garantit que les réseaux sur lesquels les données transitent ne discriminent pas les communications en fonction de leur contenu. Ce principe est parfois remis en cause par les fournisseurs d'accès.

Internet est aussi vulnérable aux attaques par saturation de service, quand un pirate prend le contrôle d'un grand nombre de machines pour envoyer des messages à un site web donné : ce dernier est alors surchargé, ce qui provoque un **déni de service**.



L'attaque par déni de service : des machines inondent un serveur de requêtes afin d'empêcher son bon fonctionnement.

### Rôle des serveurs DNS

Le principe du **serveur DNS** (*Domain Name System*) est de faire la correspondance entre une **adresse symbolique** (texte compréhensible rendant l'adresse facilement mémorable) et l'**adresse IP** du serveur web.

Il est réalisé par un grand nombre d'ordinateurs répartis sur le réseau et constamment mis à jour.

Une adresse symbolique peut correspondre à plusieurs adresses IP de serveurs, afin de répartir la charge du trafic.

De même un serveur web, identifié par une seule adresse IP, peut correspondre à plusieurs adresses symboliques, puisque le serveur peut héberger plusieurs services.



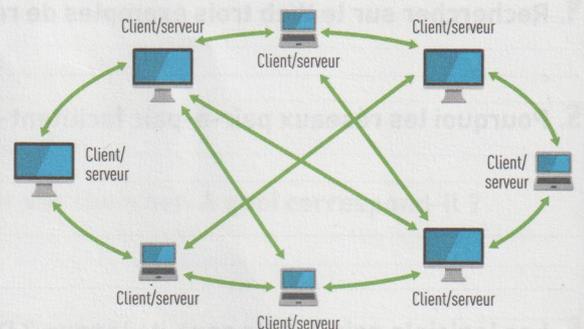
Lorsqu'un internaute saisit une adresse symbolique dans un navigateur, celui-ci envoie une requête au serveur DNS pour connaître l'adresse IP du serveur.

### Réseaux pair-à-pair

Dans un **réseau pair-à-pair** (ou *p2p*), un ordinateur est à la fois client et serveur en fonction du besoin.

Cette architecture permet de répartir les données à échanger sur un grand nombre de machines du réseau. Les données sont alors accessibles sur plusieurs machines, ce qui optimise la bande passante, c'est-à-dire le débit disponible par client pour télécharger.

Les réseaux pair-à-pair sont principalement utilisés pour **partager des fichiers**. Le téléchargement et l'échange de fichiers sans l'accord de leur propriétaire sont **illégaux**.



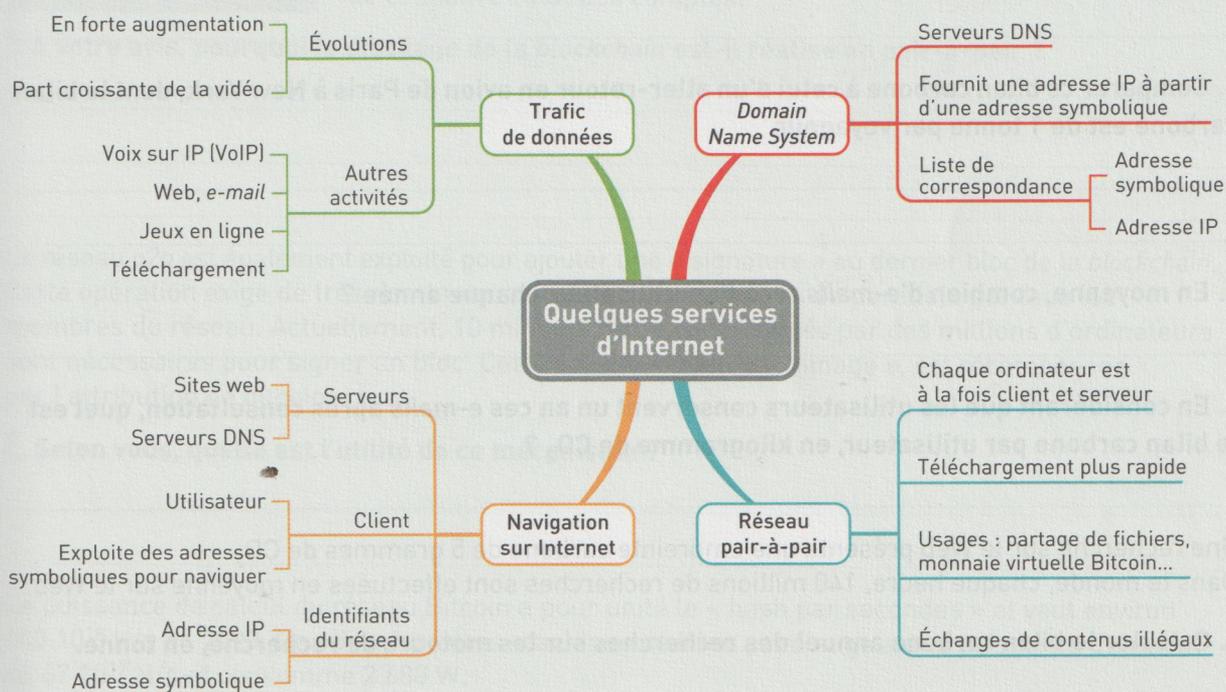
Une architecture pair-à-pair.

La monnaie virtuelle Bitcoin exploite également un réseau *p2p*.

## Les définitions à connaître

- Un **serveur** désigne une machine ou un logiciel qui accepte des connexions venant d'un ou plusieurs clients pour leur fournir un service, par exemple un serveur web.
- En informatique, un **client** désigne une machine ou un logiciel qui permet de se connecter à un serveur et d'utiliser le service fourni, par exemple un navigateur web.
- Une **adresse symbolique** ou **nom de domaine** est un texte compréhensible facile à mémoriser, qui correspond souvent au nom de l'entreprise ou au service proposé par le site web.
- Un **serveur DNS** (*Domain Name System* ou « système de noms de domaine ») fait la correspondance entre les adresses symboliques et les adresses IP.
- Il existe différentes architectures de réseau :
  - le **modèle client-serveur** est constitué de serveurs qui fournissent les services et des clients qui s'y connectent. Leurs rôles ne sont pas interchangeables ;
  - le **modèle pair-à-pair** (*peer-to-peer* en anglais, *p2p*) est un principe d'échange où chaque ordinateur est à la fois client et serveur.

## Carte mentale



## Ce qu'il faut retenir

Je dois être capable de :

- caractériser l'ordre de grandeur du trafic de données sur Internet et son évolution
- retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement, sur des exemples réels
- décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire

## EXERCICE 1 / Et si on parlait bilan carbone ?



30 min

Nos pratiques quotidiennes comme l'envoi de courriers électroniques et l'utilisation de moteurs de recherche ne sont pas anodines.

## Quelques chiffres sur le courrier électronique

En 2019, 3,9 milliards de personnes dans le monde utilisent le courrier électronique (ou *e-mail*) pour communiquer, ce qui représente 250 milliards de courriers électroniques échangés chaque jour. L'envoi et le stockage de ces *e-mails* utilisent les infrastructures du réseau internet et des serveurs informatiques, qui consomment de l'électricité en permanence.



- Le bilan carbone de l'envoi d'un *e-mail* dépend de la taille des pièces jointes, et il est proportionnel au nombre de destinataires. L'envoi d'un courrier électronique d'une taille de 1 Mo a un bilan carbone de 19 g de CO<sub>2</sub>.

- Le bilan carbone moyen du stockage d'un *e-mail* sur Internet pendant un an est de 10 g de CO<sub>2</sub>.

1. Cocher les principales raisons du remplacement du courrier postal par le courrier électronique :

rapidité    sécurisation des échanges    fonctionnalités supplémentaires    écologique

2. a. On suppose que les courriers électroniques échangés au niveau mondial font 1 Mo en moyenne. Quel est le bilan carbone annuel, en tonne de CO<sub>2</sub>, des échanges par *e-mails* dans le monde ?

.....

.....

b. Comparer ce bilan carbone à celui d'un aller-retour en avion de Paris à New York, dont le bilan carbone est de 1 tonne par voyageur.

.....

.....

3. En moyenne, combien d'*e-mails* reçoit un utilisateur chaque année ?

.....

.....

4. En considérant que les utilisateurs conservent un an ces *e-mails* après consultation, quel est le bilan carbone par utilisateur, en kilogramme de CO<sub>2</sub> ?

.....

.....

Une recherche sur le Web présente une empreinte carbone de 5 grammes de CO<sub>2</sub>. Dans le monde, chaque heure, 140 millions de recherches sont effectuées en moyenne sur le Web.

5. Calculer le bilan carbone annuel des recherches sur les moteurs de recherche, en tonne.

.....

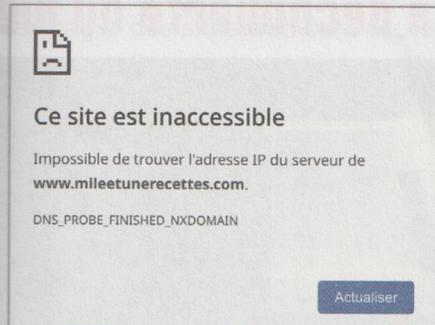
.....

6. Cocher les gestes à adopter pour limiter notre empreinte carbone :

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Trier les <i>e-mails</i> à conserver  | <input type="checkbox"/> Stocker ses <i>e-mails</i> sur son ordinateur plutôt qu'en ligne                                |
| <input type="checkbox"/> Se désabonner des newsletters que l'on ne lit pas                           | <input type="checkbox"/> Limiter la taille des pièces jointes  |
| <input type="checkbox"/> Ne pas multiplier inutilement le nombre de destinataires d'un <i>e-mail</i> | <input type="checkbox"/> Supprimer les boîtes mails non utilisées  |
| <input type="checkbox"/> Limiter l'envoi d' <i>e-mails</i>   | <input type="checkbox"/> Ne plus faire de recherche sur les moteurs de recherche   |
| <input type="checkbox"/> Compresser les pièces jointes   | <input type="checkbox"/> Bien réfléchir aux mots-clés d'une recherche dans un moteur de recherche                        |
| <input type="checkbox"/> Ne pas envoyer de courrier électronique                                     | <input type="checkbox"/> Ne pas utiliser la barre d'adresse comme moteur de recherche quand on connaît le nom de domaine |
| <input type="checkbox"/> Supprimer sa boîte mail   |  |
| <input type="checkbox"/> Éviter d'envoyer des pièces jointes   |  |

## Exercice 2 / Ce site est inaccessible !

5 min



Robin ne parvient pas à se connecter au site web : [www.milleetunerecettes.com](http://www.milleetunerecettes.com).

Expliquer pourquoi.

.....

.....

.....

.....

## Exercice 3 / Le principe d'une monnaie virtuelle



20 min



La monnaie virtuelle Bitcoin a été créée en 2009. La liste de transactions effectuées avec cette monnaie est appelée *blockchain* (« chaîne de blocs »). En effet, chaque nouvelle transaction est incorporée dans un bloc qui est ajouté, après validation, après les blocs précédents. En parcourant la *blockchain*, il est donc possible de connaître l'état des comptes.

1. À votre avis, pourquoi le stockage de la *blockchain* est-il réalisé en pair-à-pair ?

.....

.....

.....

Le réseau *p2p* est également exploité pour ajouter une « signature » au dernier bloc de la *blockchain*. Cette opération exige de très nombreux calculs qui sont réalisés en parallèle par tous les membres du réseau. Actuellement, 10 minutes de calculs réalisés par des millions d'ordinateurs sont nécessaires pour signer un bloc. Cette activité, appelée « minage », est récompensée par l'attribution de bitcoins.

2. Selon vous, quelle est l'utilité de ce mécanisme ?

.....

.....

La puissance de calcul du réseau Bitcoin a pour unité le « hash par secondes » et vaut environ  $100 \cdot 10^{18}$  H/s en 2020. Une des dernières machines dédiées au minage a une puissance de calcul de  $67 \cdot 10^{12}$  H/s et consomme 2 680 W.

3. Estimer la consommation électrique du réseau Bitcoin, puis comparer le résultat à la production d'un réacteur nucléaire, qui est de 1 000 MW.

.....

.....



## Travailler en autonomie

### Je révisé pour l'évaluation

Aller sur [lycee.editions-bordas.fr/cahier-SNT](http://lycee.editions-bordas.fr/cahier-SNT) pour accéder à des QCM d'auto-évaluation.