

Thème A Internet

Chapitre 2 Plongée au cœur d'Internet

Le thème A (*Internet*) correspond aux deux chapitres suivants :

- Chapitre 1 : À la découverte d'Internet
- **Chapitre 2 : Plongée au cœur d'Internet**

Le chapitre 2 nécessite d'avoir traité le chapitre 1 au préalable.

A. Le programme

Les capacités exigibles du BO pour ce chapitre sont données ci-dessous. Les autres contenus du thème *Internet* ont été traités dans le chapitre 1.

Contenus	Capacités attendues du BO traitées dans le chapitre 2	Activités / Exercices
Adresses symboliques et serveurs DNS	Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.	Activité 2 p. 43 Exercices 8 à 13 p. 49
Réseaux pair-à-pair	Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.	Activités 1 et 3 p. 42 et 44-45 Exercices 1 à 7 p. 48-49

B. QCM diagnostique p. 40

Ces questions vont instaurer le débat, ou la discussion. Ce sont des questions ouvertes et il y a au moins une question d'amorçage pour chaque activité.

Elles sont destinées à faire une évaluation diagnostique en début de chapitre et sont disponibles sur QCMCam et aux formats PDF, PPT et ODP sur le site web : https://lienbordas.fr/740171_ch02_qcm.

1	Le téléchargement se fait toujours à partir d'un seul serveur. <i>Réponses :</i> A. Vrai B. Faux (bonne réponse)
2	L'utilisation des réseaux pair-à-pair est illégale. <i>Réponses :</i> A. Vrai B. Faux (bonne réponse)
3	Si un site web ne répond plus, cela signifie forcément qu'il a été attaqué par un pirate. <i>Réponses :</i> A. Vrai B. Faux (bonne réponse)
4	Un site web est associé à une adresse IP. <i>Réponses :</i> A. Vrai (bonne réponse) B. Faux
5	Le téléchargement de musique est toujours illégal. <i>Réponses :</i> A. Vrai B. Faux (bonne réponse)

C. Frise historique p. 41

Réponses aux questions :

1. Chaque machine connectée à Internet doit être identifiée par une adresse IP unique car Internet est un immense réseau composé de milliards d'appareils. Une adresse IP unique permet de distinguer chaque appareil connecté, de savoir qui a envoyé une requête, de savoir à qui renvoyer la réponse. Sans cet identifiant unique, les échanges de données seraient impossibles sur Internet.

2. Le logo choisi par le logiciel Napster représente une tête de chat portant un casque audio, qui suggère l'écoute de musique. Le succès de Napster venait du partage et de l'écoute de fichiers de musique. Le catalogue musical était immense, gratuit et accessible instantanément. Le téléchargement au format MP3 était rapide et permettait de découvrir de nouveaux morceaux sans avoir à payer.

Napster a transformé la façon dont les internautes se procuraient de la musique, malgré le fait que les fichiers échangés étaient très majoritairement sous copyright, donc partagés de manière illégale.

3. Sur un réseau pair-à-pair, il est possible d'échanger tout type de fichier informatique comme des films, des séries, de la musique, des logiciels...

D. Description des activités

Activité 1 p. 42 Pourquoi télécharger sur des réseaux pair-à-pair est-il si rapide ?

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

Cette activité montre sur un exemple concret une utilisation licite d'un réseau pair-à-pair. La question 2 est volontairement simple pour permettre aux élèves d'effectuer un calcul de temps de téléchargement.

Un autre exemple légal d'utilisation d'un réseau pair-à-pair est celui de Microsoft qui s'en sert pour diffuser les mises à jour de Windows.

On peut aussi évoquer d'autres moyens de télécharger illicitement des contenus sans accord des ayants droit. Actuellement, ces moyens sont d'ailleurs plus utilisés que le pair-à-pair.

Réponses aux questions :

1. a. Le débit binaire moyen de téléchargement sera de $\frac{100}{100} = 1$ Mbit/s par élève connecté.

b. 10 Go correspondent à 10 000 Mo, soit $10\,000 \times 8 = 80\,000$ Mbit.

La durée de téléchargement est alors de $\frac{80\,000}{1} = 80\,000$ secondes, soit $\frac{80\,000}{3\,600} \approx 22,2$ heures.

2. a. Il y a alors 50 clients pour 50 serveurs, donc chacun des 50 élèves a alors un débit moyen de 100 Mbit/s pour le téléchargement.

b. $\frac{80\,000}{100} = 800$ secondes soit $\frac{800}{3\,600} \approx 0,22$ heure, donc 13,3 minutes environ.

3. Grâce au réseau pair-à-pair, le temps de téléchargement des élèves est divisé par 100. Cette architecture réseau permet d'éviter l'engorgement en répartissant la charge.

Activité 2 p. 43 Comment accéder à un serveur web dont on ne connaît pas l'adresse IP ?

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

Cette activité a pour objectif de faire comprendre aux élèves la nécessité du principe du DNS. C'est l'occasion de faire le lien avec le chapitre 1, en leur rappelant que toute machine est identifiée sur le réseau par une adresse IP. Lorsqu'on veut consulter un site web, on ne saisit pas l'IP dans la barre d'adresse du navigateur mais une adresse symbolique ou nom de domaine.

En allant sur le lien https://lienbordas.fr/740171_dns, les élèves peuvent demander l'adresse IP d'un serveur web de son choix en saisissant l'adresse symbolique et inversement. L'interface permet de faire cette correspondance pour tous les noms de domaine existants sur le Web et celle-ci est mise à jour en permanence. C'est pourquoi, suivant la période de l'année, 2 ou 4 adresses IP peuvent correspondre au nom de domaine du site web de Parcoursup. Les choix des noms de domaines à tester permettent de montrer aux élèves qu'un nom de domaine peut correspondre à plusieurs serveurs web pour répartir la charge et qu'un serveur web peut héberger plusieurs noms de domaines.

En allant sur le lien https://lienbordas.fr/740171_dns, en cliquant le bouton « Quelle est mon adresse IP ? », la réponse affichée est la ou les adresses IP utilisées sur Internet. Ce n'est pas celle du réseau local sur lequel la machine est connectée, qui est en général différente en IPv4.

Historiquement, la correspondance entre adresse symbolique ou nom de domaine et adresse IP était stockée dans un fichier directement sur l'ordinateur. Ce fichier est encore présent et utilisable de nos jours : /etc/hosts pour Linux/Mac et c:\windows\system32\drivers\etc\hosts pour Windows.

On peut noter la similarité des chemins (partie etc/hosts). Celle-ci s'explique par le fait que l'implémentation des protocoles réseaux TCP/IP de Windows a initialement été copiée (légalement) à partir d'une ancienne version d'UNIX.

Pour aller plus loin, le système DNS possède en fait une structure récursive, chaque sous-domaine étant géré par une autorité différente. En « coulisses », pour par exemple www.google.com, le serveur DNS peut demander aux serveurs racines quel est le serveur gérant le « .fr ». Ensuite, il va demander à ce serveur qui gère « Google », et enfin demander au serveur de Google quelle est l'adresse du serveur www.

Le DNS n'a pas été pensé pour la sécurité (comme la majorité des protocoles de son époque) et possède certaines faiblesses (<https://blog.nameshield.com/fr/2017/09/06/3-attaques-dns-plus-communes-combattre/>). De nouveaux protocoles sont en cours d'élaboration pour le remplacer. Le DNS reste, pour l'instant, un élément clé d'Internet.

Comme beaucoup d'autres concepts d'Internet, le système DNS est décentralisé : la gestion de chaque sous-domaine est de la responsabilité de son propriétaire. Par exemple, tous les noms se terminant par « .fr » sont gérés par l'Afnic, l'Association française pour le nommage Internet en coopération (<https://www.afnic.fr/>).

Réponses aux questions :

1. L'intérêt d'utiliser un nom de domaine plutôt qu'une adresse IP permet de retenir plus facilement une adresse de site web.
2. Les deux adresses symboliques renvoient à la même adresse IP. Un même serveur web, identifié par une seule adresse IP, peut donc répondre à plusieurs adresses symboliques.
3. L'adresse symbolique parcoursup.fr est liée à deux adresses IP (sachant que le nombre d'adresses IP peut varier selon la période de l'année). Un site web peut être dupliqué sur plusieurs serveurs web, ce qui permet de répondre aux différents internautes en répartissant la charge. Ici, chaque serveur ne gère que la moitié des internautes désirant consulter le site web de Parcoursup.
4. Cette adresse IP correspond à un serveur DNS appartenant à Google.
5. L'information lue par Nejma sur Instagram est correcte puisque sans serveur DNS, on n'a aucun moyen de récupérer la ou les adresses IP du serveur web que l'on souhaite consulter.
6. Un serveur DNS fait la correspondance entre les noms de domaine et les adresses IP.

Activité 3 p. 44-45 Le téléchargement est-il toujours illégal ?

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

Capacité transversale travaillée :

- Développer une argumentation dans le cadre d'un débat et travailler l'oral.

Cette activité sociétale a pour objectif d'ouvrir la réflexion des élèves sur les modes de consommation illicites de contenus culturels et sur les risques juridiques encourus. Alors que les échanges pair-à-pair ou les sites de streaming illégaux sont très faciles à utiliser gratuitement, il convient de réfléchir à l'impact de ces pratiques sur les artistes, souvent tiraillés entre le besoin de visibilité et la nécessité d'une juste rémunération pour leur travail.

Réponses aux questions du parcours 1 :

1. Outre le streaming en ligne illégal, les échanges pair-à-pair et le téléchargement direct, les pratiques illicites de consommation de biens culturels qui se développent sont les services de cloud, Usenet et les newsgroups, ainsi que les applications de live streaming (doc. B).
2. Si l'on télécharge sans autorisation et sans payer des œuvres protégées par le droit d'auteur, l'Arcom envoie un premier avertissement par mail puis un second par courrier. En cas de récidive, on encourt jusqu'à 1 500 € d'amende (doc. D).
3. Issue de la fusion de deux instances différentes (le CSA et Hadopi), l'Arcom a pour mission de garantir la liberté d'expression et de communication audiovisuelle, de protéger les œuvres audiovisuelles

en luttant contre les offres et pratiques illicites de consommation de biens culturels, tout en encourageant l'essor des offres légales (doc. A).

4. Pour toucher 1 € sur Spotify par exemple, il faut que les contenus de l'artiste soient écoutés 361 fois, ce nombre variant selon les plateformes. C'est Apple Music qui semble être le fournisseur le plus rémunérateur mais ce n'est pas celui qui concentre le plus grand nombre d'abonnés (doc. C).

Éléments de réponse aux questions du parcours 2 :

Sont attendus les éléments suivants au cours du débat :

- définir ce qu'est le **téléchargement illégal**. « Le téléchargement illégal est le fait d'acquérir ou d'accéder via Internet à des œuvres (musique, films...) protégées par des droits d'auteur et sans que soient rémunérés, d'une quelconque façon, les artistes et producteurs. On parle aussi parfois de piratage. » (source : Arcom) ;
- montrer que **le pair-à-pair, le streaming et le téléchargement direct ne sont pas des techniques illégales en elles-mêmes**. « Elles peuvent être utilisées aussi bien pour l'offre légale que pour l'offre illégale. L'internaute doit s'assurer de leur bon usage. Il sera sanctionné uniquement pour l'utilisation de l'offre illégale. » (source : Arcom) ;
- le téléchargement illégal permet aussi à l'artiste de gagner en **visibilité**, de diffuser ses contenus plus largement, de « faire le buzz ». Cela peut faire partie d'une stratégie de communication de sa part, même si c'est illégal. Dans ce cas, engager des poursuites judiciaires ne serait pas cohérent ;
- réfléchir à l'**accessibilité** des contenus de manière légale : les contenus culturels de cet artiste sont-ils accessibles facilement sur les plateformes légales ou au contraire introuvables et seulement disponibles via les canaux illégaux ?
- différencier les contenus soumis ou non aux droits d'auteur : en France, 70 ans après la mort d'un auteur/artiste, son œuvre tombe dans le **domaine public**, on peut alors la consulter gratuitement ;
- comme on l'a vu dans le doc. C, **la rémunération par écoute sur les plateformes de streaming musical est très faible**, il faut un très grand nombre d'écoutes pour gagner réellement de l'argent. Ce système profite donc aux artistes déjà connus, moins aux artistes indépendants ou émergents. Gagner en visibilité via les réseaux sociaux sera pour ces derniers un moyen de se faire connaître du plus grand nombre. Ce n'est pas une pratique illégale dans ce cas-là.

E. Description des exercices

Exercice 1 p. 48 Distribution d'un logiciel gratuit

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

1. Le choix d'un modèle pair-à-pair permet de diminuer la durée de téléchargement, puisque les ordinateurs qui auront téléchargé le logiciel gratuit le mettront à disposition des autres utilisateurs.

2. Au bout d'une semaine, le logiciel sera disponible sur les ordinateurs l'ayant téléchargé, qui rempliront alors le rôle de serveur. Un internaute pourra donc télécharger le logiciel sur le serveur de l'entreprise ou bien sur un ou plusieurs de ces ordinateurs. Par conséquent, le serveur de l'entreprise sera moins sollicité.

Exercice 2 p. 48 Est-ce légal ?

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

- a. légal
- b. légal
- c. illégal
- d. légal
- e. illégal

Exercice 3 p. 48 Écologie

Capacité transversale travaillée :

- Faire un usage responsable et critique des sciences et technologies numériques.

Cet exercice présente un autre exemple d'utilisation légale de réseaux pair-à-pair : le réseau Bitcoin repose sur un principe de confiance collective, car il n'y a pas d'autorité centrale (comme une banque) pour garantir cette confiance.

Cette confiance est donc une propriété intrinsèque du réseau : elle est fournie par la puissance de calcul considérable du réseau, qu'aucune organisation unique ne peut espérer dépasser pour falsifier une transaction.

1. La consommation du minage de bitcoins représente environ 32 % de la consommation de la France en électricité car $\frac{143}{450} \times 100 \approx 32 \%$. La consommation liée à l'utilisation de bitcoins représente presque un tiers de la consommation de la France en électricité, ce qui n'est vraiment pas négligeable !

2. La production d'une centrale nucléaire est de $4 \times 7 = 28$ TWh par an. Comme $\frac{143}{28} \approx 5,1$, plus de 5 centrales tournent donc en permanence pour le minage mondial de bitcoins.

3. Le minage de bitcoins n'est pas écologique puisqu'elle nécessite plus de 5 centrales pour fabriquer l'électricité nécessaire !

Exercice 4 p. 48 Téléchargement de mise à jour

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

Cet exercice a pour objectif de montrer un autre exemple d'utilisation légale de réseaux pair-à-pair.

a. Grâce au modèle pair-à-pair, il n'y a pas de consommation électrique supplémentaire car ce sont les ordinateurs déjà allumés par les internautes qui sont utilisés en serveurs.

b. Comme ce sont les ordinateurs des internautes qui diffusent la mise à jour de Windows, il n'y a plus à fabriquer des millions de DVD.

c. Avec le modèle pair-à-pair, contrairement au modèle client/serveur, il n'y a pas de serveurs obsolètes à recycler. Comme il n'y a plus de DVD, il n'y a pas de recyclage de déchets à assurer.

Exercice 5 p. 48 Calcul de débit

Capacité transversale travaillée :

- Définitions et appels de fonctions.

1. Lors de l'appel de la fonction `debit()`, il faut lui fournir deux arguments qui correspondent au débit maximal et au nombre d'utilisateurs.

2. L'appel `debit(500, 10)` renvoie 50.

3. L'appel `debit(1000, 50)` renvoie 20 donc le débit théorique par client est de 20 Mbit/s.

La correction dans l'éditeur WebPython est disponible à cette adresse :

https://lienbordas.fr/740171_webpython11_MJH.

Exercice 6 p. 48 Bitcoin : une monnaie virtuelle :

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

Le stockage de la *blockchain* est réalisé en pair-à-pair afin d'éviter qu'un seul serveur contrôle et stocke toutes les données relatives aux bitcoins : ainsi, la blockchain ne dépend pas d'une autorité centrale. Tous les participants (appelés nœuds) au réseau Bitcoin détiennent une copie partielle voire complète de la blockchain pour garantir que si un nœud du réseau tombe en panne ou est piraté, les

autres nœuds puissent assurer la continuité et la sécurité. Grâce à son architecture pair-à-pair, le réseau Bitcoin ne peut être ni censuré ni fermé, ce qui permet aux données d'être disponibles en permanence.

Exercice 7 p. 49 Calculs partagés

Capacité travaillée :

- Décrire l'intérêt des réseaux pair-à-pair ainsi que les usages illicites qu'on peut en faire.

Cet exercice présente un autre exemple d'utilisation légale de réseaux pair-à-pair. Il offre l'occasion d'évoquer certains projets de recherche à grand échelle qui utilisent des algorithmes distribués sur un grand nombre d'ordinateurs pour bénéficier d'une très grande puissance de calcul. Par exemple, dans le milieu médical, on peut citer : <https://foldingathome.org/>.

1. Ces plateformes de calcul ont intérêt à utiliser une architecture pair-à-pair car celle-ci leur permet de mobiliser une énorme puissance de calcul à faible coût, de distribuer efficacement les tâches entre des milliers de machines, et d'assurer la continuité du service en cas d'incident. Par ailleurs, cette architecture permet d'impliquer le public dans la recherche scientifique.

2. Rechercher sur le Web.

Exercice 8 p. 49 Quelles sont leurs adresses IP ?

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

1. Le nombre de serveurs web de ces adresses peuvent évoluer avec le temps.

- 2 serveurs web à la date de parution de ce livre.
- 4 serveurs web à la date de parution de ce livre.
- 15 serveurs web à la date de parution de ce livre.
- 18 serveurs web à la date de parution de ce livre.

2. 3 adresses IPv4 et 3 adresses IPv6 à la date de parution de ce livre.

Exercice 9 p. 49 Les serveurs de streaming

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

À la date de parution de ce livre, le service de streaming légal qui a le plus de serveurs web est Netflix. Comme la vidéo est gourmande en données, les services de vidéos en streaming doivent s'appuyer sur un grand nombre de serveurs web pour absorber la charge et éviter tout déni de service.

Exercice 10 p. 49 Un lycée à la page

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

Les réponses à cet exercice dépendent du lycée.

Exercice 11 p. 49 Le site est inaccessible !

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

Le serveur DNS ne trouve pas l'adresse IP correspondante puisque Robin a mal saisi l'adresse symbolique : il manque un « l » à « mille ».

Exercice 12 p. 49 Cybersécurité

Capacité transversale travaillée :

- Faire un usage responsable et critique des sciences et technologies numériques.

1. Google devrait renvoyer dans les premiers résultats de recherche le site web officiel du club de natation.
2. A priori, la tombola n'est pas en lien avec l'activité du club.
3. La redirection pourrait nuire à l'image du club puisque la tombola n'a pas de rapport avec son activité.
4. Il est possible que le serveur DNS ait été piraté pour que l'adresse du site officiel du club renvoie sur la tombola.
5. Lorsqu'il se rend compte de la tromperie, Arthur devrait quitter immédiatement le site de la tombola.
6. Le pirate a provoqué cette redirection afin qu'un maximum de personnes jouent à sa tombola, donc augmente ses revenus.

Exercice 13 p. 49 Les JO en ligne

Capacité travaillée :

- Sur des exemples réels, retrouver une adresse IP à partir d'une adresse symbolique et inversement.

À l'occasion des prochains Jeux olympiques, le site va être soumis à beaucoup d'affluence. La solution qui pourrait être mise en œuvre consisterait à dupliquer le serveur web du site des Jeux olympiques pour répondre aux différents internautes en répartissant la charge et éviter un éventuel déni de service.

F. Bilan du chapitre p. 50

Question	Réponse
1	d. Un ordinateur qui gère des données et les met à disposition des clients.
2	d. Un pirate surcharge un site web avec des demandes de services.
3	c. Fournir des services aux clients.
4	a. Un modèle où les serveurs fournissent des services aux clients.
5	c. Chaque ordinateur joue le rôle de client et de serveur.
6	c. À la fois le rôle de client et de serveur.
7	d. Augmenter le débit de téléchargement des données.
8	b. Il fait correspondre un nom de domaine à une adresse IP.
9	d. Autant que l'on souhaite.
10	d. Autant que l'on souhaite.
11	c. Il nuit à leur rémunération.
12	c. Partager des fichiers avec l'accord des propriétaires.

Des QCM d'auto-évaluation sont disponibles pour un travail en autonomie de l'élève à l'adresse : https://lienbordas.fr/740171_ch02_bilan.