

Thème A Internet

Chapitre 1 À la découverte 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 1 est indépendant des autres chapitres.

A. Le programme

Les capacités exigibles du BO pour ce chapitre sont données ci-dessous. Les autres contenus du thème *Internet* seront traités dans le chapitre 2.

Contenus	Capacités attendues du BO traitées dans le chapitre 1	Activités / Exercices
Indépendance d'Internet par rapport au réseau physique	Caractériser quelques types de réseaux physiques : obsolètes ou actuels, rapides ou lents, filaires ou non.	Activité 1 p. 30 Exercices 1, 2 et 3 p. 36
	Caractériser l'ordre de grandeur du trafic de données sur Internet et son évolution.	Activité 2 p. 31 Exercice 4 p. 36
Protocole TCP/IP : paquets, routage des paquets	Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP.	Activités 3 et 4 p. 32-33 Exercice 6 p. 37
	Caractériser les principes du routage et ses limites.	Activités 3 et 4 p. 32-33 Exercices 7, 8 et 9 p. 37
	Distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle.	Activités 3 et 4 p. 32-33 Exercice 6 p. 37

B. QCM diagnostic p. 28

Ces questions vont instaurer le débat, ou la discussion.

Elles sont destinées à faire une évaluation diagnostic en début du chapitre et sont disponibles sur QCMCam et aux formats PDF, PPT et ODP sur le site web : https://lienbordas.fr/740171_ch01_qcm.

1	<p>Pour se connecter à Internet, une liaison filaire est forcément plus rapide qu'une liaison sans fil.</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Vrai</p> <p>B. Faux (bonne réponse)</p>
2	<p>Plus de $\frac{3}{4}$ du trafic Internet est réservé à la vidéo.</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Vrai (bonne réponse)</p> <p>B. Faux</p>
3	<p>Les ordinateurs, les smartphones, les tablettes ont chacun leur propre protocole de communication pour échanger des données sur Internet.</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Vrai</p> <p>B. Faux (bonne réponse)</p>
4	<p>Pour transiter, les données sur Internet sont découpées en petits morceaux.</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Vrai (bonne réponse)</p> <p>B. Faux</p>
5	<p>Depuis l'an 2000, le débit d'Internet a été multiplié par environ :</p> <p>Réponses :</p> <p>A. 50</p> <p>B. 500</p> <p>C. 5 000 (bonne réponse)</p>
6	<p>Lorsqu'on ne parvient pas à accéder à un site web, le problème vient toujours du site web.</p> <p>Réponses :</p> <p>A. Vrai</p> <p>B. Faux (bonne réponse)</p>

C. Frise historique p. 29

Réponses aux questions :

1. Les universitaires américains ont cherché à relier leurs ordinateurs afin d'échanger facilement et rapidement des données entre les différentes universités.
2. Exemples de protocoles permettant l'échange de messages à distance :

- signaux lumineux envoyés en morse à l'aide de lampes entre différents bâtiments ;
- sons de cloche ou de sifflet ;
- utilisation de la fumée ;
- etc.

3. En 1994, le débit était très faible (56 kbit/s) et il fallait payer à la minute de connexion. Aujourd'hui, les débits sont exprimés en mégabits, voire en gigabits par seconde, et les internautes peuvent rester connectés en permanence en payant un forfait mensuel.

D. Description des activités

Activité 1 p. 30 Quels sont les différents moyens de connexion à Internet ?

Capacité travaillée :

- Caractériser quelques types de réseaux physiques : obsolètes ou actuels, rapides ou lents, filaires ou non.

Le but de cette activité est de partir des connaissances des élèves sur leur réseau local et de s'intéresser aux objets connectés à Internet qu'ils utilisent au quotidien. Elle vise à les faire réfléchir aux différents types de liaisons qu'ils emploient, souvent sans s'en rendre compte.

Dans le cas des réseaux sans fil, la part du débit « brut » utilisée par le réseau peut être importante (gestion des collisions, partage avec les autres protocoles...), si bien que le débit constaté en téléchargement est souvent très inférieur au débit annoncé. De plus, le débit maximal est obtenu dans des conditions optimales (pas d'obstacles, distance limitée...).

La question 5 a pour objectif de faire réfléchir l'élève sur l'utilité du Bluetooth, réseau physique lent mais largement utilisé. Les caractéristiques d'un réseau sont souvent issues d'un compromis entre performance, portée et consommation électrique en fonction de l'utilisation de l'équipement.

Réponses aux questions :

1. a. Le smartphone de Chloé est connecté :

- en Wi-Fi à la box Internet (6) quand elle est chez elle ;
- à la 4G/5G à une antenne GSM (3) lorsqu'elle rentre du lycée sur le chemin du retour.

b. Sa console de jeux peut être connectée en Wi-Fi à un smartphone (7), ou par un câble Ethernet ou en Wi-Fi à une box Internet (8).

c. Lorsque Chloé fait ses devoirs, son ordinateur est connecté :

- par un câble Ethernet ou en Wi-Fi (5) à la box Internet quand elle est chez elle ;
- en Wi-Fi avec son smartphone (4) quand elle est chez une copine.

d. Sa montre peut être connectée en Bluetooth à son smartphone (1), ou à la 4G/5G à une antenne GSM (2) si elle a souscrit à l'abonnement.

2. câble Ethernet : filaire

Wi-Fi : sans fil

4G/5G : sans fil

Bluetooth : sans fil

3. Le réseau physique qui est devenu obsolète aujourd'hui est le modem 56k.

4. Le réseau actuellement utilisé le plus lent est le Bluetooth et le plus rapide est la fibre optique.

a. Le débit du Bluetooth est le plus lent des réseaux physiques actuellement utilisés.

b. Le Bluetooth est utilisé par le fabricant du casque de Chloé, car le débit suffit et il est moins gourmand en énergie.

Activité 2 p. 31 Comment a évolué le trafic de données sur Internet ?

Capacité travaillée :

- Caractériser l'ordre de grandeur du trafic de données sur Internet et son évolution.

Cette activité permet d'aborder l'évolution du trafic de données sur Internet, en l'introduisant avec un principe fondateur d'Internet : sa neutralité. Ce principe fondamental garantit qu'Internet reste un espace « libre », où chacun peut inventer de nouveaux usages, sans restriction. Si ce n'était pas le cas, on pourrait par exemple voir apparaître des forfaits permettant d'accéder seulement à certains sites ou services, ce qui priverait leurs abonnés de leur liberté de choix. On pourrait aussi imaginer que des accords entre fournisseurs d'accès et fournisseurs de contenu interdisent de facto la diffusion de certains médias : par exemple, Orange s'associant avec Disney et bloquant les autres services de *streaming* (Netflix et autres).

Concernant le trafic sur Internet, les élèves sont impressionnés par la part occupée par les vidéos. En comparant la taille des fichiers vidéo aux données échangées en naviguant sur le Web par exemple, ils se rendent compte de la différence de volume. Écouter de la musique ou regarder une vidéo en streaming était impensable il y a 20 ans. Il est également intéressant de souligner que les protocoles de compression vidéo sont devenus beaucoup plus efficaces, ce qui permet de proposer une meilleure qualité de vidéo pour un même débit.

Le doc. B fait prendre conscience aux élèves que les usages d'Internet qu'ils connaissent sont relativement récents. Ils ne réalisent pas forcément qu'il y a eu une explosion de ces usages ces dix dernières années et que l'utilisation des smartphones s'est généralisée.

Les questions 4 et 5 invitent les élèves à réfléchir à l'avenir d'Internet, devenu presque indispensable dans la sphère privée comme dans le monde professionnel. Le trafic va encore augmenter avec la généralisation de la 5G et le développement d'usages toujours plus gourmands en données.

Réponses aux questions :

- La quantité de données transitant sur Internet entre 2017 et 2022 a presque été multipliée par 4.
 - L'activité responsable de la plus grande part du trafic mondial de données est le visionnage de vidéos qui représente environ 75 % du trafic.
- Entre 2009 et 2019, le nombre d'internautes a presque doublé, tout comme le nombre d'acheteurs en ligne. La proportion des Français ayant un smartphone a été multipliée par 7. Le temps passé sur Internet a été multiplié par 3.
- Le temps passé sur Internet a été multiplié par 3 en une décennie car certaines activités sont de plus en plus courantes : la vidéo à la demande, la musique en ligne, le jeu en réseau, le travail à distance, les achats en ligne, les réseaux sociaux...
- Comme les internautes utilisent de plus en plus leur smartphone et que la généralisation de ce débit accru va favoriser l'amélioration et le développement de différents services, on peut imaginer que la quantité de données échangées va continuer à croître très fortement.
- Comme la vidéo représente une grande partie du volume de données transitant sur Internet, les fournisseurs d'accès aimeraient abandonner le principe de neutralité du Net, qui les empêche de traiter différemment les données en fonction de leur nature. Ainsi, ils pourraient donner la priorité aux données liées aux e-mails et à la musique plutôt qu'à la vidéo, créant ainsi un Internet « à différentes vitesses ».
- Si la neutralité du Net était remise en cause, les fournisseurs d'accès pourraient facturer différemment les internautes selon le type de données ou prioriser, bloquer ou encore limiter l'accès à certains sites et applications.
- La remise en question de la neutralité du Net permettrait aux fournisseurs d'accès de facturer plus cher le visionnage de vidéos, ce qui pourrait nous inciter à en regarder moins en ligne.

Activité 3 p. 32 Pourquoi le protocole IP est-il indispensable ?

Capacités travaillées :

- Caractériser les principes du routage et ses limites.
- Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP.
- Distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle.

Cette activité présente le protocole IP, en le simplifiant au minimum afin de traiter les capacités au programme. On parle souvent de « *best effort* » pour le routage IP, ce qui signifie que le réseau va faire de son mieux pour acheminer les paquets mais sans garantie. Cela permet une relative simplicité dans la conception et le fonctionnement des routeurs, ce qui a certainement constitué une des clés du succès d'Internet.

Ce principe s'oppose aux réseaux basés sur des « circuits », où les ressources nécessaires pour la communication sont réservées à l'avance par chaque routeur, comme dans le cas du réseau téléphonique commuté ou de certains réseaux obsolètes (X25, Minitel). Les routeurs sont souvent plus

complexes, et les ressources réservées sous-utilisées : dans le cas du téléphone, les ressources restent réservées, même lorsque personne ne parle. Il ne faut donc pas voir la non-fiabilité comme une faiblesse du réseau mais comme une décision de conception mûrement réfléchie.

Le découpage en « paquets » des données n'est pas naturel pour les élèves, ni le fait qu'un ensemble de paquets n'emprunte pas toujours le même chemin. La question 3 devrait leur faire comprendre l'utilité de ce découpage. L'élève doit aussi avoir compris que la liste des routeurs par lesquels va transiter un paquet n'est pas connue à l'avance : lorsqu'un routeur reçoit un paquet, il décide quel sera le prochain routeur à qui l'envoyer.

Réponses aux questions :

1. Oui, une box Internet contient un routeur.
2. N'importe quels chemins de l'expéditeur au destinataire conviennent.
3. Le paquet contient l'adresse IP source afin de savoir qui l'envoie et l'adresse IP destination afin de savoir à qui il doit être envoyé.
4. Le chemin par lequel transite le paquet n'est pas déterminé à l'avance. Un routeur ne connaît pas la liste de tous les routeurs par lesquels un paquet va passer car ils sont trop nombreux. En fonction de sa table de routage, il détermine à quel prochain routeur transmettre le paquet.
 - a. Voici une proposition de chemin que peut parcourir le paquet pour arriver à destination :
Routeur 1 → Routeur 5 → Routeur 3 → Routeur 4 → Routeur 8
 - b. Il existe plusieurs chemins entre un expéditeur et un destinataire pour pallier les pannes de routeur et remplacer les liens coupés.
6. Non, le protocole IP n'assure pas la fiabilité de transmission, puisque les routeurs peuvent ne pas transmettre des paquets.

Activité 4 p. 33 Qu'apporte le protocole TCP au protocole IP ?

Capacités travaillées :

- Caractériser les principes du routage et ses limites.
- Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP.
- Distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle.

Cette activité propose de faire l'analogie entre l'envoi d'un segment TCP et celui d'une carte postale, afin de faire comprendre aux élèves l'utilité des adresses source et destination du paquet, la taille limitée du contenu et la réexpédition éventuelle.

On parle souvent de « couches » pour parler des protocoles, car on voit bien que les protocoles sont empilés les uns sur les autres : le protocole TCP utilise le protocole IP, qui utilise un réseau physique,

chacun proposant une abstraction des concepts sous-jacents et se concentrant sur son rôle. Le protocole TCP n'est pas meilleur que le protocole IP, car il n'a pas la même fonction.

TCP est un protocole assez simple, mais dont les implications sont complexes. Il est encore sujet de recherches aujourd'hui. Cette activité a pour objectif de traiter uniquement les capacités au programme.

Réponses aux questions :

1. N'importe quels chemins de l'expéditeur au destinataire conviennent. Il suffit d'en tracer quatre différents.
2. a. Les cartes postales ont pris des chemins différents, plus ou moins rapides selon l'encombrement du réseau, le nombre de routeurs traversés et le débit des connexions entre les routeurs.
b. Aurore doit avoir numéroté ses cartes postales.
3. Les parents d'Aurore doivent lui demander de réexpédier sa carte postale 2.
4. Le protocole TCP assure que tous les segments parviennent au destinataire grâce à la numérotation des segments et à la possibilité de demander une réexpédition des paquets manquants.
5. Le protocole TCP assure la fiabilité de la transmission grâce aux fonctionnalités mentionnées dans la réponse à la question précédente.
6. L'ensemble TCP/IP ne peut pas assurer la garantie temporelle, puisqu'on ne peut pas prédire le temps que mettra un segment à arriver à destination à cause des réexpéditions, des chemins différents que peuvent prendre les segments, et de la surcharge éventuelle des routeurs.

E. Description des exercices

Exercice 1 p. 36 Quel réseau physique choisir ?

Capacité travaillée :

- Caractériser quelques types de réseaux physiques : obsolètes ou actuels, rapides ou lents, filaires ou non.

1. Les types de réseaux physiques qui sont compatibles avec le débit de sa connexion sont la 4G et le Wi-Fi.

2. Pour télécharger plus rapidement une vidéo, on peut conseiller à Djibril :

a. la 5G comme réseau physique sans-fil ;

b. la fibre optique comme réseau physique filaire.

3. a. Djibril ne profite pas d'une connexion haut débit car le Wi-Fi limite son débit.

b. Pour qu'il profite de sa connexion haut débit, on peut lui conseiller d'utiliser un câble Ethernet.

Exercice 2 p. 36 Écologie

Capacité transversale travaillée :

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

Lorsque Tana est chez elle, on peut lui conseiller de surfer sur le Web depuis son ordinateur en utilisant le réseau fibre optique qui consomme 10 fois moins d'énergie que le réseau 4G de son smartphone et de se connecter à sa box Internet avec un câble Ethernet.

Pour son smartphone, on peut lui conseiller de se connecter en Wi-Fi à sa box Internet qui est connectée par fibre optique, puisque la consommation moyenne de la fibre optique est 10 fois moins énergivore que le réseau 4G. De plus, elle consommera 23 fois moins de batterie en utilisant le réseau Wi-Fi que la 4G.

Exercice 3 p. 36 Comment a évolué le débit depuis l'an 2000 ?

Capacité travaillée :

- Caractériser quelques types de réseaux physiques : obsolètes ou actuels, rapides ou lents, filaires ou non.

Cet exercice est né d'un constat observé en classe : beaucoup d'élèves pensent qu'Internet a toujours été aussi rapide. Il propose de comparer le temps de téléchargement avant l'an 2000, quand les modems avaient un débit binaire de 56 kbit/s, avec celui d'aujourd'hui. Il fait prendre conscience aux élèves qu'à l'époque, les internautes n'avaient pas la même utilisation d'Internet, surtout à cause du débit. De plus, la connexion Internet passait par la ligne téléphonique, et comme les familles étaient encore peu équipées en téléphones portables, leur domicile était injoignable si quelqu'un du foyer était connecté. Le temps de téléchargement calculé n'était pas celui effectif, puisqu'il fallait pouvoir

redonner accès à la ligne téléphonique, sans parler des problèmes de déconnexion. Cet exercice permet de faire comprendre aux élèves l'évolution des types de réseaux physiques à l'aide d'un exemple concret qui leur parle.

1. Comme 1 octet est composé de 8 bits, 650 Mo correspondent à $650 \times 8 = 5\,200$ Mbit, soit 5 200 000 kbit.

2. Comme 1 Mbit = 1 000 kbit, 5 200 Mbits = 5 200 000 kbits.

Comme $d = \frac{q}{\Delta t}$, on a $\Delta t = \frac{q}{d} = \frac{5\,200\,000}{56} \approx 92\,857,1$ secondes,

soit $\frac{92\,857,1}{3\,600} \approx 25,79$ heures (soit un peu plus de 1 jour, 1 heure et 47 minutes).

3. Comme 650 Mo correspondent à 5 200 Mbits, le temps de téléchargement est de :

$\Delta t = \frac{q}{d} = \frac{5\,200}{300} \approx 17,3$ secondes.

4. Le débit a été multiplié par environ $\frac{300\,000}{56} \approx 5\,357$.

Exercice 4 p. 36 La consommation des vidéos

Capacité travaillée :

- Caractériser l'ordre de grandeur du trafic de données sur Internet et son évolution.

1. Comparaison de la quantité de données échangées par heure entre :

a. le visionnage d'une vidéo en SD et celui d'une vidéo en 4K :

$\frac{7}{0,7} = 10$ donc une vidéo en 4K consomme 10 fois plus de données qu'une vidéo en SD.

b. le visionnage d'une vidéo HD et l'utilisation des réseaux sociaux :

$\frac{3}{0,156} \approx 19,23$ donc le visionnage d'une vidéo HD consomme presque 20 fois plus de données que l'utilisation des réseaux sociaux.

c. l'utilisation des réseaux sociaux et la navigation sur le Web :

$\frac{0,156}{0,020} = 7,8$ donc l'utilisation des réseaux sociaux consomme presque 8 fois plus de données que la navigation sur le Web.

Exercice 5 p. 36 Quel type de variable ?

Capacité transversale travaillée :

- Affectations, variables et séquences en Python.

1. Le type de variable Python qui permet de stocker une adresse IPv4 est une chaîne de caractères donc le type `str`.

2. `IP1 = 12.34.55.62`

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

https://lienbordas.fr/740171_webpython10_EMQ.

Exercice 6 p. 37 En-tête d'un paquet IP

Capacités travaillées :

- Distinguer le rôle des protocoles IP et TCP.
- Distinguer la fiabilité de transmission et l'absence de garantie temporelle.

1. a. Un paquet IP contient les adresses IP source et destination, afin d'indiquer son émetteur et son destinataire, et permettre son routage.

b. Un segment TCP contient le numéro de séquence, afin de s'assurer que tous les segments TCP ont bien été reçus par le destinataire et de permettre éventuellement la retransmission du ou des segments qui ne sont pas arrivés à destination.

2. L'en-tête qui assure la fiabilité de transmission est celle du segment TCP qui permet de demander la retransmission du ou des segments qui ne sont pas parvenus au destinataire.

Exercice 7 p. 37 Cybersécurité

Capacité transversale travaillée :

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

1. Les adresses IP sont visibles même lors de l'utilisation de la version sécurisé HTTPS du protocole HTTP. Sur l'extrait du contenu intercepté, on peut identifier l'adresse IP source `192.168.1.100` et l'adresse destination `93.184.216.34`.

2. Si les adresses IP étaient chiffrées, les routeurs n'auraient pas accès aux adresses IP et ne pourraient pas envoyer le paquet vers le routeur suivant, donc il n'y aurait pas de routage possible.

Exercice 8 p. 37 Combien de paquets sont échangés ?

Capacité travaillée :

- Caractériser les principes du routage et ses limites.

Cet exercice a pour objectif de faire calculer aux élèves la quantité de paquets TCP/IP qui transitent lors du visionnage d'une vidéo de 700 Mo et la quantité de données supplémentaires nécessaire pour la version 6 du protocole IP.

1. Comme 700 Mo représente 700 000 000 octets, on a : $\frac{700\,000\,000}{1\,500 - 20 - 20} \approx 479\,453$ paquets TCP/IP.

Une vidéo de 700 Mo nécessite donc 479 453 paquets TCP/IP.

2. La proportion de la taille des en-têtes rapportée à la taille totale du paquet IPv4 pour un réseau Ethernet vaut : $\frac{20 + 20}{1500} \approx 0,0267$.

3. Pour comparer la proportion des en-têtes entre IPv4 et IPv6, on peut calculer $\frac{40 + 20}{20 + 20} = 1,5$. Donc la version 6 du protocole IP augmente de 50 % la taille des en-têtes par rapport à la version 4.

Exercice 9 p. 37 Le site est inaccessible !

Capacité travaillée :

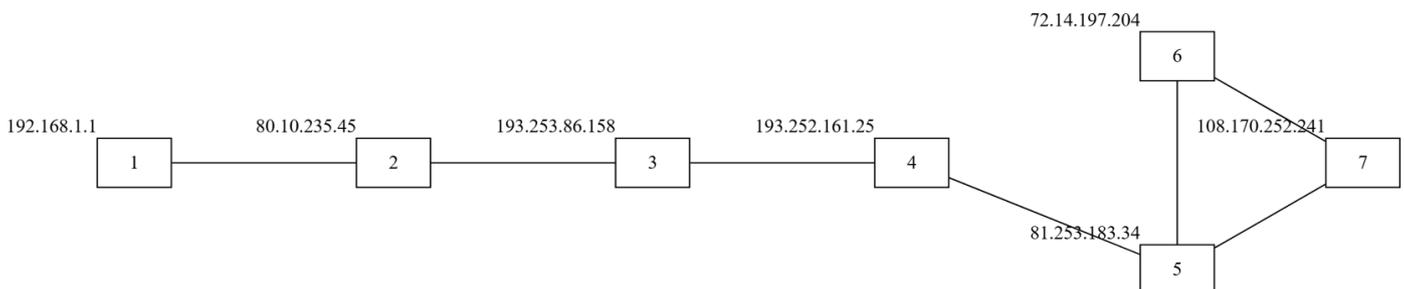
- Caractériser les principes du routage et ses limites.

Cet exercice a pour objectif de montrer à l'élève que pour accéder à un site Internet, il y a un certain nombre de routeurs à traverser et qu'il suffit qu'un seul fonctionne mal pour que Robin ne puisse pas avoir accès à son site préféré. C'est l'occasion de montrer qu'un internaute est très dépendant du réseau.

Pour montrer qu'un paquet non délivré ne continue pas à tourner indéfiniment sur le réseau, nous avons choisi d'introduire le champ TTL. Dans la dernière question, on voit que sans le TTL, le réseau serait ralenti par tous ces paquets qui n'ont pas trouvé leur destination et qui n'ont plus aucune utilité.

1. Le paquet utilise 7 routeurs différents. En effet, si on regarde bien les adresses IPv4 de la capture, on retrouve les cinquième, sixième et septième routeurs à plusieurs reprises dans la liste.

2.



3. Comme on peut le voir sur le schéma précédent, les routeurs **72.14.197.204**, **108.170.252.241** et **81.253.183.34** tournent en boucle et le paquet n'arrive pas à destination.

4. Le navigateur de Robin ne peut afficher le site web puisque sa requête ne parvient pas au serveur web.

5. Non, cela montre qu'il y a un problème sur le réseau. L'ordinateur de Robin n'est pas en cause, c'est un problème de « configuration » des routeurs d'Internet.

6. Lorsque le champ TTL arrive à 0, le routeur détruit alors le paquet (il ne le transmet pas).

7. Cela permet d'éviter que le paquet voyage indéfiniment sur le réseau, comme dans cet exemple.

F. Bilan du chapitre p. 38

Question	Réponse
1	d. Wi-Fi
2	c. Fibre optique
3	b. Scindé en paquets de données de petite taille.
4	c. Afin de remettre les segments dans le bon ordre pour reconstituer les données initiales.
5	d. Les réseaux ne discriminent pas les communications selon leur nature.
6	a. 1 seconde
7	c. Acheminer les données d'un émetteur jusqu'à un destinataire.
8	c. Cela peut nuire à la qualité de la communication.
9	d. Le destinataire demande une réexpédition du paquet perdu.
10	a. Il n'assure pas de garantie temporelle.
11	b. Assurer l'acheminement et la fiabilité de transmission.

Des QCM d'auto-évaluation sont disponibles pour un travail en autonomie de l'élève à l'adresse : https://lienbordas.fr/740171_ch01_bilan.