
Activité 5

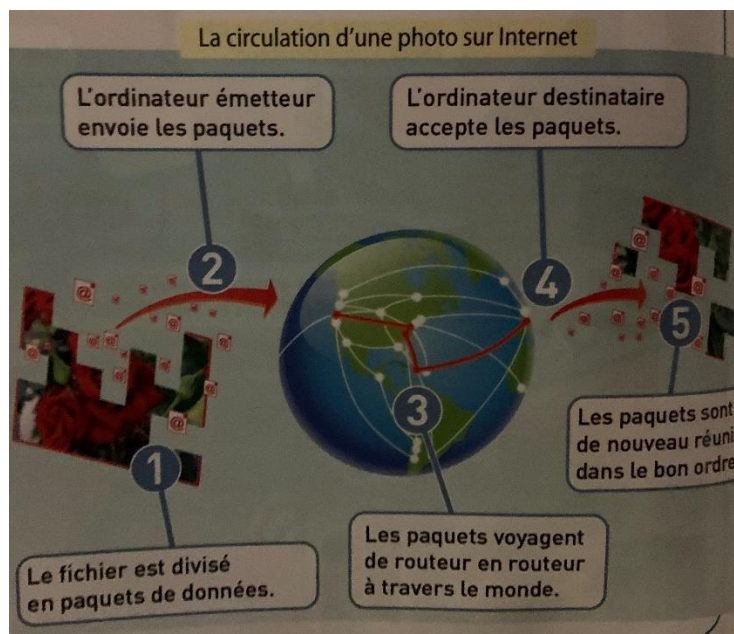
Analyse documentaire

La circulation des données sur Internet

Communiquer sur un réseau social, télécharger de la musique, lire un article : Toutes ces actions nécessitent l'échange de données sur le réseau internet.

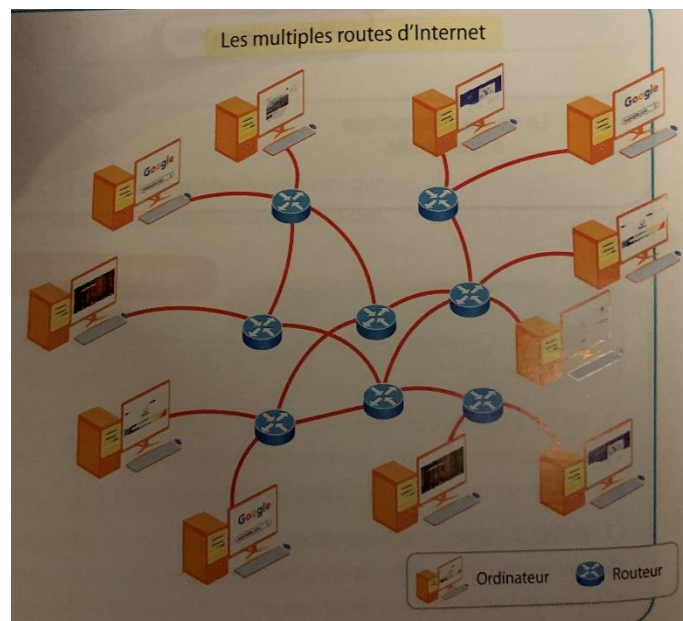
Document 1 : le routage des paquets

Lorsque vous envoyez une image par internet, ses bits ne circulent pas d'un bloc mais sont divisés en **paquets** d'une taille maximale de 1500 octets. Ainsi s'il y a un problème réseau, seuls les paquets perdus sont rechargés. Des machines réparties sur tout le réseau et appelé « **routeur** » s'échangent les paquets. Une box Internet est un routeur échangeant des données entre votre domicile et le reste d'Internet. Ainsi, les principes du routage s'apparentent à ceux du bureau de La poste pour le courrier.



Document 2 : les journées du routage

Sur Internet, il n'y a pas qu'une seule route pour transmettre un paquet d'un ordinateur à un autre. Si un routeur tombe en panne, qu'il reçoit trop de paquets ralentissant les communications sur le réseau, le paquet peut le contourner en prenant un autre chemin. Rien ne garantit qu'un paquet parviendra rapidement à destination. La durée de vie d'un paquet est limitée afin qu'il ne tourne pas éternellement sur un réseau. Elle consiste en un nombre compris entre 1 et 255. À chaque fois qu'un paquet passe par un routeur, ce nombre décroît d'une unité. Lorsqu'il arrive à zéro, le paquet est détruit.



Document 3 : une adresse pour envoyer les paquets

Chaque machine connectée à Internet est identifiée sur le réseau grâce à son adresse IP (Internet Protocole). Les plus simples (IP v4) se composent de 4 nombres compris entre 0 et 255. Il y a donc $256 \times 256 \times 256 \times 256 = 4\,294\,967\,296$ adresses de ce type possibles sur Internet. Elles indiquent aux routeurs où sont les machines sur le réseau pour leur envoyer des paquets. D'autres types d'adresses IP, plus complexes, sont progressivement mises en place afin d'augmenter le nombre d'adresses disponibles (IP v6).

On contacte à l'aide de la commande *ping* une machine située à l'adresse IP 78.109.84.114

Durée de vie des paquets (TTL : Time to Live)

Réponse en envoyant 4 paquets.

```
C:\Users\brice>ping 78.109.84.114

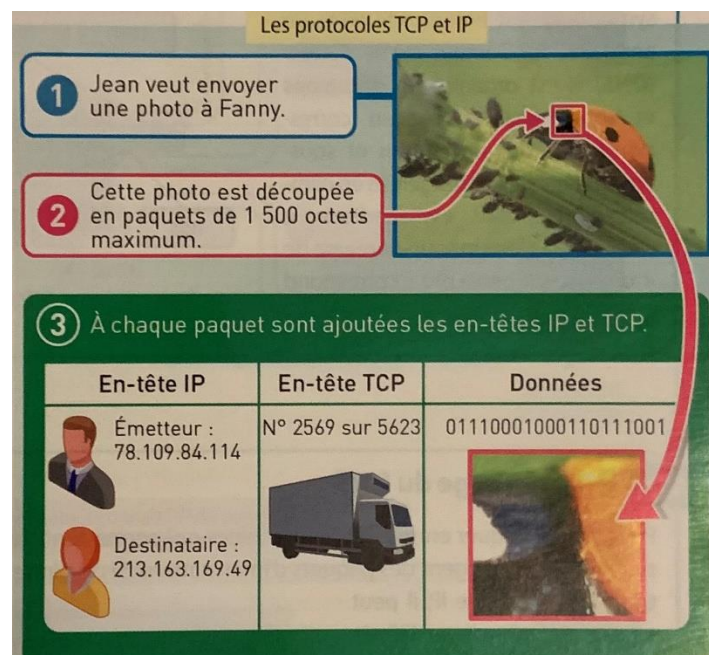
Envoi d'une requête 'Ping' 78.109.84.114 avec 32 octets de données :
Réponse de 78.109.84.114 : octets=32 temps=197 ms TTL=59
Réponse de 78.109.84.114 : octets=32 temps=46 ms TTL=59
Réponse de 78.109.84.114 : octets=32 temps=62 ms TTL=59
Réponse de 78.109.84.114 : octets=32 temps=41 ms TTL=59

Statistiques Ping pour 78.109.84.114:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
    Durée approximative des boucles en millisecondes :
        Minimum = 41ms, Maximum = 197ms, Moyenne = 86ms
```

Document 4 : Le transport des paquets

En plus des données que l'on veut transmettre, un paquet contient également des règles garantissant son acheminement : **des protocoles de communication**. Ces informations sont ajoutées au paquet sous forme de bits supplémentaires, des **en-têtes** :

- Le protocole **IP** ajoute un en-tête contenant les adresses IP des ordinateurs émetteurs et récepteurs du paquet. Ce protocole gère le bon adressage des données ;
- Le protocole **TCP** ajoute un en-tête qui permet entre autres, de numéroté les paquets pour les réassembler dans l'ordre une fois transmis, de s'assurer que les données entre les deux routeurs ne soient pas altérées, etc. Ce protocole gère donc le transport et l'intégrité des données.



Questions

1. Doc 1 : Quel est l'intérêt de la communication par paquet ?
2. Doc 2 : Comment et pourquoi la durée de vie d'un paquet évolue-t-elle au fil du temps ?
3. Doc 3. Que dire du nombre d'adresses IP actuellement disponibles compte tenu du nombre d'habitants sur la planète, soit plus de 7 milliards ?
4. Doc 4. Comment l'intégrité des données est-elle assurée lors de leur acheminement sur Internet ?

Corrections

1. Doc 1 et compléments

La communication par paquet présente plusieurs avantages. Elle est notamment utilisée dans les réseaux informatiques modernes, dont Internet. Voici les principaux intérêts de la communication par paquet :

1. Efficacité de la bande passante

La communication par paquet permet de découper les données en petits morceaux (paquets) qui sont envoyés indépendamment les uns des autres. Cela permet d'utiliser efficacement la bande passante, car plusieurs communications peuvent partager les mêmes ressources réseau.

La **bande passante** désigne la quantité maximale de données qui peut être transmise sur un canal de communication en un certain laps de temps. Elle est souvent exprimée en **bits par seconde** (bps), mais des unités plus grandes comme les **kilobits** (Kbps), **mégabits** (Mbps) ou **gigabits** (Gbps) sont également utilisées, en fonction du volume de données.

2. Résilience et fiabilité

- **Routage dynamique** : Les paquets peuvent être envoyés par des chemins différents en fonction de la congestion ou de l'état du réseau. Si un nœud du réseau ou un chemin est défaillant, les paquets peuvent être automatiquement redirigés.
- **Correction d'erreurs** : Si un paquet est perdu ou corrompu en transit, il peut être renvoyé sans nécessiter la re-transmission de toute la communication, ce qui améliore la fiabilité globale des transmissions.

2. Doc 2 et compléments

La durée de vie d'un paquet, notamment dans le contexte des réseaux informatiques et de l'acheminement des données (comme un paquet IP dans Internet), évolue au fil du temps en raison de plusieurs facteurs liés à des aspects techniques et aux besoins pratiques des systèmes.

Facteurs techniques influençant la durée de vie d'un paquet

Dans les réseaux informatiques, la durée de vie d'un paquet est souvent définie par un champ spécifique appelé *TTL* (Time To Live) dans l'en-tête du paquet. Ce champ indique le nombre de "sauts" (ou étapes) qu'un paquet peut effectuer avant d'être détruit.

- **Évolution de la taille et de la complexité des réseaux** : À mesure que les réseaux grandissent en taille et en complexité, les paquets doivent souvent passer par un nombre croissant de routeurs pour atteindre leur destination. Le champ TTL doit être ajusté pour garantir que les paquets ne sont pas détruits prématurément dans des réseaux plus vastes.
- **Boucles de routage** : Les paquets peuvent parfois tomber dans des boucles de routage (lorsqu'un paquet circule en rond entre plusieurs routeurs). Le TTL empêche qu'un paquet reste indéfiniment piégé dans ces boucles, car il est décrémenté à chaque saut. Une fois que le TTL atteint zéro, le paquet est détruit, protégeant ainsi le réseau contre une saturation due à des paquets bloqués.

3. Doc 3 et compléments

Le nombre d'adresses IP disponibles et la croissance de la population mondiale (plus de 7 milliards d'habitants) sont des sujets de grande importance dans le domaine des réseaux informatiques, surtout en ce qui concerne la transition de l'IPv4 à l'IPv6.

L'IPv4, la première version largement adoptée du protocole Internet, utilise des adresses de 32 bits, ce qui permet un maximum de **4,3 milliards d'adresses uniques** (2^{32} adresses). Ce chiffre est déjà bien inférieur au nombre d'habitants de la planète, qui dépasse les 7 milliards.

IPv6 : La Solution à Long Terme

Pour répondre à la croissance exponentielle de la demande d'adresses IP, le protocole **IPv6** a été développé. Il utilise des adresses de **128 bits**, ce qui permet environ **340 sextillions d'adresses uniques** (soit environ $3,4 \times 10^{38}$ adresses). Ce nombre est astronomiquement supérieur au nombre d'appareils actuels ou futurs sur Terre, rendant improbable toute pénurie d'adresses IPv6 dans un futur prévisible.

Pour donner une perspective :

- Même si chaque habitant de la planète possédait des milliards d'appareils connectés, l'IPv6 fournirait encore plus d'adresses qu'il n'en faudrait.
- IPv6 a été conçu non seulement pour répondre aux besoins des individus, mais aussi pour gérer les réseaux massivement interconnectés de l'**Internet des objets (IoT)**, où chaque appareil ou capteur pourrait avoir sa propre adresse IP unique.

Dans IPv6, le nom de l'adresse est représenté par huit chiffres hexadécimaux composés de chiffres (0-9) et de lettres (A-F), chacun représentant quatre bits, séparés par des deux-points :

- `2600:1400:d:5a3::3bd4`

4. Doc 4 et compléments

Les protocoles **IP** (Internet Protocol) et **TCP** (Transmission Control Protocol) jouent des rôles complémentaires mais distincts dans la transmission des données sur les réseaux.

L'**Internet Protocol (IP)** est principalement responsable de l'acheminement des paquets de données d'un point A à un point B sur un réseau. Cependant, il ne garantit pas l'intégrité des données.

Rôle de TCP dans l'intégrité des données

Le **Transmission Control Protocol (TCP)** est un protocole qui travaille sur l'intégrité des données de manière beaucoup plus fiable que l'IP.

Voici les principaux mécanismes de TCP pour garantir l'intégrité des données :

1. **Numérotation des segments** : TCP numérote chaque segment de données envoyé. À la réception, TCP peut réassembler les segments dans le bon ordre, même s'ils sont arrivés de manière désordonnée.
2. **Accusés de réception** : Le récepteur envoie des accusés de réception pour les segments reçus correctement. Si un segment n'est pas accusé de réception, il est considéré comme perdu et sera retransmis.

Ainsi, **IP** gère le transport des paquets d'un point à un autre, tandis que **TCP** assure que les données arrivent intactes et dans le bon ordre.