

Rôle de la couche réseau

Dr. ANOH UVC I 2017

Table des matières



I - Objectifs	3
II - Introduction	4
III - Couche réseau	5
1. Les processus de base de la couche réseau	5
2. Paquet IP	7
3. Exercice	10
IV - Routage	11
1. Passerelle	11
2. Table de routage	12
V - Solutions des exercices	13



Objectifs

A la fin de cette leçon, vous serez capable de :

- Connaître les caractéristiques des protocoles de la couche réseau
- Connaître le rôle d'une passerelle
- Distinguer les informations stockées dans une table de routage

Introduction



Les protocoles de la couche réseau du modèle OSI spécifient l'adressage et les processus qui permettent aux données de la couche transport d'être encapsulées et transportées. L'encapsulation de couche réseau permet aux données d'être transférées vers une destination au sein d'un réseau (ou sur un autre réseau) avec une surcharge minimale.



Couche réseau



Objectifs

A la fin de cette section, vous serez capable de :

- Connaître les caractéristiques des protocoles de la couche réseau

La couche réseau, ou couche 3 du modèle OSI, fournit des services permettant aux périphériques finaux d'échanger des données sur le réseau.

1. Les processus de base de la couche réseau

1. Les processus de base

Pour effectuer le transport d'information de bout en bout, la couche réseau utilise quatre processus de base :

- L'adressage des périphériques finaux : une adresse IP unique doit être configurée sur les périphériques finaux pour les identifier sur le réseau.
- L'encapsulation : la couche réseau encapsule l'unité de données de protocole de la couche transport dans un paquet. Le processus d'encapsulation ajoute des informations d'en-tête IP, telles que l'adresse IP des hôtes source (expéditeurs) et de destination (destinataires).
- Le routage : la couche réseau fournit des services permettant de diriger les paquets vers un hôte de destination sur un autre réseau. Pour voyager vers d'autres réseaux, le paquet doit être traité par un routeur. Le rôle du routeur est de sélectionner le meilleur chemin et de diriger les paquets vers l'hôte de destination. Ce processus est appelé le routage.
- La désencapsulation : lorsque le paquet arrive au niveau de la couche réseau de l'hôte de destination, l'hôte vérifie l'en-tête IP du paquet. Si l'adresse IP de destination dans l'en-tête correspond à l'adresse IP de l'hôte qui effectue la vérification, l'en-tête IP est supprimé du paquet

2. Protocoles de la couche réseau

Il existe plusieurs protocoles de couche réseau. Toutefois, comme illustré sur la figure 1, il n'existe que deux protocoles de couche réseau qui sont généralement mis en œuvre :

- Protocole IP version 4 (IPv4)
- Protocole IP version 6 (IPv6)



Remarque

les anciens protocoles de couche réseau ne sont pas représentés sur la figure et ne sont pas abordés dans ce cours.

2.1. Caractéristiques du protocole IP

Les principales caractéristiques du protocole IP sont :

- Sans connexion :
- Acheminement au mieux
- Indépendant aux supports

2.2. IP sans connexion

Le protocole IP est sans connexion, ce qui signifie qu'aucune connexion de bout en bout dédiée n'est créée avant l'envoi des données. Comme le montre la figure 3, l'envoi d'une lettre sans que le destinataire en soit averti illustre bien la communication sans connexion.

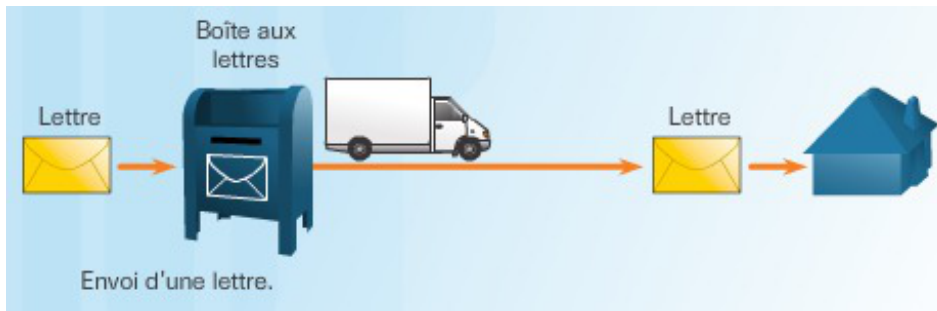


Figure 1 : Principe IP sans connexion

Dans le cadre d'une communication sans connexion,

L'expéditeur ignore :

- Si le destinataire est présent.
- Si la lettre est arrivée.
- Si le destinataire peut lire la lettre.

Le destinataire ignore :

- Quand elle va arriver

2.3. IP – Acheminement au mieux

L'acheminement non fiable ou « au mieux » qui caractérise le protocole IP ne garantit pas que tous les paquets acheminés soient effectivement reçus.

Le terme « non fiable » signifie que le protocole IP n'a pas la capacité de gérer, ni de récupérer, les paquets endommagés ou non remis.

2.4. IP indépendante vis-à-vis des supports

Le protocole IP fonctionne indépendamment des supports acheminant les données dans les couches inférieures de la pile de protocoles. Comme l'illustre la figure 2, les paquets IP peuvent être communiqués sous forme de signaux électriques sur un câble en cuivre, sous forme de signaux optiques sur un câble à fibre optique ou sous forme de signaux radio par la technologie sans fil.

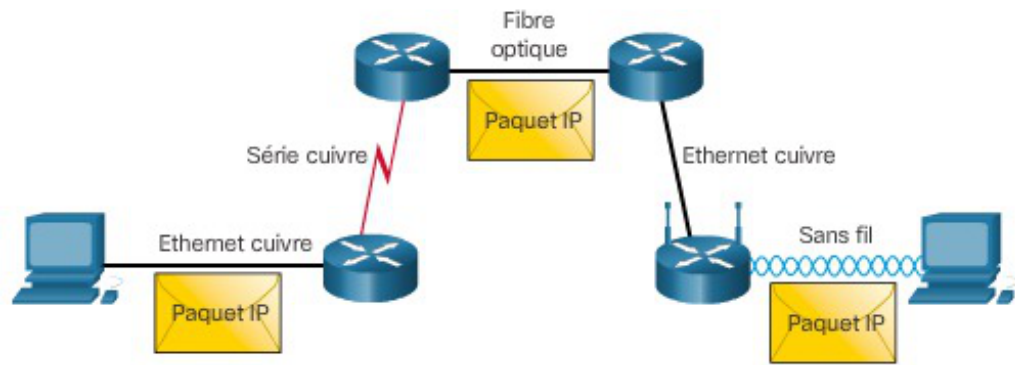


Figure 2 : IP et supports réseaux

2. Paquet IP

3. En-tête de paquet IPv4

Un en-tête de paquet IPv4 est constitué de champs contenant des informations importantes sur le paquet. Ces champs contiennent des nombres binaires, examinés par le processus de couche 3. Les valeurs binaires de chaque champ indiquent divers paramètres du paquet IP. Les schémas d'en-tête de protocole, lisibles de gauche à droite et de haut en bas, fournissent une référence visuelle des champs de protocole. Le schéma d'en-tête de protocole IP présenté dans cette figure 3 identifie les champs d'un un paquet IPv4.

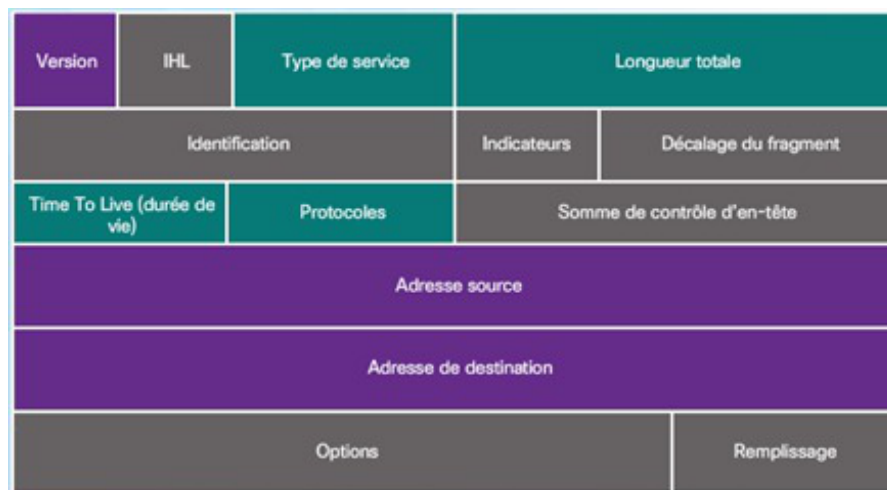


Figure 2 : En-tête IPv4

3.1. Les champs importants de l'en-tête IPv4

Les champs importants de l'entête IPv4 sont les suivants :

- **Version** : ce champ contient une valeur binaire de 4 bits définie sur 0100 indiquant qu'il s'agit d'un paquet IP version 4.
- **Services différenciés ou DiffServ (DS)** : anciennement appelé champ de type de service, le champ Services différenciés est un champ de 8 bits utilisé pour définir la priorité de chaque paquet. Les six bits de poids fort du champ DiffServ sont représentés par le marquage DSCP (Differentiated Services Code Point) et les deux derniers bits sont des bits ECN (Explicit Congestion Notification).
- **Time-to-live (durée de vie, TTL)** : ce champ contient une valeur binaire de 8 bits utilisée pour limiter la durée de vie d'un paquet. L'expéditeur du paquet définit la valeur TTL initiale et celle-ci diminue d'un point chaque fois que le paquet est traité par un routeur. Si la valeur du champ TTL arrive à zéro, le routeur rejette le paquet et envoie un message de dépassement du

délai ICMP (Internet Control Message Protocol) à l'adresse IP source.

- Le champ Protocole est utilisé pour identifier le protocole dont les données sont encapsulées dans le paquet. Cette valeur binaire de 8 bits indique le type de données utiles transportées par le paquet, ce qui permet à la couche réseau de transmettre les données au protocole de couche supérieure approprié. Les valeurs les plus courantes sont notamment ICMP (1), TCP (6) et UDP (17).
- Adresse IP source : ce champ contient une valeur binaire de 32 bits, qui représente l'adresse IP source du paquet. L'adresse IPv4 source est toujours une adresse de monodiffusion.
- Adresse IP de destination : ce champ contient une valeur binaire de 32 bits qui représente l'adresse IP de destination du paquet. L'adresse IPv4 de destination est une adresse de monodiffusion, de diffusion ou de multidiffusion.

3.2. Limites du protocole IPv4

Au fil des années, l'IPv4 a été mis à jour afin de relever de nouveaux défis. Cependant, malgré ces modifications, l'IPv4 présente toujours trois problèmes majeurs :

- La pénurie d'adresses IP
- La croissance de la table de routage Internet
- Le manque de connectivité de bout en bout

4. Paquet IPv6

Au début des années 90, l'Internet Engineering Task Force (IETF) a commencé à se soucier de ces problèmes liés à l'IPv4 et à chercher une alternative. Cela a conduit au développement de la version 6 du protocole IP (IPv6). L'IPv6 supprime les limites de l'IPv4 et améliore le protocole de façon efficace, grâce à des fonctionnalités qui correspondent mieux aux exigences actuelles et futures des réseaux.

4.1. Présentation de l'IPv6

Voici les améliorations apportées par l'IPv6 :

- Espace d'adressage plus important : les adresses IPv6 sont basées sur un adressage hiérarchique 128 bits (au lieu de 32 bits pour l'IPv4).
- Traitement plus efficace des paquets : l'en-tête IPv6 a été simplifié et comporte moins de champs.
- Traduction d'adresses réseau inutile : grâce au grand nombre d'adresses publiques IPv6, la technologie NAT n'est plus nécessaire entre une adresse privée et publique. Cela évite certains des problèmes rencontrés par les applications nécessitant une connectivité de bout en bout.

L'espace d'adressage IPv4 de 32 bits fournit environ 4 294 967 296 adresses uniques. L'espace d'adressage IPv6 fournit

340 282 366 920 938 463 374 607 431 768 211 456 adresses, soit 340 undécillions d'adresses, ce qui correspond à peu près au nombre de grains de sable sur Terre.

L'une des principales améliorations de conception de l'IPv6 par rapport à l'IPv4 est l'en-tête simplifié.

4.2. En-tête IPv6

L'une des principales améliorations de conception de l'IPv6 par rapport à l'IPv4 est l'en-tête simplifié, constitué de 40 octets

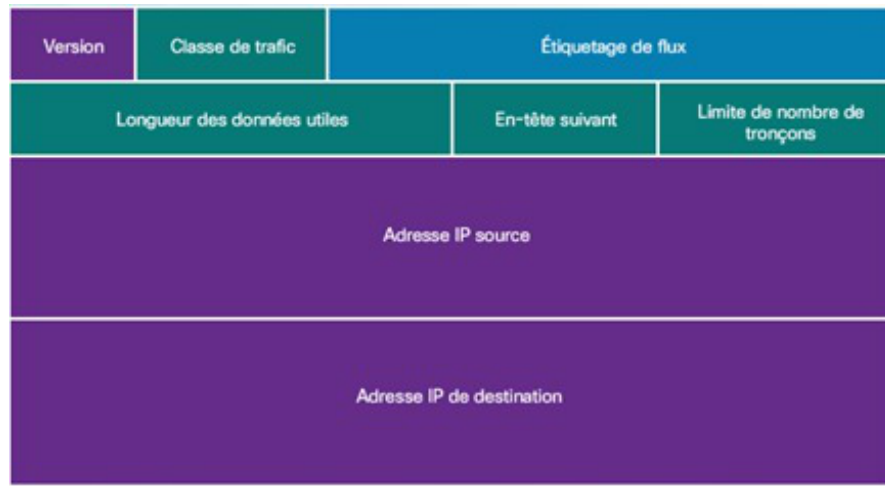


Figure 3 : En-tête IPv6

3. Exercice

[Solution n°1 p 13]

Exercice : Exercice 1

1. L'en-tête d'un paquet IPv4 est représenté sur

- ☐ 12 octets
- ☐ 32 octets
- ☐ 20 octets
- ☐ 64 octets

Exercice : Exercice 2

L'en-tête d'un paquet IPv6 est représenté sur

- ☐ 40 octets
- ☐ 32 octets
- ☐ 48 octets

Exercice : Exercice 3

Les principales caractéristiques du protocole IP sont :

- ☐ Transmission au mieux
- ☐ Transmission avec qualité de service
- ☐ sans connexion de bout en bout
- ☐ Indépendant au support de transmission

Exercice : Exercice 4

Une adresse IPv4 est représentée sur

- ☐ 16 octets
- ☐ 4 octets
- ☐ 32 octets

Exercice : Exercice 5

Une adresse IPv6 est représentée sur

- ☐ 64 octets
- ☐ 128 octets
- ☐ 16 octets

* *

*

Cette section a permis de présenter le rôle de la couche réseau et les principaux protocoles de cette couche avec leurs caractéristiques. Les en-têtes des paquets IPv4 et IPv6 ont été présentés.

Routage

Objectifs

A la fin de cette section, vous serez capable de :

- Connaître le rôle d'une passerelle ;
- Distinguer les informations stockées dans une table de routage ;

Un élément essentiel de la transmission à distance est la passerelle. Dans un réseau local, elle représente la porte de sortie pour tous les périphériques du réseau. C'est aussi un élément essentiel dans le processus du routage.

1. Passerelle

1. Passerelle par défaut

La passerelle par défaut correspond au périphérique réseau capable d'acheminer le trafic vers d'autres réseaux. C'est le routeur qui peut acheminer le trafic en dehors du réseau local.

Si l'on fait une analogie entre un réseau et une chambre, alors la passerelle par défaut est comme une porte. Si vous voulez aller dans une autre chambre, ou un autre réseau, vous devez trouver la porte de sortie.

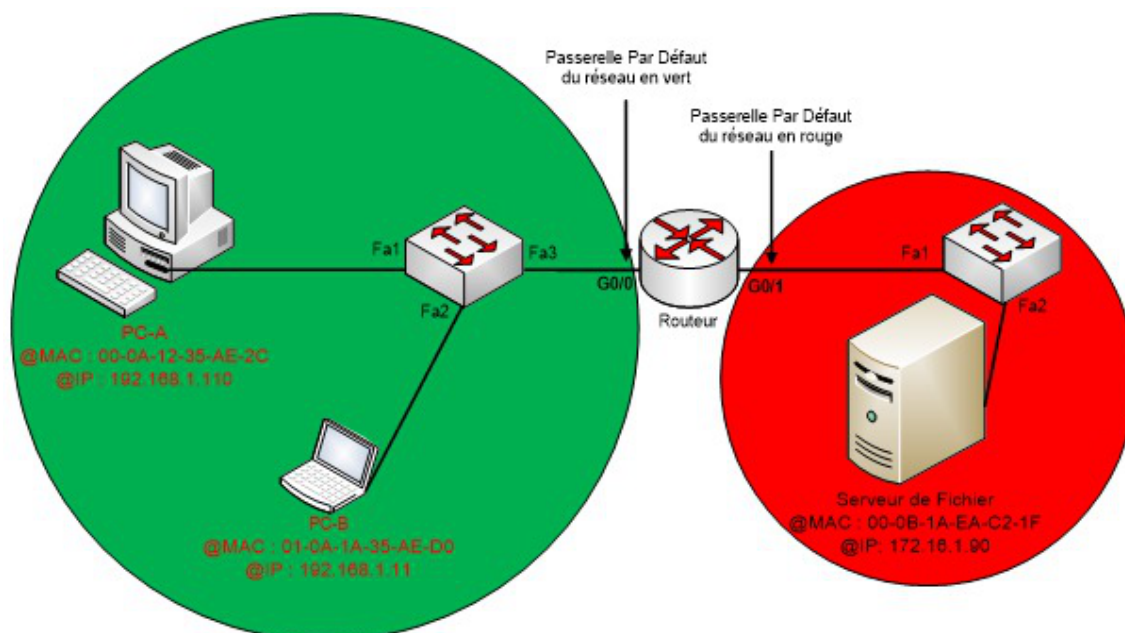


Figure 1 : Passerelle par défaut

2. Fonctions de la passerelle par défaut

Une passerelle par défaut...

- Achemine le trafic vers d'autres réseaux
- Possède une adresse IP locale située dans la même plage d'adresses que les autres hôtes du réseau
- Peut recevoir des données et en transmettre

2. Table de routage

1. Table de routage des hôtes

Sur un hôte Windows, les commandes `route print` ou `netstat -r` permettent d'afficher la table de routage de l'hôte.

Trois sections liées aux connexions réseau TCP/IP actuelles s'affichent :

- Interface List (liste des interfaces) : répertorie les adresses MAC et les numéros d'interface attribués à chaque interface réseau de l'hôte, notamment les adaptateurs Ethernet, Wi-Fi et Bluetooth.
- IPv4 Route Table (table de routage IPv4) : répertorie toutes les routes IPv4 connues, y compris les connexions directes, le réseau local et les routes locales par défaut.
- IPv6 Route Table (table de routage IPv6) : répertorie toutes les routes IPv6 connues, y compris les connexions directes, le réseau local et les routes locales par défaut.

2. Informations stockées dans une table de routage

La table de routage d'un routeur peut stocker des informations concernant :

- Les routes directement connectées : ces routes proviennent des interfaces actives du routeur. Les routeurs ajoutent une route connectée directement lorsqu'une interface est configurée avec une adresse IP et qu'elle est activée. Chacune des interfaces du routeur est connectée à un segment de réseau différent.
- Routes distantes : ces routes correspondent aux réseaux distants connectés à d'autres routeurs. Les routes vers ces réseaux peuvent être configurées manuellement sur le routeur local par l'administrateur réseau ou être configurées de manière dynamique en permettant au routeur local d'échanger des informations de routage avec d'autres routeurs à l'aide d'un protocole de routage dynamique.
- Route par défaut : comme les hôtes, les routeurs utilisent une route par défaut en dernier recours s'il n'existe aucune autre route jusqu'au réseau souhaité dans la table de routage.

Solutions des exercices

> Solution n°1

Exercice p. 10

Exercice 1

- ☐ 12 octets
- ☐ 32 octets
- ☒ 20 octets
- ☐ 64 octets

Exercice 2

- ☒ 40 octets
- ☐ 32 octets
- ☐ 48 octets

Exercice 3

- ☒ Transmission au mieux
- ☐ Transmission avec qualité de service
- ☒ sans connexion de bout en bout
- ☒ Indépendant au support de transmission

Exercice 4

- ☐ 16 octets
- ☒ 4 octets
- ☐ 32 octets

Exercice 5

- ☐ 64 octets
- ☐ 128 octets
- ☒ 16 octets