

---

## Prérequis

---

Une compréhension des chapitres précédents est nécessaire pour aborder celui-ci.

---

## Objectifs

---

Ce chapitre propose une introduction à la couche 3 du modèle OSI et aux deux protocoles majeurs opérant à ce niveau, IPv4 et IPv6.

IPv6 est présenté plus en détail aux chapitres IPv4 : adressage et subnetting et IPv6.

Les routeurs de la gamme Cisco sont également présentés et les opérations de démarrage d'un routeur sont décrites.

À l'issue de ce chapitre, vous serez capable :

- De décrire les fonctions de la couche 3.
- De décrire l'en-tête d'un paquet IPv4.
- De décrire l'en-tête d'un paquet IPv6.
- De comprendre le placement des différents types de routeurs Cisco.
- De démarrer un routeur Cisco et configurer son comportement au démarrage.

## A. Les fonctions de la couche Réseau

Deux protocoles opèrent au sein de la couche Réseau : il s'agit d'IPv4 et d'IPv6.

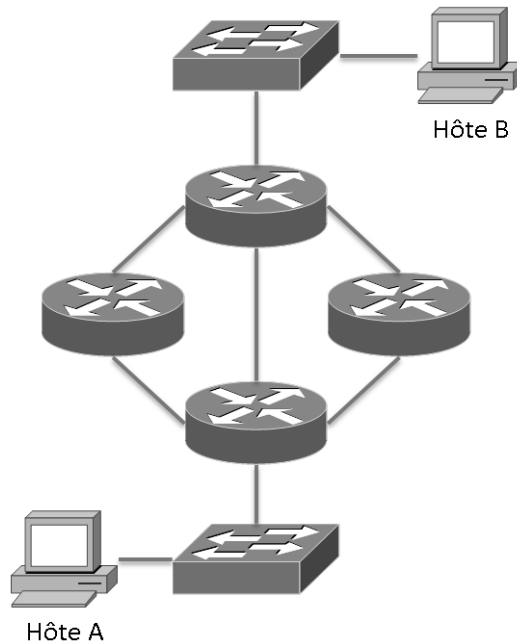
Les protocoles qui opèrent la couche Réseau ont pour objectif de fournir les services de cette couche. C'est-à-dire remplir un certain nombre de fonctions nécessaires à la communication interréseau.

D'un point de vue général, les services fournis sont les suivants :

- L'adressage logique.
- Le routage.

Comme les autres couches, la couche Réseau a besoin d'ajouter de l'information aux données existantes afin de pouvoir remplir ces fonctions. Le PDU qui résulte de l'ajout des informations de cette couche est un PDU de niveau 3 aussi appelé paquet. C'est donc sur cette couche que l'on trouve les paquets IPv4 et IPv6.

Pour expliquer les fonctions de cette couche, nous allons utiliser un scénario où un hôte A souhaite communiquer avec un hôte B. Les deux hôtes ne sont pas situés dans les mêmes réseaux de niveau 2 et sont donc forcés de faire appel aux services de la couche 3.



*L'hôte A souhaite joindre l'hôte B*

## 1. L'adressage logique

Une des fonctions principales de la couche Réseau est l'adressage logique. Ici l'adjectif logique doit se comprendre en opposition à l'adressage physique de la couche inférieure, la couche Liaison de données.

L'adressage logique de la couche Réseau est logique dans le sens où il est décidé par l'administrateur du réseau concerné (ou du moins par l'organisation qui gère le réseau) et il est susceptible de changer. À l'inverse, une adresse MAC ne change pas même si elle est déplacée d'un réseau à un autre.

L'adressage logique utilisé en couche 3 doit permettre d'identifier deux éléments :

- Le préfixe réseau : c'est-à-dire le réseau auquel appartient la machine.
- L'identifiant de la machine : c'est-à-dire le numéro d'identification de la machine elle-même.

Le réseau auquel appartient la machine définit le domaine de Broadcast auquel la machine appartient, ou plus précisément la carte réseau de la machine. En effet, un équipement peut appartenir à plusieurs réseaux s'il dispose de plusieurs interfaces physiques ou de plusieurs interfaces logiques (c'est généralement le cas pour un routeur).

Comme vu précédemment, le protocole ARP permet de créer dynamiquement une table de correspondance entre les adresses MAC (couche 2) et les adresses IPv4 (couche 3). Cette table de correspondance est utilisée par l'hôte pour déterminer à quelle adresse MAC envoyer des données pour une adresse IPv4 renseignée par l'utilisateur ou par un logiciel.

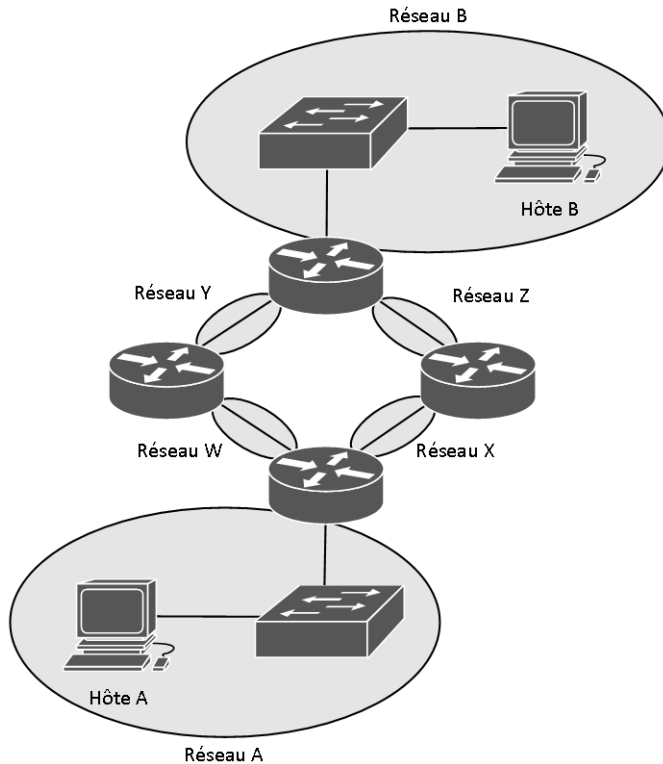
Résumons les éléments actuellement connus.

L'hôte A et l'hôte B disposent donc de trois éléments d'identification :

- L'adresse MAC qui est l'adresse physique de sa carte réseau, aussi appelée adresse de couche 2.
- L'adresse IPv4 qui est l'adresse logique de sa carte réseau, aussi appelée adresse de couche 3.  
Cette dernière comporte :
  - L'identifiant du réseau.
  - L'identifiant de la machine.

Les équipements de niveau 3, les routeurs, doivent également être identifiés par ces trois éléments. D'ailleurs n'importe quel équipement qui a la possibilité et qui désire évoluer au niveau 3 de la couche OSI doit disposer de ces éléments.

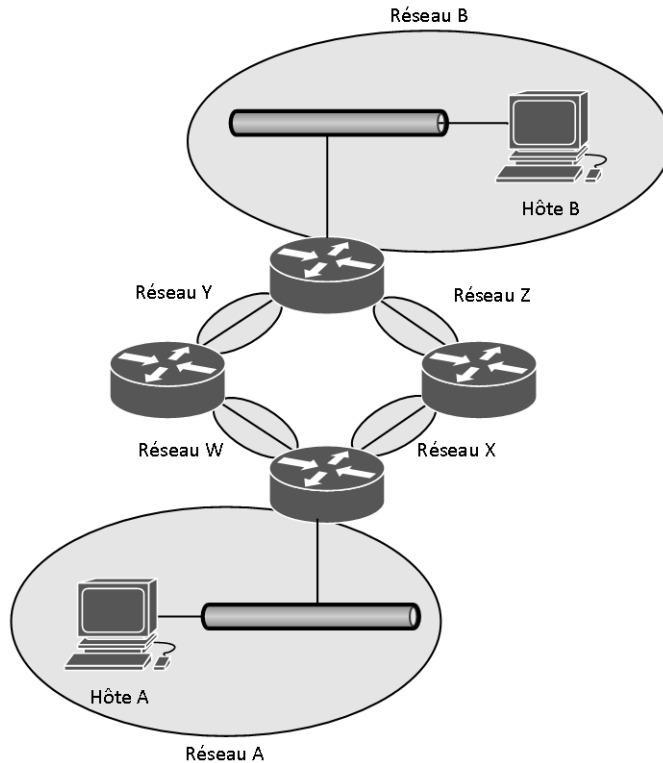
Il est possible de représenter notre réseau de la manière suivante :



*Les interconnexions du réseau physique*

Cette représentation est plutôt axée sur l'organisation physique du réseau. On peut y voir six domaines de Broadcast et l'interconnexion entre les routeurs est une topologie dite point à point.

Ce genre de représentation n'étant pas très pratique lorsqu'on désire uniquement représenter les réseaux de niveau 3, le diagramme suivant est généralement utilisé :



*Les interconnexions du réseau logique*

Les prochaines sections sont dédiées au fonctionnement des deux protocoles qui sont aujourd'hui les deux protocoles dominants qui exercent la fonction d'adressage logique : IPv4 et IPv6.

## 2. Les caractéristiques du protocole IP

Ainsi, qu'il s'agisse de l'un ou l'autre de ces protocoles, ils ont tous deux les mêmes caractéristiques de base :

- Connectionless (c'est-à-dire sans connexion)

Il n'y a pas d'établissement de connexion entre la source et le destinataire avant d'envoyer les paquets. Cela signifie donc que l'information n'arrive à destination que si la station destinataire existe, qu'elle est en mesure de lire l'information mais aussi que le chemin est disponible. La station destinataire n'est pas informée préalablement de l'arrivée de l'information. Ce type de fonction est géré par les couches supérieures (voir le chapitre La couche Transport).

- Best Effort ("unreliable", non fiable)

Il n'existe aucune garantie que les paquets soient correctement remis au destinataire. En effet, la machine émettrice ne reçoit pas d'information indiquant si l'échange a été concluant ou non. En conséquence, les paquets peuvent arriver en retard, dans le désordre, corrompus ou ne jamais arriver à destination. Un paquet corrompu n'est pas lisible par la machine de destination et les paquets qui arrivent dans le désordre ou en retard posent des problèmes sur les communications dites temps réel. Comme pour la gestion des connexions, ces fonctions peuvent être prises en charge par les couches supérieures.

- Media Independent

Qu'il s'agisse d'un média cuivre, optique ou de n'importe quel autre support, le protocole est fonctionnel car il ne dépend pas des caractéristiques physiques du support. L'accès au support est rendu transparent par la couche inférieure, LLC.

La seule caractéristique à considérer est la taille du paquet. En effet si la taille totale attendue du paquet est plus petite que celle du paquet envoyé, le réseau doit découper le paquet en plusieurs parties. Ce procédé est appelé la fragmentation, et la taille attendue du paquet, MTU.

### 3. Le routage

La définition du routage est simple : il s'agit de définir par quels équipements intermédiaires de niveau 3 les paquets doivent passer pour atteindre le réseau destinataire.

Précédemment, il a été expliqué comment se déroulent les opérations dites de switching, lorsque les deux hôtes se trouvent dans le même réseau, que l'on peut aussi qualifier de domaine de Broadcast.

Chaque hôte d'un réseau donné est identifié par son adresse de niveau 2 (l'adresse MAC pour Ethernet) et les opérations de switching sont effectuées par les équipements de niveau 2, qui ne sont capables que de lire les informations de la couche Liaison de données.

Voyons à présent l'exemple suivant où l'hôte A souhaite communiquer avec l'hôte B.

L'hôte A pourrait communiquer directement avec n'importe quel équipement qui se situe dans le même réseau de niveau 2 (même domaine de Broadcast) que lui et les équipements de niveau 2 seraient alors parfaitement capables d'acheminer les informations.

Mais dans notre scénario, l'hôte A et l'hôte B ne sont pas dans le même réseau de niveau 2 et ils ne peuvent donc pas directement apprendre leurs adresses de niveau 2 respectives. De plus, il existe plusieurs chemins utilisables pour que le réseau où se situe A puisse rejoindre le réseau où se situe B.

L'hôte A doit donc utiliser un équipement intermédiaire de niveau 3 pour sortir de son domaine de Broadcast et les équipements intermédiaires de niveau 3 qui sont présents tout au long du chemin doivent choisir comment rejoindre le réseau IP.

#### a. La table de routage

Une table de routage est une table qui permet au routeur ou au switch de niveau 3 de prendre les décisions de routage. Cette table est constituée des préfixes de destination IP dont l'équipement a connaissance ainsi que de la manière de rejoindre ces destinations qui est formulée soit sous la forme d'une adresse IP dite de next-hop, c'est-à-dire le prochain équipement où envoyer le paquet, soit sous la forme d'une interface que le routeur utilisera pour envoyer les paquets.

Il est également possible de trouver les deux informations à la fois, il faut alors qu'elles soient cohérentes.

## b. La passerelle par défaut

Une notion importante est la notion de passerelle par défaut. Dans le scénario précédent, l'hôte A ou l'hôte B n'ont qu'une seule manière de quitter leur domaine de Broadcast : contacter le routeur qui fait la démarcation entre leur domaine de Broadcast et le suivant.

Ce routeur doit disposer d'une adresse dans le domaine de Broadcast concerné afin d'être joignable pour les hôtes qui le composent.

Lorsqu'un hôte détermine que la station de destination avec laquelle il souhaite communiquer est en dehors de son domaine de Broadcast, il doit envoyer ses paquets à ce routeur, c'est-à-dire à l'adresse IP qui identifie ce routeur sur son domaine de Broadcast.

Ce routeur est dénommé passerelle par défaut car c'est à lui que la station s'adresse pour rejoindre les réseaux pour lesquels elle ne possède pas de routes spécifiques. La majorité des stations finales ne maintenant pas de table de routage, elles ne disposent que d'une passerelle par défaut qui sert à communiquer en dehors du réseau dans lequel elles se trouvent.

## B. Le protocole IPv4

Le processus d'encapsulation est aussi nécessaire pour la couche de niveau 3. Les données arrivant de la couche supérieure doivent être traitées par la couche de niveau 3 qui ajoute des informations nécessaires aux services qu'elle fournit.

C'est sur cette couche qu'un segment devient un paquet. Ainsi IP vient ajouter un en-tête qui contient entre autres :

- L'adresse IP source.
- L'adresse IP destination.

### 1. L'en-tête IPv4

Au moment de l'écriture de ce chapitre, IPv4 est le protocole le plus répandu sur les réseaux locaux et sur Internet. Utilisé depuis le début des années 1980, il a largement contribué au développement des réseaux en général.

IPv4 est l'un des protocoles qui opèrent sur la couche 3. IPv4 définit une adresse logique sur 32 bits (voir le chapitre IPv4 : adressage et subnetting).

L'en-tête qu'ajoute IPv4 dans le procédé d'encapsulation est le suivant :

		IPv4																															
Octet		0								1								2								3							
Bit		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	Version	IHL				Type of Service (TOS)								Total Length																			
32	Identification																Flags				Fragment Offset												
64	TTL								Protocol								Header Checksum																
96	Source IP Address																																
128	Destination IP Address																																
	Options																																

*En-tête IPv4*