

Séq. 13 – Protocole de routage

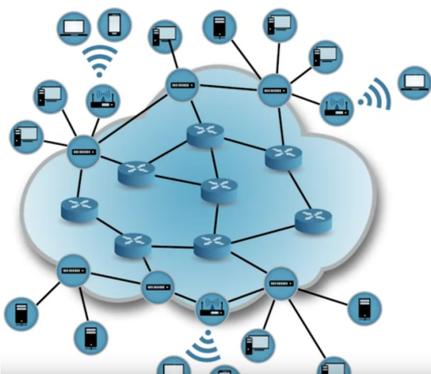
Objectifs

1. Distinguer tables de routage statiques et dynamiques
2. Les tables de routage étant données, identifier la route empruntée par un paquet
3. Comprendre le protocole RIP et calculer le nombre de sauts
4. Comprendre le protocole OSPF et calculer le coût de chaque route

Cette séquence s'appuie sur :

1 Prérequis

1.1 Éléments physiques d'un réseau informatique



Routeur	L'interconnexion entre réseaux se fait aussi au travers de liens par les réseaux de télécommunications comme les réseaux téléphoniques filaires (ADSL), les liaisons satellites de données et surtout par la fibre optique.
Commutateur	
Lien	
Interconnexion	Un Routeur est un outil logiciel ou matériel pour diriger les données à travers un réseau. Il s'agit souvent d'une passerelle entre plusieurs serveurs pour que les utilisateurs accèdent facilement à toutes les ressources proposées sur le réseau. Le routeur désigne également une interface entre deux réseaux utilisant des protocoles différents.

Un commutateur réseau (en anglais switch), est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique et de télécommunication et qui permet de créer des circuits virtuels.

La connexion entre les différents éléments constitutifs d'un réseau (hors équipements terminaux), peut s'effectuer à l'aide de liens permanents comme des câbles (paires cuivrées ou fibre optique).

L'accès à Internet est ensuite délivré à l'utilisateur en

- branchement fixe au travers d'une paire de fils de cuivre (xDSL et bas débit), d'une fibre optique, d'un lien Wi-Fi,
- connexion nomade au travers des opérateurs mobiles (3G, 4G, 5G).

1.2 le modèle OSI

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=26jazyc7VnK>



La couche 1 ou couche physique :

- Nom : physique.
- Rôle : offrir un support de transmission pour la communication.
- Rôle secondaire : RAS.
- Matériel associé : le hub, ou concentrateur en français.

La couche 2 ou couche liaison :

- Nom : liaison de données.
- Rôle : connecter les machines entre elles sur un réseau local.
- Rôle secondaire : détecter les erreurs de transmission.
- Matériel associé : le switch, ou commutateur.

1.3 Principe du transport sur un réseau informatique

La commutation par paquets ou transport par paquets est une méthode de regroupement de données qui sont transmises sur un réseau numérique sous forme de paquets composés d'un en-tête et d'une charge utile. Les données de l'en-tête sont utilisées par le matériel de mise en réseau pour diriger le paquet vers sa destination où la charge utile est extraite et utilisée par le logiciel d'application. La commutation par paquet est la base première des communications de données dans les réseaux informatiques du monde entier (cf Wikipedia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Commutation_de_paquets).

1.4 Adressage IP et masque de sous-réseau

1.4.1 Exemple :

Soit l'adresse IP et le masque de sous-réseau suivant : 137.194.46.12 / 20

Chaque nombre qui constitue l'adresse IP est codé sur un octet (ou 8 bits). Si on la traduit en binaire, on a :

10001001.11000010.00101110.00001100

Le 20 signifie que les 20 premiers bits (ou bits de poids fort) désignent le réseau, ci-après en rouge. Les 12 derniers désignent la machine sur ce réseau, ci-après en vert.

10001001.11000010.00101110.00001100

Remarque : Sur ce réseau il y a $2^{12} = 4096$ possibilités de 137.194.32.0 à 137.194.47.255. On peut y connecter 4094 machines car la 1ère possibilité désigne le réseau complet et la dernière est réservée (quand on s'adresse à toutes les machines).

Ce masque de sous-réseau peut aussi être défini en binaire comme ceci :

11111111.11111111.11110000.00000000

Ou en équivalent décimal : 255.255.240.0

Calculatrice réseau en ligne : <https://www.ma-calculatrice.fr/masque-reseau>

Plus d'informations : <https://openclassrooms.com/fr/courses/6944606-concevez-votre-reseau-tcp-ip?archived-source=857447>

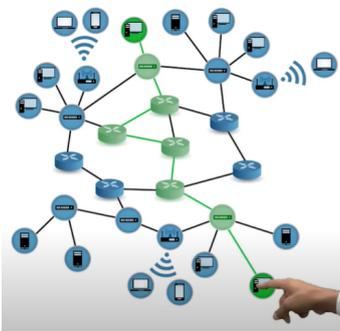
A faire vous même 1.

Sans aide, calculez le nombre de possibilités, la 1ère adresse et la dernière adresse du réseau sur lequel se trouve cette adresse IP : 192.168.204.77 / 18.

2 Les bases du routage

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=sT9-lcbjqzI> de 0' à 1' 13''

2.1 Introduction - En quoi consiste la fonction d'un réseau ?



Le travail d'un réseau consiste à trouver les bons chemins de sa source vers sa destination.

Le processus d'acheminement dans un réseau IP est organiser de telle façon que c'est le réseau qui décide du chemin à prendre pour le paquet à acheminer.

Le paquet est porteur de son adresse de destination. Chaque routeur rencontré dirige le paquet vers le routeur suivant qui pourra l'amener à destination (soit le réseau, soit directement la machine).

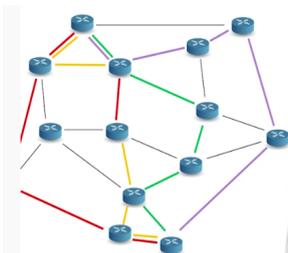
Le routeur doit connaître la destination ou au moins le réseau de destination, tout en étant au fait de l'état du réseau et de ses évolutions.

2.2 Le relayage



Au sein d'un réseau, le relayage consiste à trouver la bonne sortie, celle qui mènera un paquet au plus proche de sa destination et à trouver au sein du réseau le chemin qui mènera vers cette sortie.

2.3 Quel est l'intérêt d'avoir plusieurs chemins possibles ?



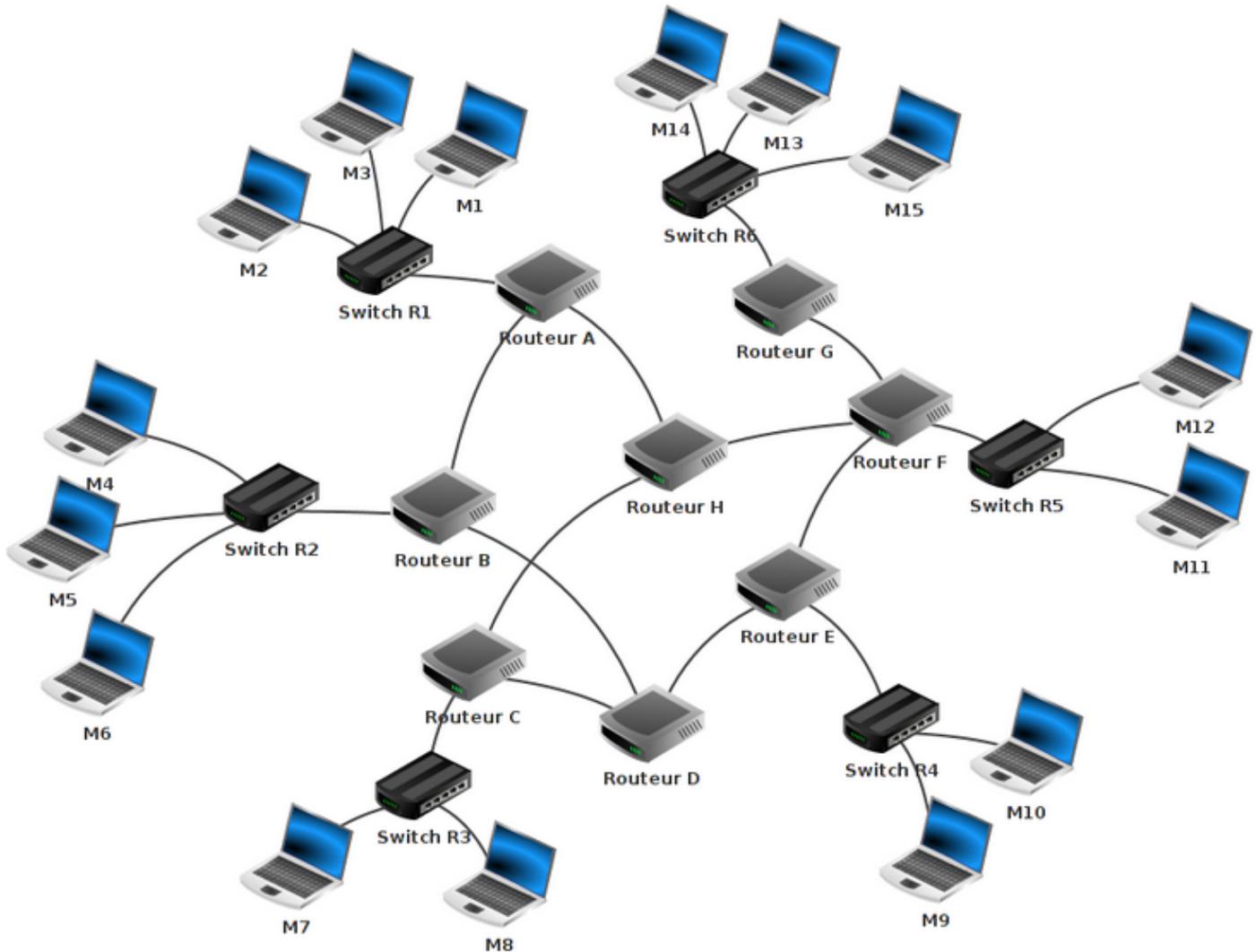
Ces multiples chemins permettent de s'affranchir de panne(s) (équipement(s) ou lien(s) de communication), ou pour augmenter la capacité du réseau (plus on a de routes disponibles, moins on a de paquets sur chaque route).

2.4 Activité

Les réseaux locaux sont reliés entre eux par l'intermédiaire de routeurs. Internet résulte de l'interconnexion de réseaux par des routeurs.

Nous avons sur ce schéma (fig.1) les éléments suivants :

- 15 ordinateurs : M1 à M15
- 6 commutateurs : R1 à R6
- 8 routeurs : A, B, C, D, E, F, G et H



A faire vous même 2.

Complétez la liste ci-dessus avec les réseaux locaux 3, 4, 5 et 6

Réseau local n°	Identifiant des machines du réseau local
1	M1, M2, M3
2	M4, M5, M6
3	
4	
5	
6	

Maintenant envisageons quelques cas de communication entre deux machines de ce réseaux.

M1 veut communiquer avec M6

Le paquet est envoyé de M1 vers le switch R1, R1 « constate » que M6 n'est pas sur le réseau local 1, R1 envoie donc le paquet vers le routeur A. Le routeur A n'est pas connecté directement au réseau local 2, (R2, réseau local de la machine M6), mais il "sait" que le routeur B est connecté au réseau local 2. Le routeur A envoie le paquet vers le routeur B. Le routeur B est connecté au réseau local 2, il envoie le paquet au Switch R2. Le Switch R2 envoie le paquet

à la machine M6.

A faire vous même 3.

Donner le chemin pour les 3 autres cas du tableau et nombre total de chemins possibles dans chaque cas.

Paire d'ordinateurs en communication	Le chemin le plus court pour les paquets de données	Nb total de chemins à priori possibles
M1 veut communiquer avec M6	M1 → R1 → Routeur A → Routeur B → R2 → M6	3
M1 veut communiquer avec M3		
M1 veut communiquer avec M9		
M13 veut communiquer avec M9		

3 La table de routage

3.1 Principes

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=sT9-lcbjqzI> de 1' 13" à 4' 09"

Table de routage

*Total number of IP routes: 687

Destination	NetMask	Gateway	Port	Co
137.194.2.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.4.0	255.255.255.248	137.194.4.253	v10	2
137.194.4.8	255.255.255.248	137.194.4.251	v10	1
137.194.4.192	255.255.255.192	0.0.0.0	v10	1
137.194.6.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.8.0	255.255.248.0	137.194.4.251	v10	2
137.194.16.0	255.255.255.128	137.194.160.230	v160	1
137.194.16.128	255.255.255.128	137.194.192.102	v192	1
137.194.16.144	255.255.255.240	137.194.192.102	v192	1
137.194.16.176	255.255.255.240	137.194.192.103	v192	2
137.194.17.0	255.255.255.0	137.194.192.103	v192	2

Quelle est sa fonction ?

Une table de routage contient toutes les destinations possibles et les instructions pour les rejoindre.

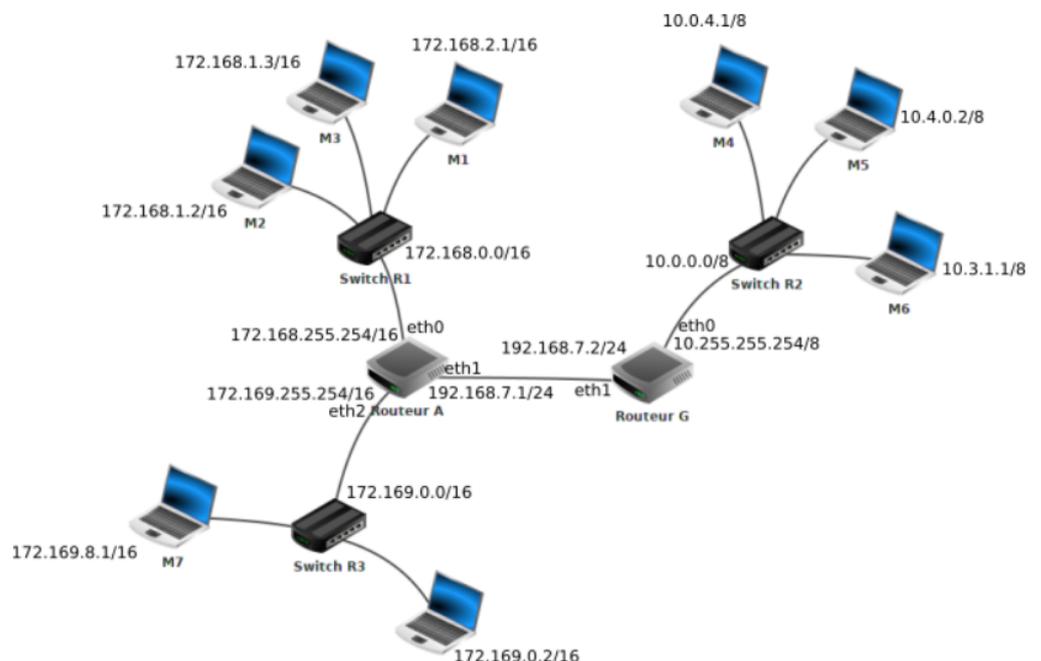
Quelles informations sont gérées à travers cette table ? Avec quelles spécificités ?

Cette table de routage contient les adresses de destination réseau (et non pas machine). On trouve pour chaque réseau destination (l'adresse du réseau et son masque), la sortie (Port) du routeur de départ, la passerelle ou Gateway (adresse du routeur suivant).

Il est nécessaire d'avoir une table de routage actualisée et précise. Cette table va évoluer au gré des pannes et changements importants sur le réseau. C'est le travail du protocole de routage de maintenir cette table à jour.

A faire vous même 4.

Étudiez attentivement le schéma (fig.2) ci-contre.



Vérifiez la cohérence entre adresses machines, masques réseaux, adresses réseaux et passerelles (les adresses réseaux sont notées à côté des différents switch et les passerelles à côté des routeurs).

Pour cela complétez le tableau récapitulatif ci-dessous et assurez-vous que l'ensemble est cohérent.

Réseau n°	@ IP machines	Masque réseau	Routeur	Passerelle

A faire vous même 5.

Donnez les plages d' adresses IP de ces 3 réseaux.

Toujours en exploitant le schéma précédent (fig.2), on propose ci-dessous la table de routage simplifiée du routeur A.

Adresse du réseau	Interface réseau associée	Métrieque " simplifiée" *
172.168.0.0/16	routeur A, eth0	0
192.168.7.0/24	routeur A, eth1	0
172.169.0.0/16	routeur A, eth2	0
10.0.0.0/8	routeur G, eth1**	1

*pour la métrieque : 0 si liaison directe, 1 si passage par un routeur "de transit".

** On remarquera que pour atteindre le réseau R2 (qui n'est pas directement relié au routeur A), on doit "envoyer" le paquet de données vers le routeur G qui "saura quoi faire avec", via son interface réseau eth1.

A faire vous même 6.

Proposez, sur le même modèle, la table de routage simplifiée du routeur G.

Adresse du réseau	Interface réseau associée	Métrieque " simplifiée" *

3.2 Les modes de routage

3.2.1 Routage statique

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=sT9-lcbjqzl> de 4' 09" à 4' 53"

Principe

Procédure centralisée de mise à jour de la table de routage par un centre de contrôle qui décide " de tout" en ayant une vision complète du réseau, calculer les bons chemins à chaque changement majeur et renvoyer les tables de routage à tous les routeurs du réseau.

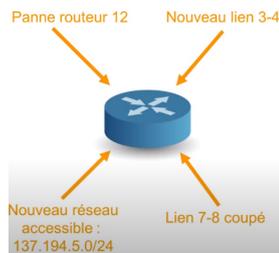
Un avantages / un inconvénient

(+)Permettre au gestionnaire de réseau de contrôler finement ce qui s'y passe et d'éviter d'avoir à faire confiance à une boîte noire qu'il ne maîtrise pas totalement.

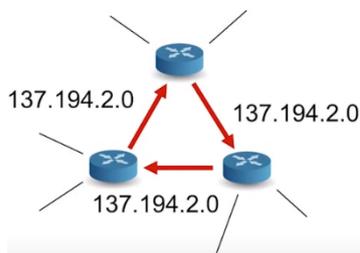
(-)Plus on a à faire à de grands réseaux plus cette approche est difficile. De plus en cas de panne du centre de contrôle ou si celui-ci se retrouve isolé d'une partie du réseau, le réseau peut se retrouver paralysé, ou du moins être incapable de répondre aux évènements.

3.2.2 Routage dynamique

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=sT9-lcbjqzl> 4' 53" à 5' 54"



Destination	NetMask	Gateway	Port	Cost
137.194.2.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.4.0	255.255.255.248	137.194.4.253	v10	2
137.194.4.8	255.255.255.248	137.194.4.251	v10	11
137.194.4.192	255.255.255.192	0.0.0.0	v10	1
137.194.6.0	255.255.254.0	137.194.4.254	v10	2
137.194.8.0	255.255.248.0	137.194.4.251	v10	20
137.194.16.0	255.255.255.128	137.194.160.230	v160	11
137.194.16.128	255.255.255.128	137.194.192.102	v192	11
137.194.16.144	255.255.255.240	137.194.192.102	v192	11
137.194.16.176	255.255.255.240	137.194.192.103	v192	20
137.194.17.0	255.255.255.0	137.194.192.103	v192	2



Principe

Un algorithme distribué et itératif décide de manière autonome des évolutions des table de routage.

Algorithme distribué

Chaque routeur va l'exécuter et récupérer certaines informations, puis faire des calculs pour prendre des décisions concernant sa propre table de routage. Il ne décide pas de la table de routage de son voisin.

Algorithme itératif

Il est exécuté en permanence (ou périodiquement), il ne s'arrête jamais.

Rôle du protocole de routage

Le protocole de routage permet à chaque routeur d'effectuer la mise à jour permanente de sa table de routage tout en optimisant les échanges d'informations entre les routeurs.

Qualité primordiale de l'algorithme de routage

Les routes calculées doivent être valides et cohérentes (On ne doit pas générer de boucles et de trous noirs dont il est impossible de sortir).

Deux autres qualités importantes

Il faut que les routes soient efficaces (courtes, rapides, ...).

Tout cela pour un prix modique: il ne faut pas que l'algorithme ait besoin d'échanger des gigaoctets de données par secondes pour fonctionner.

4 Protocoles de routage dans un réseau informatique

4.1 Un protocole à vecteurs de distance : RIP

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=kzablGaqUXM>

4.1.1 Exemple

Considérons le réseau suivant qui relie deux réseaux d'une entreprise :

- le réseau 1 contient des postes de travail dans un bureau.
- le réseau 2 contient un serveur dans un centre de données.

Nous allons nous intéresser à l'évolution des tables de routage des routeurs R1 et R3 sur lesquels on a activé le protocole RIP.

Étape 0 (initialisation)

Au démarrage, les routeurs R1 et R3 ne connaissent que leurs voisins proches. Leurs tables peuvent donc ressembler à ceci :

Les routeurs R1 et R6 permettent d'accéder au réseau de l'entreprise, R2, R3, R4 et R5, des routeurs internes au réseau.

R1	destination	passerelle	interface	Nb sauts	remarques
	192.168.1.0		wifi0	1	==> vers les postes de travail
	172.16.0.0		eth0	1	==> vers R3

Au départ, R1 ne peut atteindre que ses voisins immédiats (nb sauts vaut 1). Aucune passerelle n'est nécessaire puisque la communication est directe. Chaque sous réseau utilise une interface spécifique. Le réseau local 1 contenant les postes de travail est accessible en wifi.

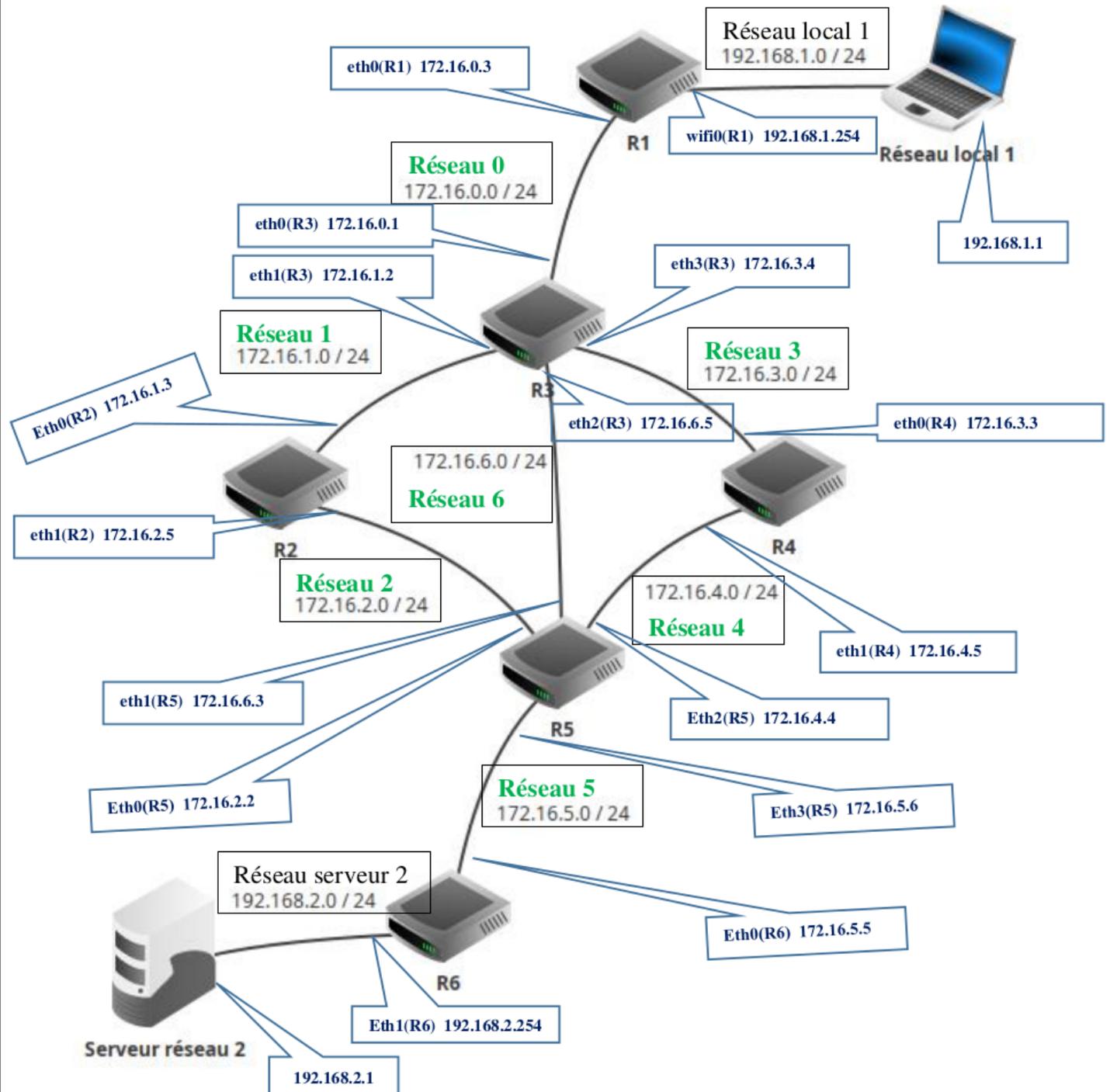
En ce qui concerne le routeur 3, celui-ci possède 4 interfaces réseau filaires, que nous nommerons *eth0-3* qui permettent d'atteindre respectivement les routeurs immédiats (R1, R2, R5 et R4).

Voici à quoi peut ressembler sa table de routage au démarrage (avant que le routeur ne commence le 1er échange avec les routeurs immédiatement voisins) :

R3	destination	passerelle	interface	Nb sauts	remarques
	172.16.0.0		eth0	1	==> vers R1
	172.16.1.0		eth1	1	==> vers R2
	172.16.6.0		eth2	1	==> vers R5
	172.16.3.0		eth3	1	==> vers R4

Étape 1

Au bout de 30 secondes, un premier échange intervient avec les voisins immédiats de chacun des routeurs.



Le principe de l'algorithme :

Lorsqu'un routeur reçoit une nouvelle route de la part d'un voisin, 4 cas sont envisageables :

1. Il découvre une route vers un nouveau « réseau inconnu »
==> Il l'ajoute à sa table.
2. Il découvre une route vers un « réseau connu », « plus courte » que celle qu'il possède dans sa table
==> Il actualise sa table.
3. Il découvre une route vers un réseau « connu », « plus longue » que celle qu'il possède dans sa table
==> Il ignore cette route.

4. Il reçoit une route vers un réseau « connu » en provenance d'un routeur « déjà existant dans sa table »
 ==> Il met à jour sa table car la topologie du réseau a été modifiée.

En appliquant ces règles, voici la table de routage de R1 après un 1er échange avec le ou les routeurs immédiatement voisins :

R1	destination	passerelle (vers Réseau n)	interface (Routeur)	Nb sauts	Remarques
initialisation	192.168.1.0		wifi0 (Routeur R1)	1	==> vers les postes de travail
	172.16.0.0		eth0 (Routeur R1)	1	==> vers R3
1er échange	172.16.1.0	172.16.0.3 (1)	eth0 (Routeur R3)	2	Ces 3 routes proviennent de R3
	172.16.6.0	172.16.0.3 (6)	eth0 (Routeur R3)	2	
	172.16.3.0	172.16.0.3 (3)	eth0 (Routeur R3)	2	

172.16.0.3 est l'adresse IP du routeur R3. On ajoute à la table précédente les réseaux atteignables par R3. On pense cependant à ajouter 1 au nombre de sauts ! Si R1 veut atteindre le réseau 172.16.3.0, il s'adressera à R3 et atteindra le réseau cible en 2 sauts.

Voici la table de R3 qui s'enrichit des informations envoyées par R1 afin d'atteindre le réseau local, mais aussi des informations en provenance de R2, R4 et R5. Il découvre ainsi 4 nouveaux réseaux.

R3	destination	passerelle (vers Réseau n)	interface (Routeur)	Nb sauts	Remarques
initialisation	172.16.0.0		eth0 (Routeur R3)	1	
	172.16.1.0		eth1 (Routeur R3)	1	
	172.16.6.0		eth2 (Routeur R3)	1	
	172.16.3.0		eth3 (Routeur R3)	1	
1er échange	192.168.1.0	172.16.0.1 (RL1)	eth0 (Routeur R1)	2	reçu de R1
	172.16.2.0	172.16.1.2 (1)	eth0 (Routeur R2)	2	reçu de R2
	172.16.5.0	172.16.6.5 (5)	eth1 (Routeur R5)	2	reçu de R5
	172.16.4.0	172.16.3.4 (4)	eth0 (Routeur R4)	2	reçu de R4

Étape 2

Comme vous le voyez, les tables deviennent vite longues et énumérer dans le détail chacune d'elle est trop long. On va donc passer directement à l'étape finale : l'étape 3.

Voici ce que contient la table de routage de R1 :

R1	destination	passerelle (vers Réseau n)	interface (Routeur)	Nb sauts	remarques
Init.	192.168.1.0	(RL1)	wifi0 (Routeur R1)	1	==> vers les postes de travail
	172.16.0.0	(0)	eth0 (Routeur R1)	1	R1 → R3
1 ^{er} échange	172.16.1.0	172.16.0.3 (1)	eth0 (Routeur R3)	2	R1 → R3 → R2
	172.16.6.0	172.16.0.3 (6)	eth0 (Routeur R3)	2	R1 → R3 → R5
	172.16.3.0	172.16.0.3 (3)	eth0 (Routeur R3)	2	R1 → R3 → R4
2 ^e échange	172.16.5.0	172.16.0.3 (5)	eth0 (Routeur R3)	3	R1 → R3 → R5 → R6
3 ^e échange	192.168.2.0	172.16.0.3 (RS2)	eth0 (Routeur R3)	4	R1 → R3 → R5 → R6 → RS2

Comme vous le voyez, le routeur R1 est à présent en capacité d'acheminer un paquet du poste de travail du réseau 1 vers le serveur se trouvant dans le réseau 2.

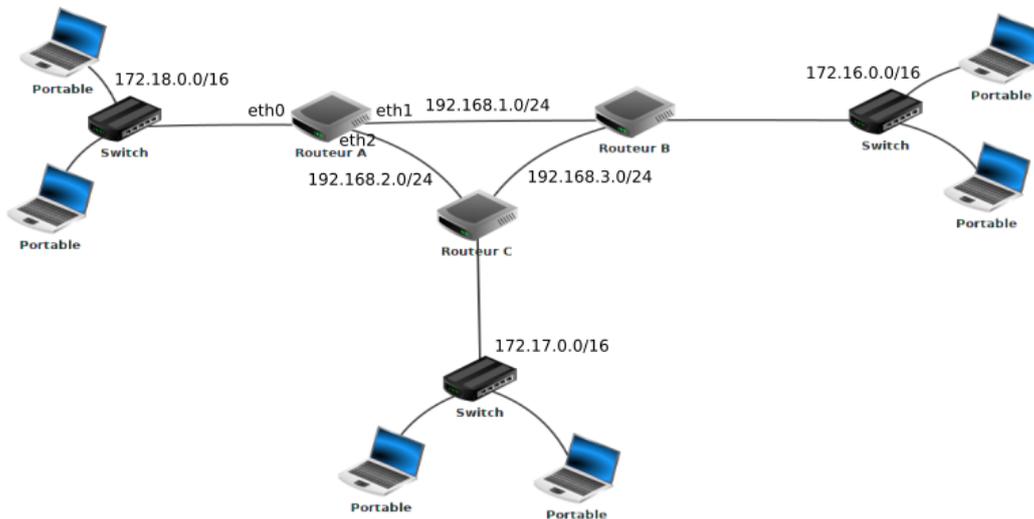
A faire vous même 7.

Effectuez l'activité du scénario 1 du site ci-dessus. La table de routage du routeur R4.

R4	destination	passerelle (vers Réseau n)	interface (Routeur)	Nb sauts	Chemin
Init.	172.16.3.0				
	172.16.4.0				
1 ^{er} échange	172.16.0.0				
	172.16.1.0				
	172.16.6.0				
	172.16.2.0				
	172.16.5.0				
	172.16. 6.0				
2 ^e échange	192.168.1.0				
	192.168.2.0				

A faire vous même 8.

Soit le réseau suivant :



En vous basant sur le protocole RIP (métrique: nombre de saut), déterminez la table de routage du routeur A.

R4	destination	passerelle (vers Réseau n)	interface (Routeur)	Nb sauts	Chemin
Init.					
1 ^{er} échange					
2 ^e échange					

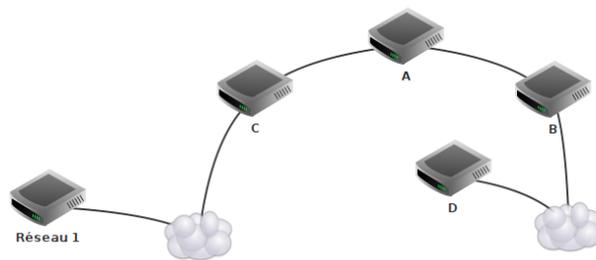
Quel est, d'après la table de routage que vous venez de construire, le chemin qui sera emprunté par un paquet pour aller d'une machine ayant pour adresse IP 172.18.1.1/16 à une machine ayant pour adresse IP 172.16.5.3/16 ?

4.1.2 Conclusion sur le Protocole RIP :

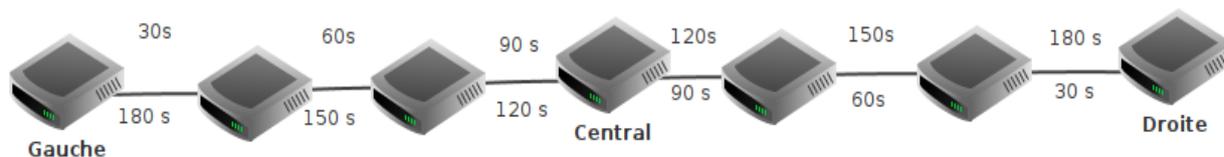
Les grands principes de RIP (Routing Information Protocol) sont les suivants :

1. Rôle : aucun routeur n'a de rôle prépondérant dans le système autonome (à part le fait que certains soient en liaison avec l'extérieur par exemple) : RIP utilise un algorithme totalement réparti.
2. Métrique : La métrique utilisée pour définir les distances est simplement le nombre de sauts.
3. Informations transmises : c'est un protocole à vecteur de distance. Chaque routeur transmet toutes les 30s à ses voisins directs l'ensemble des couples (destination; distance) qu'il connaît. Chaque routeur reçoit les informations de ses voisins, rajoute simplement 1 à leurs métriques (pour prendre en compte le saut supplémentaire vers eux) et garde les meilleurs choix de passerelles pour les différentes destinations : celles dont la métrique est la plus basse.

4. Connaissance du réseau : RIP ne permet pas aux routeurs d'avoir une vision globale du réseau et de choisir certains chemins : on décide juste de la passerelle suivante à qui on transmet le paquet. Chaque routeur ne connaît donc que ses voisins directs et sait auquel transmettre un paquet IP pour une destination donnée.
Ici, le routeur A ne connaît rien du réseau entre lui et D : il sait juste qu'il doit transmettre à B.



5. Taille : RIP ne permet pas de gérer des systèmes autonomes comportant des routeurs situés à plus de 15 sauts l'un de l'autre (sinon, le réseau serait encombré par les messages RIP et n'aurait plus le temps de gérer les vrais messages !)
6. Mise en place : RIP met du temps à se mettre en place car la connaissance des nouvelles routes se fait de proche en proche, uniquement, un nouveau saut toutes les 30s.
Ici le routeur central va mettre 90s à apprendre l'existence des routeurs Gauche et Droite. Et le routeur Droite va donc devoir attendre encore 90s pour apprendre l'existence du routeur Gauche !



7. Mise en défaut : Si un routeur voisin n'a pas renvoyé de table de routage depuis trois minutes, on considère qu'il n'est plus joignable pour le moment : la métrique maximale, 16, lui est attribuée. Cela correspond à une liaison non utilisable avec RIP.

4.2 Un protocole à état de lien : OSPF

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=-utHPKREZV8>

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=FeZ13Xl7j84>

OSPF a besoin de connaître la topologie du réseau ainsi que la qualité de chaque lien en terme de bande passante. Pour cela, chaque routeur va fabriquer une table de voisinage : il s'agit d'un tableau permettant d'identifier tous les routeurs qui lui sont connectés ainsi que le débit associé à chaque lien. Pour obtenir ces informations, le routeur échange périodiquement des messages (appelés messages hello) avec ses voisins.

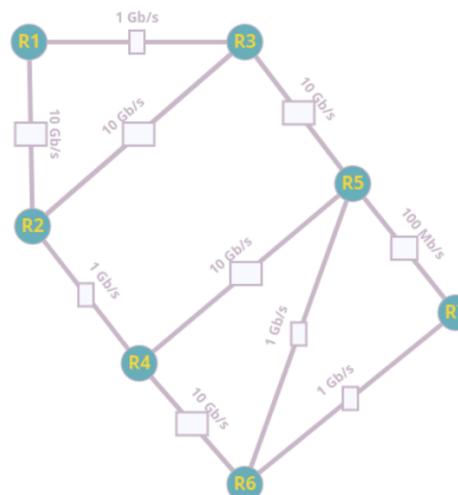
Une fois tous ses voisins directs identifiés, le routeur va envoyer sa table de voisinage à tous les autres routeurs du réseau. Il va recevoir des autres routeurs leurs tables de voisinages et ainsi pouvoir constituer une cartographie complète du réseau.

4.2.1 Exemple :

Considérons le réseau suivant. Après échanges de messages hello, la cartographie suivante du réseau a été constituée :

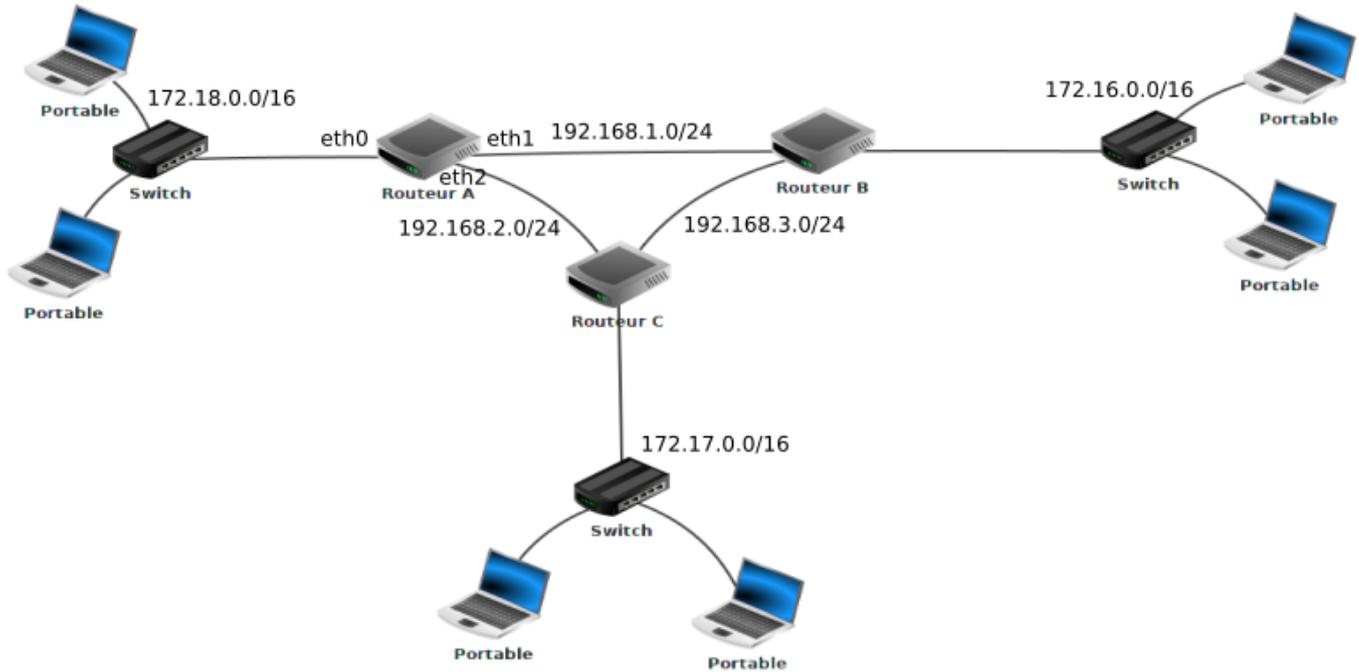
Nous cherchons à déterminer le chemin le plus rapide entre R1 et R7. L'outil graphonline (<https://graphonline.ru/fr?graph=BPTnrZPMWqIGXaGe>) vous permet de le faire visuellement via le menu Algorithmes / plus court chemin avec l'algorithme de Dijkstra.

Contrairement à RIP, le chemin qu'OSPF nous indiquera sera R1 => R2 => R3 => R5 => R4 => R6 => R7. Ce chemin n'est clairement pas le plus efficace en termes de sauts mais est le plus rapide en termes de débit car il n'exploite pratiquement que des liaisons à 10 Gb/s.



A faire vous même 10.

Soit le réseau suivant :



En vous basant sur le protocole OSPF (métrique: somme des coûts), déterminez la table de routage du routeur A

On donne les débits suivants :

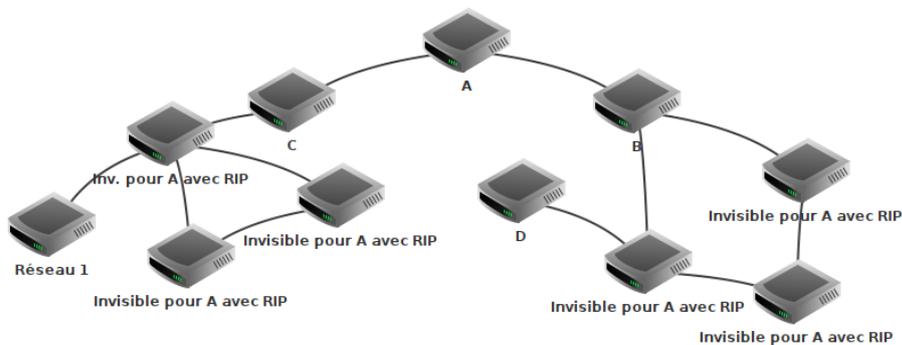
- liaison routeur A - routeur B : 1 Mbps
- liaison routeur A - routeur C : 10 Mbps
- liaison routeur C - routeur B : 10 Mbps

	RA	RB	RC

Quel est, d'après la table de routage construite ci-dessus, le chemin qui sera emprunté par un paquet pour aller d'une machine ayant pour adresse IP 172.18.1.1/16 à une machine ayant pour adresse IP 172.16.5.3/16 ?

4.2.2 Conclusion sur le Protocole OSPF :

1. Rôle : l'un des routeurs tient un rôle central. Il porte le nom de Routeur Designé (DR Designated Router en anglais).
Tous les autres routeurs du système autonome lui envoient leurs informations de liaison.
C'est donc ce routeur qui contient toute la base de données du réseau.
Le routeur tient à jour la base de données et transmet à son tour uniquement le changement sur le réseau aux autres routeurs dès qu'il en reçoit une.
Deux différences avec RIP : seul, le changement est pris en compte et est diffusé immédiatement.
2. Métrique : La métrique utilisée pour définir les distances est liée au débit de la connexion entre deux routeurs.
exemple : OSPF préférera une route "fibre optique" en 5 sauts à une route "Ethernet" en 2 sauts.
3. Informations transmises : c'est un protocole à état de lien : chaque routeur transmet au routeur désigné l'état de la connexion qu'il a établi avec l'un de ses voisins directs.
Le Routeur Désigné reçoit donc des connaissances précises des liens entre les routeurs qu'ils gèrent.
4. Connaissance du réseau : OSPF permet aux routeurs de connaître précisément les liens entre tous les routeurs du système autonome, ainsi que la qualité de leurs liaisons.
Contrairement à RIP, les routeurs en OSPF connaissent le chemin exact que devrait prendre le paquet IP, pas uniquement le prochain routeur à qui transmettre.



5. Taille : OSPF permet de gérer des systèmes autonomes de très grande taille. Il dispose même d'un système de zones qui lui permet de découper le système autonome en zones semi-autonomes reliées à une zone centrale (nommé Epine Dorsale, Backbone). On peut ainsi atteindre des systèmes avec plus de 1000 routeurs.
6. Mise en place : la phase d'initialisation d'OSPF est beaucoup plus rapide que celle de RIP puisqu'un routeur envoie un message d'état de lien dès qu'il détecte un changement (et non pas toutes les 30s uniquement). Même en tenant compte des élections pour désigner le Routeur Désigné, le routage converge rapidement.

Lire livre P.260 à 263

P. 268 ex 1

P. 269 ex 3

P. 269 ex 4

P. 270 ex 5

5 CONCLUSION :

Voir vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=h-OldNwtH3U>

6 Exercice type BAC

Voici ci-dessous un réseau dans lequel A, B, C, D, E, F, G et H sont des routeurs.

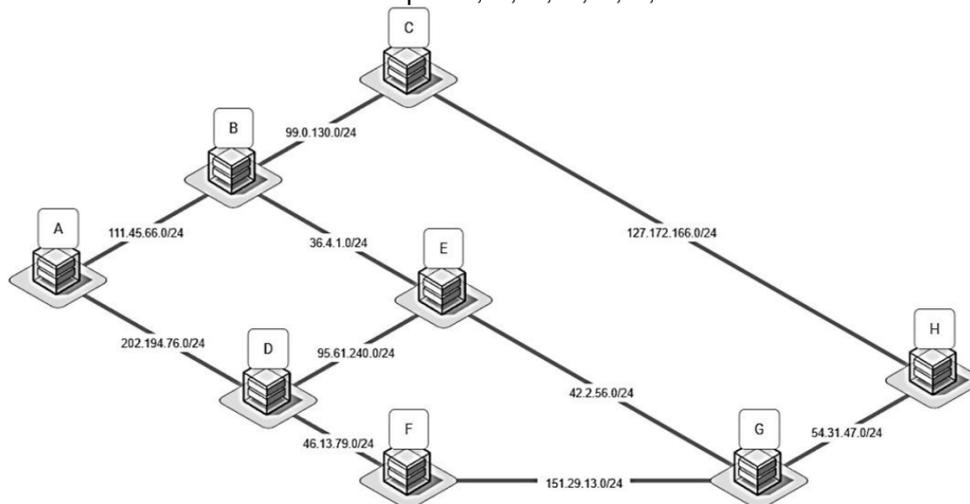


Figure 1. Réseau de routeurs

Les adresses IP seront conformes à la norme IPV4, à savoir composées de 4 octets. Elles prendront la forme X1.X2.X3.X4, où X1, X2, X3 et X4 sont les valeurs des 4 octets convertis en notation décimale.

La notation CIDR X1.X2.X3.X4/n signifie que les n premiers bits de poids forts de l'adresse IP représentent la partie « réseau », les bits suivants représentent la partie « hôte ».

Toutes les adresses des hôtes connectés à un réseau local ont la même partie réseau et peuvent donc communiquer directement. L'adresse IP dont tous les bits de la partie « hôte » sont à 0 est appelée « adresse du réseau ».

1.
 - a. 10100100.10110010.XXXXXXXX.XXXXXXXX est la conversion en binaire de l'adresse 164.178.2.13
Terminer cette conversion en remplaçant les deux octets 'XXXXXXX' par leur valeur binaire.
 - b. Donner, en justifiant, l'adresse du réseau à laquelle appartient la machine dont l'adresse complète en notation CIDR est : 164.178.2.13/24

Le protocole RIP (Routing Information Protocol) est un protocole de routage qui cherche à minimiser le nombre de routeurs traversés (ce qui correspond à la distance ou au nombre de sauts).

2. Donner tous les chemins de parcours optimaux pour un paquet émis par A et à destination de G en suivant le protocole RIP.

Voici le réseau de la figure 1 indiquant le type de connexion entre les routeurs :

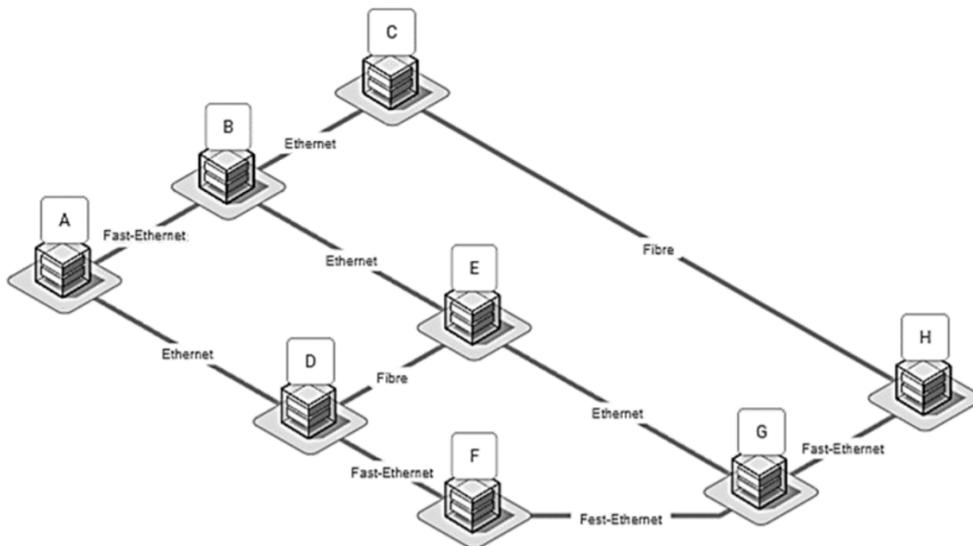


Figure 2. Réseau de routeurs avec les types de connexion

Nous allons travailler avec le protocole de distance en coût des routes (OSPF). On considère le coût d'une liaison en fonction du type de connexion donné par la formule :

Connexion	BP estimée
Ethernet	10^8
Fast-Ethernet	10^9
Fibre	10^{10}

$$\text{cout} = \frac{10^9}{BP}$$

avec BP la bande passante en bit/s

3.
 - a. Dessiner sur votre copie le schéma du réseau en remplaçant le type de connexion par le coût. On se limitera aux noms des routeurs et aux coûts.
 - b. Donner le chemin de parcours pour un paquet émis par A et à destination de G en respectant le protocole OSPF.
 - c. Donner le chemin de parcours pour un paquet émis par A et à destination de G en respectant le protocole OSPF si le routeur F est en panne.