

Exercices de bac sur le routage

EXERCICE 1 : *Cet exercice porte sur les représentations binaires et les protocoles de routage.*

1) Une adresse IPv4 est représentée sous la forme de 4 nombres entiers positifs séparés par des points. Chacun de ces 4 entiers peut être représenté sur un octet.

a) Donner en écriture décimale l'adresse IPv4 correspondant à l'écriture binaire :
11000000.10101000.10000000.10000011

Solution : 192.168.128.131.

b) Tous les ordinateurs du réseau A ont une adresse IPv4 de la forme : 192.168.128.____, où seul le dernier octet (représenté par ____) diffère.

Donner le nombre d'adresses différentes possibles du réseau A.

Solution : Il peut y avoir 2^8 adresses, qui se terminent par un entier de 0 à 255.

2) On rappelle que le protocole RIP cherche à minimiser le nombre de routeurs traversés (qui correspond à la métrique). On donne les tables de routage d'un réseau informatique composé de 5 routeurs (appelés A, B, C, D et E), chacun associé directement à un réseau du même nom, obtenues avec le protocole RIP :

Routeur A		Routeur B		Routeur C	
Destination	Métrique	Destination	Métrique	Destination	Métrique
A	0	A	1	A	1
B	1	B	0	B	2
C	1	C	2	C	0
D	1	D	1	D	1
E	2	E	2	E	2

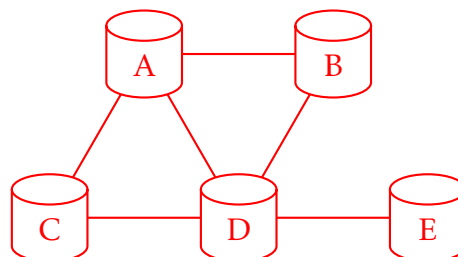
Routeur D		Routeur E	
Destination	Métrique	Destination	Métrique
A	1	A	2
B	1	B	2
C	1	C	2
D	0	D	1
E	1	E	0

a) Donner la liste des routeurs avec lesquels le routeur A est directement relié.

Solution : Il est relié à B, C et D, qui sont tous à une distance de 1.

b) Représenter graphiquement et de manière sommaire les 5 routeurs ainsi que les liaisons existantes entre ceux-ci.

Solution : On peut le représenter ainsi :



3) Le protocole OSPF est un protocole de routage qui cherche à minimiser la somme des métriques des liaisons entre routeurs.

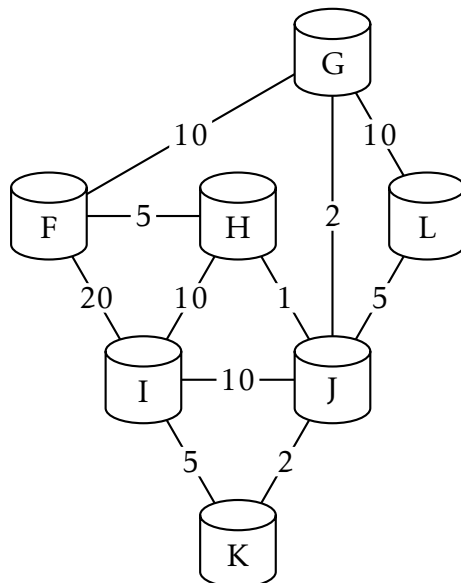
Dans le protocole de routage OSPF le débit des liaisons entre routeurs agit sur la métrique via la relation : $\text{métrique} = \frac{10^8}{\text{débit}}$ dans laquelle le débit est exprimé en bit par seconde (bps).

On rappelle qu'un kbps est égal à 10^3 bps et qu'un Mbps est égal à 10^6 bps.

Compléter le tableau suivant :

Débit	100 kbps	500 kbps	10 Mbps	100 Mbps
Métrique associée	1000	200	10	1

- 4) Voici la représentation d'un réseau et la table de routage incomplète du routeur F obtenue avec le protocole OSPF :



Routeur F	
Destin.	Métrique
F	0
G	8
H	5
I	13
J	6
K	8
L	11

Les nombres présents sur les liaisons représentent les coûts des routes avec le protocole OSPF.

- Indiquer le chemin emprunté par un message d'un ordinateur du réseau F à destination d'un ordinateur du réseau I. Justifier votre réponse.
- Compléter la table de routage du routeur F.
- Déterminer une unique liaison à couper pour que toutes les données des échanges de tout autre réseau à destination du réseau F transitent par le routeur G. Expliquer en détail votre réponse.

Solution : Le chemin sera F – H – J – K – I pour un total de 13.

Solution : Il faut couper la liaison entre F et H. En effet, la liaison entre F et I a une métrique tellement grande qu'il vaut mieux passer par G. Les nouvelles distances par rapport à F sont 10 pour G, 13 pour H, 19 pour I, 12 pour J, 14 pour K et 17 pour L. Aucun de ces chemins ne passe par la liaison entre F et I.

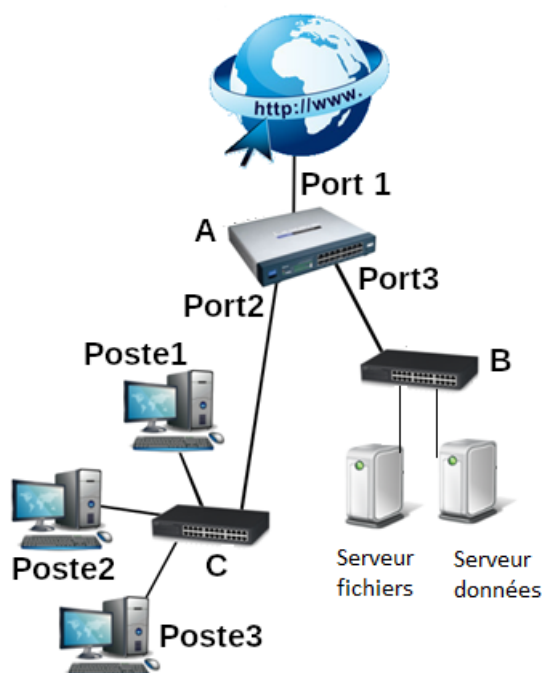
EXERCICE 2 : Les parties A et B sont indépendantes.

Partie A : Réseau

- Parmi les termes ci-dessous, préciser celui qui désigne l'ensemble des règles de communication utilisées pour réaliser un service particulier sur le réseau ?
 - Architecture
 - Protocole
 - Paquet
- On considère le schéma réseau de l'entreprise Lambda :

Parmi les quatre propositions suivantes (Routeur, Commutateur (Switch), Contrôleur WIFI et Serveur), préciser celle qui correspond à :

- L'élément A **Solution : C'est un routeur.**
- L'élément B **Solution : C'est un switch.**



- En reprenant le schéma de la question précédente et le tableau d'adressage du réseau de l'entreprise Lambda, recopier sur votre copie et compléter la ligne du poste 3. Lorsqu'il y a plusieurs valeurs possibles, vous en choisirez une qui est convenable.

Matériel	Adresse IP	Masque	Passerelle
Routeur Port 1	172.16.0.1	255.255.0.0	
Routeur Port 2	192.168.11.254	255.255.255.0	
Routeur Port 3	192.168.12.1	255.255.255.0	
Serveur fichiers	192.168.12.10	255.255.255.0	192.168.12.1
Serveur données	192.168.12.11	255.255.255.0	192.168.12.1
Poste 1	192.168.11.20	255.255.255.0	192.168.11.1
Poste 2	192.168.11.21	255.255.255.0	192.168.11.1
Poste 3	192.168.11.22	255.255.255.0	192.168.11.1

Partie B : Routage réseau

L'extrait de la table de routage d'un routeur R1 est donné ci-dessous :

Réseau IP destination		Passerelle	Interface Machine ou Port	Métrique distance
Réseau IP	Masque			
172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.0.1	172.16.0.1	0
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.1	192.168.0.1	0
172.17.0.0	255.255.0.0	192.168.0.2	192.168.0.1	1
172.18.0.0	255.255.0.0	172.16.0.2	172.16.0.1	1
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.0.2	192.168.0.1	1
192.168.2.0	255.255.255.0	172.16.0.2	172.16.0.1	2

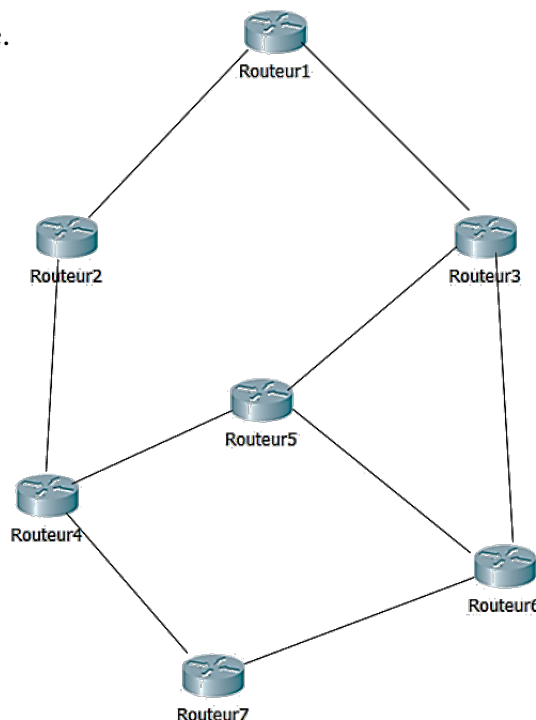
- Indiquer sur votre copie les adresses IP du(des) réseau(x) directement connectés à ce routeur.
Solution : Le routeur est connecté à 172.16.0.0/16 et 192.168.0.0/24.
- Indiquer sur votre copie l'interface utilisée pour transférer les paquets contenant les adresses IP destination suivantes :

Adresse IP destination	Interface Machine ou Port
192.168.1.55	192.168.0.1
172.18.10.10	172.16.0.1

3) On considère un réseau selon le schéma ci-contre.

Recopier sur votre copie et compléter la table de routage simplifiée du Routeur1 (R1) (ci-dessous) en prenant comme métrique le nombre de routeurs à « traverser » avant d'atteindre le réseau de la machine destinataire.

Table de routage simplifiée du Routeur1		
Routeur destination	Métrique	Route
R2 : Routeur2	0	R1-R2
...		



Solution :

Table de routage simplifiée du Routeur1		
Routeur destination	Métrique	Route
R2	0	R1-R2
R3	0	R1-R3
R4	1	R1-R2-R4
R5	1	R1-R3-R5
R6	1	R1-R3-R6
R7	2	R1-R2-R4-R7

EXERCICE 3 : Cet exercice porte sur les réseaux et les protocoles de routages.

Quelques rappels : Une adresse IPv4 est composée de 4 octets X1.X2.X3.X4 qui peuvent être écrits en notation binaire ou 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 la partie « hôte » (machine).

1) a) Donner le nombre de bits formant un octet.

Solution : Il faut 8 bits pour faire un octet.

b) Déterminer l'écriture décimale de l'adresse IPv4 correspondant à l'écriture binaire :

11000000.10101000.00000100.11110001

Solution :

128	64	32	16	8	4	2	1	
1	1	0	0	0	0	0	0	192
1	0	1	0	1	0	0	0	168
0	0	0	0	0	1	0	0	4
1	1	1	1	0	0	0	1	241

L'adresse est donc 192.168.4.241.

2) On considère la machine d'adresse IPv4 172.20.1.242/24.

a) Donner la notation décimale du masque de sous-réseau de cette machine.

Solution : La notation binaire est 11111111.11111111.11111111.00000000, ce qui correspond à 255.255.255.0.

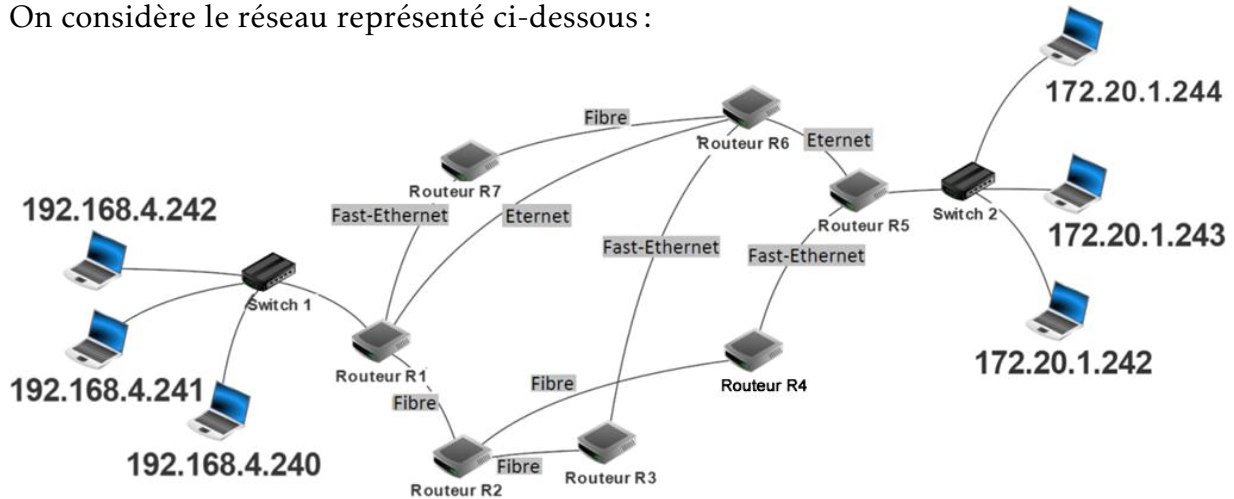
b) Donner l'adresse décimale de ce réseau.

Solution : L'adresse du réseau est 172.20.1.0.

c) Donner le nombre maximal de machines que l'on peut connecter sur ce réseau.

Solution : Il y a $2^8 = 256$ adresses possibles. En enlevant l'adresse du réseau et l'adresse de broadcast (172.20.1.255), il reste donc 254 adresses disponibles pour des machines.

3) On considère le réseau représenté ci-dessous :



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).

Le réseau est composé de 7 routeurs : R1, R2, R3, R4, R5, R6 et R7 et utilise le protocole RIP. Le routeur R1 doit transmettre des données au routeur R5.

a) Déterminer le parcours pouvant être emprunté par ces données en vous aidant des tables de routage ci-dessous.

Solution : Le parcours est : R1–R6–R5.

Table de R1	
Dest.	Suiv.
R2	R2
R3	R6
R4	R2
R5	R6
R6	R6
R7	R7

Table de R2	
Dest.	Suiv.
R1	R1
R3	R3
R4	R4
R5	R4
R6	R3
R7	R1

Table de R3	
Dest.	Suiv.
R1	R6
R2	R2
R4	R2
R5	R6
R6	R6
R7	R6

Table de R4	
Dest.	Suiv.
R1	R2
R2	R2
R3	R2
R5	R5
R6	R5
R7	R2

Table de R5	
Dest.	Suiv.
R1	R6
R2	R4
R3	R6
R4	R4
R6	R6
R7	R6

Table de R6	
Dest.	Suiv.
R1	R1
R2	R3
R3	R3
R4	R5
R5	R5
R7	R7

Table de R7	
Dest.	Suiv.
R1	R1
R2	R1
R3	R6
R4	R7
R5	R6
R6	R6

Pour les deux questions suivantes, on suppose que la liaison entre R1 et R6, est coupée.

- Compléter la nouvelle table de routage de R1 ci-contre.
- En déduire le parcours que suivront les données pour aller du routeur R1 au routeur R5.

Solution : Il y a deux chemins possibles : R1–R7–R6–R5 et R1–R2–R4–R5.

Table de R1	
Dest.	Suiv.
R2	R2
R3	R2
R4	R2
R5	R2 ou R7
R6	R7
R7	R7

- Pour la suite de l'exercice, on considère que la liaison entre R1 et R6 a été rétablie et on applique désormais le protocole de routage OSPF attribuant un coût à chaque liaison afin de trouver le chemin permettant une transmission plus rapide.

Le coût d'une liaison est défini par la relation :

$$\text{coût} = \frac{10^8}{d} \quad \text{où } d \text{ représente le débit en bit} \cdot \text{s}^{-1}$$

Liaison	Débit	Coût
Ethernet	10^7	10
Fast-Ethernet	10^8	1
Fibre	10^9	0,1

- Compléter le tableau suivant :
- Compléter la figure ci-dessous en faisant apparaître le coût de chacune des liaisons.

Le coût d'un chemin est la somme des coûts des liaisons empruntées.

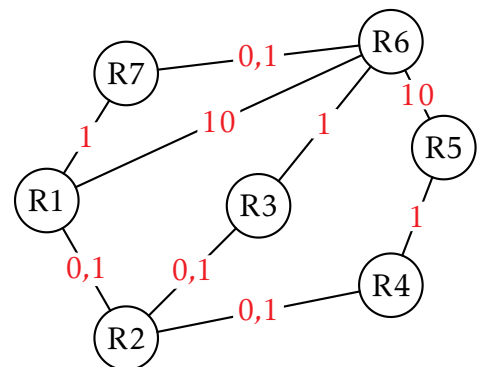
- Donner les 6 chemins possibles ainsi que leur coût lors de l'envoi d'un paquet depuis le routeur R1 vers le routeur R5.

Solution : Il y a :

- R1–R7–R6–R5 qui a un coût de 11,1.
- R1–R7–R6–R3–R2–R4–R5 qui a un coût de 3,3.
- R1–R6–R5 qui a un coût de 20.
- R1–R6–R3–R2–R4–R5 qui a un coût de 22,2.
- R1–R2–R4–R5 qui a un coût de 1,2.
- R1–R2–R3–R6–R5 qui a un coût de 11,2.

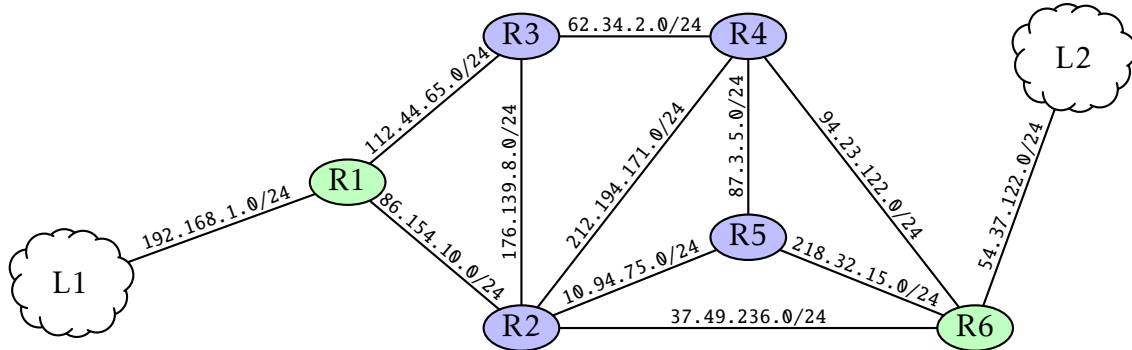
- Déduire, en respectant le protocole OSPF, le chemin le moins coûteux lors de l'envoi d'un paquet depuis le routeur R1 vers le routeur R5. Préciser le coût minimal.

Solution : Le chemin sera donc R1–R2–R4–R5 qui a un coût de 1,2.



EXERCICE 4 : On représente ci-dessous un réseau dans lequel R1, R2, R3, R4, R5 et R6 sont

des routeurs. Le réseau local L1 est relié au routeur R1 et le réseau local L2 au routeur R6.



Rappels et notations

Dans cet exercice, les adresses IP sont composées de 4 octets, soit 32 bits. Elles sont notées X1.X2.X3.X4, où X1, X2, X3 et X4 sont les valeurs des 4 octets, convertis en notation décimale.

La notation 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 ».

On donne également des extraits de la table de routage des routeurs R1 à R5 dans le tableau suivant :

Routeur	Réseau destinataire	Passerelle	Interface
R1	54.37.122.0/24	86.154.10.1	86.154.10.56
R2	54.37.122.0/24	37.49.236.22	37.49.236.23
R3	54.37.122.0/24	62.34.2.8	62.34.2.9
R4	54.37.122.0/24	94.23.122.10	94.23.122.11
R5	54.37.122.0/24	218.32.15.1	218.32.15.2

1) Un paquet part du réseau local L1 à destination du réseau local L2.

- a) En utilisant l'extrait de la table de routage de R1, vers quel routeur R1 envoie-t-il ce paquet : R2 ou R3? Justifier.

Solution : D'après la ligne de la table du routeur R1, il faut l'envoyer sur le réseau 86.154.10.0/24 qui le relie à R2.

- b) À l'aide des extraits de tables de routage ci-dessus, nommer les routeurs traversés par ce paquet, lorsqu'il va du réseau L1 au réseau L2.

Solution : Le chemin suivi est R1–R2–R6.

2) La liaison entre R1 et R2 est rompue.

- a) Sachant que ce réseau utilise le protocole RIP (distance en nombre de sauts), donner l'un des deux chemins possibles que pourra suivre un paquet allant de L1 vers L2.

Solution : Sans la liaison entre R1 et R2, il est possible de suivre R1–R3–R4–R6 ou R1–R3–R2–R6.

- b) Dans les extraits de tables de routage ci-dessus, pour le chemin de la question 2)a), quelle(s) ligne(s) sera (seront) modifiée(s)? Vous indiquerez simplement le(s) routeur(s) dont la table est modifiée et le nouveau routeur qui sert de passerelle.

Solution : Il n'y a que la table de R1 qui doit être modifiée. Il faut envoyer les paquets à R3.

3) On a rétabli la liaison entre R1 et R2.

Par ailleurs, pour tenir compte du débit des liaisons, on décide d'utiliser le protocole OSPF (distance liée au coût minimal des liaisons) pour effectuer le routage. Le coût des liaisons entre les routeurs est donné par le tableau suivant :

Liaison	R1-R2	R1-R3	R2-R3	R2-R4	R2-R5	R2-R6	R3-R4	R4-R5	R4-R6	R5-R6
Coût	100	100	?	1	10	10	10	1	10	1

a) Le coût $\mathcal{C}$ d'une liaison est donné ici par la formule :

$$\mathcal{C} = \frac{10^9}{BP}$$

où BP est la bande passante de la connexion en bps (bit par seconde).

Sachant que la bande passante de la liaison R2-R3 est de 10 Mbps, calculer le coût correspondant. On rappelle que 10Mbps = 10^7 bps.

Solution : On a :

$$\mathcal{C} = \frac{10^9}{10^7} = 100$$

b) Déterminer le chemin parcouru par un paquet partant du réseau L1 et arrivant au réseau L2, en utilisant le protocole OSPF. Vous indiquerez également le coût.

Solution : Le chemin R1–R2–R4–R5–R6 a un coût de 103, qui est le coût minimal.

c) Compléter les extraits des tables de routages à destination de L2, avec la métrique OSPF. Vous utiliserez le nom du routeur qui sert de passerelle plutôt que son adresse.

Routeur	Réseau destinataire	Passerelle	Métrique OSPF
R1	54.37.122.0/24	R2	103
R2	54.37.122.0/24	R4	3
R3	54.37.122.0/24	R4	12
R4	54.37.122.0/24	R5	2
R5	54.37.122.0/24	R6	1