0.7 Le routage

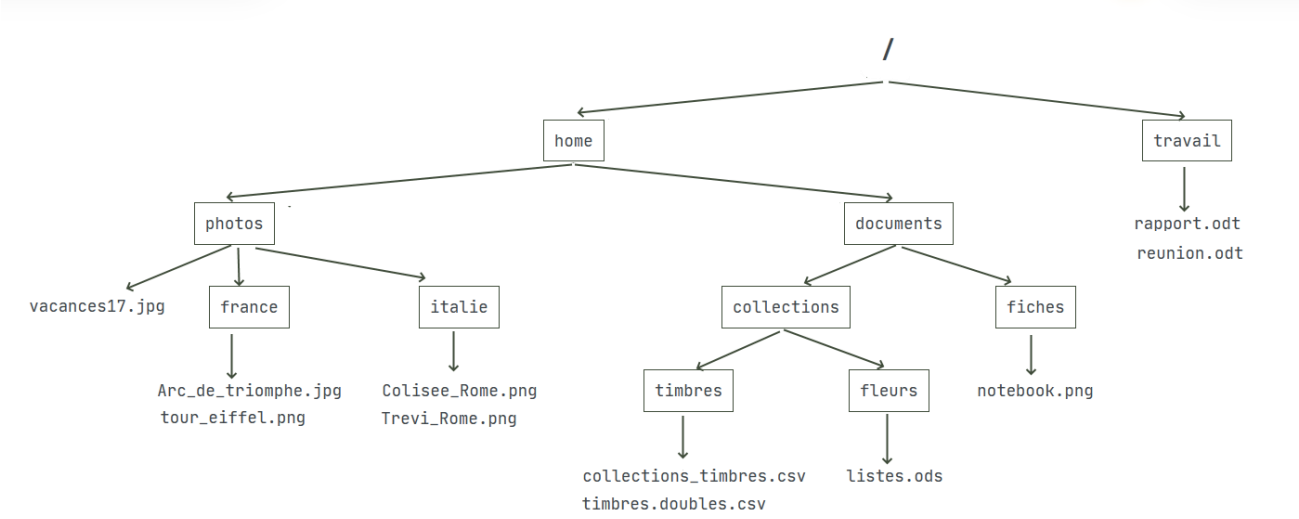
NSI terminale - JB Duthoit

EXERCICE 1 (4 points)

Cet exercice est consacré aux commandes de base en lignes de commande sous Linux, au traitement des données en tables et aux bases de données (modèle relationnel, base de données relationnelle, langage SQL).

1. Sur une machine équipée du système d'exploitation GNU/Linux, les informations sont enregistrées dans un fichier du répertoire `collections`.

Dans le schéma ci-dessous, on trouve des répertoires (encadrés par un rectangle, exemple : `travail`) et des fichiers (les noms non encadrés, comme `rapport.odt`).

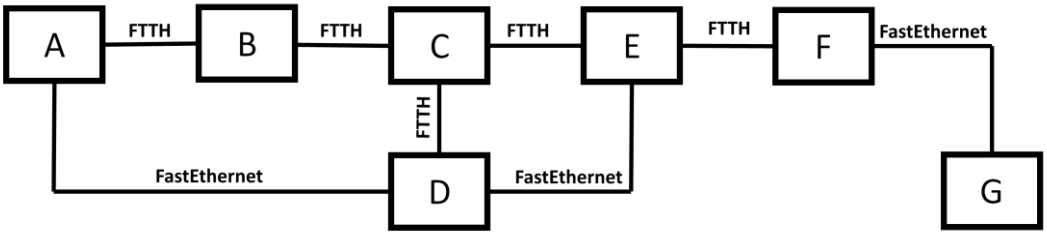


a. Sachant que le répertoire courant est le répertoire `fiches`, indiquer sur la copie les numéros de toutes les commandes parmi celles proposées ci-dessous qui permettent de se positionner dans le répertoire `timbres` :

Commande 1 : `cd /home/documents/collections/timbres`
Commande 2 : `cd ./collections/timbres`
Commande 3 : `cd /timbres`
Commande 4 : `cd documents/collections/timbres`
Commande 5 : `cd ../collections/timbres`
Commande 6 : `cd timbres`

b. Donner une commande qui permet d'accéder au répertoire `timbres` à partir de la racine.

2. On considère le réseau ci-dessous dans lequel :
- les nœuds A, B, C, D, E, F et G sont des routeurs,
- le type de liaison est précisé entre chaque routeur.



On rappelle que la bande passante des liaisons FTTH (fibre optique : Fiber To The Home) est de 10 Gbit/s et celle des liaisons FastEthernet de 100 Mbit/s.

On s'intéresse au protocole de routage OSPF. Le protocole OSPF est un protocole de routage qui cherche à minimiser la somme des coûts des liaisons entre les routeurs empruntés par un paquet. Le coût C d'une liaison est donné par :

$C = \frac{10^8}{d}$, où d est la bande passante en bit/s de la liaison.

a. Calculer le coût d'une liaison de communication par la technologie FastEthernet.

b. Le fichier `collections_timbres.csv` contenu dans une machine reliée au routeur A doit être envoyé à une machine reliée au routeur G. Déterminer la route permettant de relier le routeur A au routeur G et minimisant la somme des coûts selon le protocole OSPF.

3. Un extrait des informations stockées dans le fichier `collection_timbres.csv` au format CSV est donné ci-dessous :

```
nom_timbre;annee_fabrication;nom_collectionneur
Gustave Eiffel;1950;Dupont
Marianne;1989;Durand
Alan Turing;2012;Dupont
```

Donner les différents descripteurs de ce fichier CSV. Pour chacun de ces descripteurs, donner les valeurs associées.

4. On cherche maintenant à stocker une partie de ces informations dans une base de données relationnelle. La relation suivante a été proposée :

timbres

nom	annee_fabrication
Gustave Eiffel	1950
Marianne	1989
Alan Turing	2012
Gustave Eiffel	1989
Ada Lovelace	1951

a. Définir la notion de clé primaire d'une relation.

b. L'attribut `nom` peut-il jouer le rôle de clé primaire ?

c. Même question pour l'attribut `annee_fabrication`.

d. Dans le cas d'une réponse par la négative aux deux questions ci-dessus, proposer une solution permettant d'avoir une clé primaire dans la relation `timbres`.

5. On considère maintenant la relation suivante :

`collectionneurs`

ref_licence	**nom**	**prenom**	**annee_naissance**	**nbre_timbres**
Hqdfapo	Dupuis	Daniel	1953	53
Dfacqpe	Dupond	Jean-Pierre	1961	157
Qdfqnay	Zaouï	Jamel	1973	200
Aerazri	Pierre	Jean	1967	130
Nzxoeqg	Dupond	Alexandra	1960	61

a. Décrire le résultat de la requête SQL ci-dessous :

```
UPDATE collectionneurs
SET ref_licence = 'Ythpswz'
WHERE nom = 'Dupond';
```

b. Expliquer pourquoi, suite à cette requête, l'attribut `ref_licence` ne peut plus être une clé primaire de la relation `collectionneurs`.

6. Écrire une requête SQL qui affiche, pour chacune des personnes nées en 1963 ou après, le nom, le prénom et le nombre de timbres qu'elles possèdent dans leur collection, enregistrées dans la relation `collectionneurs`. On pourra utiliser certaines des clauses usuelles suivantes : `SELECT`, `FROM`, `WHERE`, `JOIN`, `UPDATE`, `INSERT`, `DELETE`.

EXERCICE 2 (3 points)

L'exercice porte sur l'architecture matérielle, les réseaux et les systèmes d'exploitation.

Nous allons étudier les communications entre Bob et Alice. Ils communiquent au travers du réseau ci-dessous dont le protocole de routage est le protocole OSPF qui minimise le cout des communications :

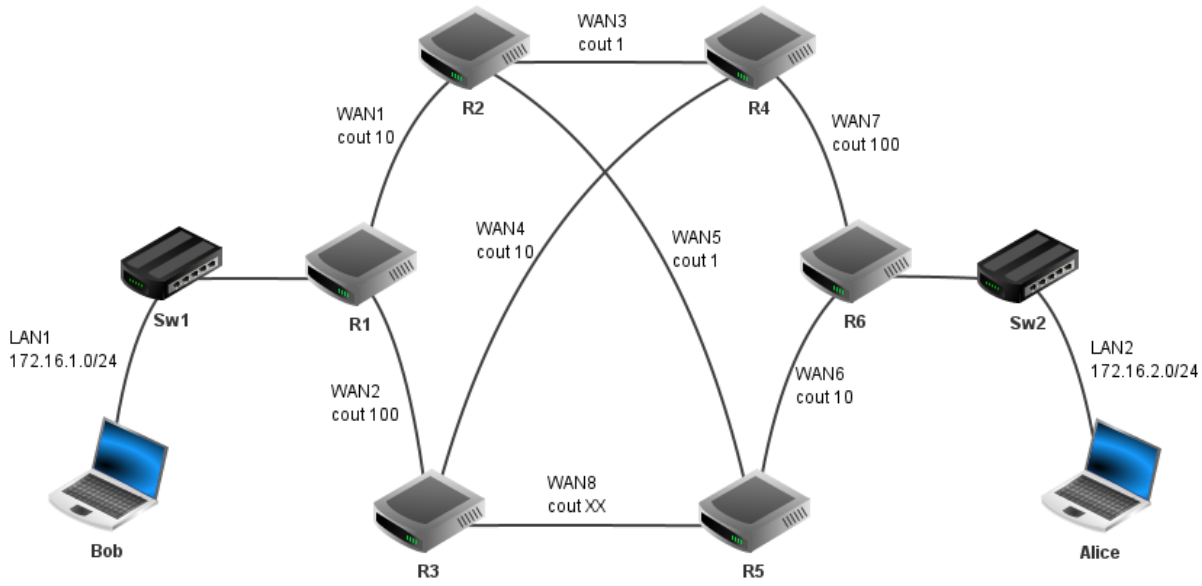


Figure 1 : Plan du réseau de communication entre Alice et Bob.

LAN : réseau local ; WAN : réseau étendu ; R : routeur ; Sw : Switch

Une adresse IPv4 est composée de quatre octets soit 32 bits. Une adresse de sous-réseau avec la notation `/n` signifie que les `n` premiers bits de l'adresse correspondent à la partie « réseau » et les suivants à la partie « machine ».

L'adresse dont tous les bits de la partie « machine » sont à 0 est appelée adresse du réseau.

L'adresse dont tous les bits de la partie « machine » sont à 1 est appelée adresse de diffusion.

Ces adresses sont réservées et ne peuvent pas être attribuées à des machines.

Le choix des routes empruntées par les paquets IP est uniquement basé sur le protocole OSPF. On prendra comme débit maximal de référence 10 000 Mbit/s.

Le cout est alors calculé de la façon suivante :

$$\text{cout} = \frac{\text{débit maximal de référence}}{\text{débit du réseau concerné}}$$

1. La configuration IP partielle ci-dessous a été affichée sur l'un des ordinateurs :

```
IP hôte : 172.16.2.3
IP passerelle : 172.16.2.253
```

Indiquer en justifiant si cette configuration appartient à l'ordinateur de Bob ou d'Alice.

2. Le réseau WAN8 a un débit de 1 000 Mbit/s. Calculer le cout correspondant.

3. On donne les tables de routage des routeurs R1 à R5, dans lesquelles Pass. désigne la passerelle (qui correspond au routeur suivant) :

Routeur R1		
Destination	Pass.	Cout
LAN1	-	-
LAN2	R2	21
WAN1	-	-
WAN2	-	-
WAN3	R2	10
WAN4	R2	11
WAN5	R2	10
WAN6	R2	11
WAN7	R2	11
WAN8	R2	11

Routeur R2		
Destination	Pass.	Cout
LAN1	R1	10
LAN2	R5	11
WAN1	-	-
WAN2	R1	10
WAN3	-	-
WAN4	R4	1
WAN5	-	-
WAN6	R5	1
WAN7	R4	1
WAN8	R5	1

Routeur R3		
Destination	Pass.	Cout
LAN1	R4	21
LAN2	R5	20
WAN1	R4	11
WAN2	-	-
WAN3	R4	10
WAN4	-	-
WAN5	R5	10
WAN6	R5	10
WAN7	R4	10
WAN8	-	-

Routeur R4		
Destination	Pass.	Cout
LAN1	R2	11
LAN2	R2	12
WAN1	R2	1
WAN2	R3	10
WAN3	-	-
WAN4	-	-
WAN5	R2	1
WAN6	R2	2
WAN7	-	-
WAN8	R2	2

Routeur R5		
Destination	Pass.	Cout
LAN1	R2	11
LAN2	R6	10
WAN1	R2	1
WAN2	R3	10
WAN3	R2	1
WAN4	R2	2
WAN5	-	-
WAN6	-	-
WAN7	R2	2
WAN8	-	-

Figure 2 : Tables de routage des routeurs R1 à R5

Écrire sur votre copie la table de routage du routeur R6.

4. Bob envoie un message à Alice.

Énumérer dans l'ordre tous les routeurs par lesquels transitera ce message.

5. Un routeur tombe en panne, le nouveau cout pour la route entre Bob et Alice est de 111. Déterminer le nom du routeur en panne.

EXERCICE 3 (4 points)

Cet exercice porte sur les représentations binaires et les protocoles de routage.

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

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

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.

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

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

Routeur B

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

Routeur C

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

Routeur D

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

Routeur E

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

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

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

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

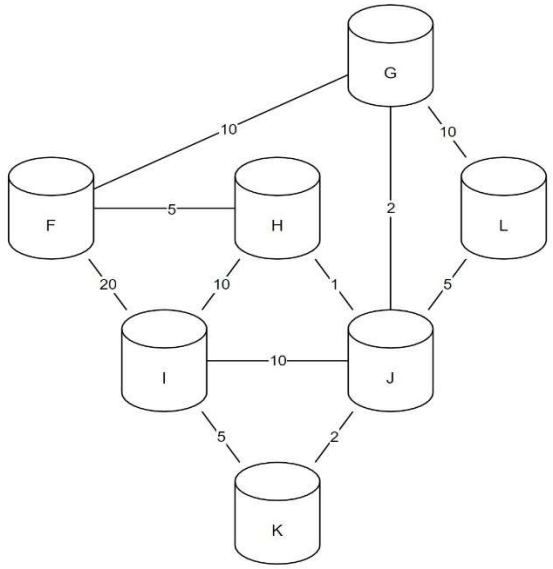
Dans le protocole de routage OSPF le débit des liaisons entre routeurs agit sur la métrique via la relation : $métrique = \frac{10^8}{débit}$ dans laquelle le débit est exprimé en bit par seconde (bps).

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

Recopier sur votre copie et compléter le tableau suivant :

Débit	100 kbps	500 kbps	?	100 Mbps
Métrique associée	1 000	?	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

Destination	Métrique
F	0
G	8
H	5
I	
J	
K	
L	

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

a. Indiquer le chemin emprunté par un message d'un ordinateur du réseau F à destination d'un ordinateur du réseau I.
Justifier votre réponse.

b. Recopier et compléter la table de routage du routeur F.

c. Citer une unique panne qui suffirait à ce 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.

EXERCICE 3 (4 points)

Cet exercice porte sur les réseaux et les protocoles de routages.

Rappels :

Une adresse IPv4 est composée de 4 octets, soit 32 bits. Elle est notée a.b.c.d, où a, b, c et d sont les valeurs des 4 octets.

La notation a.b.c.d/n signifie que les n premiers bits de l'adresse IP représentent la partie « réseau », les bits qui suivent représentent la partie « machine ».

L'adresse IPv4 dont tous les bits de la partie « machine » sont à 0 est appelée « adresse du réseau ».

L'adresse IPv4 dont tous les bits de la partie « machine » sont à 1 est appelée « adresse de diffusion ».

On considère le réseau représenté sur la Figure 1 ci-dessous :

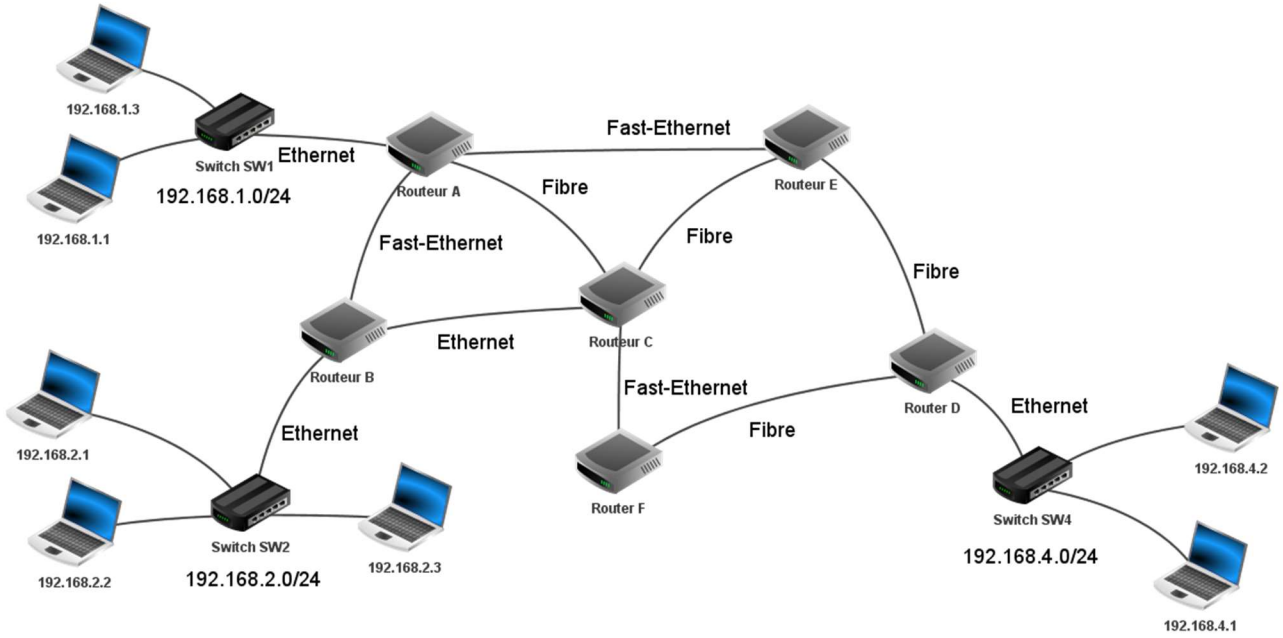


Figure 1 : schéma du réseau

1. On considère la machine d'adresse IPv4 192.168.1.1/24

a. Donner l'adresse du réseau sur lequel se trouve cette machine.

b. Donner l'adresse de diffusion (*broadcast*) de ce réseau.

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

d. On souhaite ajouter une machine sur ce réseau, proposer une adresse IPv4 possible pour cette machine.

2.

a. La machine d'adresse IPv4 192.168.1.1 transmet un paquet IPv4 à la machine d'adresse IPv4 192.168.4.2

Donner toutes les routes pouvant être empruntées par ce paquet IPv4, chaque routeur ne pouvant être traversé qu'une seule fois.

b. Expliquer l'utilité d'avoir plusieurs routes possibles reliant les réseaux 192.168.1.0/24 et 192.168.4.0/24

3. Dans cette question, on suppose que le protocole de routage mis en place dans le réseau est RIP. Ce protocole consiste à minimiser le nombre de sauts. Le schéma du réseau est celui de la figure 1.
Les tables de routage utilisées sont données ci-dessous :

Routeur A	
Destination	passe par
B	…
C	…
D	E
E	…
F	C

Routeur B	
Destination	passe par
A	A
C	C
D	C
E	C
F	C

Routeur C	
Destination	passe par
A	A
B	B
D	E
E	E
F	F

Routeur D	
Destination	passe par
A	E
B	F
C	F
E	E
F	F

Routeur E	
Destination	passe par
A	A
B	C
C	C
D	D
F	C

Routeur F	
Destination	passe par
A	C
B	C
C	C
D	D
E	C

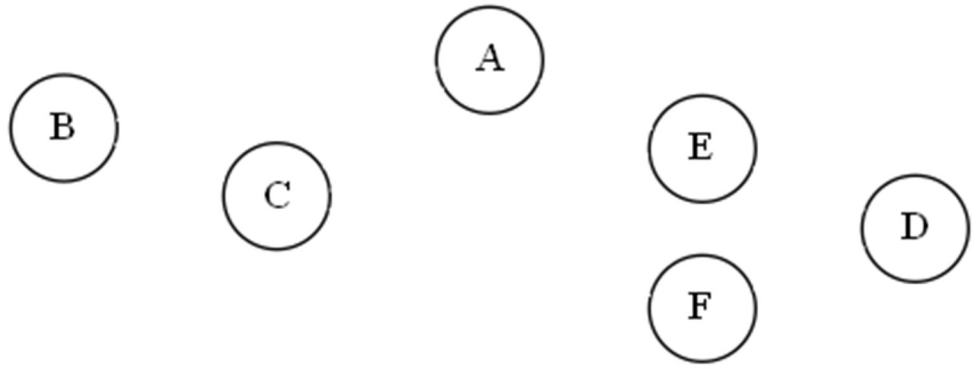
Tables de routage

a. Recopier et compléter sur la copie la table de routage du routeur A.
b. Un paquet IP doit aller du routeur B au routeur D. En utilisant les tables de routage, donner le parcours emprunté par celui-ci.
c. Les connexions entre les routeurs B-C et A-E étant coupées, sur la copie, réécrire les tables de routage des routeurs A, B et C.
d. Déterminer le nouveau parcours emprunté par le paquet IP pour aller du routeur B au routeur D.

4. Dans cette question, on suppose que le protocole de routage mis en place dans le réseau est OSPF. Ce protocole consiste à minimiser la somme des coûts des liaisons empruntées. Le coût d'une liaison est défini par la relation $\text{coût} = \frac{10^8}{\text{d}}$ où d représente le débit en bit/s et coût est sans unité. Le schéma du réseau est celui de la figure 1.

a. Déterminer le coût des liaisons Ethernet ($d = 10^7$ bit/s), Fast-Ethernet ($d = 10^8$ bit/s) et Fibre ($d = 10^9$ bit/s).

b. On veut représenter schématiquement le réseau de routeurs à partir du schéma du réseau figure 1.
Recopier sur la copie le schéma ci-dessous et tracer les liaisons entre les routeurs en y indiquant le coût.



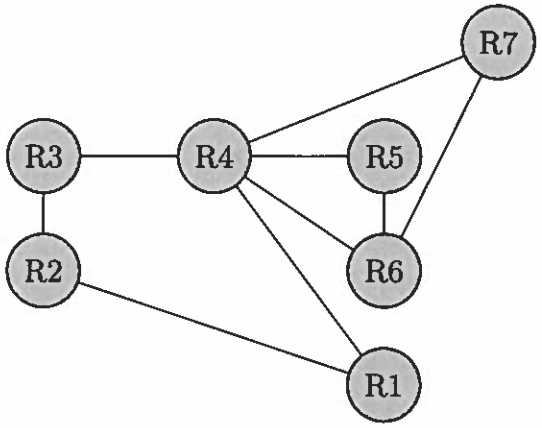
c. Un paquet IPv4 doit être acheminé d'une machine ayant pour adresse IPv4 192.168.2.1 à une machine ayant pour adresse IPv4 192.168.4.1
Écrire les routes possibles, c'est à dire la liste des routeurs traversés, et le coût de chacune de ces routes, chaque routeur ne pouvant être traversé qu'une seule fois.

d. Donner, en la justifiant, la route qui sera empruntée par un paquet IPv4 pour aller d'une machine ayant pour adresse IPv4 192.168.2.1 à une machine ayant pour adresse IPv4 192.168.4.1

Exercice 2 (4 points).

Cet exercice porte sur les réseaux et les protocoles de routage.

On considère le réseau suivant composé de sept routeurs.



On donne les tables de routage préalablement construites ci-dessous avec le protocole RIP (Routing Information Protocole). Le protocole RIP permet de construire les tables de routage des différents routeurs, en indiquant pour chaque routeur, la distance, en nombre de sauts, qui le sépare d'un autre routeur.

Table de routage de R1

Destination	Lien	Distance
R2	R2	1
R3	R4	2
R4	R4	1
R5	R4	2
R6	R4	2
R7	R4	2

Table de routage de R2

Destination	Lien	Distance
R1	R1	1
R3	R3	1
R4	R1	2
R5	R3	3
R6	R3	3
R7	R1	3

Table de routage de R3

Destination	Lien	Distance
R1	R2	2
R2	R2	1
R4	R4	1
R5	R4	2
R6	R4	2
R7	R4	2

Table de routage de R4

Destination	Lien	Distance
R1	R1	1
R2	R3	2
R3	R3	1
R5	R5	1
R6	R6	1
R7	R7	1

Table de routage de R5

Destination	Lien	Distance
R1	R4	2
R2	R4	3
R3	R4	2
R4	R4	1
R6	R6	1
R7	R6	2

Table de routage de R6

Destination	Lien	Distance
R1	R4	2
R2	R4	3
R3	R4	2
R4	R4	1
R5	R5	1
R7	R7	1

Table de routage de R7

Destination	Lien	Distance
R1	R4	2
R2	R4	3
R3	R4	2
R4	R4	1
R5	R4	2
R6	R6	1

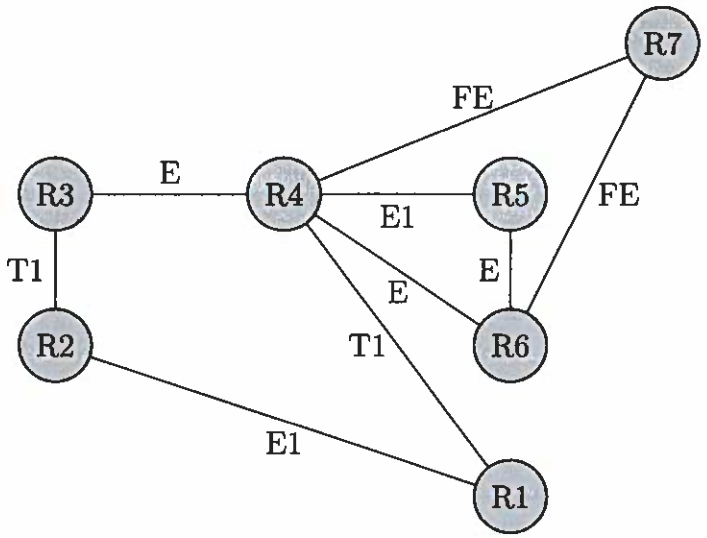
1. Le routeur R2 doit envoyer un paquet de données au routeur R7 qui en accuse réception. Déterminer le chemin parcouru par le paquet de données ainsi que celui parcouru par l'accusé de réception.
2. (a) Indiquer la faiblesse que présente ce réseau en cas de panne du routeur R4.
   (b) Proposer une solution pour y remédier.
3. Dans cette question uniquement, on décide de rajouter un routeur R8 qui sera relié aux routeurs R2 et R6.
   (a) Donner une table de routage pour R8 qui minimise le nombre de saut.
   (b) Donner une nouvelle table de routage de R2.
4. **Pour la suite de l'exercice on considèrera le réseau sans le routeur R8.**
   Il a été décidé de modifier les règles de routage de ce réseau en appliquant dorénavant le protocle de routage OSPF qui prend en compte la bande passante.
   Ce protocole attribue un coût à chaque liaison afin de privilégier le choix de certaines routes plus rapides. Plus le coût est faible, plus le lien est intéressant.
   Le coût d'une liaison est calculé par la formule :

$$\text{coût} = \frac{10^8 \text{ bit/s}}{\text{bande passante du lien en bit/s}}$$

   Voici le tableau référençant les coûts des liaisons en fonction du type de liaison entre deux routeurs :

Type de liaison	bande passante	Coût
FastEthernet (FE)	?	1
Ethernet (E)	10 Mb/s	?
(E1)	2,048 Mb/s	49
(T1)	1,544 Mb/s	65

   On rappelle que 1 Mb/s = 1000 kb/s = 10^6 bit/s.
   (a) Déterminer la bande passante du FastEthernet (FE) et justifier que le coût du réseau de type Ethernet (E) est de 10.
   (b) On précise sur le graphe ci-dessous les types de liaison dans notre réseau :



   Le coût d'un chemin est la somme des coûts des liaisons rencontrés. Donner en justifiant le chemin le moins coûteux pour relier R2 à R5. Préciser le coût.

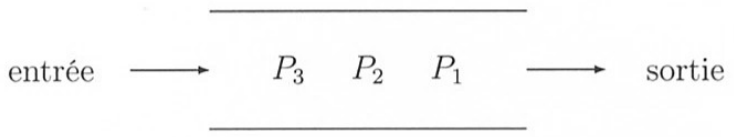
3. On considère les trois processus P1, P2 et P3, tous soumis à l'instant 0 dans l'ordre 1, 2, 3 :

Nom du processus	Durée d'exécution en unité de temps	Ordre de soumission
P_1	3	1
P_2	1	2
P_3	4	3

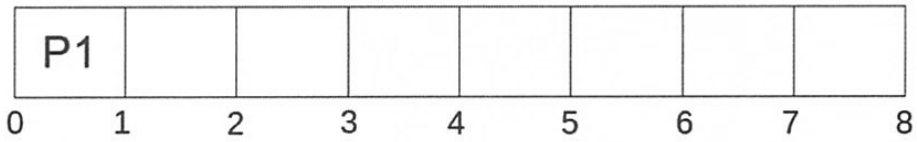
(a) Dans cette question, on considère que les processus sont exécutés de manière concurrente selon la politique du tourniquet : le temps est découpé en tranches nommées *quantums de temps*.

Les processus prêts à être exécutés sont placés dans une file d'attente selon leur ordre de soumission.

Lorsqu'un processus est élu, il s'exécute au plus durant un quantum de temps. Si le processus n'a pas terminé son exécution à l'issue du quantum de temps, il réintègre la file des processus prêts (côté entrée). Un autre processus, désormais en tête de la file (côté sortie) des processus prêts, est alors à son tour élu pour une durée égale à un quantum de temps maximum.

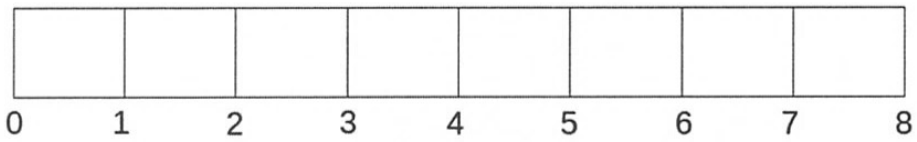


Reproduire le tableau ci-dessous sur la copie et indiquer dans chacune des cases le processus exécuté à chaque cycle. Le quantum correspond à une unité de temps.



(b) Dans cette question, on considère que les processus sont exécutés en appliquant la politique du « plus court d'abord » : les processus sont exécutés complètement dans l'ordre croissant de leurs temps d'exécution, le plus court étant exécuté en premier.

Reproduire le tableau ci-dessous sur la copie et indiquer dans chacune des cases le processus exécuté à chaque cycle.



4. On considère trois ressources R_1, R_2 et R_3 et trois processus P_1, P_2 et P_3 dont les files d'exécution des instructions élémentaires sont indiquées ci-dessous :

Processus P_1
Demande R_1
Demande R_2
Libère R_1
Libère R_2

Processus P_2
Demande R_2
Demande R_3
Libère R_2
Libère R_3

Processus P_3
Demande R_3
Demande R_1
Libère R_3
Libère R_1