Exercice 2 (6 points)

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

Partie A

Un réseau informatique, composé de six routeurs et des liens reliant ces routeurs, est représenté ci-dessous. Le coût d'un lien est inversement proportionnel au débit de la liaison. Ces coûts sont indiqués au-dessus des liaisons et les adresses IP des sous-réseaux sont indiquées en dessous. Le "/24" situé à la suite des adresses IP des sous-réseaux signifie que les identifiants réseaux sont codés sur 24 bits.

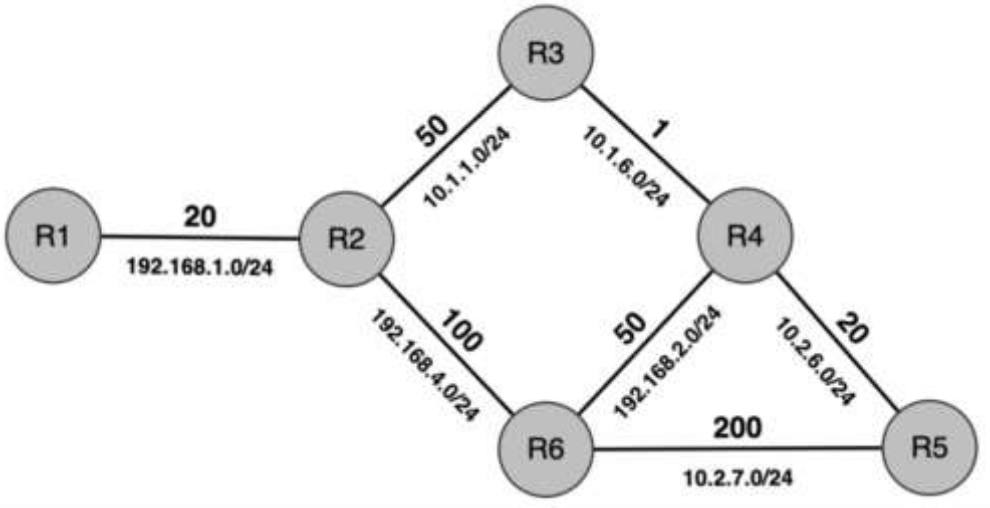


Figure 1. Graphe représentant le réseau

Le tableau ci-dessous donne les adresses IP des routeurs selon leurs liaisons aux différents sous-réseaux.

Adresse du sous-réseau	Adresses IP des routeurs			
192.168.1.0/24	R1	192.168.1.1	R2	192.168.1.4
10.1.1.0/24	R2	10.1.1.1	R3	10.1.1.2
192.168.4.0/24	R2	192.168.4.2	R6	192.168.4.1
10.1.6.0/24	R3	10.1.6.1	R4	10.1.6.2
10.2.6.0/24	R4	10.2.6.1	R5	10.2.6.2
192.168.2.0/24	R4	192.168.2.2	R6	192.168.2.1
10.2.7.0/24	R5	10.2.7.3	R6	10.2.7.1

1. Expliquer pourquoi le routeur R2 ne peut pas être associé à l'adresse IP 192.168.2.3 dans le sous-réseau qui le lie au routeur R1.

Le premier protocole de routage utilisé est le protocole RIP (*Routing Information Protocol*). Dans celui-ci, la métrique de la table de routage correspond au nombre de routeurs à traverser pour atteindre la destination.

2. Recopier et compléter la table de routage du routeur R4 ci-dessous avec les adresses IP des destinations et des passerelles (ou routeurs suivants) selon le protocole RIP suite à l'échange avec l'ensemble des routeurs. Une destination correspond à un sous-réseau.

Table de routage de R4		
destination	passerelle	distance
10.1.6.0/24	connecté	0
10.2.6.0/24	connecté	0
192.168.2.0/24	connecté	0
10.1.1.0/24	10.1.6.1	1

Les routeurs R3 et R4 sont reliés par la technologie 5G dont le débit est de 10 Gbit/s.

3. Calculer le débit entre les routeurs R1 et R2. On rappelle que le coût d'un lien est inversement proportionnel au débit de la liaison.

4. Indiquer le chemin à suivre pour transmettre des données de R1 à R5 selon le protocole RIP.

La liaison R2-R6 tombe en panne.

5. Indiquer le chemin à suivre pour transmettre des données de R1 à R5, toujours selon le protocole RIP.

La liaison R2-R6 est rétablie. Le protocole de routage OSPF (*Open Shortest Path First*) est alors utilisé. Dans ce protocole, la métrique de la table de routage correspond à la somme des coûts des liaisons traversées.

6. Indiquer le chemin à suivre pour transmettre des données de R1 à R5 selon le protocole OSPF et comparer avec le chemin obtenu précédemment selon le protocole RIP.

Le réseau évolue et de nouveaux routeurs sont implantés. Pour des raisons de lisibilité, le suffixe /24 a été omis. Le tableau ci-après récapitule les mises à jour des adresses IP des routeurs.

Routeur	Adresses IP			
R1	192.168.1.1	114.156.4.3	178.115.8.2	
R2	192.168.1.4	10.1.1.1	192.168.4.2	
R3	10.1.1.2	10.1.6.1	192.162.2.2	
R4	10.1.6.2	10.2.6.1	192.168.2.2	
R5	10.2.6.2	10.2.7.3	12.14.8.2	
R6	192.168.2.1	10.2.7.1	10.7.2.2	192.168.4.1
R7	114.156.4.2	12.14.8.1	192.162.2.8	
R8	10.7.2.3	178.115.8.3		

7. Représenter le réseau informatique mis à jour à l'aide d'un graphe.

Partie B

Un réseau routier, composé de six villes, est représenté ci-dessous.

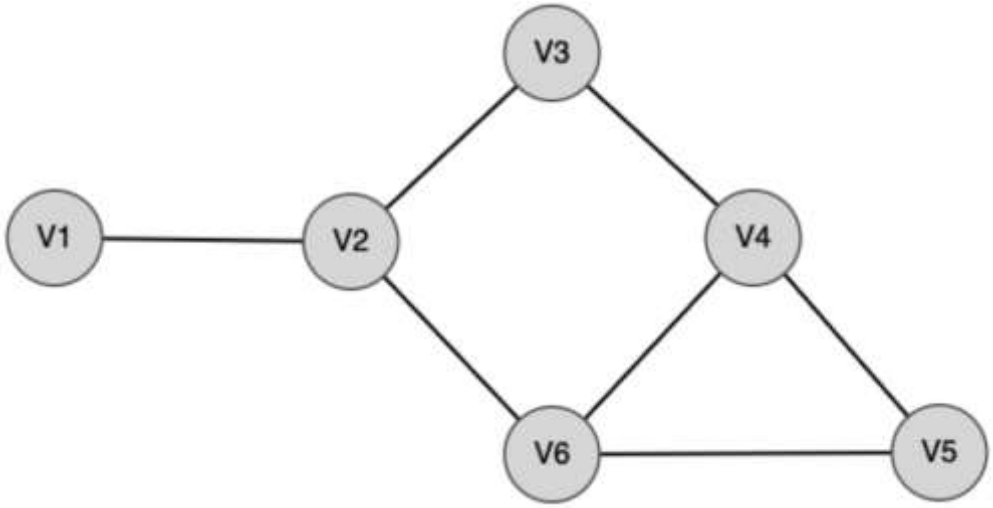


Figure 2. Schéma du réseau routier

Un automobiliste souhaite partir de la ville V1 pour rejoindre la ville V5. Le GPS lui propose deux itinéraires :

- l'itinéraire A minimisant le temps de parcours ;
- l'itinéraire B minimisant le nombre de villes traversées.

8. Pour ces deux itinéraires, indiquer celui qui correspond au protocole RIP et celui qui correspond au protocole OSPF d'un réseau informatique.

Le réseau, modélisé par un graphe, est implémenté dans la suite par un dictionnaire de listes d'adjacence où chaque sommet du graphe est associé à la liste de ses voisins. Le réseau routier de la figure 2 est donc implémenté de la façon suivante :

```
route = {
    'V1': ['V2'],
    'V2': ['V1', 'V3', 'V6'],
    'V3': ['V2', 'V4'],
    'V4': ['V3', 'V5', 'V6'],
    'V5': ['V4', 'V6'],
    'V6': ['V2', 'V4', 'V5']
}
```

9. Écrire la liste des sommets, dans l'ordre de leur visite, lors du parcours en largeur du graphe du réseau routier de la figure 2 depuis le sommet `'V3'`.

En supposant que toutes les arêtes ont le même poids, la fonction `itineraire_court`, ci-après, renvoie le plus court chemin entre deux sommets d'un graphe.

```
def itineraire_court(graphe, depart, arrivee):
    deja_visites = []
    a_visiter = []
    a_visiter.append(depart)
    precedent = {depart: None}
    while a_visiter != []:
        sommet = a_visiter.pop(0)
        if sommet not in deja_visites:
            deja_visites.append(sommet)
        for voisin in graphe[sommet]:
            if voisin not in deja_visites:
                a_visiter.append(voisin)
                precedent[voisin] = sommet
            if voisin == arrivee:
                a_visiter = []
                break
    if arrivee not in precedent:
        return []
    chemin = []
    ville = arrivee
    while ville != None:
        chemin.append(ville)
        ville = precedent[ville]
    chemin.reverse()
    return chemin
```

L'instruction `break` permet d'interrompre l'exécution d'une boucle et d'exécuter la suite du script. La méthode `reverse` des listes en Python inverse l'ordre des éléments d'une liste sans en créer une nouvelle. On rappelle que la méthode `pop` des listes Python enlève et renvoie l'élément de la liste situé à l'index indiqué.

Par exemple, `ma_liste.pop(4)` enlève et renvoie l'élément de la liste `ma_liste` situé à l'index 4.

L'instruction suivante est saisie puis exécutée.

```
>>> itineraire_court(route, 'V1', 'V5')
```

10. Compléter l'évolution du contenu de la variable `precedent` à chaque tour de la boucle `while`, donné ci-dessous, suite à l'exécution de l'instruction saisie.

    Tour n°1 : `{'V1': None}`
    Tour n°2 : `{'V1': None, 'V2': 'V1'}`
    Tour n°3 : `{'V1': None, 'V2': 'V1', 'V3': 'V2'}`
    …

11. Écrire ce que renvoie la fonction `itineraire_court` suite à l'exécution de l'instruction saisie.