

## EXERCICE 4

Cet exercice porte sur l'architecture réseau et des protocoles de communication.

On souhaite tester un jeu vidéo en mettant en place un réseau d'ordinateurs répartis dans trois salles.

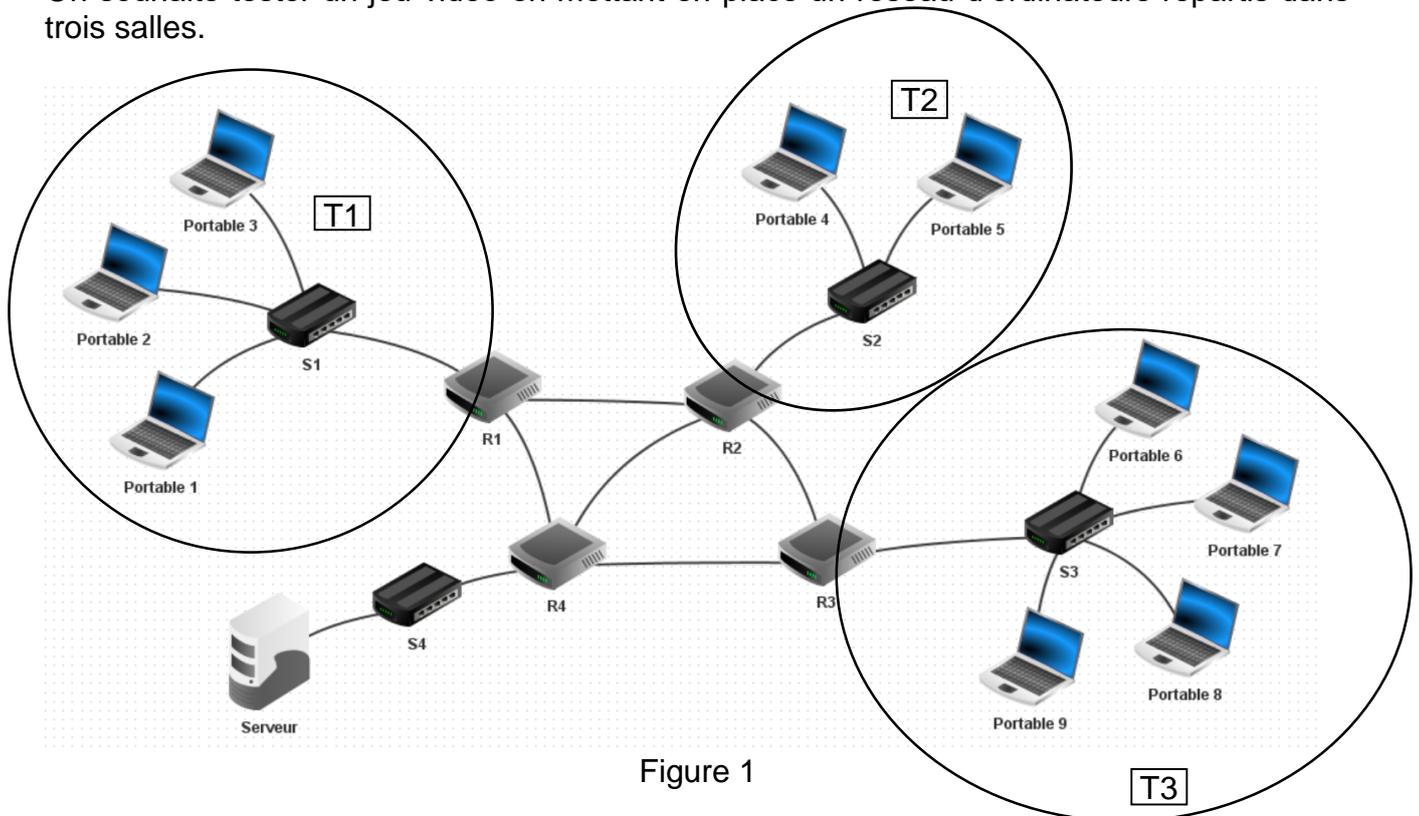


Figure 1

La figure 1 représente le schéma du réseau d'ordinateurs étudié. Il comprend trois réseaux locaux T1, T2 et T3 dans lesquels vont s'installer les joueurs. Un quatrième réseau local sera utilisé pour un serveur de jeux.

Ces réseaux locaux sont interconnectés grâce à des routeurs R1, R2, R3 et R4. Les réseaux locaux T1, T2 et T3 sont constitués de plusieurs ordinateurs portables nommés « Portable  $i$  »,  $1 \leq i \leq 9$ , et de commutateurs (switchs) nommés S1, S2 et S3.

Le serveur est connecté au routeur (passerelle) R4 par l'intermédiaire du commutateur (switch) S4.

Rappels et notations :

Une adresse IPv4, codée sur 4 octets, doit être associée à un masque de réseau pour être interprétable.

Le masque de réseau :

- permet de distinguer la partie de l'adresse qui identifie un réseau de celle qui identifie une machine ;
- est codé sur 4 octets soit 32 bits sous la forme d'une suite de 1 puis une suite de 0 ;
- peut être indiqué sous forme décimale ou en notation CIDR (Classless Inter-Domain Routing) «  $/n$  » où  $n$  correspond aux nombres de bits égaux à 1.

Il peut être codé sous la forme 1111 1111.0000 0000.0000 0000 ou en ajoutant «  $/8$  » à l'adresse IP (exemple : 172.16.1.1/8).

Le tableau 1 donne des informations sur les adresses IP de la plupart des éléments constituant le réseau : le nom de l'élément, son type, l'adresse IPv4 de son ou ses interfaces par lesquelles sortent les paquets, l'élément directement relié à l'interface.

Nom	Type	Adresse IP	Côté
R1	routeur	Interface 1 : 195.168.1.1/24 Interface 2 : 196.163.2.1/24 Interface 3 : 194.162.1.1/24	S1 R2 R4
R2	routeur	Interface 1 : 197.162.1.1/24 Interface 2 : 196.163.2.2/24 Interface 3 : 198.164.3.1/24 Interface 4 : 193.154.5.1/24	S2 R1 R3 R4
R3	routeur	Interface 1 : ...../24 Interface 2 : ...../24 Interface 3 : ...../24	S3 R2 R4
R4	routeur	Interface 1 : 220.10.1.1/24 Interface 2 : 194.162.1.2/24 Interface 3 : 193.154.5.2/24 Interface 4 : 200.158.4.2/24	S4 R1 R2 R3
Portable 1	ordinateur portable	195.168.1.40/24	S1
Portable 5	ordinateur portable	197.162.1.50/24	S2
Portable 6	ordinateur portable	199.160.1.60/24	S3
Portable 7	ordinateur portable	199.160.1.61/24	S3
Portable 8	ordinateur portable	199.160.1.62/24	S3
Portable 9	ordinateur portable	199.160.1.63/24	S3
Serveur	serveur	220.10.1.12/24	S4

Tableau 1

- 1)
  - a) **Indiquer** l'adresse du réseau local dont fait partie l'ordinateur Portable 3.
  - b) **Indiquer** une adresse possible pour l'ordinateur Portable 3.
  - c) **Indiquer**, en justifiant, le nombre d'adresses encore disponibles pour l'ordinateur Portable 4 du réseau local T2.
  
- 2) **Indiquer** les adresses IP des interfaces du routeur 3. Chaque adresse IP est la première disponible sur la plage d'adressage de chaque réseau connecté.
  
- 3) Lors du jeu, l'ordinateur Portable 1 veut communiquer avec l'ordinateur Portable 5.
  - a) **Indiquer** trois parcours possibles en listant tous les éléments utilisés du réseau.
  - b) **Indiquer** le plus court chemin au sens du protocole RIP, minimisant le nombre de routeurs traversés (sauts), en précisant son nombre de sauts.
  - c) La liaison R1-R2 vient de se rompre. **Indiquer** le plus court chemin au sens du protocole RIP, minimisant le nombre de routeurs traversés.
  
- 4) La liaison R1-R2 entre les deux réseaux locaux est rétablie en changeant le câble de raccordement. Parmi les quatre propositions suivantes, **indiquer** le type de ce câble.

a) Internet	b) VGA	c) Ethernet	d) HDMI
-------------	--------	-------------	---------

- 5) On souhaite déterminer le parcours minimisant le coût total des liaisons traversées. Pour cela, le protocole OSPF est utilisé.

On s'intéresse donc au parcours à moindre coût entre le routeur R1 et le routeur R2. Étant donné une bande passante de référence de  $10^9$  bps (bits par seconde), le coût d'une liaison entre routeurs est donné par la formule suivante où  $d$  est la bande passante en bps entre les deux routeurs.

$$\text{coût} = \frac{10^9}{d}$$

On admet que si le résultat du quotient précédent est inférieur ou égal à 1, le coût est égal à 1.

On donne dans le tableau ci-dessous les débits des liaisons entre routeurs.

Note : Mbps signifie  $10^6$  bits par seconde.

Liaison	R1-R2	R1-R4	R2-R3	R2-R4	R3-R4
Débit en Mbps	?	1000	10	1000	20

- a) La liaison entre le routeur R1 et R2 a un coût de 10.  
**Calculer** le débit de cette liaison en Mbps.
  
- b) L'ordinateur Portable 1 communique avec l'ordinateur Portable 5. Le routeur R1 doit transmettre les paquets au routeur R2.  
**Déterminer** le chemin de meilleur coût et **indiquer** ce coût. **Justifier** les réponses.

## EXERCICE 5

Cet exercice porte sur l'architecture réseau et les tables de routage. Il comporte également l'écriture d'une fonction en langage Python.

- 1) Une adresse IPv4 doit être associée à un masque de réseau pour être interprétable.

Rappel sur le masque de réseau :

- il permet de distinguer la partie de l'adresse qui identifie un réseau de celle qui identifie une machine ;
- il est codé sur 4 octets soit 32 bits sous la forme d'une suite de 1 puis une suite de 0 ;
- il peut être indiqué sous forme décimale ou en notation CIDR (Classless Inter-Domain Routing) « /n » où n correspond aux nombres de bits égaux à 1.

Exemples :

- 255.255.192.0 est un masque de réseau valide écrit sous forme décimale et de notation CIDR /18.  
En effet, sa forme binaire contient dix-huit 1 suivis d'une suite de 0.  
1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0
- 255.252.128.0 n'est pas un masque de réseau valide car sa forme binaire n'est pas une suite de 1 suivie d'une suite de 0 : elle contient au moins un 0 intercalé entre deux 1.  
1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 0 0 . 1 0 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0

- a) Pour chaque écriture de masque de réseau, ci-dessous, **indiquer** et **justifier** si elle correspond à un masque de réseau valide :

- 255.255.225.0
- 255.255.224.0

- b) On dispose d'une fonction `convBin` qui prend en paramètre une liste de quatre nombres entiers compris entre 0 et 255 et qui renvoie la liste des 32 bits de l'écriture binaire correspondante.

Par exemple :

- `convBin( [255,255,192,0] )` renvoie  
[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]
- `convBin( [255,252,128,0] )` renvoie  
[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0]

Dans cette question, on considère que les masques en notation CIDR /0 et /32 sont valides.

**Écrire** en langage Python la fonction `cidr` qui prend en paramètre une liste de 32 bits et qui :

- renvoie l'entier  $n$  de la notation CIDR si la liste des 32 bits correspond à l'écriture binaire d'un masque de réseau valide ;
- renvoie -1 sinon.

Par exemple :

- `m=convBin( [255,255,192,0] )`  
`cidr(m)` renvoie 18
- `m=convBin( [255,252,128,0] )`  
`cidr(m)` renvoie -1

2) Parmi les réponses ci-dessous, **indiquer** celle qui propose des commandes permettant d'afficher la table de routage.

- Réponse A : `dir` (sous windows) ou `ls` (sous linux)
- Réponse B : `cacls` (sous windows) ou `chmod` (sous linux)
- Réponse C : `route print` (sous windows) ou `ip route` (sous linux) ou `route -n` (sous linux)
- Réponse D : `ping`
- Réponse E : `tracert` (sous windows) ou `tracert` (sous linux)

- 3) Le réseau étudié, constitué de 3 routeurs R1, R2 et R3 est représenté à la figure 1. Chaque routeur possède deux interfaces eth0 et eth1 dont les adresses IPv4 sont indiquées ci-dessous.

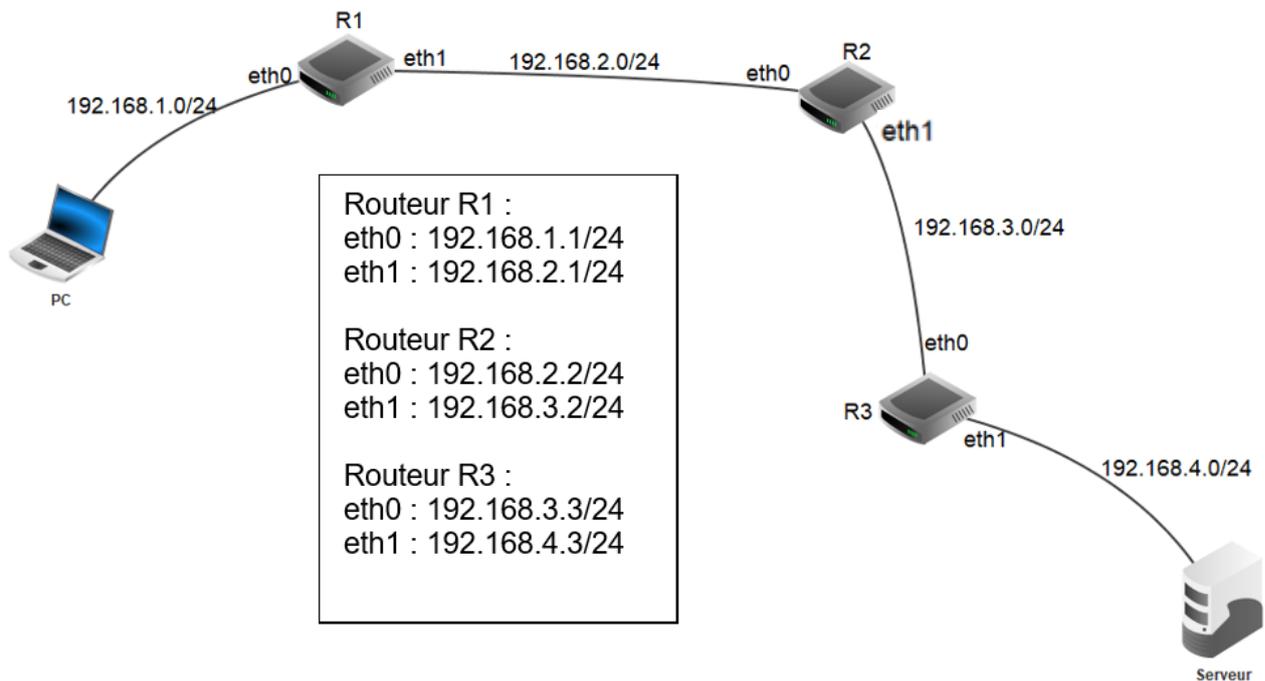


Figure 1

La table de routage d'un routeur est constituée des informations suivantes :

- l'adresse IP de destination ;
  - l'adresse IP de l'interface du routeur par lequel **sort** le paquet ;
  - dans la colonne « Routeur suivant », si le routeur est directement connecté au réseau alors on note « direct », sinon on inscrit l'adresse IP de l'interface du routeur suivant par lequel **doit entrer** le paquet ;
  - le nombre de routeurs (sauts) traversés pour atteindre la destination.
- a) On appelle étape n°1, l'étape correspondant à la mise en service des routeurs. Au départ, les routeurs connaissent uniquement les adresses réseaux de leurs routeurs voisins.

À l'étape n°1, la table de routage du routeur R1 est la suivante :

Routeur R1			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut
192.168.1.0/24	192.168.1.1	direct	0
192.168.2.0/24	192.168.2.1	direct	0

**Compléter**, sur le document réponse Exercice 5 page 16, les tables de routage des routeurs R2 et R3 à l'étape n°1.

b) À l'étape n°2, les routeurs communiquent dans l'ordre suivant :

- R2 envoie le contenu de sa table à ses voisins puis les routeurs R1 et R3 mettent à jour leur table ;
- R1 et R3 envoient le contenu de leur table à R2, puis le routeur R2 met à jour sa table de routage.

**Compléter**, sur le document réponse Exercice 5 page 16, la table de routage du routeur R1 à l'étape n°2.

La table de routage de R2 se stabilisant à partir de l'étape n°2 est :

Routeur R2			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut
192.168.2.0/24	192.168.2.2	direct	0
192.168.3.0/24	192.168.3.2	direct	0
192.168.1.0/24	192.168.2.2	192.168.2.1	1
192.168.4.0/24	192.168.3.2	192.168.3.3	1

c) À l'étape n°3, les routeurs communiquent dans l'ordre suivant :

- R2 envoie le contenu de sa table à ses voisins puis les routeurs R1 et R3 mettent à jour leur table ;
- R1 et R3 envoient le contenu de leur table à R2, puis le routeur R2 met à jour sa table de routage.

**Compléter**, sur le document réponse Exercice 5 page 16, la table de routage de R1 à l'étape n°3.

## Document réponse : EXERCICE 5

(compléter le verso de cette page)

3) a)

Routeur 2			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut

Routeur 3			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut

3) b)

Routeur 1			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut

3) c)

Routeur 1			
Destination	Interface	Routeur suivant	Saut