Réseaux et protocoles de routage

Architecture matérielle et réseaux

Exercice 1 *QCM*

Pour chaque question, une seule réponse est correcte.

1. Quel protocole de routage utilise le nombre de sauts comme métrique ?

   A. OSPF

   B. DNS

   C. RIP

   D. ARP

2. Deux machines ont les adresses `192.168.1.45/24` et `192.168.2.12/24`. Sont-elles sur le même réseau ?

   A. Oui, car elles commencent toutes les deux par `192.168`

   B. Oui, car elles ont le même masque `/24`

   C. Non, car elles ont des adresses MAC différentes

   D. Non, car leurs adresses réseau sont différentes

3. Avec la formule de coût OSPF (10^8/débit en bit/s), quel est le coût d'une liaison Fast Ethernet (100 Mbit/s) ?

   A. 1

   B. 10

   C. 100

   D. 0,1

4. Quelle commande permet de tracer le chemin emprunté par un paquet vers une destination ?

   A. `ping`

   B. `nslookup`

   C. `ss`

   D. `traceroute`

Exercice 2 *Calculer une adresse réseau par ET binaire (exercice guidé)*

Pour déterminer si deux machines sont sur le même réseau, il faut calculer l'adresse réseau de chacune en effectuant un **ET logique** entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau, bit à bit.

Cas 1 : masque /24 (cas simple)

La machine A a l'adresse `192.168.5.42/24`.

a) Le masque `/24` signifie que les 24 premiers bits sont à 1. Écrivez ce masque en notation décimale pointée.

b) Le ET logique avec un masque `/24` conserve les trois premiers octets et met le dernier à zéro. Quelle est l'adresse réseau de la machine A ?

c) La machine B a l'adresse `192.168.5.130/24`. Quelle est son adresse réseau ? Les deux machines sont-elles sur le même réseau ?

Cas 2 : masque /20 (calcul binaire nécessaire)

La machine C a l'adresse `172.16.5.42/20`.

d) Le masque `/20` signifie que les 20 premiers bits sont à 1. Écrivez les quatre octets du masque en binaire, puis convertissez en décimal.

e) Le troisième octet de l'adresse est 5. Convertissez-le en binaire (sur huit bits). Le troisième octet du masque est 240 (soit `11110000`). Effectuez le ET logique bit à bit.

f) Déduisez-en l'adresse réseau complète de la machine C.

Cas 3 : masque /9

g) La machine D a l'adresse `10.130.200.15/9`. Calculez son adresse réseau en détaillant le ET binaire sur le deuxième octet (130).

Exercice 3 *Table de routage simple (deux routeurs)*

Deux routeurs R1 et R2 sont reliés entre eux et connectent chacun un réseau local :

— réseau A (`10.1.0.0/16`) connecté à R1 ;

— réseau B (`10.2.0.0/16`) connecté à R2 ;

— liaison R1–R2 : `192.168.1.0/24` (R1 : `192.168.1.1`, R2 : `192.168.1.2`).

a) Donnez la table de routage de R1. Pour chaque entrée, indiquez le réseau de destination, l'interface ou la passerelle, et la distance (en nombre de sauts pour RIP).

b) Un paquet est envoyé de la machine `10.1.0.5` (réseau A) vers `10.2.0.12` (réseau B). Décrivez son parcours.

c) Un paquet est envoyé de `10.2.0.12` vers `10.2.0.30`. Doit-il passer par un routeur ? Pourquoi ?

Exercice 4 *Comparaison RIP et OSPF*

Trois routeurs R1, R2, R3 relient trois réseaux locaux :

— R1–R2 : débit 100 Mbit/s ;

— R2–R3 : débit 100 Mbit/s ;

— R1–R3 : débit 10 Mbit/s.

Un paquet doit aller du réseau de R1 au réseau de R3.

a) Combien de sauts font les deux chemins possibles ? Lequel RIP choisit-il ?

b) Calculez le coût OSPF de chaque liaison. Quel chemin OSPF choisit-il ? Justifiez.

c) Les deux protocoles donnent-ils la même route ? Expliquez pourquoi la route choisie par OSPF est préférable en pratique.

d) Dans quelle condition (sur les débits) les deux protocoles donneraient-ils toujours les mêmes routes ?

Exercice 5 *Topologie à trois routeurs et convergence RIP*

Trois routeurs R1, R2, R3 sont reliés en triangle. Chaque routeur connecte un réseau local propre.

— réseau A (`10.1.0.0/16`) sur R1 ;

— réseau B (`10.2.0.0/16`) sur R2 ;

— réseau C (`10.3.0.0/16`) sur R3 ;

— liaison R1–R2 : `192.168.1.0/24` ;

— liaison R2–R3 : `192.168.2.0/24` ;

— liaison R1–R3 : `192.168.3.0/24`.

a) Donnez la table de routage complète de R1 avec le protocole RIP, après convergence.

b) La liaison R1–R3 tombe en panne. Quelle entrée de la table de R1 est affectée ? Quelle est la nouvelle route vers le réseau C ?

c) Expliquez le mécanisme de convergence RIP : comment R1 apprend-il la nouvelle route vers le réseau C ? Combien de cycles d'échange (environ 30 secondes chacun) faut-il attendre ?

d) OSPF détecterait cette panne plus rapidement. Pourquoi ?

Exercice 6 *Algorithme de Dijkstra (exercice guidé)*

Cinq routeurs A, B, C, D, E sont reliés par des liaisons dont les coûts OSPF sont :

— A–B : 1 ; A–C : 4 ; B–C : 2 ; B–D : 7 ; C–D : 1 ; C–E : 5 ; D–E : 1.

On applique l'algorithme de Dijkstra depuis A pour trouver les chemins de coût minimal.

a) Initialisez le tableau des distances : $d(\text{A}) = 0$, tous les autres à $+\infty$. Quel sommet est visité en premier ?

b) On visite A. Mettez à jour les distances de ses voisins B et C. Quel sommet non visité a la plus petite distance ?

c) On visite B (distance 1). Mettez à jour les distances de ses voisins non visités (C et D). La distance de C change-t-elle ?

d) Continuez l'algorithme : visitez C, puis D, puis E. Complétez le tableau ci-dessous.

Étape	Sommet visité	d(A)	d(B)	d(C)	d(D)	d(E)
Init	—	0	∞	∞	∞	∞
1	A	0	…	…	∞	∞
2	B	0	1	…	…	∞
3	…	0	1	…	…	…
4	…	0	1	…	…	…
5	…	0	1	…	…	…

e) Donnez le chemin de coût minimal de A vers E et son coût total.

Exercice 7 *Synthèse – réseau d'entreprise*

Un réseau d'entreprise comprend quatre sites reliés par des routeurs R1 (Paris), R2 (Lyon), R3 (Marseille), R4 (Bordeaux). Liaisons :

— Paris–Lyon : 1 Gbit/s ;

— Paris–Bordeaux : 100 Mbit/s ;

— Lyon–Marseille : 100 Mbit/s ;

— Bordeaux–Marseille : 10 Mbit/s.

a) Calculez les coûts OSPF de chaque liaison.

b) Un paquet doit aller de Paris à Marseille. Quel chemin OSPF choisit-il ? Quel chemin RIP choisit-il ? Justifiez.

c) La liaison Paris–Lyon tombe en panne. Expliquez comment chaque protocole (RIP et OSPF) réagit, en précisant le délai de convergence et le nouveau chemin emprunté.

d) Un administrateur exécute la commande `traceroute` depuis Paris vers Marseille. Décrivez la sortie attendue en fonctionnement normal, puis après la panne.

e) L'administrateur exécute `ip a` sur une machine du réseau de Paris et observe `inet 10.1.42.7/20`. Calculez l'adresse réseau et le nombre maximal de machines adressables dans ce réseau.

Exercice 8 ***Sujet du baccalauréat : La Réunion 2023 (exercice 1)*** Cet exercice porte sur les réseaux et les protocoles de routage (sujet 23-NSIJ1LR1, 4 points).

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.

   b) Déterminer l'écriture décimale de l'adresse IPv4 correspondant à l'écriture binaire `11000000.10101000.000`

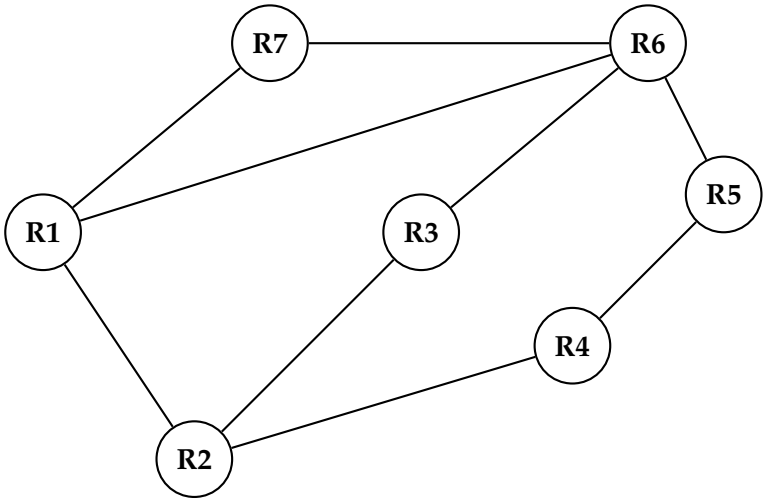
2. On considère la machine d'adresse IPv4 172.20.1.242/24.

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

   b) Donner l'adresse décimale de ce réseau.

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

3. On considère le réseau ci-dessous, composé de 7 routeurs R1 à R7, qui utilise le protocole RIP (*Routing Information Protocol*), 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 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 (chaque colonne est la table d'un routeur : pour une destination donnée, elle indique le routeur voisin par lequel passer).

Destination	table de R1	table de R2	table de R3	table de R4	table de R5	table de R6	tabl
R1	–	R1	R6	R2	R6	R1	
R2	R2	–	R2	R2	R4	R3	
R3	R6	R3	–	R2	R6	R3	
R4	R2	R4	R2	–	R4	R5	
R5	R6	R4	R6	R5	–	R5	
R6	R6	R3	R6	R5	R6	–	
R7	R7	R1	R6	R2	R6	R7	

Remarque : la table de R7 du sujet officiel indique « R4 passe par R7 », ce qui est une coquille (R7 n'est relié qu'à R1 et R6) ; elle n'intervient pas dans les questions posées.

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

b) Donner une nouvelle table de routage possible pour R1.

c) En déduire le parcours que suivront les données pour aller du routeur R1 au routeur R5.

4. 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 coût $= \dfrac{10^8}{d}$ où d représente le débit en bit·s^{-1}.

a) Recopier et compléter le tableau suivant :

Liaison	Débit (bit/s)	Coût
Ethernet		10
Fast-Ethernet	10^8	
Fibre	10^9	0,1

b) Reproduire la figure du réseau en faisant apparaître le coût de chacune des liaisons. Les liaisons sont : R1–R2, R2–R3, R2–R4 et R6–R7 en fibre ; R1–R7, R3–R6 et R4–R5 en Fast-Ethernet ; R1–R6 et R5–R6 en Ethernet.

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

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

d) 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.