

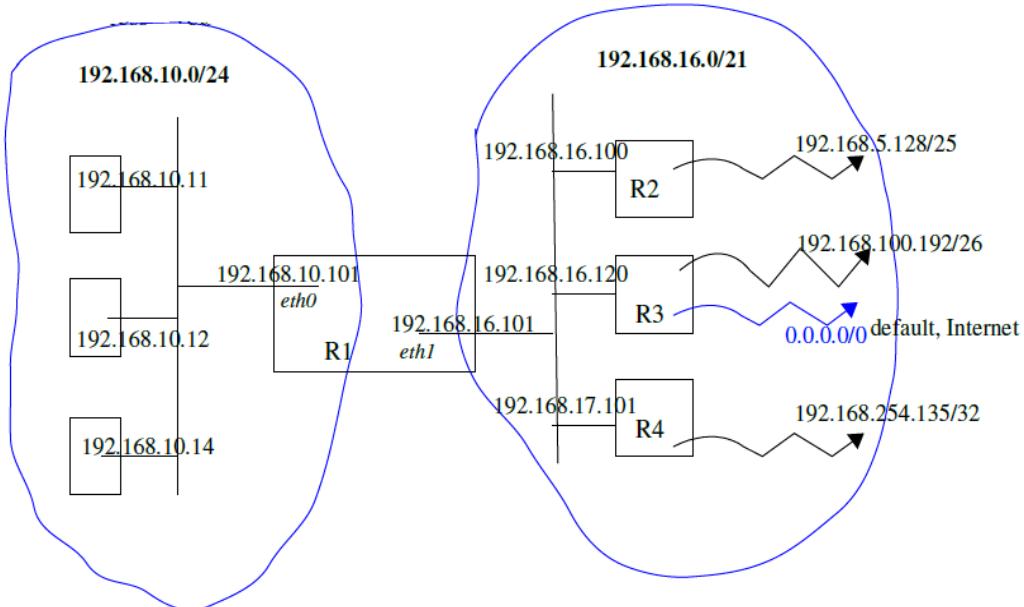
## TD 2 : Interconnexions

### 1. Table de routage

On donne la table de routage relevées dans un routeur.

Destination	Gateway	Genmark	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
192.168.5.20	192.168.10.7	255.255.255.255	UGH		1	0	180 eth1
192.168.1.81	192.168.10.5	255.255.255.255	UGH		1	0	187 eth1
192.168.10.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U		0	0	63311 eth1
192.168.18.0	0.0.0.0	255.255.254.0	U		0	0	753430 eth0
192.168.64.0	192.168.10.5	255.255.192.0	UG		1	0	47543 eth1
192.168.128.0	192.168.10.7	255.255.192.0	UG		1	0	89011 eth1
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	U		0	0	564 lo
0.0.0.0	192.168.10.20	0.0.0.0	UG		1	0	183436 eth1

- 1.1. Combien de ports externes ce routeur possède-t-il ?
- 1.2. Expliquer la signification des flags (on pourra s'aider d'Internet)
- 1.3. Dessiner un schéma montrant la configuration approximative du réseau interconnecté.
- 1.4. Donner la table de routage simplifiée du routeur R1 ci-dessous en ne considérant que les ports externes, et les colonnes : Destination | Gateway | Mask | Iface.

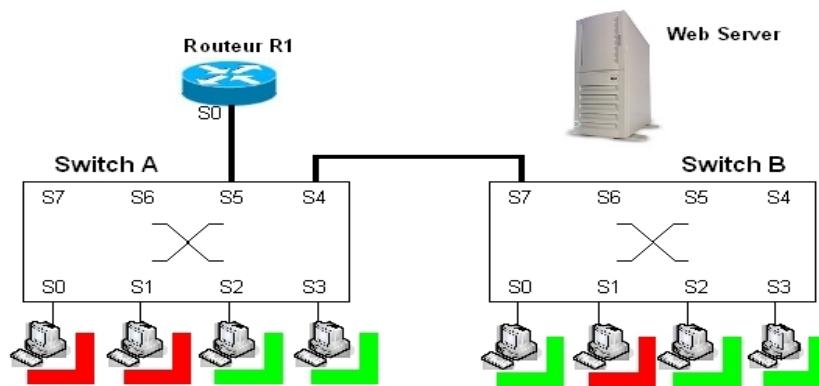


## 2. VLans

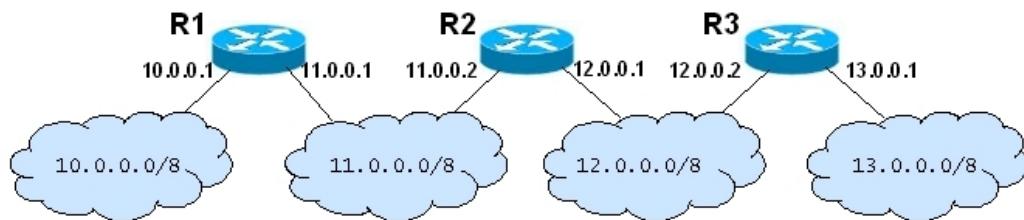
On considère un réseau formé de 2 segments comportant chacun 4 machines, les segments étant reliés par 2 commutateurs A et B. On dispose en outre d'un routeur R1 relié au switch A. Pour l'adressage réseau des VLANs, on utilisera les adresses  $192.168.<\text{ID}>.0 / 24$  dans lesquelles  $<\text{ID}>$  représente l'identifiant de VLAN (2 pour les stations vertes et 4 pour les rouges).

3.1. Configurer les VLANs sur les deux commutateurs (sous forme de tables) et le routeur pour que les hôtes appartenant au VLAN rouge ainsi que ceux appartenant au VLAN vert soient directement connectés. Donner le plan d'adressage réseau correspondant à la configuration des VLANs.

3.2. Donner deux configurations de VLAN possibles pour que le serveur Web soit accessible aux machines des VLANs vert et rouge.



## 3. Routage à vecteur distance

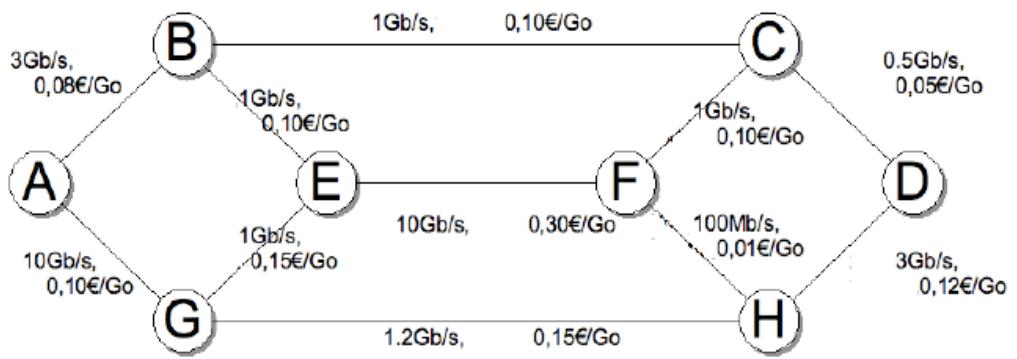


On considère quatre réseaux reliés par trois routeurs qui utilisent un routage à vecteur distance (voir figure ci-dessus). On se place à l'état de convergence.

- 5.1. A quoi correspond la notion d'état de convergence.
- 5.2. Donner les trois tables de routage à l'état de convergence au format <destination><interface><métrique>.
- 5.3. Supposons que l'interface 13.0.0.1 tombe en panne. Que se passe-t-il dans la table du routeur R3? Expliquez ce qui va se passer pour les tables de routage aux mises à jour suivantes. Quel est le problème? Donnez au moins deux solutions possibles pour ce problème

## 4. Routage à état de lien

Utilisez la méthode qu'utilise OSPF (algorithme de Dijkstra) pour trouver les chemins les plus courts entre A et chaque noeud dans la structure ci-dessous en prenant successivement comme critère a) le débit b) le coût . Décrivez toutes les étapes. Quelle est dans chaque cas la distance entre A et D ?



## TD2 – Corrigé

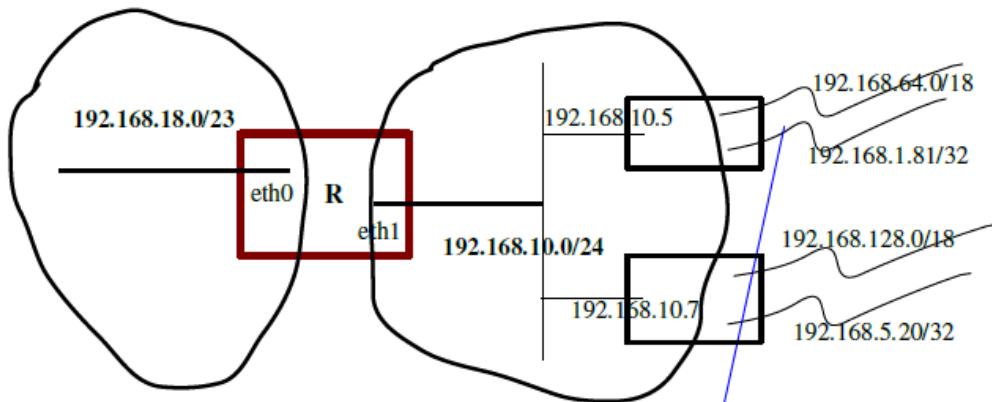
1.1 Le routeur possède 2 ports.

1.2

- a) If a routing table entry has only the U flag, it means that the destination is directly connected to that interface, and that it is not a host (it's a network)
- b) An entry with UG flags will mean that the destination is a network address (not host address) and NOT directly connected to this interface.
- c) Presence of UGH flags in an entry mean that the destination is a host IP and NOT directly connected to this interface.
- d) UH flag means that the destination is a host IP, directly connected to this interface.

1.3

b. First of all, notice that the *eth0* interface is on 192.168.18.0/23 network and the *eth1* interface is connected to the 192.168.10.0/24 network.



Bear in mind that R only knows that to send packets from R to the 192.168.64.0/18 network and the host 192.168.1.81, it should send packets to the host 192.168.10.5 through *eth1* interface. We do NOT know how 192.168.10.5 will send packets to 192.168.64.0/18 or 192.168.1.81

d. The b'cast address of the *eth0* interface is where the last 9 bits (host bits) of 192.168.18.0 are set to 1. This gives 192.168.19.255. For the *eth1* interface, the b'cast address is where the last 8 bits of 192.168.10.0 are 1, that is 192.168.10.255.

1.4

Omitting loopback interface, the routing table for R1 looks like:

<b>Destination</b>	<b>Gateway</b>	<b>Genmark</b>	<b>Flags</b>	<b>Iface</b>
192.168.10.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	eth0
192.168.16.0	0.0.0.0	255.255.248.0	U	eth1
192.168.5.128	192.168.16.100	255.255.255.128	UG	eth1
192.168.100.192	192.168.16.120	255.255.255.128 <sup>192</sup>	UG	eth1
192.168.254.135	192.168.107.101	255.255.255.255	UGH	eth1
0.0.0.0	192.168.16.120	0.0.0.0	UG	eth1

2.

2.1.

<b>interface</b>	<b>mode</b>	<b>VLAN ID</b>
S0	access	2
S1	access	2
S2	access	4
S3	access	4
S4	trunk	2, 4
S5	trunk	2, 4

**Switch A**

<b>interface</b>	<b>mode</b>	<b>VLAN ID</b>
S0	access	4
S1	access	2
S2	access	4
S3	access	4
S7	trunk	2, 4

**Switch B**

<b>interface</b>	<b>mode</b>	<b>VLAN ID</b>
S0	trunk	2, 4

**R1**

*Plan d'adressage :*

*Commutateurs :*

VLAN 2 : adresse réseau 192.168.2.0 / 24  
VLAN 4 : adresse réseau 192.168.4.0 / 24

*Routeur :*

Interface VLAN 2 ip address 192.168.2.17 / 24  
Interface VLAN 4 ip address 192.168.4.17 / 24 (toute autre valeur que 17 est acceptable jusqu'à 254)

2.2.

*Solution A* : le serveur est connecté sur un port (e.g., S6) en utilisant une carte réseau (NIC).

<b>interface</b>	<b>mode</b>	<b>VLAN ID</b>
S0	access	4
S1	access	2
S2	access	4
S3	access	4
S6	trunk	2, 4
S7	trunk	2, 4

Sur le serveur, on autorise le mode "trunk" et on configure deux adresses réseau sur la carte réseau : Interface VLAN 2 ip address 192.168.2.54 / 24 et Interface VLAN 4 ip address 192.168.4.54 / 24.

*Solution B* : le serveur est connecté sur 2 ports (e.g., S5 et S6) en utilisant deux carte réseau.

<b>interface</b>	<b>mode</b>	<b>VLAN ID</b>
S0	access	4
S1	access	2
S2	access	4
S3	access	4
S5	access	2
S6	access	4
S7	trunk	2, 4

Sur le serveur, on configure deux cartes réseau, chacune sur un VLAN :

carte S1 reliée à S5-switch B : ip address 192.168.2.54 / 24  
 carte S2 reliée à S6-switch B : ip address 192.168.4.54 / 24.

### 3.Routage à vecteur distance

#### 3.1

Etat de convergence : une fois que chaque routeur a reçu toutes les tables de ses voisins (état stable).

#### 3.2.

<b>destination</b>	<b>interface</b>	<b>metric</b>
10.0.0.0	10.0.0.1	0
11.0.0.0	11.0.0.1	0
12.0.0.0	11.0.0.1	1
13.0.0.0	11.0.0.1	2

<b>destination</b>	<b>interface</b>	<b>metric</b>
11.0.0.0	11.0.0.2	0
12.0.0.0	12.0.0.1	0
10.0.0.0	11.0.0.2	1
13.0.0.0	12.0.0.1	1

R1

R2

<b>destination</b>	<b>interface</b>	<b>metric</b>
12.0.0.0	12.0.0.1	0
13.0.0.0	13.0.0.1	0
11.0.0.0	12.0.0.2	1
10.0.0.0	12.0.0.2	2

R3

#### 3 . 2

- R3 enlève la ligne correspondant à 13.0.0.0
- R3 reçoit la table de R2 et met à jour sa table avec la ligne 13.0.0.0 12.0.0.2 et incrémente la métrique qui passe à 2.
- R2 reçoit la table de R1 et met à jour sa table en incrémentant la métrique qui passe à 3.
- R1 reçoit la table de R2 et met à jour sa table en incrémentant la métrique qui passe à 4...  
 On assiste à un processus de bouclage à l'infini.  
 Exemple de solutions classiques : métrique maximum (limite du nombre de sauts, e.g., 16 pour RIP), le split horizon (filtrage de la direction d'apprentissage) et poison reverse (une route non valide est marquée avec un coût infini).

### 4.Routage à état de liens

Dijkstra :

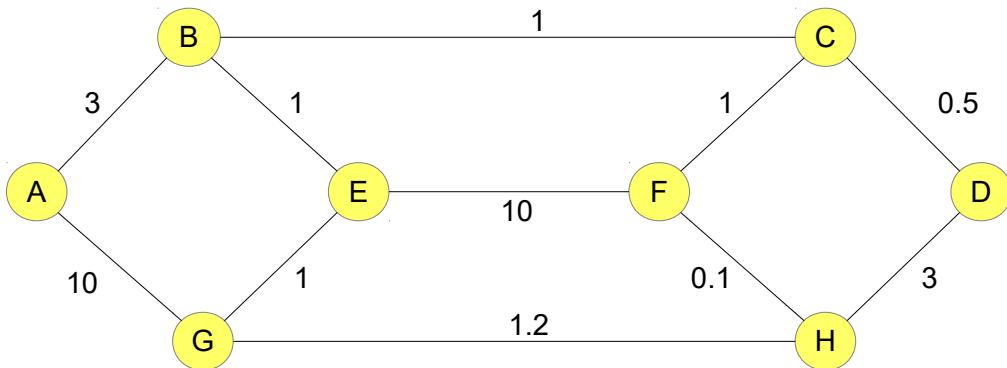
L'algorithme de Dijkstra est un algorithme de type glouton : à chaque nouvelle étape, on traite un nouveau sommet. Reste à définir le choix du sommet à traiter, et le traitement à lui infliger.

Tout au long du calcul, on va donc maintenir deux ensembles :

- $\bar{S}$  l'ensemble des sommets qui restent à visiter
- $S$ , l'ensemble des sommets pour lesquels on connaît déjà leur plus petite distance à la source ; au départ,

L'algorithme se termine bien évidemment lorsque  $\bar{S}$  est vide.

Cas 1 : débit garanti → prendre le max



Initialisation :

$$\bar{S} = \{B, C, D, E, F, G, H\} \quad S = \{A\}$$

$$\pi(A)=0, \pi(B)=3, \pi(C)=+\infty, \pi(G)=10, \pi(D)=\pi(E)=\pi(F)=\pi(H)=+\infty.$$

Step 1:

$$j=G$$

$$\bar{S} = \{B, C, D, E, F, H\} \quad S = \{A, G\}$$

$$\pi(H)=1.2, \pi(E)=1,$$

$$\pi(A)=0, \pi(B)=3, \pi(C)=+\infty, \pi(G)=10, \pi(D)=+\infty, \pi(E)=1, \pi(F)=+\infty, \pi(H)=1.2$$

Step 2:

$$j=B$$

$$\bar{S} = \{C, D, E, F, H\} \quad S = \{A, G, B\}$$

$$\pi(C)=1, \pi(E)=1,$$

$$\pi(A)=0, \pi(B)=3, \pi(C)=1, \pi(G)=10, \pi(D)=+\infty, \pi(E)=1, \pi(F)=+\infty, \pi(H)=1.2$$

Step 3:

$$j=H$$

$$\bar{S} = \{C, D, E, F\} \quad S = \{A, G, B, H\}$$

$$\pi(F)=0.1, \pi(D)=1.2$$

$$\pi(A)=0, \pi(B)=3, \pi(C)=1, \pi(G)=10, \pi(D)=1.2, \pi(E)=1, \pi(F)=0.1, \pi(H)=1.2$$

Step 4:

$$j=D$$

$$\bar{S} = \{C, E, F\} \quad S = \{A, G, B, H, D\}$$

$$\pi(C) = 0.5$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 3, \pi(C) = 1, \pi(G) = 10, \pi(D) = 1.2, \pi(E) = 1, \pi(F) = 0.1, \pi(H) = 1.2$$

Step 5:

$$j = C$$

$$\bar{S} = \{E, F\} \quad S = \{A, G, B, H, D, C\}$$

$$\pi(F) = 1, \pi(D) = 0.5$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 3, \pi(C) = 1, \pi(G) = 10, \pi(D) = 1.2, \pi(E) = 1, \pi(F) = 1, \pi(H) = 1.2$$

Step 6:

$$j = E$$

$$\bar{S} = \{F\} \quad S = \{A, G, B, H, D, C, E\}$$

$$\pi(H) = 5.1,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 3, \pi(C) = 1, \pi(G) = 10, \pi(D) = 1.2, \pi(E) = 1, \pi(F) = 1, \pi(H) = 1.2$$

Step 7:

$$j = F$$

$$\bar{S} = \{\emptyset\} \quad \text{Fin}$$

d'où la table des débits maxi entre A et les autres points ainsi que le chemin utilisé.

$$d(A, B) = 3$$

$$d(A, C) = 1 \text{ (par B)}$$

$$d(A, G) = 10$$

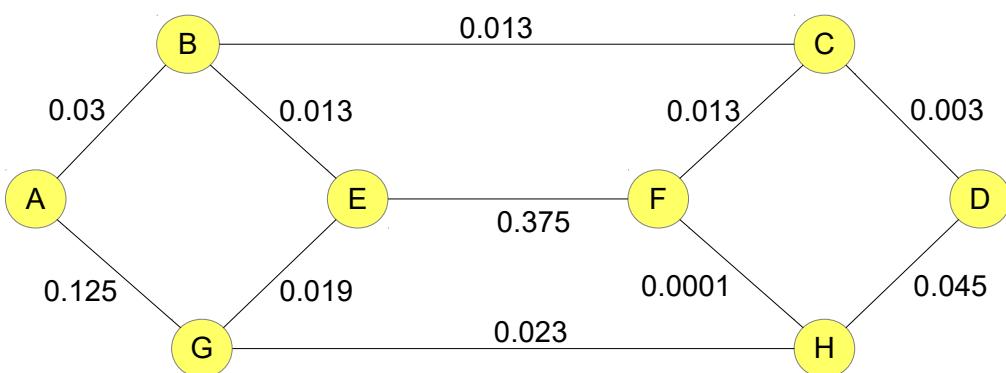
$$d(A, D) = 1.2 \text{ (par G, H)}$$

$$d(A, E) = 1 \text{ (par B)}$$

$$d(A, F) = 1 \text{ (par G, E)}$$

$$d(A, H) = 1.2 \text{ (par G)}$$

Cas 1 : coût en euros → prendre le min



Initialisation :

$$\bar{S} = \{B, C, D, E, F, G, H\} \quad S = \{A\}$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = +\infty, \pi(G) = 0.125, \pi(D) = \pi(E) = \pi(F) = \pi(H) = +\infty.$$

Step 1:

$$j = B$$

$$\bar{S} = \{C, D, E, F, G, H\}$$

$$S = \{A, B\}$$

$$\pi(C) = 0.043, \pi(E) = 0.043,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.125, \pi(D) = +\infty, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = \pi(H) = +\infty$$

Step 2:

$$j = C$$

$$\bar{S} = \{D, E, F, G, H\}$$

$$S = \{A, B, C\}$$

$$\pi(F) = 0.056, \pi(D) = 0.046,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.125, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = +\infty$$

Step 3:

$$j = D$$

$$\bar{S} = \{E, F, G, H\}$$

$$S = \{A, B, C, D\}$$

$$\pi(H) = 0.091,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.125, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = 0.091$$

Step 4:

$$j = E$$

$$\bar{S} = \{F, G, H\}$$

$$S = \{A, B, C, D, E\}$$

$$\pi(F) = 0.418, \pi(G) = 0.062,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.062, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = 0.091$$

Step 5:

$$j = F$$

$$\bar{S} = \{G, H\}$$

$$S = \{A, B, C, D, E, F\}$$

$$\pi(E) = 0.793, \pi(H) = 0.042,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.062, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = 0.056$$

Step 6:

$$j = H$$

$$\bar{S} = \{G\}$$

$$S = \{A, B, C, D, E, F, H\}$$

$$\pi(D) = 0.087, \pi(G) = 0.065,$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.062, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = 0.056$$

Step 7:

$$j = G$$

$$\bar{S} = \{\emptyset\}$$

$$S = \{A, B, C, D, E, F, H, G\}$$

$$\pi(A) = 0, \pi(B) = 0.03, \pi(C) = 0.043, \pi(G) = 0.062, \pi(D) = 0.046, \pi(E) = 0.043, \pi(F) = 0.056, \pi(H) = 0.056$$

d'où la table des coûts mini entre A et les autres points ainsi que le chemin utilisé.

$$d(A, B) = 0.03$$

$$d(A, C) = 0.043 \text{ (par B)}$$

$$d(A, G) = 0.062 \text{ (par B, E)}$$

$$d(A, D) = 0.046 \text{ (par B, C)}$$

$$d(A, E) = 0.043 \text{ (par B)}$$

$$d(A, F) = 0.056 \text{ (par B, C)}$$

$$d(A, H) = 0.056 \text{ (par B, C, F)}$$