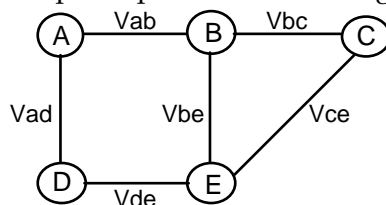


TD 2– Le routage de données

Exercice 1

1. Soit le réseau composé des 5 nœuds A, B, C, D et E, et des 6 liaisons V_{ab} , V_{ad} , V_{bc} , V_{be} , V_{ce} et V_{de} . A chaque liaison, supposée symétrique, est associée une distance égale à 1. L'algorithme utilisé par le protocole de routage est de type Bellman-Ford.



a. On supposera que le réseau vient d'être mis en service et que chaque nœud n'a qu'une connaissance locale de la topologie du réseau (il ne connaît que ses voisins). Donner les tables de routage initiales des différents nœuds.

b. On considèrera la séquence d'échange de vecteurs de distance suivante :

T₁ B, D reçoivent V_A (vecteur de distance de A)

T₂ A, C, E reçoivent V_B

T₃ A, E reçoivent V_D

T₄ B, D reçoivent V_A, V_E

T₅ B, E reçoivent V_C

T₆ A reçoit V_B

T₇ C, D reçoivent V_E

Donnez la table de routage (incluant les distances) de chaque nœud, obtenue une fois que l'algorithme de routage a convergé.

c. La liaison V_{ab} est rompue. Montrez comment les tables de routage de chaque nœud sont mises à jour. Que remarquez-vous à l'issue de la séquence d'échanges des vecteurs de distance suivante ?

T₁ A et B détectent que V_{ab} est rompue

T₂ D reçoit V_A ; C, E reçoivent V_B

T₃ E reçoit V_D

T₄ B, C, D reçoivent V_E

T₅ A reçoit V_D

2. On considère le même réseau que dans l'exercice précédent, excepté que la liaison V_{ce} a un coût de 10 (les autres liaisons gardant un coût unitaire). On suppose qu'après convergence des algorithmes de routage, les tables obtenues sont les suivantes :

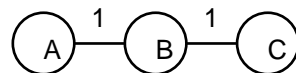
A			B			C			D			E		
dest	next	dist	dest	next	Dist	dest	next	dist	dest	next	dist	dest	next	dist
A	-	0	A	A	1	A	B	2	A	A	1	A	B	2
B	B	1	B	-	0	B	B	1	B	A	2	B	B	1
C	B	2	C	C	1	C	-	0	C	A	3	C	B	2
D	D	1	D	A	2	D	B	3	D	-	0	D	D	1
E	B	2	E	E	1	E	B	2	E	E	1	E	-	0

La liaison Vbc est alors rompue. B détecte la rupture, mais avant qu'il n'ait eu le temps d'envoyer son vecteur de distance, A a déjà diffusé le sien. La séquence d'échange est donc la suivante :

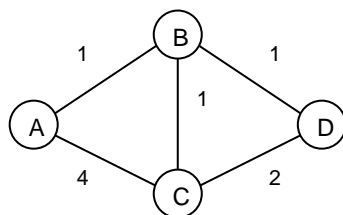
- T₁ B détecte que Vbc est rompue
- T₂ B reçoit VA
- T₃ A, E reçoivent VB

Que se passe-t-il ?

3. On considère la configuration suivante, où, après convergence de l'algorithme, la liaison BC est tombée.



- a. On suppose que B envoie son vecteur de distance à A juste après avoir détecté la rupture, mais que, dans un même temps, A envoie spontanément son vecteur de distance à B (avant d'avoir reçu celui de B). Que se passe-t-il alors ?
 - b. Est-il possible d'éviter le phénomène du *comptage à l'infini* ?
4. On considère le réseau suivant, utilisant la *technique de l'horizon partagé avec antidote*, et dans lequel la liaison AB étant hors service, B route vers A via C. Supposons maintenant que la liaison AC tombe également.



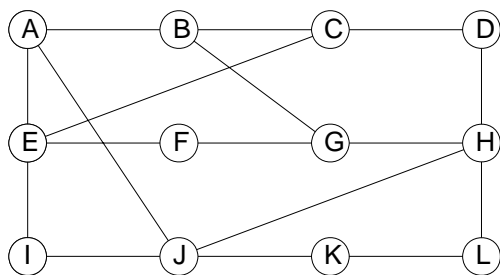
- a. Quelle distance pour A, C va-t-il envoyer à B et à D ?
- b. Avant de recevoir le vecteur de C, D a déjà diffusé le sien. Quelle distance pour A, D envoie-t-il à B ?
- c. Quelle est la route la plus courte que B va adopter pour A sur réception du vecteur de D ?
- d. Quelle distance pour A, B va-t-il envoyer à C ?
- e. Que devient la route de C vers A ?

- f. Qu'indique C à D ?
- g. Quand ce cycle prend-il fin ?
5. Est-il préférable que les vecteurs de distance soient envoyés de façon synchrone (périodique) ou asynchrone ?
6. La technique de l'horizon partagé permet-elle d'éviter toutes les situations de comptage à l'infini ?
7. En considérant des envois périodiques de vecteurs de distance toutes les 30 secondes, et une valeur de 16 pour représenter l'infini, pendant combien de temps le réseau peut-il se trouver dans une situation instable ?

Exercice 2

1. Routage distribué (routage par le vecteur distance Bellman-Ford)

On considère la topologie du réseau suivant:



Considérons le nœud J. Il reçoit les tables de routage de ses voisins immédiats A, I, H et K. Elles sont représentées dans les tableaux ci-dessous:

	A	I	H	K
A	0	24	20	21
B	12	36	31	28
C	25	18	19	36
D	40	27	8	24
E	14	7	30	22
F	23	20	19	40
G	18	31	6	31
H	17	20	0	19
I	21	0	14	22
J	9	11	7	10
K	24	22	22	0
L	29	33	9	9
	Délai JA = 8	Délai JI = 10	Délai JH = 12	Délai JK = 6

Déterminer la nouvelle table de routage de J.

Rappel : de l'algorithme du routage distribué: Chaque routeur reçoit la table de routage de ses voisins, c'est à dire un tableau indiquant chaque destination du réseau et le coût associé (nombre de sauts, distance, temps, etc...). Chaque routeur connaît ou estime le coût pour atteindre chacun de ses voisins. A l'aide de ces informations, chaque routeur peut construire sa propre table de routage.

2. Routage par vecteur distance

Le protocole RIP s'appuie sur le vecteur distance et est utilisé dans les systèmes autonomes de taille petite ou moyenne.

Un inter-réseau est constitué de réseaux locaux L_i et de routeurs G_i . Le tableau suivant indique les liaisons entre les réseaux et les routeurs.

G_1 reliée à L_1, L_3 et L_4

G_2 L_1 et L_2

G_3 L_4 et L_5

G_4 L_2 et L_5

On représentera également une station A sur le réseau L_1 et une station B sur L_3

1) Faire un schéma du réseau

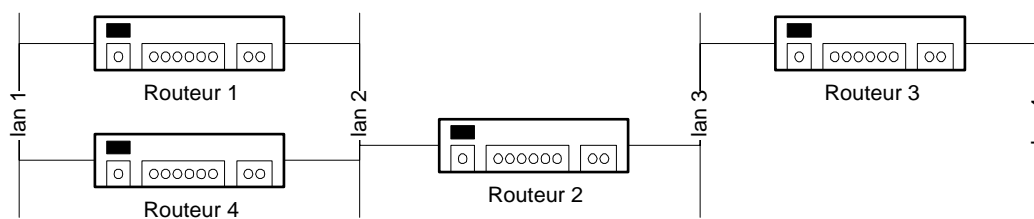
2) Indiquer l'évolution des tables de routage de chaque routeur. Le coût est calculé en nombre de sauts ; il est nul si le réseau est directement accessible. En cas d'égalité de coût, le chemin vers le routeur de plus petit identificateur sera choisi.

3) Au bout de combien d'itérations le procédé converge-t-il?

4) Comment évoluent les tables si G_3 tombe en panne?

3. Convergence du routage par vecteur distance

Soit le réseau suivant à 4 routeurs:



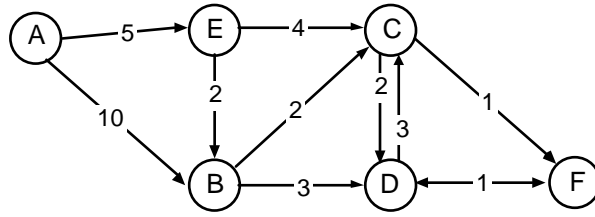
On prendra pour métrique le nombre de sauts.

Comment évoluent les tables de routage si R_3 tombe en panne ?

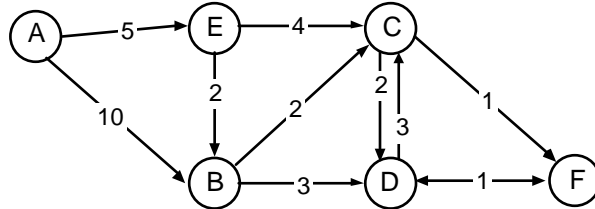
Quelles solutions sont envisageables pour résoudre le problème ainsi mis en évidence ?

Exercice 3

1. Sur le réseau suivant, montrer comment la table de routage de A est obtenue à l'aide de l'algorithme de Dijkstra.



2. Sur le réseau suivant, montrer comment la table de routage de A est obtenue à l'aide de l'algorithme de Dijkstra.



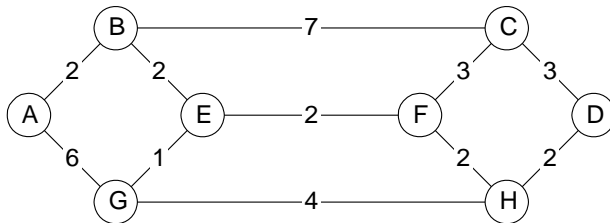
3. Voyez-vous d'autres problèmes posés par les algorithmes à états des liens ?

4. Donner les principaux avantages des algorithmes à vecteurs de distance et à états des liens.

Exercice 4

1. Algorithme du plus court chemin de Dijkstra

Soit le réseau suivant:



Les coûts entre les noeuds peuvent être fonction de la distance, de la longueur moyenne des files d'attente, du débit des liaisons, du coût des liaisons, etc...

Déterminer le plus court chemin entre le noeud A et le noeud D.

Rappel de l'algorithme du plus court chemin de Dijkstra:

1. On commence avec le noeud source: Il est étiqueté comme permanent et sa distance au noeud source est évidemment nulle. C'est le noeud actif.
2. Tous les noeuds adjacents au noeud actif sont examinés tour à tour.
3. Chaque noeud est étiqueté en indiquant le meilleur chemin connu au noeud source et la liaison à utiliser pour l'atteindre.
4. A chaque tour, le noeud actif est celui qui, parmi tous les noeuds étiquetés du réseau, a la valeur la plus faible vers le noeud source. Son étiquette devient permanente.
5. On recommence au point 2 avec le nouveau noeud actif.
6. L'algorithme s'arrête quand l'étiquette de noeud destination est permanente.

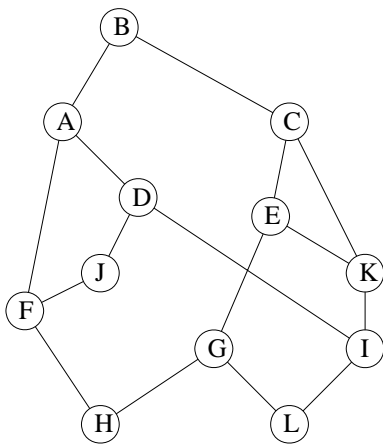
2. Comparaison d'algorithmes pour une diffusion

Pour établir leur table de routage, les routeurs s'échangent des messages. Dans certains algorithmes de routage, ces messages doivent être diffusés à l'ensemble des routeurs du réseau. L'objet de l'exercice est de comparer plusieurs méthodes de diffusion.

En se référant à la figure ci-dessous, construire l'arbre collecteur issu de B.

Combien de paquets sont engendrés par une diffusion provenant de B, utilisant successivement:

- Un arbre collecteur.
- Un algorithme de type inondation.



3. Dans un réseau à n routeurs, comparer le nombre de liaisons nécessaires :

- s'il n'y a pas de routeur désigné.
- s'il y a un routeur désigné.

Application numérique : $n=20$.