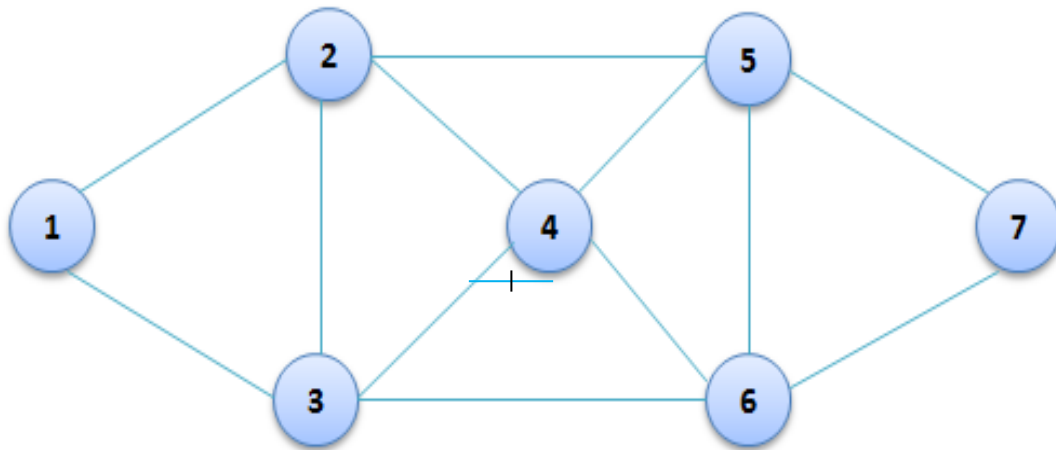


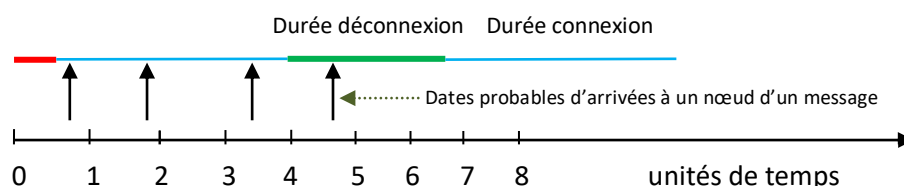
**TP routage avec rupture de liens prédictible :**

**PRESENTATION DU CAS D'ETUDE:**

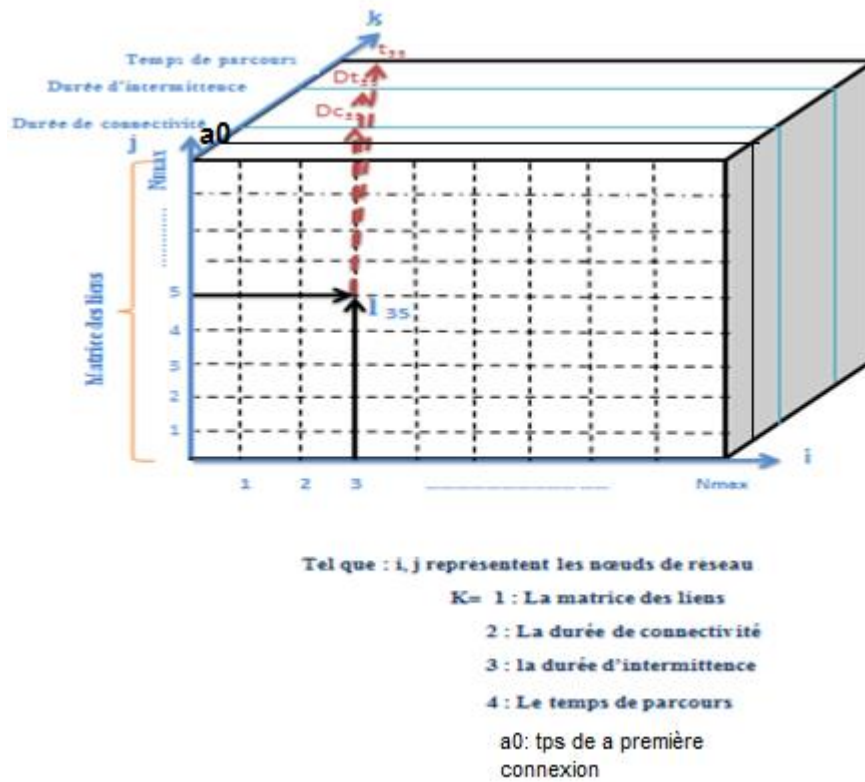
L'objectif de ce TP est de simuler la communication dans un réseau informatique qu'est le réseau internet. Le réseau internet est représenté par un graphe où les sommets représentent les nœuds du réseau internet et les arcs les liens (voir le graphe ci-dessous). Nous supposons que les liens supportant le trafic sont intermittents ou irréguliers, ils se déconnectent et se reconnectent périodiquement (on dit que le contact des nœuds définissant les liens sont prévisionnels ou prédictibles). Il existe des cas où ces liens sont opportuns c'est-à-dire leur disponibilité est aléatoire.



Chaque paquet d'information arrivant au niveau d'un nœud attend l'opportunité d'un lien disponible et optimal à entreprendre. Le protocole routé IP doit calculer le prochain lien à parcourir en fonction de la destination du paquet indiquée dans son entête et du résultat calculé après lecture des informations de routage contenues dans la table de routage. Dans le routage habituel, la table de routage conventionnelle suffit. Dans notre cas, cas de routage intermittent, nous avons besoin d'autres informations supplémentaires sur l'état des liens (table des liens, table de durée de connectivité des liens, table de durée de rupture des liens, table de durée de parcours d'un lien, table de temps nécessaires de la première connexion des liens par rapport à la référence temps d'origine (repère temps), "a0 " (figures 1 et 2). Aussi, un paquet qui arrive au niveau d'un nœud, peut arriver dans un moment où le lien à entreprendre est dans une période ou état de connexion ou de rupture.



Soient  $T_t$ : le temps de traversée d'un lien ;  $t_p$ : le temps nécessaire pour parcourir un lien;  
 $t_c$ : le temps de connexion d'un lien ;  $t_d$ : le temps de déconnexion d'un lien ;  $\delta_t$ : le temps



**Figure 1 : Représentation des données d'états des liens**



**Figure 2 : Etats des liens dans le temps**

d'intermittence restant pour une nouvelle connexion d'un lien et  $\theta_t$ : le temps de connexion restant pour une nouvelle intermittence ou déconnexion d'un lien.

- 1- Le paquet arrive au nœud alors que le lien à entreprendre est en période de déconnexion. Dans ce cas, le paquet attend que le lien à entreprendre soit de nouveau reconnecté pour emprunter ce lien.  $T_t = \delta_t + t_p$
- 2- Le paquet arrive au nœud alors que le lien à entreprendre est période de connexion.
  - a- Le temps restant  $\theta_t$  est inférieur à  $t_p$ . Dans ce cas, le paquet attend que  $\theta_t$  se termine puis le temps de déconnexion  $t_d$  se termine pour emprunter le lien prévu  $T_t = \theta_t + t_d + t_p$
  - b- Le temps restant  $\theta_t$  est supérieur à  $t_p$ . Dans ce cas, le paquet emprunte directement le lien  $T_t = t_p$ .

Il faut noter que pour tout chemin choisi, le temps de traversée global  $T_g = \sum T_t$  de tous les liens traversés. Supposons que nous sommes dans un cas où le protocole de routage est à édition de liens c'est-à-dire qu'à partir d'un nœud, nous pouvons voir et reconstituer tout le réseau (représenté et simulé par un graphe). Si nous voulons atteindre une destination, nous pouvons connaître tous les chemins possibles menant à celle-ci.

Nous supposons aussi, que dans notre cas d'étude, qu'un chemin optimal est basé sur le critère du meilleur temps de parcours de ce chemin (le temps de parcours minimal). Dans d'autres cas de figure, d'autres critères peuvent intervenir (distance, bande passante, coût, le taux de fréquentation ou de trafic des liens etc..) et être combinés pour déterminer le choix du chemin optimal.

### **TRAVAIL DEMANDE:**

A partir d'un réseau que vous aurez simulé, il vous est demandé :

- 1)
  - a- Saisir le graphe représentant le réseau d'étude. Saisir son image réciproque dans une table (matrice) qui vous permet de redessiner (consulter) le graphe ou de l'imprimer (l'éditer). Voir les renseignements de cette table en annexe.
  - b- prévoir toutes les opérations de modification des liens (ajout de liens entre des sommets existants ou suppression de liens qui peut éventuellement isoler un nœud qui sera sujet de suppression impérative à son tour)
  - c- prévoir toutes les opérations de modification dans le graphe (ajout d'un sommet entre des sommets existants qui implique l'ajout au moins d'un lien entre celui-ci et un sommet voisin ou suppression d'un sommet entre des sommets existants qui implique la suppression de tous ses liens le reliant avec les sommets qui lui sont voisins.

La suppression physique d'un lien ou d'un sommet provoque la modification dans la table des liens (dans le premier cas c'est une modification d'une valeur de la matrice. Dans le deuxième cas c'est une suppression ou l'ajout d'une ligne et une colonne simultanément).

2) Pour le graphe représentant le réseau d'étude,

a- saisir sa table (matrice) représentant les durées de connectivité périodiques des liens. Prévoir toutes les modifications automatiques qui seront déclenchées à chaque fois qu'une modification (modification du réseau par l'ajout ou suppression d'un nœud ou par l'ajout ou suppression d'un lien) est effectuée sur le réseau (graphe). Prévoir toutes les opérations usuelles sur les durées de connectivité des liens.

b- saisir sa table (matrice) représentant les durées de déconnexion ou de rupture périodiques des liens. Prévoir toutes les modifications automatiques qui seront déclenchées à chaque fois qu'une modification (modification du réseau par l'ajout ou suppression d'un nœud ou par l'ajout ou suppression d'un lien) est effectuée sur le réseau (graphe). Prévoir toutes les opérations usuelles sur les durées de déconnexion ou de rupture périodiques des liens.

c- saisir sa table (matrice) représentant les durées de parcours des liens. Prévoir toutes les modifications automatiques qui seront déclenchées à chaque fois qu'une modification (modification du réseau par l'ajout ou suppression d'un nœud ou par l'ajout ou suppression d'un lien) est effectuée sur le réseau (graphe). Prévoir toutes les opérations usuelles sur les durées de parcours des liens.)

d- saisir sa table (matrice) représentant les durées (" $a_0$ ") ou des temps nécessaires de la première connexion des liens par rapport à la référence temps d'origine (repère temps). Prévoir toutes les modifications automatiques qui seront déclenchées à chaque fois qu'une modification (modification du réseau par l'ajout ou suppression d'un nœud ou par l'ajout ou suppression d'un lien) est effectuée sur le réseau (graphe). Prévoir toutes les opérations usuelles sur les temps nécessaires (" $a_0$ ") de la première connexion des liens par rapport à la référence temps d'origine (repère temps).

La modification dans la table des liens déclenche automatiquement la modification de toutes les tables suscitées.

3) Détermination du chemin optimal qu'un message M doit emprunter dans un réseau.

Nous savons par hypothèse :

- le lieu du départ du message (nœud source)
- le lieu d'arrivée du message (nœud destination)
- la date du départ du message.

Le protocole routé doit calculer le chemin optimal que M doit entreprendre en s'appuyant sur les hypothèses et les renseignements contenus dans les tables suscitées.

- a- Déterminer les différents chemins possibles, les enregistrer dans une table des chemins.
- b- Pour chaque chemin courant i, calculer le temps global de traversée  $T_g(i)$ . Celui-ci peut être déterminé par le calcul du cumul des temps de traversée  $T_t$  au niveau de chaque lien du chemin.
- c- Prendre comme chemin optimal le temps global de traversée  $T_g(i)$  le plus petit  

$$T_{gmin} = \text{MIN} \{ T_g(i) \}$$
- d- Envoyer le message M

### Annexe:

La matrice des liens

Le graphe peut être représenté par une matrice de dimension  $N_{max} \times N_{max}$  contenant les valeurs 0,1. L'intersection d'une ligne et d'une colonne (i, j) représente le couple de nœud (i,j) ayant la valeur 1 si i et j sont liés et la valeur 0 sinon.

Sommets	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
S1	$\infty$	1	1	0	0	0	0
S2	0	$\infty$	1	1	1	0	0
S3	1	1	$\infty$	1	0	1	0
S4	0	1	1	$\infty$	1	1	0
S5	0	1	0	1	$\infty$	1	1
S6	0	0	1	1	1	$\infty$	1
S7	0	0	0	0	1	1	$\infty$

Tel que:  $lij = \begin{cases} 1 & \text{Si le nœud i et le nœud j sont voisins.} \\ 0 & \text{Sinon.} \\ \infty & \text{Si } i=j \end{cases}$

Dans cette matrice, on s'intéressera à la matrice triangulaire supérieure ou triangulaire inférieure parce que c'est un graphe non orienté et la matrice est symétrique.

**Bon courage**