

TD 4 - Le routage

Claude Duvallet

Université du Havre
UFR Sciences et Techniques
25 rue Philippe Lebon - BP 540
76058 LE HAVRE CEDEX
Claude.Duvallet@gmail.com

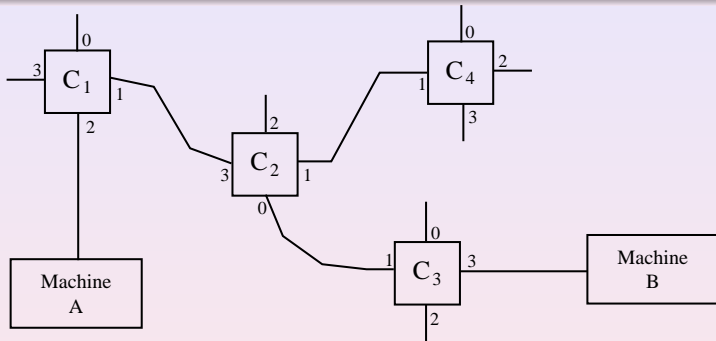
Introduction (1/2)

- Objectif : Assurer le transfert de paquets d'information entre deux points d'un réseau, en passant éventuellement par des nœuds intermédiaires.
- tâche assurée au niveau de la couche réseau :
 - des machines communicantes,
 - des nœuds intermédiaires (commutateurs).
- Différence entre acheminement et routage :
 - Acheminement :
 - considérer un paquet,
 - regarder son adresse de destination,
 - consulter la table de routage,
 - envoyer le paquet vers la destination déterminée par cette table.
 - Routage :
 - processus par lequel les tables de routage sont construites.

Introduction (2/2)

- Il existe deux types d'algorithmes de routage :
 - distance-vecteur : chaque nœud ne parle qu'à ses voisins directs mais il leur dit tout ce qu'il a appris.
 - lien-état : chaque nœud parle à tous les autres nœuds mais il ne leur transmet que ce qu'il tient pour sûr (i.e. l'état de ses liens directement connectés).
- Problème généralement posé : Un commutateur reçoit un paquet sur l'un de ses ports d'entrée et doit déterminer sur quel port de sortie il doit le renvoyer.
- Réponse à ce problème : il cherche dans l'entête du paquet une caractéristique qu'il utilisera pour prendre sa décision.
 - Il y a habituellement deux approches :
 - orienté connexion : circuit virtuel (X25),
 - sans connexion : datagramme (IP).

Les circuits virtuels (1/3)



⇒ A veut envoyer des paquets de A à B.

- A envoie un paquet de demande de connexion à B qui arrive en C₁.
- Ce paquet contient l'adresse de B avec un VCI (identifiant de circuit virtuel) que le commutateur utilisera pour acheminer les paquets suivants allant de A vers B.

→ On suppose que A choisit 5 comme VCI.

Les circuits virtuels (2/3)

- Consultation de la table de routage.
- Résultat : il faut passer par C_2 et donc utiliser le port 1.
- C_1 choisit un nouveau VCI propre à la connexion entre C_1 et C_2 .
- Création d'une entrée dans la table de circuits virtuels de C_1 (nécessaire au dialogue entre A et B) : "lorsque les paquets arrivent sur le port 2 avec VCI=5, envoyer sur le port 1 en remplaçant VCI par la valeur 11".

port d'entrée	id. entrant	port sortie	id. sortant
2	1	2	4
2	4	0	3
2	5	1	11

- Le paquet arrive ensuite sur C_2 et C_3 qui agissent pour établir la connexion :
 $C_2 \rightarrow \text{VCI} = 7$
 $C_3 \rightarrow \text{VCI} = 4$

Les circuits virtuels (3/3)

- La demande connexion arrive à B. B accepte (ou rejette) et renvoie une indication d'acceptation à A.
- A reçoit l'acceptation \Rightarrow A sait que tous les commutateurs sont prêts.
- A peut envoyer des paquets à B : il suffit de mettre un VCI=5.
- Chaque fois que B reçoit un paquet avec un VCI=4, il sait que ça vient de A.
- Lorsque A ne veut plus envoyer de données à B, elle rompt la connexion en envoyant un paquet de rupture vers C_1 . C_1 met à jour sa table et envoie le message vers les autres commutateurs qui mettent aussi à jour leur table.

Le mode non connecté : datagramme

- ⇒ pas de connexion donc chaque paquet est considéré séparément des autres.
- ⇒ une route est cherchée par chaque paquet.
- Les chemins suivis par les différents paquets d'une même transmission peuvent être différents (évite les blocages et les saturations).
Avantages : Il n'est pas nécessaire que le destinataire soit prêt à recevoir les paquets pour commencer à les envoyer.
Inconvénients :
 - les paquets d'une même transmission risquent d'être mélangés, ce qui oblige à les numéroter lors de l'émission puis à les trier lors de la réception.
 - un paquet peut entrer dans un parcours cyclique et ne jamais en sortir ce qui implique de noter sur le paquet par où il est passé pour éviter qu'il ne repasse par le même chemin.

Les tables de routage (1/2)

- La table de routage de chaque site indique à quel(s) voisin(s) il faut envoyer un paquet pour que celui-ci arrive à destination le plus vite possible.
- Pour aller à un site donné le premier voisin cité est le plus efficace globalement, le suivant le deuxième plus efficace, etc.
- Soit la table de routage complète du site B dans un réseau contenant 6 sites (A, B, C, D, E et F). B ayant A, C et D comme voisins directs.

site B :

A: A C D

C: C A D

D: D C A

E: C D A

F: D C A

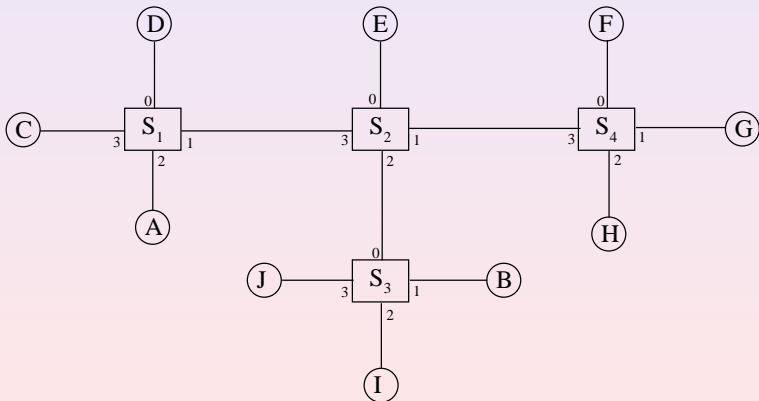
Les tables de routage (2/2)

- Pour aller au site F à partir de B, il vaut donc mieux passer par D, C étant moins bon et A étant la pire solution (à n'utiliser que si C et D sont saturés ou en panne).
- Mise à jour d'une table de routage complète :
 - la mise à jour est effectuée suivant un critère de distance (durée de cheminement, ou autres ...).
 - le site à mettre à jour doit recevoir de ses voisins immédiats leur tables de distance (c.à.d. la distance de ce site à tous les autres).
 - la mise à jour d'une ligne de la table s'effectue en triant par ordre croissant les valeurs (distance au site voisin j + distance de j à la destination).

Exercices (1/14)

Exercice 1 :

- Soit le réseau de 4 commutateurs S_1 , S_2 , S_3 , S_4 comportant 4 interfaces (ou ports) données (0, 1, 2, 3) et les 10 machines hôtes du réseau A, B, C, D, E, F, G, H, I, J.



Exercices (2/14)

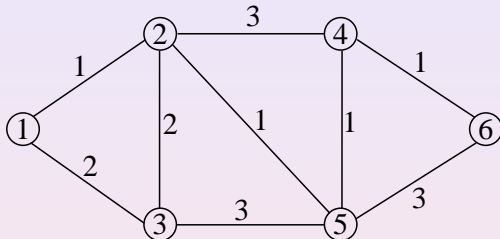
- Mettre à jour la table des circuits virtuels pour chaque commutateur, pour les ouvertures et fermetures suivantes :
 - Ouverture de A à B,
 - Ouverture de C à G,
 - Ouverture de E à I,
 - Ouverture de D à B,
 - Ouverture de A à B,
 - Fermeture de A à B,
 - Ouverture de F à J,
 - Ouverture de H à B.

Exercices (3/14)

	S_1				S_2				S_3				S_4			
	IN		OUT		IN		OUT		IN		OUT		IN		OUT	
	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI
A→B																
C→G																
E→I																
D→B																
A→B																
A↔B																
F→J																
H→B																

Exercices (5/14)

Exercice 2 : Établir les tables de routage



Chaque cercle représente un site réseau et le numéro au centre son numéro d'identifiant. Chaque arc reliant deux sites représente une connexion directe entre ces deux sites. Le chiffre à côté de l'arc représente le coût pour aller d'un site à un autre.

- 1 Quel est le chemin le moins coûteux pour aller de 4 à 3 ? et pour aller de 1 à 6 ?
- 2 Déterminer la table de routage complète des sites 1, 2 et 3.

Remarque : on s'interdit de repasser au même endroit !

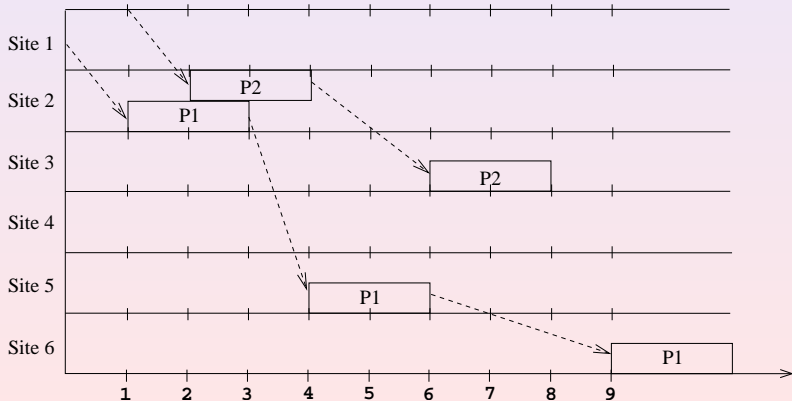
Exercices (6/14)

3. Si 5 devient inaccessible, déterminer les nouvelles tables de routage complètes.
4. On suppose que ce réseau fonctionne en mode 'datagramme'. On suppose aussi :
 - que les chiffres sur les arcs du graphes représentent le temps nécessaire pour transmettre un paquet ;
 - que les paquets sont envoyés l'un après l'autre, jamais en parallèle, même vers plusieurs voisins (c'est-à-dire qu'un site ne peut jamais être en train d'envoyer plusieurs messages en même temps) ;
 - qu'un paquet reçu par un site doit passer deux unités de temps sur ce site avant de pouvoir être ré-émis à un autre site ;
 - qu'un paquet reçu doit être ré-émis dès que possible ;
 - qu'un site peut gérer deux paquets au maximum avant de saturer (c'est-à-dire qu'on ne peut envoyer un paquet à un site qui possède déjà deux paquets chez lui au moment où le paquet part ou au moment où le paquet sera arrivé).

Exercices (7/14)

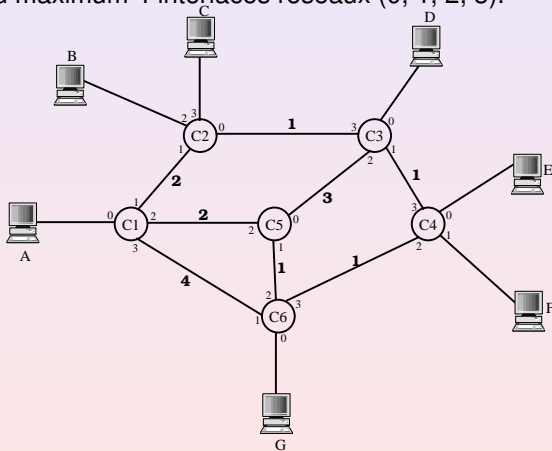
Question : Si le site 1 doit envoyer un message de 5 paquets au site 5 par où passera chacun des paquets et dans quel ordre arriveront-ils ?

Note : Utilisez un diagramme de Gantt pour vous aider .



Exercices (10/14)

Soit le réseau constitué de six commutateurs (C1, C2, C3, C4, C5, C6) et de 7 ordinateurs (A, B, C, D, E, F, G). Chaque commutateur possède au maximum 4 interfaces réseaux (0, 1, 2, 3).



Exercices (11/14)

Question a : Tables de routage Construire les tables de routage pour chacun les commutateurs C1, C2, C4 et C5.

Question b : circuits virtuels Remplir, en utilisant les tables de routage précédentes, la table des circuits virtuels correspondant à :

- ouverture entre A et D,
- ouverture entre A et B,
- ouverture entre C et D,
- ouverture entre C et B,
- ouverture entre A et B,
- fermeture entre A et D,
- ouverture entre A et C.

Exercices (13/14)

	C_1				C_2				C_3				C_4			
	IN		OUT		IN		OUT		IN		OUT		IN		OUT	
	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI	PORT	VCI
A→D																
A→B																
C→D																
C→B																
A→B																
A→D																
A→C																