

## 1<sup>ère</sup> année IR – Réseaux Téléphoniques – Td n°2

### Eléments de correction

André-Luc BEYLOT

#### **EXERCICE : Routage et téléphonie**

*On considère le réseau de la figure 1.*

*On suppose que les liens entre CA peuvent multiplexer 100 appels téléphoniques simultanément, ceux entre CA et CTS 1000 et ceux entre CTS 10000.*

*On veut router des appels entre les utilisateurs raccordés sur CA1 et ceux sur CA3.*

1. Illustrer la mise en œuvre d'un appel téléphonique dans les 2 cas suivants :

##### *Routage par partage de charge*

La topologie du réseau est connue ainsi que la capacité des liens (en nombre d'appels que l'on peut multiplexer). L'opérateur connaît toutes ces informations (attention pas celles des autres opérateurs). On se rend alors compte qu'il y a plusieurs chemins de différentes longueurs entre CA1 et CA3 et l'on va répartir les appels sur ces différents chemins. La longueur d'un chemin se mesure en nombre de liens traversés car un appel coûtera 64kb/s bidirectionnels multiplié par le nombre de liens. Par conséquent l'opérateur aura intérêt à favoriser les chemins utilisant le moins de liens possibles.

Plusieurs façons possibles de faire la répartition de charge. Dans le TD précédent, on a illustré un cas de figure où l'on ne se fondait que sur la longueur des chemins.

On va cette fois tenir compte de la capacité des chemins. Le plus simple pour définir la capacité d'un chemin sera de compter le min du nombre d'appels que l'on peut multiplexer sur les différents liens qui le compose. On a donc 3 chemins de longueur 3, 2 de capacité 1000 et 1 de capacité 100. On peut alors par exemple envoyer une proportion d'appels en associant un poids qui soit inversement proportionnel à cette capacité et du coup envoyer 10/21 vers CTS1 et CTS2 et 1/21 vers CA2.

Tous ces algorithmes sont statiques. La seule dose de dynamicité que l'on pourrait ajouter pourrait venir de la connaissance locale des nombres d'appel en cours sur les différents liens et ne pas envoyer un appel par un lien saturé.

On fait toujours du routage bond par bond.

##### *Routage adaptatif*

Depuis les années 90, les commutateurs s'échangent des informations sur l'état d'encombrement des différents liens et des pannes. Du coup, en plus des informations topologiques, on a une connaissance de l'état courant d'encombrement des chemins. On peut donc calculer la capacité résiduelle sur les différents chemins. Attention, on n'a toujours pas accès aux informations sur les topologies des autres opérateurs et l'on fait donc du routage bond par bond.

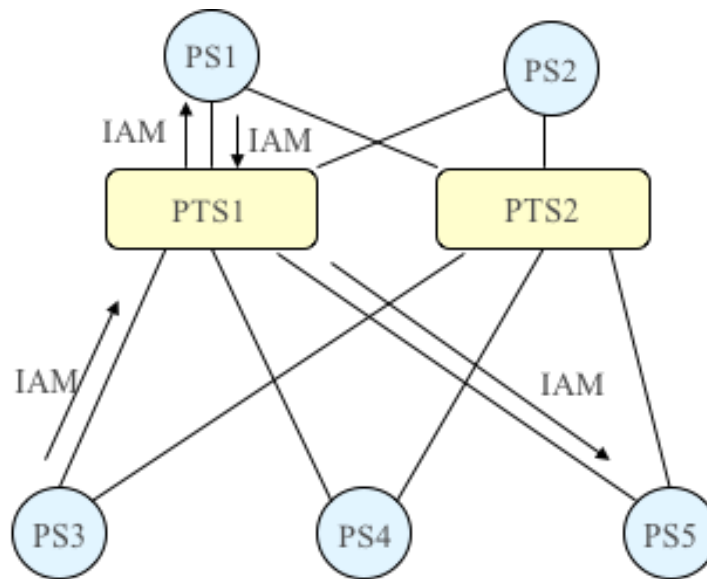
La capacité résiduelle du chemin va être le min du nombre d'appels que l'on peut encore faire passer sur un chemin. C'est une métrique qui n'est donc plus additive. Attention car contrairement aux réseaux informatiques où l'on peut vouloir utiliser cette métrique (l'idée sous-jacente est que le délai est largement tributaire de ce goulot d'étranglement), dans le contexte du réseau téléphonique, l'opérateur cherchera toujours à minimiser le coût de l'acheminement de l'appel téléphonique et donc le nombre de liens traversés. La métrique de capacité résiduelle maximale servira à départager des chemins de longueur identiques. Remarquons que ceux-ci ne changent pas très souvent, sauf en cas de pannes de nœuds ou de liens – soit peu souvent pour les commutateurs (+ sécurisation des liens voir le cours de SDH).

On va toujours favoriser les chemins courts mais en tenant compte de la capacité résiduelle des chemins. Attention, il faut prendre un peu de marge car les nombres d'appels vont fluctuer au cours du temps.

C'est cette technique qui a permis de régler le pic de trafic de la « fête des mères » pas celui du 31 Décembre à minuit. Les opérateurs s'engagent simplement à garantir un taux de refus de connexion inférieur à  $10^{-3}$  pour les 99% des heures les plus chargées.

Ici, on a trois chemins de longueur 2, on identifie celui sur lequel il y a le plus de place. Et donc ce sera le plus souvent par CTS1 ou CTS2 que l'appel passera vu les capacités des chemins (1000 au lieu de 100).

2. Les PTS sont présents uniquement dans les Commutateurs de Transit. Tracer le réseau sémaphore relatif à cette topologie de réseau.



3. Proposer une technique de routage pour les messages MTP-3 entre le PS qui représente CA1 et celui qui représente CA2 ; idem entre le PS qui représente CA1 et celui qui représente CTS1. Comment router des messages de signalisation entre le PS qui représente CA1 et celui qui représente CA3 ?

Le routage dans le réseau sémaphore pour les appels téléphoniques repose sur MTP-3 qui sait faire du routage sur des chemins de longueur 2 entre deux PS séparés par un PTS. Pour assurer la fiabilité, on a toujours le choix entre 2 PTS et 2 seulement. La topologie sur laquelle opère MTP-3 est donc très simple et remplit l'objectif d'envoyer des messages de signalisation de proches en proches entre tous les commutateurs qui seront traversés par la demande d'appels et qui devront être prévenus de cette demande et même effectuer le routage comme on l'a expliqué dans les questions précédentes. Entre PS3 et PS4, il y a deux chemins l'un par PTS-1, l'autre par PTS-2. On se servira du code circuit dans le cas des appels téléphoniques par exemple.

Idem pour PS-3 et PS-1.

On constate que dans ces deux cas de figure, le chemin suivi par la signalisation et par l'appel téléphonique diffère.

Pour ce qui est de router des messages de signalisation entre PS-3 et PS-5, MTP-3 ne sait pas le faire. En effet, il n'y a pas de liens directs entre CA-1 et CA-3 donc il ne peut pas y avoir de code circuit relatif à ce lien qui n'existe pas. On en est aux limites de l'exercice

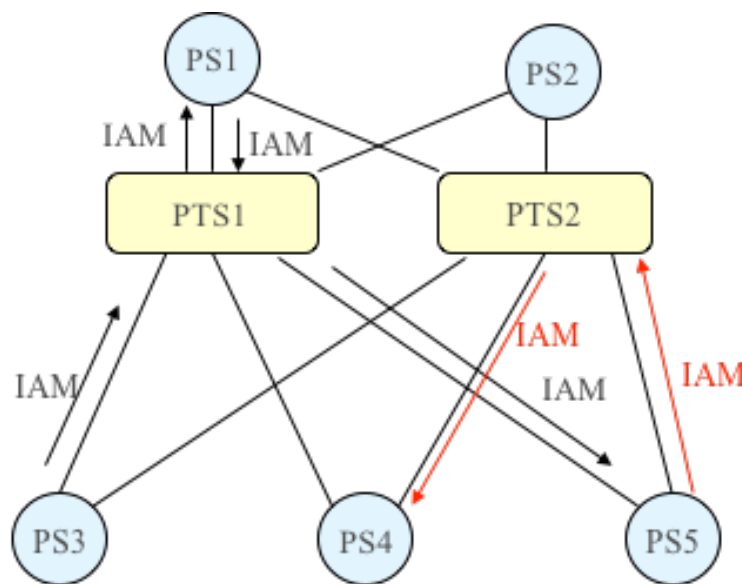
de MTP-3. Pour envoyer des messages de signalisation entre PS-3 et PS-5, on est amené à utiliser un autre niveau de routage qui est celui qui est proposé par SCCP. Attention, SCCP ne remplace pas MTP-3, il est positionné au-dessus. On en reparlera dans le TDn°3. Remarquons que l'envoi direct de messages entre PS-3 et PS-5 ne peut pas être le fruit de la demande de mise en place d'appels téléphoniques car pas de lien physique. Cela ne peut correspondre qu'à des messages qui ne sont pas associés circuits : utilisateurs mobiles, numéros verts, protocoles de routage...

4. *Illustrer le fonctionnement de la signalisation téléphonique dans le cadre du routage adaptatif. Que se passe-t-il pour la signalisation si l'appel passe par CA2 ?*

CA1 reçoit l'appel et analyse le numéro de téléphone du destinataire et choisit d'envoyer l'appel vers CTS1. Il se retourne alors vers le réseau sémaphore pour envoyer un message de PS3 vers PS1. Ce message contient le numéro de l'appelant et de l'appelé. Arrivé en PS1, le commutateur CTS1 va, à son tour, router l'appel téléphonique. Il choisit le lien direct vers CA3 et demande au réseau sémaphore (PS1) de prévenir PS5. C'est ainsi que les canaux téléphoniques seront réservés.

Si l'appel passe par CA2, peu de choses sont modifiées si ce n'est que l'on observe que le message envoyé par PS3 par PS4 ne passe pas par le lien direct entre les deux commutateurs mais par le PTS1 (ou le PTS2 d'ailleurs). C'est l'illustration du mode quasi-associé de la signalisation téléphonique.

5. *L'utilisateur U3 renvoie ses appels vers le numéro U2. Décrire la mise en place de l'appel téléphonique dans ce cadre.*



Le début est identique à la configuration précédente. L'appel arrive jusqu'au CA3 qui a stocké la redirection (cela peut être fait aussi au niveau du PABX de l'entreprise ; il peut y avoir des redirections en absence ou automatique). Attention, on va donc router l'appel vers U2 et donc vers CA2. Cette fois il y a un chemin direct sur lequel on suppose qu'il y a de la place.

Remarques :

- le nouveau message IAM pour comme numéro d'appelé U2 pour faire le routage ;

- le routage n'est pas du tout optimal. Pour optimiser, il faudrait une base de données qui soit accessible depuis n'importe où et qui stocke la localisation courante de l'utilisateur -> on en reparlera en GSM

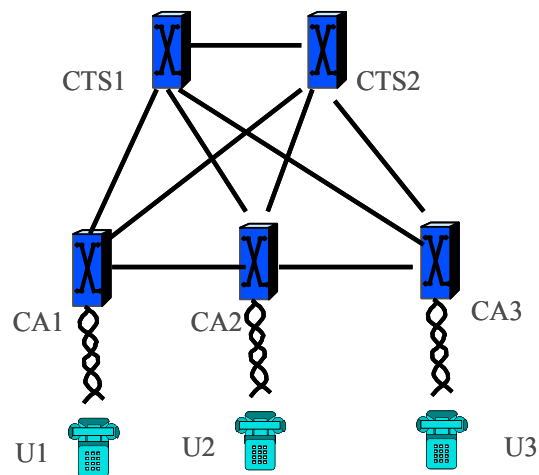


Figure 1. Réseau Téléphonique