

# Rapport Telecom

Mano Dinnat-Creusier, Malcolm Bertaina

**Abstract**—Ce document présente une analyse des différentes méthodes de routage (statique, partage de charge et adaptatif) au sein d'un réseau téléphonique commuté.

**Index Terms**—Routage, Partage de charge, Adaptatif, MTP-3, Signalisation, Réseau Sémaphore.

## I. INTRODUCTION

Notre étude s'appuiera sur le réseau téléphonique commuté (RTC) ci-dessous, ainsi que sur son réseau sémaphore SS7 associé (figure 2). Nous commencerons par détailler les différents types de routages permis par ces technologies, ainsi que les mécanismes de transfert d'appel et de signalisation. Dans un second temps, nous présenterons les résultats et interprétations de la simulation des algorithmes de routages présentés en première partie.

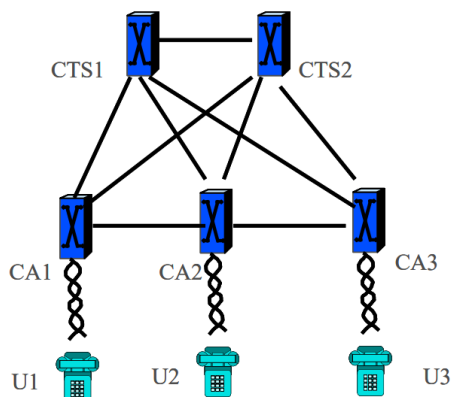


Fig. 1. Réseau téléphonique commuté

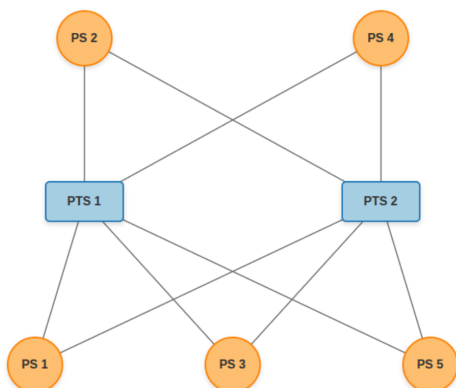


Fig. 2. Réseau sémaphore associé

## II. ROUTAGE PAR PARTAGE DE CHARGE

(Question 2) Afin de mettre en place un algorithme de routage à partage de charge, il est nécessaire de connaître la topologie du réseau : les liens et éventuellement leur capacité. Il peut également être nécessaire de connaître la valeur du champ SLS pour distribuer les appels de manière équitable (round-robin ou aléatoire).

Pour l'implantation sur le nœud CA1 concernant les appels vers CA3, on constate qu'il y a 3 chemins possibles de longueur 2 pour atteindre CA3. En passant par CTS1, CTS2 ou CA2. Puisque ces routes sont équivalentes en termes de distance, CA1 va diviser équitablement le trafic. Il envoie donc  $\frac{1}{3}$  des appels vers CTS1,  $\frac{1}{3}$  vers CTS2 et  $\frac{1}{3}$  vers CA2. Du côté de CTS1, on identifie un chemin direct vers CA3 de longueur 1 et 2 autres chemins de longueurs 2 en passant par CTS2 ou CA2. CTS1 peut donc envoyer  $\frac{1}{2}$  des appels sur le lien direct et  $\frac{1}{4}$  sur les chemins de longueurs 2.

Le principal risque de cette approche est que le routage repose sur une vision "aveugle" du réseau. Certains liens peuvent être saturés et donc des appels sont perdus alors même que d'autres liens sont potentiellement libres. Le second risque est la création de boucle, pour éviter cela il faudrait connaître l'entière du chemin qui a été emprunté.

## III. ROUTAGE ADAPTATIF

(Question 3) Pour mettre en place un routage adaptatif, il ne faut plus seulement connaître la topologie fixe du réseau. Il faut également disposer d'informations sur l'état de charge des liens en temps réel. C'est-à-dire, savoir si les liens sont libres, occupés ou en panne.

Sur le nœud CA1, le fonctionnement devient plus intelligent. Avant d'envoyer un appel vers CA3, CA1 va comparer la charge des 3 chemins possibles et choisira le chemin le moins encombré à l'instant t. Quant à CTS1, si le lien direct vers CA3 est saturé, il pourra alors décider de le router vers un chemin de secours. Par exemple, il pourra faire passer les appels par CTS2.

Concernant les risques évoqués précédemment, le problème de saturation n'est qu'en partie résolu puisqu'il y a un délai entre le calcul de route et l'arrivée réelle de l'appel, l'état du réseau peut avoir évolué entre temps. Le problème des boucles n'est pas complètement résolu non plus puisqu'on fait encore du routage bond à bond.

## IV. SIGNALISATION MTP-3

(Question 4) Conformément à notre topologie de réseau sémaphore, le routage entre tous les nœuds (CA1 vers CA2, CA1 vers CTS1 ou CA1 vers CA3) s'effectuera en mode

quasi-associé : le PS de départ regarde le DPC pour connaître la destination et le SLS pour savoir quel lien (et donc quel PTS) choisir. Il envoie le message au PTS correspondant. Le PTS renvoie le message au bon destinataire.

Dans notre schéma, on peut passer par n'importe quel PTS pour aller d'un PS à un autre. On peut donc mettre en place un mécanisme de partage de charge en faisant passer à chaque fois la moitié du trafic par chaque PTS ou encore faire passer un message sur deux vers chaque PTS. On utilisera pour cela le champ SLS : en effet, il faut gérer ce partage au niveau applicatif pour éviter de changer de chemin au cours d'un même appel.

## V. TRANSFERT D'APPEL

(Quesiton 5) Lorsque U1 compose le numéro de U2, le commutateur CA1 détecte la demande et le PS1 génère un message IAM pour initialiser l'appel. Ce message est envoyé jusqu'au PS3 en passant par le PTS1.

Lorsque le PS3 reçoit ce message, il détecte que U2 a activé un renvoi vers U3. A ce moment, il initie alors une nouvelle branche d'appel et génère un nouveau message IAM à destination de PS5.

Une fois que PS5 a reçu la demande est vérifier que U3 est libre, il envoie un message ACM vers PS3. PS3 relai ensuite cet ACM vers PS1. A la réception de ce message par PS1, le commutateur CA1 génère la tonalité de retour d'appel pour U1.

Quand U3 décroche, PS5 envoie un message ANM à PS3 qui transfère cet ANM à PS1. La connexion vocale est alors établie (U1-CA1-CA2-CA3-U3).

## VI. SIMULATION

(Question 6) On cherche maintenant à évaluer les performances des algorithmes de routage statique, à partage de charge et adaptatif. On a défini les capacités d'appels des liens comme suit :

- CA-CA : 10
- CA-CTS : 100
- CTS-CTS : 1000

Pour une durée moyenne d'appel de 3 minutes, les résultats sont établis à partir d'une moyenne sur 10 essais, pour des niveaux d'intensité de trafic compris entre 0 et 3, avec un pas de 0,1.

### A. Implémentation et Méthodologie

La modélisation de la succession des évènements repose sur une approche de simulation à évènements discrets, via la bibliothèque heapq. Cette méthode permet une très grande précision temporelle et une meilleure efficacité de la simulation. La génération du trafic suit un processus de Poisson. Contrairement à un trafic régulier, ce choix génère aléatoirement des "rafales" d'appels suivies de moments de calme, ce qui est parfaitement adapté à la simulation d'un réseau de télécommunications. Afin de lisser les variations, chaque point affiché sur notre graphique correspond à une moyenne de 10 simulations. En ce qui concerne le routage, nous avons

simulé des algorithmes statiques, à partage de charge (round robin), et adaptatif. Pour l'algorithme statique, les capacités des liens étant imposées, nous avons simulé une première fois avec les routes optimales (par exemple CA1-CTSA-CA2 pour le chemin de CA1 à CA2), et une deuxième fois avec les routes les plus courtes (mais non optimales en terme de capacité, par exemple CA1-CA2).

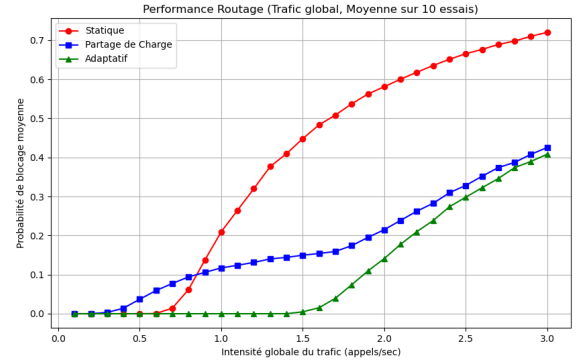


Fig. 3. Avec routage statique optimal

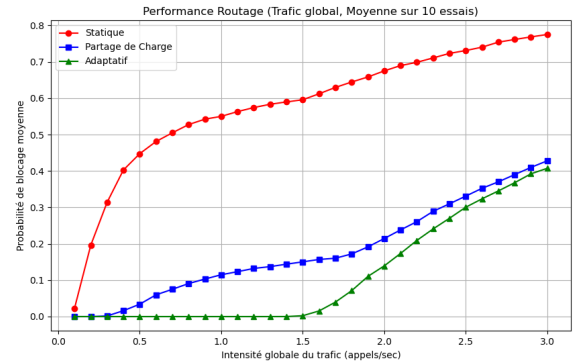


Fig. 4. Avec routage statique non optimal

## VII. CONCLUSION

Cette étude a permis de mettre en évidence les compromis liés à la gestion du trafic dans les réseaux commutés. Les résultats de la simulation confirment que le routage adaptatif offre les meilleures performances globales en minimisant le taux de blocage, grâce à sa capacité à contourner les congestions en temps réel.

Cependant, cette efficacité se paie par une complexité architecturale accrue et une surcharge de signalisation (nécessaire pour la remontée d'état des liens) que le routage par partage de charge permet d'éviter, offrant ainsi un compromis robuste. Le routage statique, bien que simple à implémenter, montre rapidement ses limites dès que l'intensité du trafic augmente ou que la topologie initiale n'est pas parfaitement optimisée.

Le choix d'une stratégie de routage dépend donc des ressources disponibles et de la quantité de trafic à gérer.