

1^{ère} année Informatique et Réseaux - TD 3 "Réseaux Téléphoniques"

André-Luc BEYLOT
Eléments de correction

Exercice n°1 : SS7

1. *La technique retenue est celle de la commutation de message. Commentez ce choix.*

La commutation de messages qui consiste à envoyer le message issu de l'application depuis l'émetteur en une seule fois, à l'acheminer de proche en proche jusqu'au destinataire et à le restituer à l'application. Cette technique est globalement peu utilisée car les messages sont souvent de longueur variable et souvent très grands. L'application la plus ancienne des réseaux informatiques est celle du transfert de fichiers qui ne fonctionne pas très bien avec ce paradigme en raison : des erreurs potentielles de transmission dont la probabilité augmente avec la taille des messages et qui imposent du coup des retransmissions coûteuses, de la capacité de stockage des commutateurs intermédiaires et de l'absence de parallélisme entre les différents liens entre la source et la destination. C'est pour cela que l'on a retenu la technique de commutation par paquet qui consiste à découper le message en paquets de taille homogènes à les envoyer puis à reconstituer le message au niveau du destinataire.

Les raisons pour lesquelles, on a décidé de faire de la commutation de messages dans le réseau sémaphore est qu'il n'est dédié qu'à de la transmission de messages de contrôle/signalisation qui sont donc de taille relativement faible. Par conséquent, on a déjà la caractéristique voulue sans passer par le découpage en paquet. L'avantage est qu'alors, on n'a pas l'opération de découpage au niveau de l'émetteur, la surcharge due à la numérotation des paquets qui constituent le message et les informations nécessaires pour savoir quand ça commence et quand ça finit, ni l'opération à mettre en œuvre au niveau du destinataire pour recoller les morceaux et reconstituer le message.

C'est tout cela qui expliquera aussi la taille courte des SMS car ils passeront par ce réseau.

2. *Pourquoi a-t-on retenu un fonctionnement sans connexion pour l'acheminement des messages de signalisation relatifs à la mise en place d'une communication téléphonique ?*

Pour une communication donnée, le nombre de messages de signalisation que l'on envoie est très faible. Mettre en place une connexion (à la mode X.25 ou TCP) se traduirait par un volume de messages de contrôle qui serait au moins du même ordre de grandeur que le nombre de messages applicatifs à transmettre. Une communication téléphonique classique se traduit par 5 messages de signalisation (IAM, ACM, ANM, REL, RLC). Pour ceux-là il faudrait au moins deux messages pour l'ouverture de la connexion et deux pour la fermeture sans parler d'accusé de réception éventuels !

(les esprits les plus attentifs se rappelleront quand même que certes MTP-3 n'est pas lourd mais que MTP-2 lui l'est suffisamment)

3. *Comment en utilisant le mode datagramme MTP-3 fait-il pour assurer le séquençement des messages ?*

MTP-3 utilise un code circuit pour effectuer le routage. On est en mode datagramme, non connecté, mais tous les messages d'une même communication de signalisation partent avec la même valeur du code circuit. Attention, comme il n'y a pas de procédure d'ouverture et de fermeture de connexion MTP-3, il faut que dans les choix des routes, chacun des équipements du réseau envoie systématiquement vers le même nœud suivant les messages de signalisation qui portent le même code circuit.

Cette technique s'apparente à une technique de circuit virtuel : tous les messages d'un même flux partent avec le même code circuit qui leur permet de passer par le même chemin.

4. *Rappeler les limites du routage réalisé par MTP-3*

Attention MTP-3 n'est pas très ambitieux, il ne sait faire du routage que sur des chemins de longueur 2 : PS – PTS – PS. C'est la configuration qui correspond à la gestion des appels téléphoniques. Tous les commutateurs téléphoniques doivent être informés sur tous les liens traversés par l'appel. Donc de proche en proche le PS d'un commutateur envoie des messages au PS du commutateur qui est à l'autre bout du lien par le réseau sémaphore. Pour des raisons de fiabilité, la topologie se matérialise (cf. cours) par deux chemins de longueur 2 au choix. Ce n'est donc pas très ambitieux !

Les limitations sont que : il faut avoir un code circuit. Ça ne marche donc facilement que pour les appels téléphoniques. Cela ne marche que ces chemins de longueur 2 qui sont typiques de la signalisation associée circuit. Pour les autres applications : numéros verts, utilisateurs mobiles, protocoles de routage, ça ne suffit plus. L'adressage pose problème aussi car il est trop petit et ne fonctionne qu'à l'échelle d'un opérateur.

5. *En déduire les intérêts du routage effectué par SCCP.*

SCCP prend en charge tous les problèmes liés en suspens par MTP-3 : signalisation non associée circuit, adressage, envoi de messages entre deux PS qui ne correspondent pas à des commutateurs reliés par un lien physique du réseau téléphonique, fourniture d'un code circuit.

6. *Comment procéderiez-vous pour réaliser ce routage en particulier pour traiter les cas laissés en suspens par MTP-3 ?*

* On va avoir un nouveau format d'adresse plus long qui comporte un code de l'opérateur/pays.

* On fera du routage bond par bond de PS en PS car il n'y a toujours pas de raison que les opérateurs fournissent des informations complètes sur leur topologie. Attention, il y aura bien le deuxième niveau de routage entre les PS (en passant par un PTS) et là c'est toujours MTP-3 qui s'en chargera.

* On peut se servir d'une métrique de type plus court chemin en nombre de PS mais pourquoi pas d'autres métriques de type encombrement. On est dans un réseau paquet.

* on fournira des codes circuits un peu par défaut à MTP-3. On évitera de donner tout le temps le même.

7. *MTP-3 ne numérote pas les messages. Cela pose-t-il un problème ? Justifiez votre réponse.*

Non tous les messages passent par le même chemin (Frame Relay ne numérotait pas non plus). La fiabilité est assurée par MTP-2

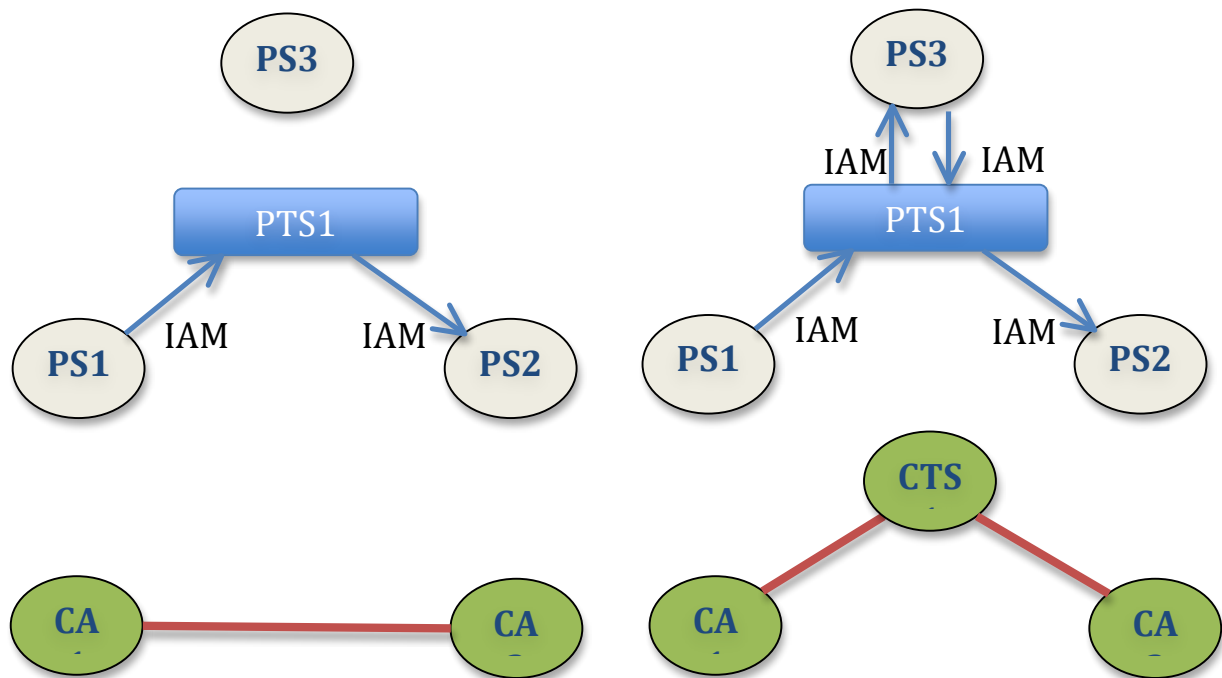
8. *Comparer le routage par partage de charge du réseau téléphonique et le routage par partage de charge effectué par MTP-3.*

Le routage par partage de charge du réseau téléphonique visait à déterminer les différents chemins possibles et à répartir les appels entre ces différents chemins en tenant compte de leur longueur (en nombre de sauts), de leur capacité... Chaque commutateur déroulait son algorithme et calculait les bons suivants. Il y avait donc de l'algorithmique de type Dijkstra...

Dans le réseau sémaphore, c'est plus modeste. On répartit simplement les messages entre les deux chemins dont on dispose (de longueur 2). Tout est très connu à l'avance et l'on ne peut même pas envisager de faire du routage adaptatif car en effet tout est décidé par le code circuit. En toute rigueur même, c'est pratiquement du routage par la source car ce sera le code circuit qui décidera le chemin – le PTS n'a pas de choix de routage (chemin de

longueur 2). Ce n'est pas complètement le cas... en raison du chemin de secours qui sera utilisé s'il y a une panne !

9. Quelles différences observera-t-on en termes de signalisation téléphonique quand le chemin entre la source et la destination utilise un lien direct entre commutateurs d'abonnés et dans le cas où l'on est obligé d'utiliser deux liens en passant par un commutateur de transit secondaire ?



10. Pourquoi MTP-2 n'utilise-t-il pas de procédure de mise en place de connexion pour fiabiliser les échanges ?

Par ce qu'il fonctionne avec des connexions permanentes. Pour avoir besoin d'ouvrir une connexion, il faut avoir besoin de la fermer. Ici, le réseau sémaphore fonctionne en permanence et même quand on a rien à envoyer, on envoie des trames vides.

C'est vrai que l'on associe fréquemment le mode connecté au mode avec accusé de réception mais tous les cas de figure existent :

Non connecté avec accusé de réception = exemple MTP-2 mais aussi WiFi

Non connecté sans accusé de réception = exemple trames UI HDLC mais aussi Ethernet

Connecté avec accusé de réception = HDLC (LAP-B)

Connecté sans accusé de réception = Frame Relay

En revanche MTP-2 est bien du genre opiniâtre avec des accusés de réception explicites pour chacune des trames émises.

11. Un des services supplémentaires classiques est la présentation du numéro qui consiste à faire apparaître le numéro de téléphone de l'appelant. Les utilisateurs peuvent choisir l'option de « non-présentation du numéro ». Comment cela se matérialisera-t-il dans le message de demande de connexion téléphonique ?

Par un champ « non présentation du numéro » = OUI dans le message de demande de communication téléphonique. Les numéros de téléphone de l'appelant et de l'appelé sont en revanche bien présents systématiquement !

Exercice n°2 : Numéro 800 : une version simplifiée

On se propose dans cet exercice d'illustrer de façon très simplifiée le fonctionnement d'un service de type numéro 800 (que l'on supposera gratuit pour l'appelant et l'on ne détaillera pas la facturation qui est laissée à la charge de l'appelé).

Soit un utilisateur U1 voulant effectuer une réservation d'hôtel. Il compose alors sur son téléphone un numéro vert « 0800xxxxyy ». La topologie du réseau téléphonique est représentée sur la figure ci-dessous.

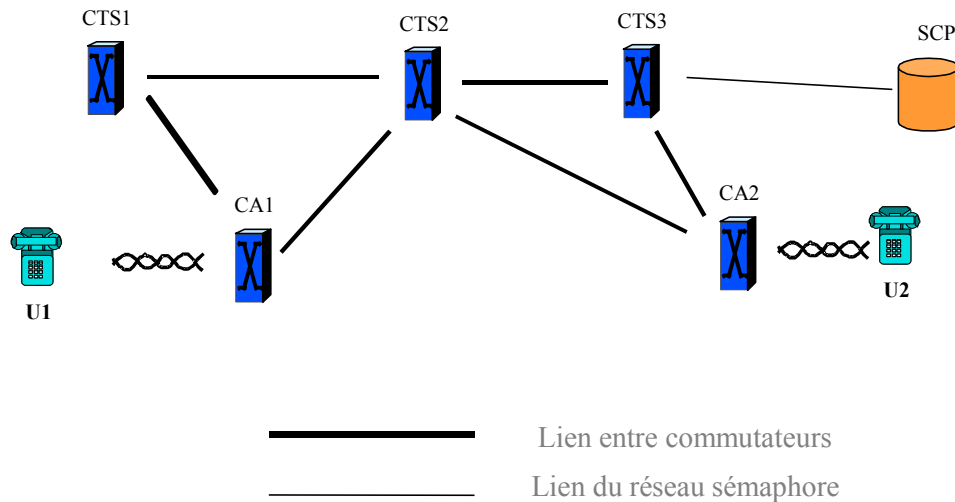
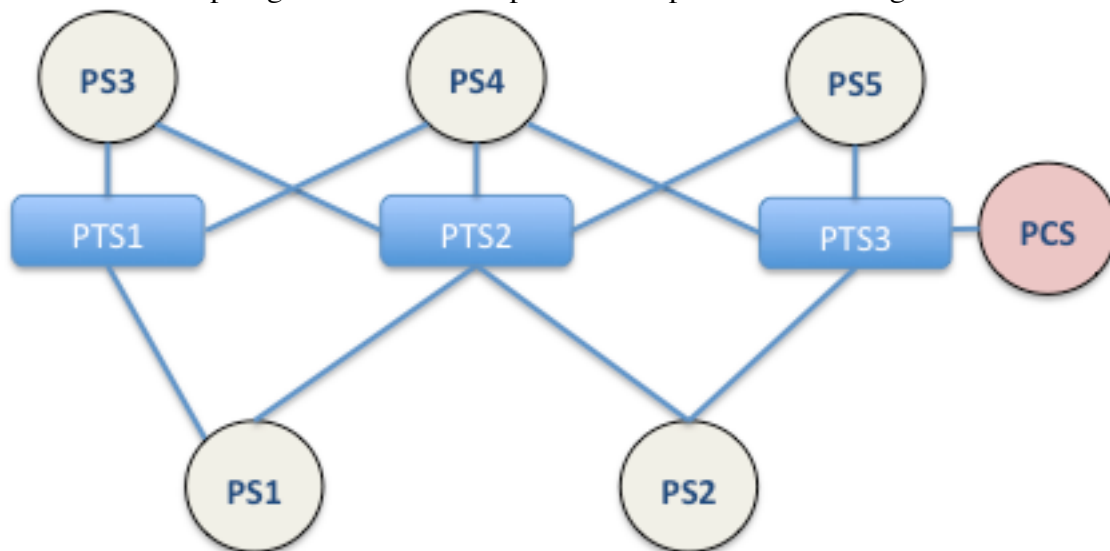


Figure 1. Réseau téléphonique

On n'a représenté que les commutateurs téléphoniques, les téléphones, les liens entre les commutateurs. On a ajouté la localisation de la base de données (SCP) dans laquelle se trouve le numéro de l'utilisateur U2 vers qui l'appel sera finalement dirigé et le lien sémaphore correspondant (les autres liens sémaphores n'ont pas été représentés).

1. Déterminer la topologie du réseau sémaphore correspondant à cette figure.



2. Déterminer le chemin pour aller interroger la base de donnée. Décrire l'architecture protocolaire permettant de mettre en œuvre l'interrogation à la base de données (SCP).

Attention, il s'agit d'aller consulter une base de données et non de lui téléphoner.

Le numéro vert est composé sur le téléphone de l'appelant. Il est intercepté par le commutateur de raccordement qui va demander à son point sémaphore PS1 d'aller interroger la base de données PCS.

C'est donc de la signalisation qui n'est pas associée circuit. On va donc avoir besoin de SCCP qui va s'occuper de traiter tout ce que ne sait pas faire MTP-3.

En l'occurrence, on va devoir router les messages de PS1 à PCS. Pour ce faire, on fait un niveau de routage à l'échelle des points sémaphores (nœuds d'extrémité du réseau sémaphore).

Attention, on se doit de regarder en même temps le réseau téléphonique et le réseau sémaphore car MTP-3 ne sait router que des messages entre deux PS qui représente des commutateurs téléphoniques qui sont reliés par un lien !

SCCP va donc par exemple choisir (attention bond par bond) :

PS1-PS4-PS5-PCS (attention, on ne peut pas faire direction PS1-PCS pas de lien, idem pour PS1-PS5).

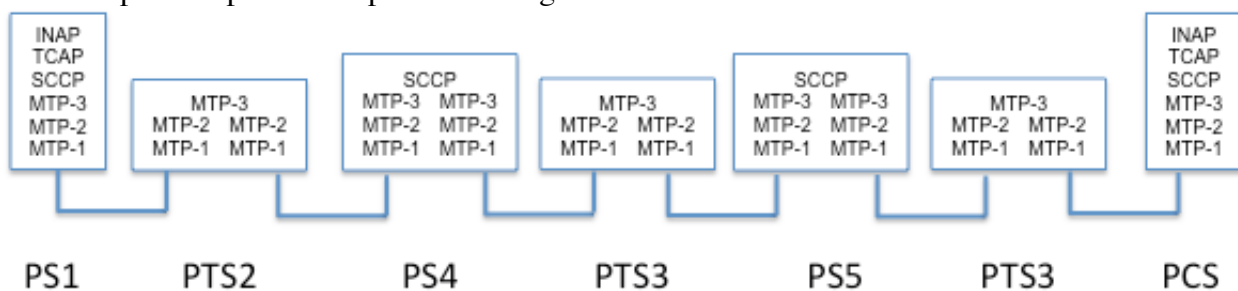
Du point de vue MTP-3 :

PS1-PS4 => PS1-PTS1-PS4

PS4-PS5 => PS4-PTS2-PS5

PS5-PCS => PS5-PTS3-PCS

D'où les piles de protocoles pour l'interrogation à la base de données:

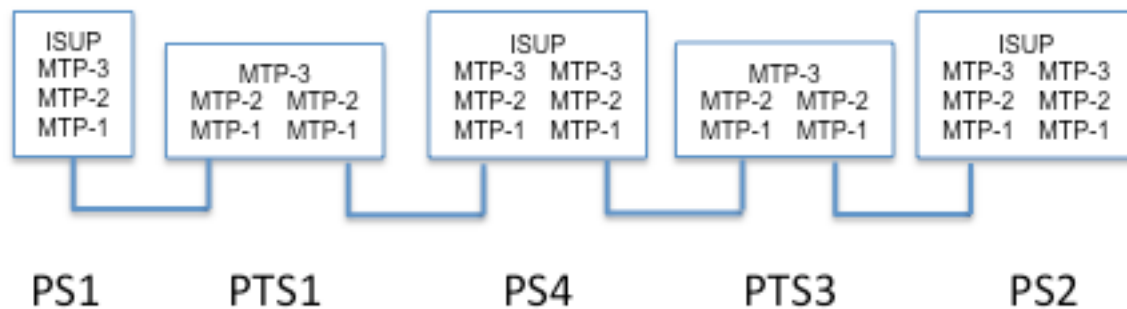


3. Décrire (en faisant des choix) les chemins empruntés par la signalisation et par l'appel téléphonique. Décrire la pile de protocoles associée.

On va supposer que l'appel téléphonique suit le chemin CA1-CTS2-CA2

Et pour la signalisation PS1-PTS1-PS4 pour prévenir CTS2

Puis PS4-PTS3-PS2 pour prévenir PS2.



4. Décrire les échanges de messages applicatifs de signalisation entre les différentes entités du réseau sémaphore.

ANS envoyé depuis PS1 vers PCS

En retour RSP depuis PCS vers PS1

(en toute rigueur, au milieu, il y aurait TCAP qui serait très bavard : TC-Begin (avec acceptation), lancement de la requête (Invoke) avec la réponse (RESULT), TC-End. Tout ceci avec de nombreux accusés de réception.

Pour l'appel téléphonique en lui-même, cf. les nombreux exemples précédents avec un IAM (attention le numéro de téléphone de l'appelé est un numéro géographique qui permet le routage par le réseau téléphonique).