

QoS et Ingénierie de trafic

MRIR1

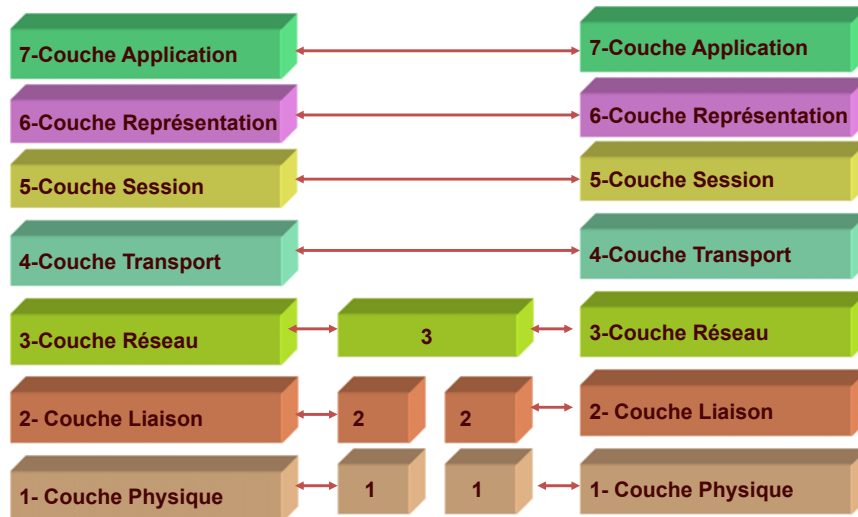
FSG

Chapitre 1:

Techniques de commutation

2

Introduction



3

Rappels sur la commutation

✓ Généralités

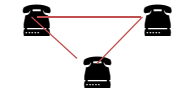
- nécessité de mettre en relation un utilisateur avec n'importe quel autre utilisateur (interconnexion totale)

✓ Position du problème

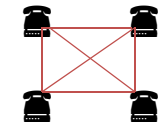
- connexion entre deux abonnés : un lien



- connexion entre trois abonnés : trois liens



- connexion entre quatre abonnés : six liens



- connexion entre N abonnés : $N(N-1)/2$

✓ Conclusions

- Si on applique cette relation à un réseau téléphonique avec $300 \cdot 10^6$ abonnés dans le monde, il faudrait que le réseau compte $45 \cdot 10^{15}$ lignes

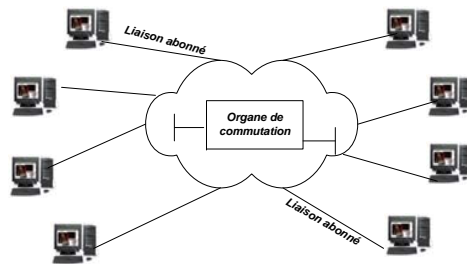
4

Techniques de commutation

✓ Solutions

- **nécessité trouver un système qui permet, à partir d'une simple ligne de raccordement, d'atteindre toute autre abonné du réseau par simple commutation**

➔ le réseau de commutation



5

Techniques de commutation

✓ Les Techniques de transfert

- Cinq grandes techniques de transfert :

- la commutation de circuits,
 - le transfert de messages,
 - le transfert de paquets,
 - la commutation de trames
 - la commutation de cellules.
- ➔ la commutation de messages, la commutation de paquets,

- Le transfert est compatible avec la commutation comme avec le routage tandis que la commutation ne fonctionne qu'en **mode commuté**.

- N.B :

Historiquement, les réseaux à **commutation de circuits** ont été les premiers à apparaître « le réseau téléphonique en est un exemple ».

- Les **commutations de messages et de paquets** ont pris la succession pour optimiser l'utilisation des lignes de communication **dans les environnements informatiques**.

6

Techniques de commutation

✓ Les Techniques de transfert

- Enfin, deux nouveaux types de commutation :

- la commutation de trames
- la commutation de cellules,

qui s'apparentent à la **commutation de paquets**, ont été mis au point récemment :

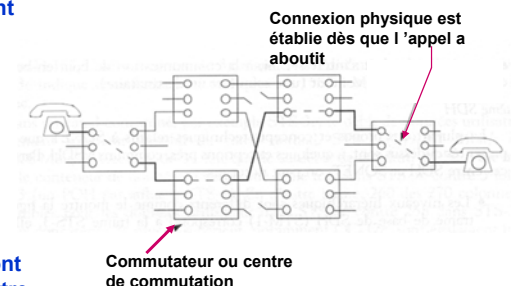
- Pour augmenter les débits sur les lignes
- Et prendre en charge les applications multimédias.

7

Techniques de commutation

✓ Commutation de circuits

- **Un circuit matérialisé est construit entre l'émetteur et le récepteur (E/R).**
- **Ce circuit n'appartient qu'aux deux entités qui communiquent.**
- **Le circuit doit d'abord être établi pour que des informations puissent transiter**
- **Le circuit dure jusqu'au moment où l'un des deux abonnés interrompt la communication.**



- **Si les deux correspondants n'ont plus de données à se transmettre pendant un certain temps, la liaison reste inutilisée.**

8

Techniques de commutation

✓ Commutation de circuits

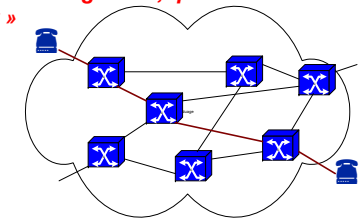
- Allocation du lien pendant la durée du transfert
 - similaire au réseau téléphonique
 - une phase d'ouverture du circuit
 - une phase de transfert
 - une phase de fermeture
- Acceptable pour un transfert de fichier (par exemple avec numéris)
- Mauvaise utilisation des ressources pour un trafic transactionnel

9

Techniques de commutation

✓ Commutation de circuits

- D'où l'idée de concentrer sur une même liaison plusieurs communications de façon que le **taux d'utilisation** des liaisons augmente.
- Si de nombreuses communications utilisent une même liaison, **une file d'attente se forme**, et il est nécessaire de prévoir des zones de mémoire pour retenir les messages en attendant que la liaison soit disponible.
- Une autre possibilité consiste à faire transiter ces messages par des routes différentes de celles initialement prévues. « **Le fait d'augmenter l'utilisation des lignes accroît la complexité du système de gestion, qui devient beaucoup plus lourd, même si le débit est meilleur** »

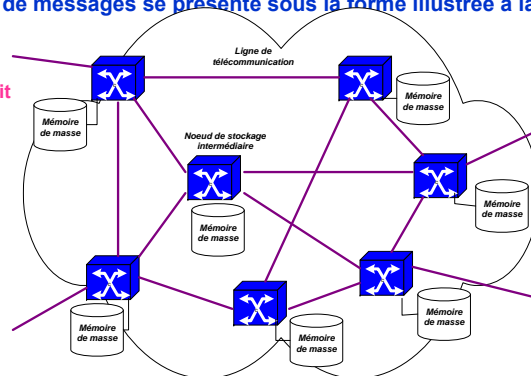


10

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de messages

- Un message est une suite d'informations formant logiquement un tout pour l'expéditeur et le destinataire, comme un fichier complet, une ligne tapée sur un terminal, un secteur de disque, etc.
- Un réseau à transfert de messages se présente sous la forme illustrée à la figure suivante.
- est une alternative à la Commutation de circuit pour l'échange de données



11

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de messages

- C'est un réseau maillé de nœuds.
Le message est envoyé de nœud en nœud de transfert jusqu'au destinataire.
- Ce message ne peut pas être envoyé au nœud suivant tant qu'il n'est pas complètement et correctement reçu par le nœud précédent (**commutation en mode différé : Store-and-forward - stocker, vérifier et faire suivre**).

- Le temps de réponse, même dans le cas le plus favorable, est généralement **très long** puisque c'est la somme des temps de transmission à chaque nœud, comme illustré à la figure suivante.



12

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de messages

- Exemple : Système télégraphique (premier système)
- Il est nécessaire d'insérer des tampons aux noeuds intermédiaires pour mémoriser les messages tant que ceux-ci ne sont pas correctement stockés dans le noeud suivant.
 - « Ceci est du au fait que la commutation de message n'impose pas de taille fixe aux MSg »

Remarque :

L'échange de messages volumineux entre deux commutateurs peut immobiliser la ligne pendant de longues minutes, rendant cette technique inefficace pour le transfert de **trafic interactif**

- Il faut également un système de gestion des transmissions qui accuse réception des messages correctement reçus et demande la retransmission des messages erronés.

13

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de messages

- De plus, comme la capacité des mémoires intermédiaires est limitée, il faut introduire un contrôle sur le flux des messages pour éviter tout débordement.
- Des politiques de routage des messages peuvent être introduites pour aider et sécuriser les transmissions et faire en sorte que, si une liaison tombe en panne, un autre chemin puisse être trouvé.

14

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de messages par rapport à la commutation de circuit :

- Une meilleur utilisation de la ligne
- Un transfert même si le correspondant distant est occupé ou non connecté
- La diffusion d'un même message à plusieurs correspondants
- Le changement de format de message.
- L'adaptation des débits et éventuellement des protocoles
- Une certaine sécurisation des échanges

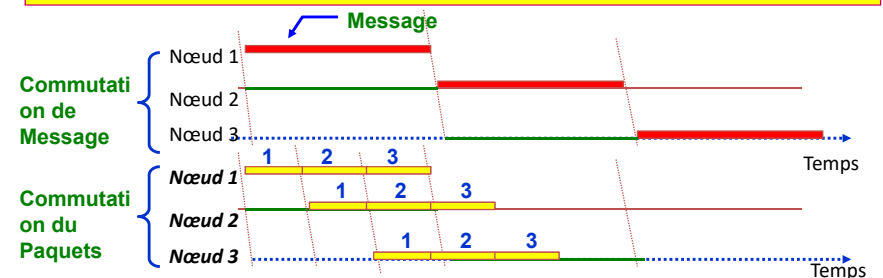
15

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- Les messages des utilisateurs sont découpés en paquets, qui ont couramment une longueur maximale de l'ordre de 1 000 ou 2 000 octets.
- Le diagramme suivant illustre le comportement dans le temps d'un réseau à transfert de paquets par rapport à un réseau à transfert de messages.
 - « On voit que le temps de traversée du réseau, ou temps de transit dans le réseau, est beaucoup plus court dans le cas d'un réseau à transfert de paquets »

Attention : la commutation par paquet impose une taille fixe à ne pas dépasser

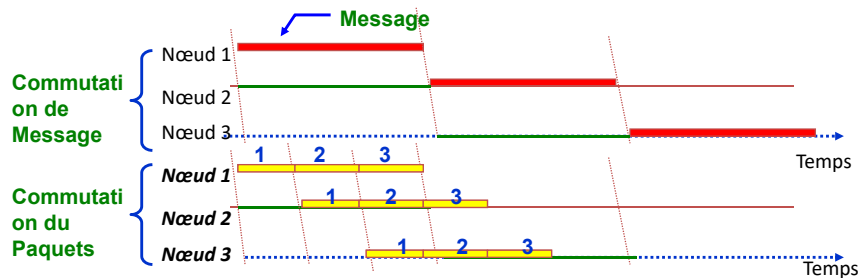


16

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- En effet, les paquets étant beaucoup plus petits que les messages, ils peuvent être retransmis vers le noeud suivant plus rapidement.
- En outre, plus il y a de paquets obtenus à partir du découpage d'un message, plus le temps de transfert du message est long par rapport à son équivalent en paquets



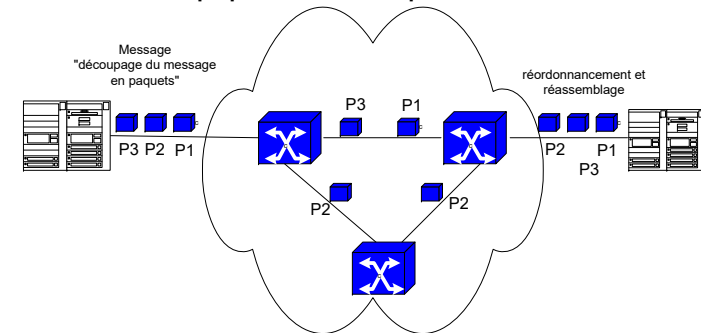
17

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- Les paquets en transit sont stockés en mémoire centrale dans les commutateurs plutôt que sur le disque « comme la commutation de message »
- Une ligne de transit entre deux commutateurs ne sera pas monopolisée longues temps

◆ la commutation de paquets est bien adaptée au transfert multimédia

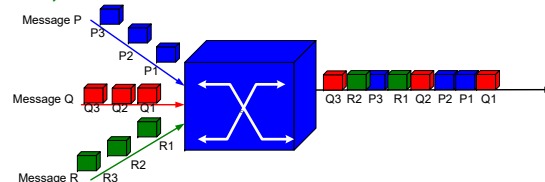


18

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- Les paquets sont envoyés indépendamment les uns des autres.
- Les liaisons entre les noeuds les prennent en compte pour les émettre au fur et à mesure de leur arrivée dans le noeud.
- Les paquets de plusieurs messages peuvent de la sorte être multiplexés temporellement sur une même liaison, comme illustré à la figure ci-dessous
- Le rôle des noeuds est d'aiguiller les paquets vers la bonne porte de sortie, déterminée par une table de routage ou une table de commutation.
Les liaisons entre noeuds ne sont pas affectées explicitement à une paire source-destination, comme dans la commutation de circuits.



19

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- Par rapport au transfert de messages :

« la gestion de blocs d'informations de petite taille est plus simple, surtout au niveau des reprises sur erreur ».

- En revanche, un problème surgit lorsqu'il s'agit de ré-assembler les paquets pour reformer le message original.

« En particulier, si des paquets prennent des routes distinctes et que l'un d'eux se perde, il faut le plus souvent effectuer une reprise sur l'ensemble du message ».

- En résumé, on gagne en temps de réponse et en performance, mais, parallèlement,
« on complexifie l'architecture en ajoutant une couche de protocole supplémentaire. »

20

Techniques de commutation

✓ Commutation « transfert » de paquets

- Internet est un exemple de réseau à transfert de paquets et plus précisément un réseau à routage de paquets.

« Une fois dans le réseau, les paquets sont de taille variable. Ces paquets sont en outre indépendants les uns des autres. Ils peuvent ainsi suivre des routes distinctes et arriver dans le désordre ».

- D'autres protocoles, comme ATM ou X.25, demandent aux paquets de toujours suivre une même route.

« De ce fait, les paquets arrivent dans l'ordre, mais au prix d'une solution plus lourde ».

21

Techniques de commutation

Comparaison de deux réseaux de commutation de circuit et par paquets « en terme de services »

| | Commutation de circuits | Commutation par paquets |
|---|------------------------------|-------------------------------------|
| Circuit dédié | Oui | Non |
| Bande passante disponible | Fixe | Dynamique |
| Gaspillage potentiel de bande passante | Oui | Non |
| Transmission store and forward | Non | Oui |
| Chaque paquet suit la même route | Oui | Oui ou non (selon le réseau) |
| Établissement d'un circuit par séquence d'appel | Oui | Oui ou non (selon le réseau) |
| Quand peut apparaître la congestion ? | À l'établissement du circuit | À chaque paquet transmis |
| Principe de facturation | À la distance et à la durée | Au volume d'informations transmises |

22

Techniques de commutation

✓ Commutation de trames

- Le transfert de trames est une extension du transfert de paquets.

- Un paquet représente le bloc d'information du niveau 3, le niveau paquet, tandis que la trame représente le bloc d'information du niveau 2, le niveau trame.

- Un paquet ne peut pas être transmis sur une ligne physique parce qu'il n'y a rien qui signale l'arrivée des premiers éléments binaires.

« La solution pour transporter un paquet d'un noeud vers un autre consiste à placer les éléments binaires dans une trame. Le début de la trame est reconnu grâce à une zone spécifique »

- Un transfert de trames est donc similaire à un transfert de paquets,

23

Techniques de commutation

✓ Commutation de trames

- Les noeuds de transfert sont plus simples.

En effet, dans un transfert de paquets:

- on encapsule le paquet dans une trame,
- puis on envoie la trame vers le noeud suivant.
- On reçoit ensuite la trame,
- puis on la décapsule pour récupérer le paquet,
- et l'on transfert le paquet, lequel est remis dans une trame,
- et ainsi de suite.

Dans un transfert de trames,

- on a juste à envoyer la trame. Lorsque la trame arrive au noeud suivant, il suffit de la traiter pour l'envoyer vers un autre noeud.

- Les commutateurs sont ainsi plus simples, donc plus performants et moins chers à l'achat.

24

Techniques de commutation

✓Commutation de trames

- Plusieurs catégories de transfert de trames ont été développées en fonction du **protocole de niveau trame** choisi..
- Les trois principaux transferts sont :
 - l' ATM,
 - le relais de trames
 - la commutation Ethernet.
- La commutation de trames ATM est si particulière qu'on lui a donné le nom de « commutation de cellules ».
- Le relais de trames est sûrement la première commutation de trames qui ait été définie.
 - « L'objectif du relais de trames était de simplifier au maximum la commutation de paquets du protocole X.25 définie à la fin des années 70 ».
 - « La solution a consisté à placer la référence directement dans la trame ».

25

Techniques de commutation

✓Commutation de trames

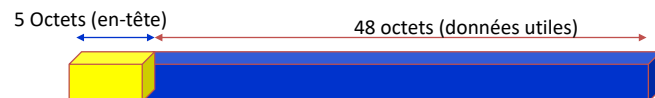
- Pour augmenter les performances de cette commutation :
 - Les **reprises sur erreur entre noeuds de commutation** ont été enlevées.
 - De plus, les procédures de contrôle de flux et le **roulage** ont été simplifiés.
- Dans les réseaux Ethernet commutés, on commute la trame **Ethernet dans des commutateurs**.
- Les techniques de commutation de trames sont en fait regroupées dans ce qu'on appelle le “ label-switching ”, **c'est-à-dire la commutation de références**. Ces techniques sont à la base du MPLS (MultiProtocol Label-Switching)

26

Techniques de commutation

✓Commutation de cellules

- La commutation de cellules est une commutation de trames particulière, dans laquelle toutes les **trames ont une longueur fixe de 53 octets**.
- Quelle que soit la taille des données à transporter, la cellule occupe toujours 53 octets.
Si les données forment un bloc de plus de 53 octets, un découpage est effectué, et la dernière cellule n'est pas complètement remplie.
- La cellule ATM est illustrée à la figure suivante :



27