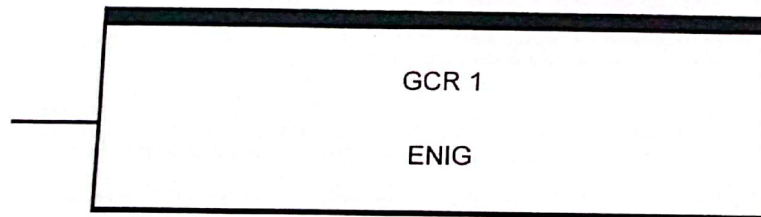
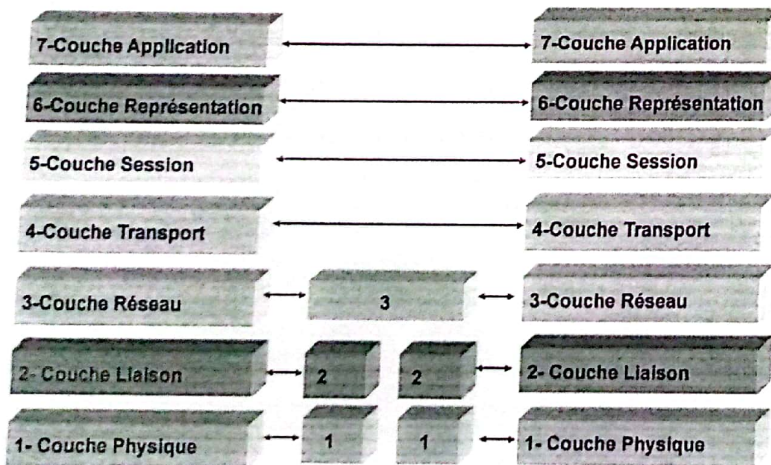


# Introduction aux communications et transmissions



## Introduction

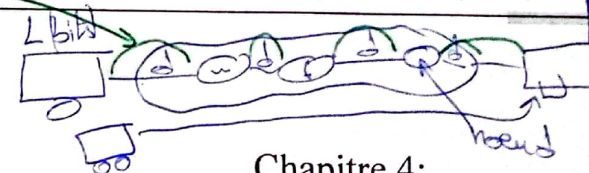


3

saut (Hop)

$$T_{\text{propagation}} = \frac{d}{v}$$

distance (m) / vitesse (m/s)



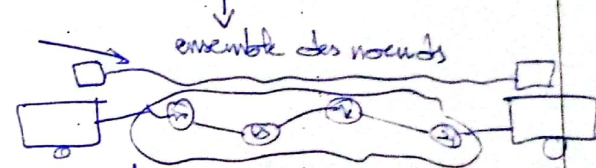
N : Nombre de saut  
N-1 : nombre des noeuds

## Chapitre 4:

$$T = T_{\text{Ec}} + T_{\text{émission}} + N T_p$$

Techniques de commutation

Latence (Latency)



Latence: le temps nécessaire pour commander un paquet pour arriver en destination app' en temps réel (c'est le débit est commutation circuit => ① Établissement de circuit (de émission à récep) (réservé) ≠ partage ② Transfert de données ③ Libération du circuit (c-à-d débit est)

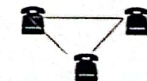
## Rappels sur la commutation

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

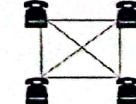
✓ Position du problème  
➢ connexion entre deux abonnés : un lien



➢ 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  $300.10^6$  abonnés dans le monde, il faudrait que le réseau compte  $45.10^{15}$  lignes

$$T = T_{\text{Ec}} : \text{temps d'établissement du circuit} \quad T_{\text{émission}} = \frac{L}{v} \quad \text{Débit}$$

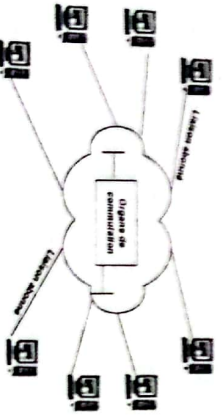
*Temps de traitement de l'information est plus ou moins le même (le temps de traitement est le même) (Temps de traitement = 0)*

## 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



*Voix + Données (Fax)*

## 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.

## 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 connecté

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.

## 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 les informations puissent transférer

→ Le circuit dure jusqu'au moment où l'un des deux abonnés interrompt la communication.

Connexion physique est établie dès que l'appel a abouti

Commutateur ou centre de commutation



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



## 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

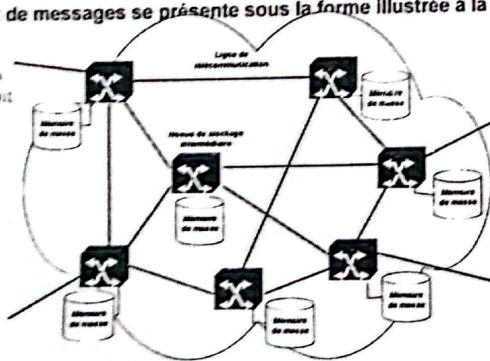
pas de réservation : pas de temps réel.

commutation de circuit ≠ Fax (Données) = message  
voix

## 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



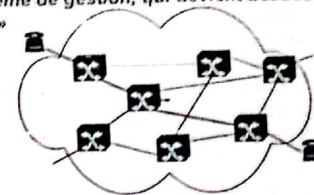
11

## Techniques de commutation

### ✓ Commutation de circuits

1. Établissement de circuits (voix)
2. Échange de Données
3. Fermeture

- 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

Voix + données (Fax)

commutation des messages  
L → pas de réservation de circuit

## Techniques de commutation

⇒ partage 😊

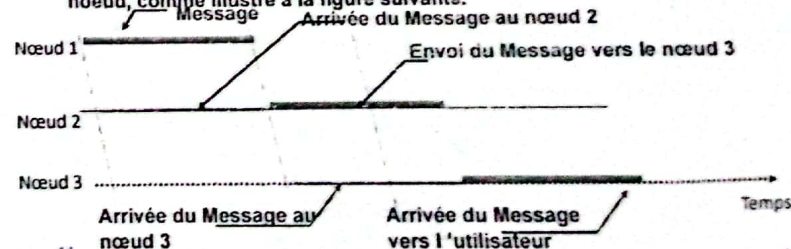
### ✓ Commutation « transfert » de messages

- 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

Inconvénient dans Latence



• En cas d'erreurs

→ Tout le message sera transmis (pas de 3th message)

## Techniques de commutation

### « Commutation » transfert de messages

- Exemple : système télégraphique (transmission)
- Il est nécessaire d'attendre des télégraphes aux nœuds intermédiaires pour recevoir les messages tant que ceux-ci ne sont pas complètement arrivés dans le réseau entier.
- Il faut être sûr au fait que la commutation de message n'impose pas de temps aux Msg.

#### Problèmes :

- Un réseau de messages volumineux entre deux commutateurs peut constituer la ligne pendant de longues minutes, rendant cette technique inefficace pour le transfert de petits messages.
- Il faut également un système de gestion des transmissions qui assure réception des messages correctement reçus et demande la retransmission des messages erronés.

## Techniques de commutation

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

- une meilleure 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



$$T_e = \frac{L \cdot H}{D}$$

$$T = N T_e + N T_p + (N-1) T_{\text{attente}} + (N-1) T_{\text{séparation}}$$

## 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 roulage 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.

congestion : rassemblement

"cut-through"

$$T = \frac{L \cdot H}{D} + N T_p + (N-1) T_{\text{attente}} + (N-1) T_{\text{séparation}}$$

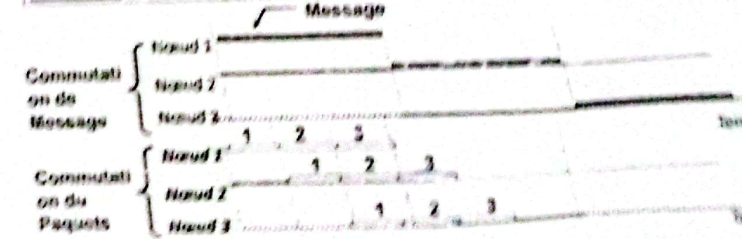
## Techniques de commutation

### « 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





# Techniques de commutation

## Commutation à transfert à des paquets

- En effet, les paquets étant indépendants les uns des autres, ils peuvent être transférés sans le moindre retard dans les réseaux.
- En outre, plus il y a de paquets, plus la charge est élevée et un message, plus le temps de transfert des messages est long, plus le temps de transfert est long.



## Techniques de commutation

### Commutation à transfert à des paquets

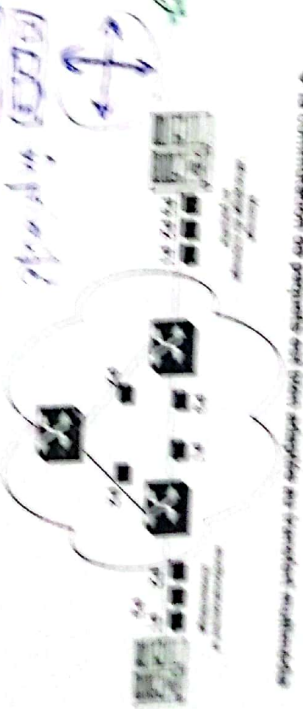
- Les paquets sont envoyés indépendamment les uns des autres.
- Les paquets sont envoyés les uns après les autres, sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.



## Techniques de commutation

### Commutation à transfert à des paquets

- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.



## Techniques de commutation

### Commutation à transfert à des paquets

- Les paquets sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.
- Les paquets de données sont envoyés par le réseau sans attendre que tous les autres aient été envoyés.



Commutation à transfert à des paquets

Commutation à transfert à des paquets

Commutation à transfert à des paquets

Commutation à transfert à des paquets

Techniques de commutation

## «Cumulation «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 »

- ② means complete
- ③ DOS means partial

large scale Network

## 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.

## Techniques de commutation

### Comparison de deux réseaux de commutation de circuit et par paquets à un terme de service

<p>1. What is the          2. What is the          3. What is the          4. What is the          5. What is the          6. What is the          7. What is the          8. What is the          9. What is the          10. What is the</p>	<p>1. What is the          2. What is the          3. What is the          4. What is the          5. What is the          6. What is the          7. What is the          8. What is the          9. What is the          10. What is the</p>	<p>1. What is the          2. What is the          3. What is the          4. What is the          5. What is the          6. What is the          7. What is the          8. What is the          9. What is the          10. What is the</p>	<p>1. What is the          2. What is the          3. What is the          4. What is the          5. What is the          6. What is the          7. What is the          8. What is the          9. What is the          10. What is the</p>
--	--	--	--

## Techniques de commutation

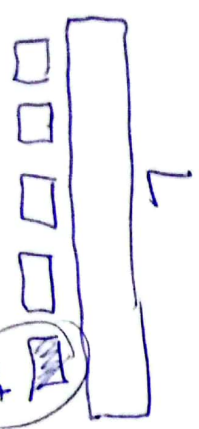
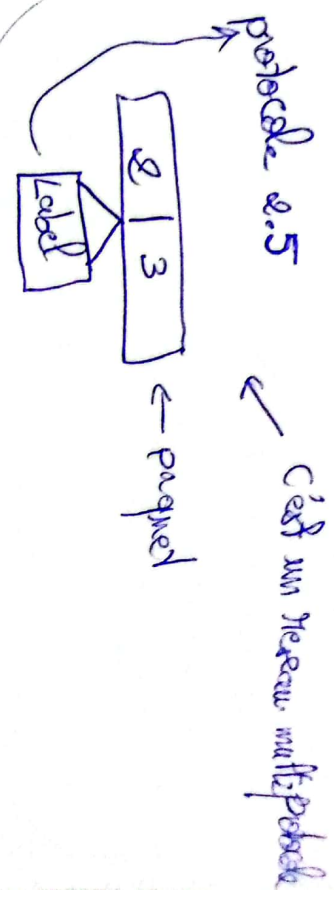
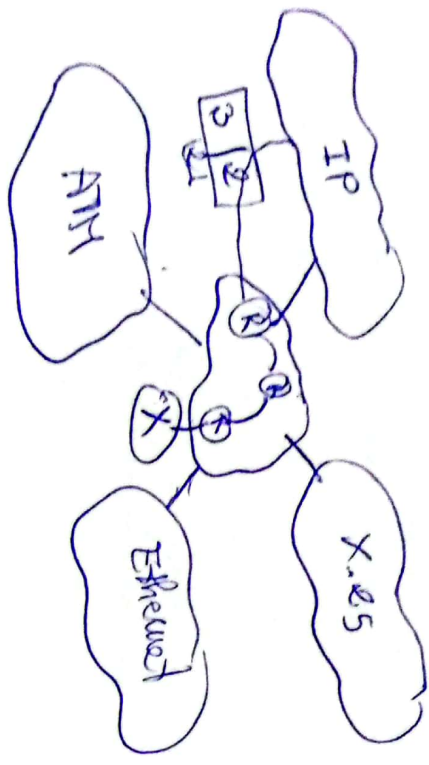
- ✓ Commutation de trames

- 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 nœud suivant.
  - On reçoit ensuite la trame.
  - puis on la décapsule pour récupérer le paquet,
  - et l'on transfère 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 nœud suivant, il suffit de la traiter pour l'envoyer vers un autre nœud.
- Les commutateurs sont ainsi plus simples, donc plus performants et moins chers à l'achat.

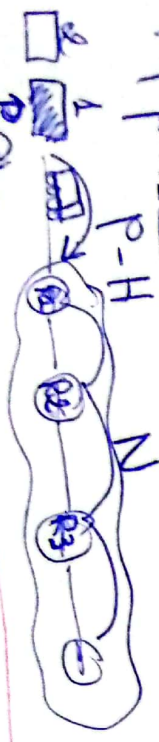




# Commutation de "label"



$$N_{\text{paquet}} = \frac{L}{P-H}$$



$$T_2 = T_1 + T_{\text{env}}$$

mode connecté

pour 2 paquets:  $T + 2T_e$   
2 paquets:  $T + T_e$

$$T = N T_{\text{ep}} + N T_p + (N-1) T_n + (N-1) T_a$$

pour une seule paquet

cas général:  $T = N T_{\text{ep}} + N T_p + (N-1) T_n + (N-1) T_a$

$$= (N-1 + N) T_{\text{ep}} + N T_p + (N-1) T_n + (N-1) T_a$$

$$T_{\text{ep}} = \frac{P}{D}$$

puisque un rx partagé: s'il y a temps d'attente



## Commutation des circuits

- Temps de transfert total

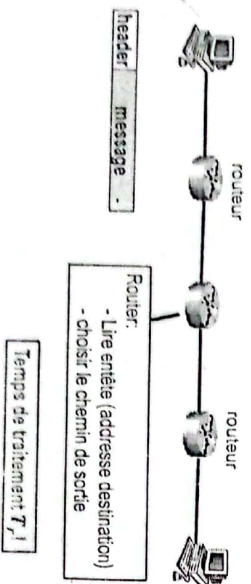
$$T = T_{EC} + T_e + N.T_p$$

## Commutation des messages

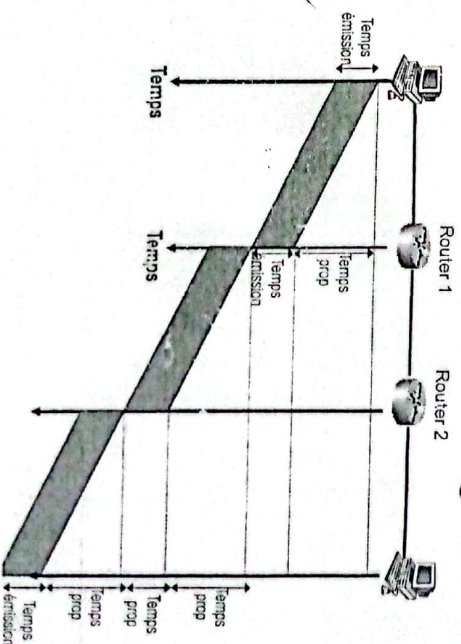
- ➡ Un seul datagramme



## Commutation des messages



## Commutation des messages



# Compléments Chapitre 1

## Calcul de latence

### Commutation des circuits

#### Temps d'émission $T_e$

- $L$ : Taille des données à envoyer (bits)
- $D$ : Débit d'émission (bit/s)

$$T_e = \frac{L}{D}$$

#### Temps de propagation $T_p$

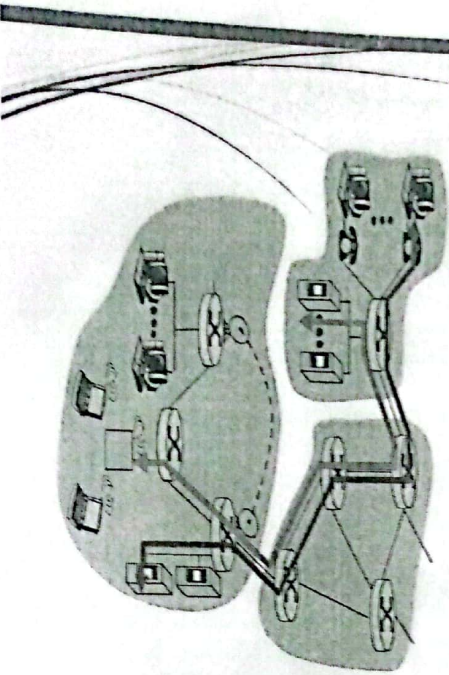
- $d$ : Distance du lien (m)
- $v$ : Vitesse de propagation (m/s)

$$T_p = \frac{d}{v}$$

#### Temps d'établissement du circuit $T_{ic}$

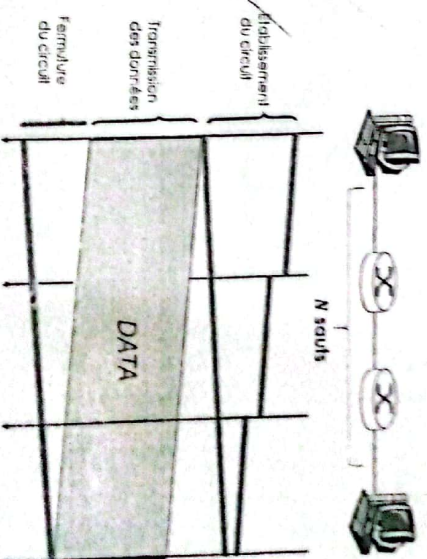
- Temps nécessaire pour établir un circuit

### Commutation des circuits



1. Etablissement du circuit
2. Transfert des données
3. Fermeture du circuit

### Commutation des circuits





## Commutation des messages

- Temps de transfert total

$$T = N.T_e + (N-1).T_r + N.T_p + (N-1).T_o$$

$$T_e = \frac{L+H}{D}$$

avec  $H$ : entête (bits)

$T_r$ : temps de traitement  
 $T_o$ : temps de débarras

## Commutation des paquets

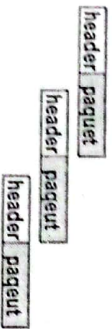
### Fragmentation

- Découper le message en des paquets de taille  $P$
- Nombre de paquets

$$N_p = \frac{L}{P-H}$$

## Commutation des paquets

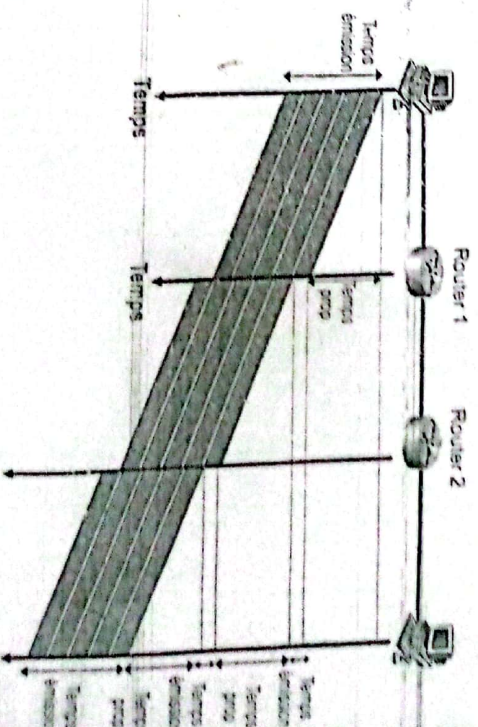
Envoi ensemble des paquets



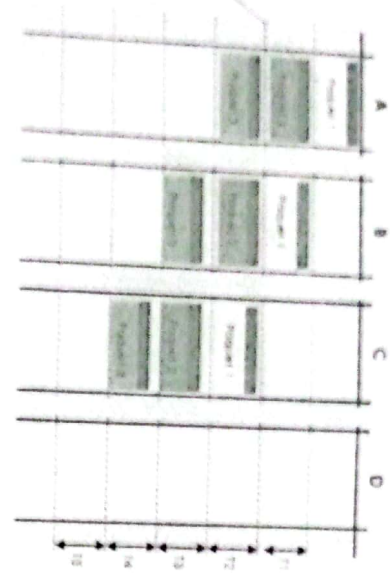
Temps d'émission d'un paquet

$$T_{ep} = \frac{P}{D}$$

## Commutation des paquets



### Commutation des paquets



Time Slot	Number of packets
1	1
2	2
3	3
4	2
5	1

### Commutation des paquets

- Temps de transfert total

$$T = (N_p + N - 1) \cdot T_{sp} + N \cdot T_p + (N - 1) \cdot T_r$$

↖  $\frac{L}{P-H}$  Taille du paquet optimal minimisant  $T$

$$\frac{dT}{dP} = 0$$

$$P = H + \frac{LH}{N-1}$$

temps de transfert