

Réseaux grande distance - Plan



1. Rôle du réseau
2. La commutation
3. Les fonctions de réseau
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM



Kim Thai

-1-

Réseaux grande distance - Plan



1. Rôle du réseau
 - ✓ définition
 - ✓ services et protocoles
2. La commutation
3. Les fonctions de réseau
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM



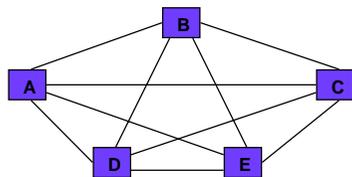
Kim Thai

-2-

Problématique



- ✓ On sait faire avec une liaison de données
- ✓ mais que se passe-t-il lorsqu'on a N ETTD ?



$$N \text{ ETTD} \Rightarrow \frac{N(N-1)}{2} \text{ liaisons !}$$



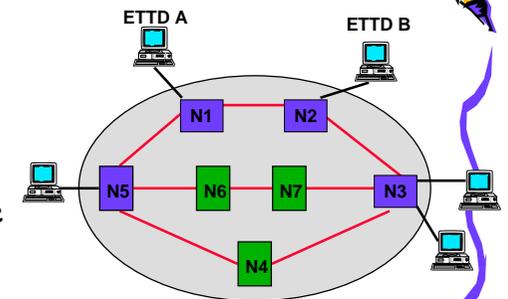
Kim Thai

-3-

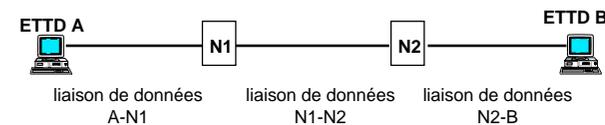
Un réseau...



- ✓ Des nœuds et des liaisons
 - topologie
 - nœuds d'accès et nœuds internes
- ✓ Chaque station est reliée à un nœud d'accès



↪ Une brique de plus !



Kim Thai

-4-

Rôle du réseau

- ✓ le réseau est un *transporteur* :
 - capable de véhiculer des données entre des paires de stations
 - non concerné par la sémantique des données
- ✓ les données sont acheminées vers leur destinataire en étant *commutées* de nœud en nœud
- ↪ 3 fonctions essentielles
 - adressage
 - routage
 - contrôle de congestion



-5-

Services de réseau

- ✓ assurer :
 - l'*indépendance* par rapport aux supports de transmission sous-jacents
 - le transfert de bout-en-bout (*entry-to-exit*) des données
 - la *transparence* des informations transférées
 - le choix d'une *QoS*
 - le service d'*adressage* aux points d'accès du service de réseau
- ↪ le transfert doit-il être fiable ?

2 réponses possibles...



-6-

Service en mode connecté

- ✓ service en mode *circuit virtuel*
- ✓ transfert fiable (approche «opérateur public»)
- ✓ communication en 3 phases
 - établissement de la connexion
 - transfert de données
 - libération de la connexion
- ✓ modélisation du service
 - N-CONNECT : request, indication, response, confirmation
 - N-DATA : request, indication (confirmation éventuellement)
 - N-DISCONNECT : request, indication



-7-

Service en mode non connecté

- ✓ service en mode *datagramme*
- ✓ fiabilité non assurée *best effort* (approche Internet)
- ✓ communication
 - par échange de datagrammes indépendants
 - sans notion de connexion
- ✓ modélisation du service
 - N-UNITDATA : request, indication



-8-

Comparaison des 2 modes de service

Issue	Datagram subnet	VC subnet
Circuit setup	Not needed	Required
Addressing	Each packet contains the full source and destination address	Each packet contains a short VC number
State information	Subnet does not hold state information	Each VC requires subnet table space
Routing	Each packet is routed independently	Route chosen when VC is set up; all packets follow this route
Effect of router failures	None, except for packets lost during the crash	All VCs that passed through the failed router are terminated
Congestion control	Difficult	Easy if enough buffers can be allocated in advance for each VC



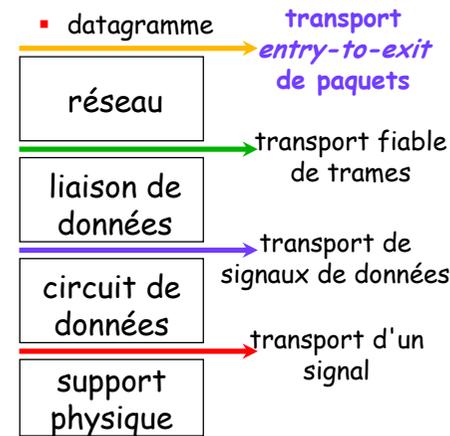
Kim Thai

-9-

Protocole de réseau

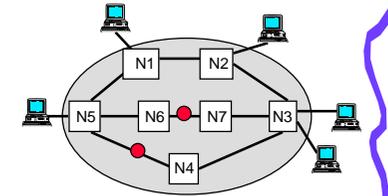
✓ 2 types de service

- circuit virtuel
- datagramme

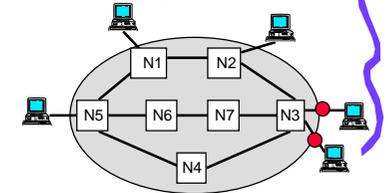


✓ 2 points de vue

- entre deux nœuds du réseau



- entre l'utilisateur et le réseau



Kim Thai

-10-

Réseaux grande distance - Plan

1. Rôle du réseau
2. La commutation
 - ✓ définition
 - ✓ types de commutation
3. Les fonctions de réseau
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM

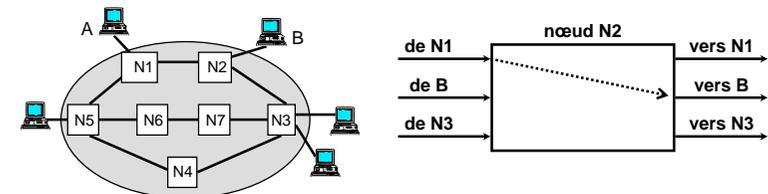


Kim Thai

-11-

La commutation

- ✓ Aiguillage d'une communication provenant d'un canal en entrée vers un canal de sortie



- ✓ Différents types de commutation

- Circuits
- Messages
- Paquets
- Cellules



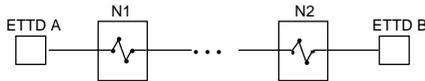
Kim Thai

-12-

Commutation de circuits

✓ Principe

- Les commutateurs établissent un *itinéraire physique permanent* pour chaque canal de communication
- Cet itinéraire est un *circuit* qui n'appartient qu'aux deux entités qui communiquent :
 - le circuit doit être établi avant que des informations ne transitent
 - le circuit dure jusqu'à ce que l'une des entités décide d'interrompre la communication
 - les ressources de communication sont allouées pour toute la durée de vie du circuit



Kim Thai

-13-

Commutation de circuits

✓ Avantages

- ☺ délai de transfert constant
- ☺ pas de risque de congestion du réseau

✓ Inconvénients

- ☹ mauvaise utilisation des ressources
- ☹ risque de rejet à l'établissement
- ☹ délai d'établissement



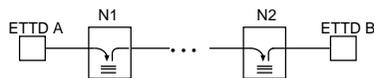
Kim Thai

-14-

Commutation de messages

✓ Principe

- un *message* est une information formant logiquement un tout et pour la source et pour le destinataire
- chaque message est envoyé indépendamment des autres
- fonctionnement de type *Store-and-Forward*



Kim Thai

-15-

Commutation de messages

✓ Avantages

- ☺ les ressources ne sont utilisées que lorsque nécessaire

✓ Inconvénients

- ☹ ressources de stockage importantes
- ☹ temps de transfert importants et variables
- ☹ risques de congestion
- ☹ taux d'erreurs message importants



Kim Thai

-16-

Commutation de paquets

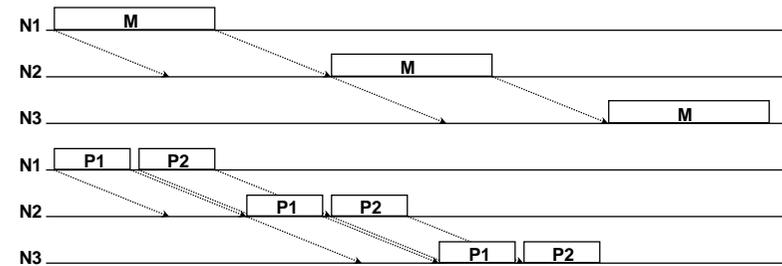
✓ Principe

- idem commutation de messages
- découpage des messages en paquets de taille limitée



Commutation de paquets

✓ commutation de paquets vs. messages



Commutation de paquets

✓ Avantages

- ☺ diminution du temps de transfert

✓ Inconvénients

- ☹ déséquencements possibles
- ☹ temps de transfert variables
- ☹ risques de congestion



Commutation de cellules

✓ Principe

- idem commutation de paquets en mode connecté
- cellule = paquet de taille fixe et courte (53 octets)



Commutation de cellules

petite taille

- ☺ réduction du temps de constitution des paquets
- ☺ réduction du délai d'acheminement
- ☺ réduction du nombre de pertes (dues à des dépassements de files d'attente)
- ☺ réduction de la taille des tampons des nœuds
- ☺ meilleur entrelacement des messages : puisque les grands flux de données sont découpés en petites cellules, le trafic isochrone peut s'intercaler sans subir de retard significatif
- ☺ gigue faible
- ☹ diminution de l'efficacité de transmission (*overhead* important)
- ☹ augmentation du nombre de traitements dans les nœuds de commutation car plus d'en-têtes à traiter

taille fixe

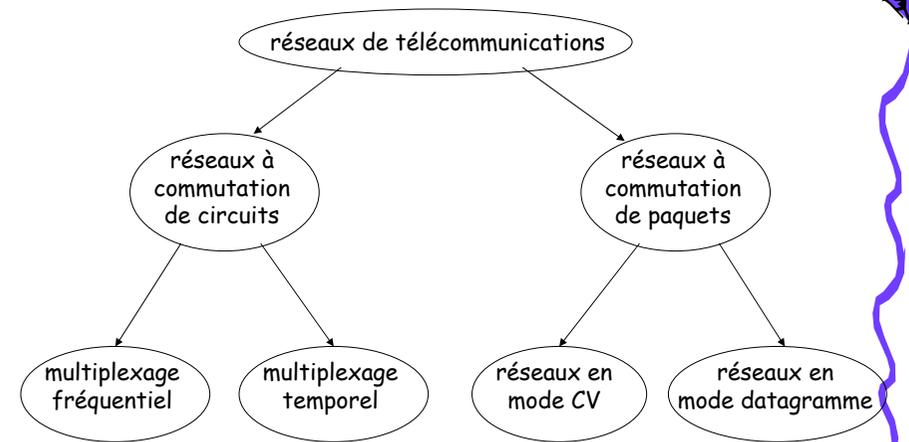
- ☺ augmentation de la capacité des nœuds (traitement // dans les nœuds)
- ☺ meilleure performance (utilisation de technologies à très haute intégration *hardware*)
- ☺ gestion mémoire des commutateurs plus simple
- ☹ mauvaise utilisation de la bande passante (le cadrage des cellules nécessite des octets de bourrage)



Kim Thai

-21-

Taxonomie



Kim Thai

-22-

Réseaux grande distance - Plan

1. Rôle du réseau
2. La commutation
3. Les fonctions de réseau
 - ✓ adressage
 - ✓ routage
 - ✓ contrôle de congestion
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM



Kim Thai

-23-

L'adressage

- ✓ Problématique
 - lorsqu'un système de transmission est utilisé par plus de 2 équipements, pour délivrer une unité de données à son destinataire, il faut connaître l'adresse de ce dernier
 - de manière unique et non ambiguë
- ✓ Techniques d'adressage
 - plat / absolu
 - ☺ adresse identique partout
 - ex : Ethernet
 - hiérarchique
 - ☺ facilite le routage
 - ex : téléphone, @ postale, IP
- ✓ Types d'adresses
 - unicast
 - broadcast
 - multicast



Kim Thai

-24-

Le routage

✓ Problématique

- trouver *la meilleure* route pour aller d'une source vers une destination
- *la meilleure* → critère de coût
 - distance, nombre de nœuds traversés
 - temps de réponse
 - débit
 - fiabilité
 - coût financier



Le routage

✓ routage : terme général, utilisé pour 2 fonctions

- **acheminement** (*forwarding*)
 - trouver un chemin au paquet vers sa destination par consultation de tables
 - fonction simple, se déroulant localement à un nœud
- **adaptation des chemins** (*routing*)
 - construire et mettre à jour les tables servant à l'acheminement
 - fonction complexe, mettant en œuvre des algorithmes distribués qui s'appuient sur des protocoles de routage

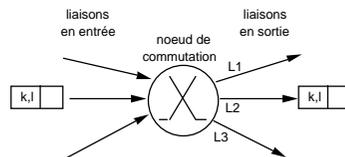


La fonction d'acheminement

✓ Principe

- chaque nœud dispose d'une *table de routage* qui donne pour chaque destination le port (la ligne) de sortie sur lequel le nœud doit commuter le paquet
- par sauts successifs, de nœud en nœud, le paquet parvient au destinataire

✓ exemple



destination	liaison de sortie
a	L1
1	L2
N	L3

- un paquet d'origine k et à destination de l traverse un nœud
- le nœud consulte sa table de routage qui donne L2 comme liaison de sortie



La fonction d'acheminement

✓ notion d'étiquette

- information de contrôle contenue dans l'en-tête du paquet, utilisée pour acheminer le paquet

✓ 2 modes d'acheminement

- acheminement par **voie logique**
- acheminement par **datagramme**



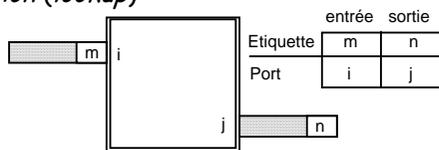
Acheminement par voie logique

✓ Principe

- étiquette = N° VL
 - signification locale au multiplex (i.e. à un tronçon de connexion)
 - permet de distinguer plusieurs communications empruntant ce multiplex

↪ translation d'étiquette par le nœud

- les informations nécessaires à cette translation sont stockées dans une table du nœud appelée *table de translation (lookup)*



Kim Thai

-29-

Acheminement par voie logique

- ✓ préalablement à tout transfert de données, un itinéraire doit être marqué dans les nœuds via une correspondance temporaire entre une voie logique entrante sur un multiplex entrant et une voie logique sortante sur un multiplex sortant

↪ mode connecté

- tables de translation mises à jour lors de l'établissement et de la libération des connexions
- les paquets d'une même connexion suivent le même chemin physique → *circuit virtuel*

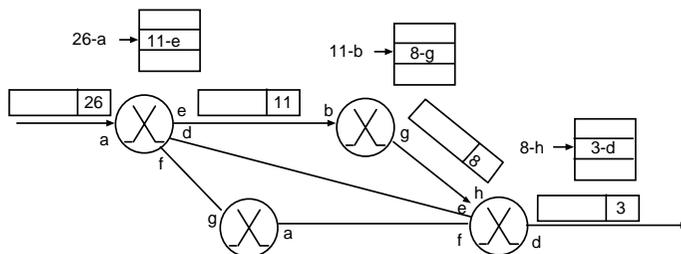
Kim Thai

-30-

Acheminement par voie logique

✓ exemple

- la succession des numéros logiques peut être vue comme un circuit : c'est le *circuit virtuel*



Kim Thai

-31-

Acheminement par datagramme

✓ Principe

- étiquette = adresse du destinataire
- les paquets sont acheminés individuellement

✓ Avantages et inconvénients

- ☺ l'expéditeur peut émettre sans accord préalable explicite du réseau
- ☹ fiabilité non garantie
 - ⊗ déséquencement
 - ⊗ pertes de paquets
- ☹ overhead (étiquette + longue)

Kim Thai

-32-

Prise de décision du routage



- ✓ Le moment de prise de décision du routage (consultation de la table de routage) dépend du mode d'acheminement
 - acheminement par voie logique
 - décision de routage prise une seule fois lors du passage du paquet d'établissement
 - tous les autres paquets de la connexion suivent la même route, après consultation de la table de translation
 - par datagramme
 - une décision de routage est prise pour chaque paquet
 - la route peut être identique ou non pour deux paquets ayant le même destinataire



La fonction d'adaptation des chemins



- ✓ Principe
 - réalisée grâce aux **protocoles de routage** qui maintiennent des **tables de routage** dans les nœuds du réseau
 - une table de routage comporte au moins deux colonnes
 - la première pour la destination (ou pour le réseau de destination)
 - la seconde pour l'adresse du nœud correspondant au « saut » suivant sur le « meilleur » chemin vers la destination souhaitée.
 - lorsqu'un datagramme arrive sur un routeur (lorsqu'un paquet d'appel arrive sur un commutateur), le routeur (le commutateur) consulte sa table de routage pour décider du prochain nœud pour ce paquet



Protocoles de routage : objectifs



- ✓ tout protocole de routage doit communiquer des informations sur la topologie *globale* du réseau à chaque routeur afin que celui-ci puisse prendre une décision *locale* de routage
- ✓ information globale
 - difficile à collecter
 - sujette à des modifications fréquentes
 - volumineuse
- ↪ minimisation des messages de contrôle échangés
- ↪ minimisation de l'espace des tables de routage
- ↪ robustesse : éviter les trous noirs, les boucles et les oscillations
- ↪ utilisation du chemin optimal



Protocoles de routage : classification



- ✓ **centralisé vs. distribué**
 - en routage centralisé, un nœud central se charge de collecter les informations sur chaque lien (on/off, utilisation, capacité), et de calculer la table de routage pour chaque nœud du réseau
 - en routage décentralisé, les routeurs coopèrent selon un protocole de routage distribué de façon à construire des tables de routage consistantes
- ✓ **à la source vs. saut par saut**
 - en routage à la source, un paquet peut transporter toute sa route
 - en routage saut par saut, un paquet ne véhicule que l'adresse de la destination
- ✓ **déterministe vs. stochastique**
 - en routage déterministe, tous les paquets vers une même destination seront retransmis au même nœud suivant
 - en routage stochastique, chaque routeur maintient plusieurs nœuds aval pour une même destination
- ✓ **à chemin unique vs. à chemin multiple**
 - en routage à chemin multiple, chaque routeur maintient une route principale et des routes alternatives qu'il peut utiliser en cas d'indisponibilités de la route principale
- ✓ **statique vs. dynamique**
 - en routage statique, le choix de la route ne dépend pas de l'actuelle mesure de l'état du réseau
 - en routage dynamique, le choix de la route dépend de l'actuelle mesure de l'état du réseau



Algorithmes de routage

- ✓ Le routage est, par essence, un problème de la **théorie des graphes**
 - trouver le chemin de coût minimum entre deux nœuds quelconques, sachant que le coût d'un chemin est la somme des coûts des liens qui le composent
- ✓ Les algorithmes utilisés :
 - supposent que chaque routeur connaît l'adresse de chacun de ses voisins, ainsi que le coût pour l'atteindre ;
 - permettent à chaque routeur de déterminer l'information de routage globale, i.e. le prochain nœud pour atteindre chaque destination possible sur la route la plus courte, en échangeant de l'information de routage seulement avec ses voisins
- ✓ Deux classes d'algorithmes de routage
 - les algorithmes à vecteurs de distance : Bellman-Ford
 - les algorithmes à états des liens : Dijkstra



-37-



Kim Thai

Le contrôle de congestion

- ✓ Problématique
 - ressources limitées dans le réseau
 - capacité de transmission des liaisons
 - capacité de traitement des nœuds
 - capacité de stockage (en émission et en réception) des nœuds
 - lorsque le trafic soumis augmente, le réseau subit des phénomènes de congestion → effondrement des performances
 - trafic utile écoulé
 - temps de transfert moyen
 - pertes de paquets

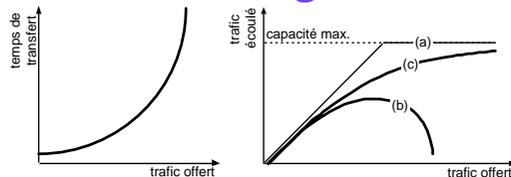


-38-



Kim Thai

Le contrôle de congestion



- a) réseau idéal : capable d'acheminer un trafic utile directement proportionnel à la charge soumise
 - ✓ ce jusqu'à ce que sa capacité maximum de transport soit atteinte
 - ✓ à ce point-là, le réseau devrait être capable de fonctionner à sa capacité maximum, quelle que soit la charge soumise
- b) en pratique, le fonctionnement du réseau s'écarte de l'idéal, à cause d'une allocation de ressources inefficace en cas de surcharge (retransmissions en cascade)
- c) pouvoir *éviter* et *guérir* la congestion !!!



-39-



Kim Thai

Le contrôle de congestion

- ✓ contrôle en **boucle ouverte**
 - résoudre le problème par une bonne conception
 - utilisation de politiques pour déterminer s'il faut accepter de nouveaux paquets ou les supprimer
 - prendre les décisions quel que soit l'état du réseau.
- ✓ contrôle en **boucle fermée**
 - basé sur le concept de mécanisme de *feedback*.
 - 3 phases
 - **surveiller les congestions** : % de paquets détruits, longueur moyenne des files d'attente, nombre de timers déclenchés, déviation standard du délai du paquet
 - **informer** : les routeurs envoient un paquet à la source, ou un paquet de données informe les routeurs, ou les routeurs échangent de la signalisation
 - **corriger le problème** : augmentation des ressources ou réduction de la charge



-40-



Kim Thai

Le contrôle de congestion : solutions

- surdimensionnement des équipements afin de se placer dans une zone de fonctionnement éloignée de la congestion
 - problème d'efficacité et de coût
- contrôle d'admission
- régulation de trafic et lissage
- contrôle de flux par fenêtre
 - ne s'applique pas au mode non connecté
 - # total de paquets dans le réseau : fonction du # instantané de paires actives et du type de communication (uni ou bidirectionnelle)
 - débit maximum sur la connexion limité par la vitesse de progression de la fenêtre
 - risque de congestions locales si le réseau comporte des points de passage obligatoires ou fort fréquentés,
 - le réseau est utilisé très en dessous de sa capacité maximale ; on a une utilisation peu efficace de ses ressources



Le contrôle de congestion : solutions

- préallocation des ressources
 - le paquet d'appel se charge de réserver dans chaque nœud qu'il traverse les ressources qui seront allouées à cette communication
 - approche "commutation de circuits"
 - utilisation peu efficace des ressources, d'autant plus si la charge soumise est faible
- régulation isarythmique
 - limiter le nombre de paquets en transit dans le réseau par un système de jetons
 - mise en œuvre difficile : répartition, circulation et intégrité des jetons
- paquets d'engorgement
 - le nœud mesure l'occupation de ses buffers ; lorsqu'elle dépasse un seuil, il envoie des notifications de congestion



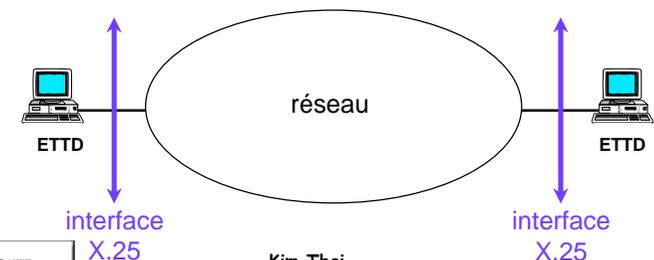
Réseaux grande distance - Plan

1. Rôle du réseau
2. La commutation
3. Le service de réseau
4. **L'exemple de X.25**
 - ✓ une interface d'accès
 - ✓ la notion de voie logique
 - ✓ les paquets X.25
 - ✓ vie d'une connexion
 - ✓ illustration
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM



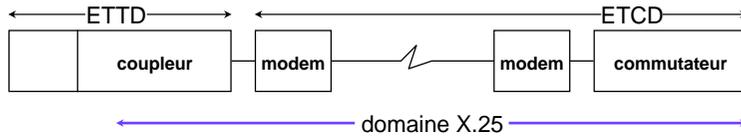
Un exemple d'interface d'accès

- ✓ X.25 : interface d'accès à un réseau à commutation de paquets
- ✓ adopté par le CCITT en 1976
- ✓ offre un service de réseau en **mode connecté**
- ✓ supporté par *Transpac* (France), *EPSS* (Grande-Bretagne), *Datapac* (Canada), *Telenet* (USA), ...

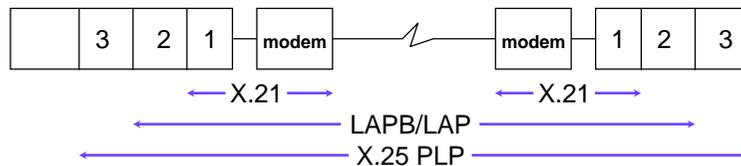


X.25 : une interface

- ✓ X.25 s'applique entre un ETTD et un ETCD



- ✓ 3 niveaux de protocole



Kim Thai

-45-

X.25 : le niveau PLP

- ✓ 2 types de CV

- CVP : permanent, il relie en permanence 2 abonnés
- CVC : commuté, il permet à un abonné d'atteindre tout autre abonné

- ✓ voie logique

- notion permettant la coexistence de tronçons de plusieurs CV sur une même liaison
- moyen de transmission bidirectionnelle simultanée sur une liaison de données
- identifiée par un N° de GVL (≤ 15) et un N° de VL (≤ 255)
 - signification purement locale à l'interface
 - valeurs attribuées à l'abonnement (CVP), à l'établissement (CVC)

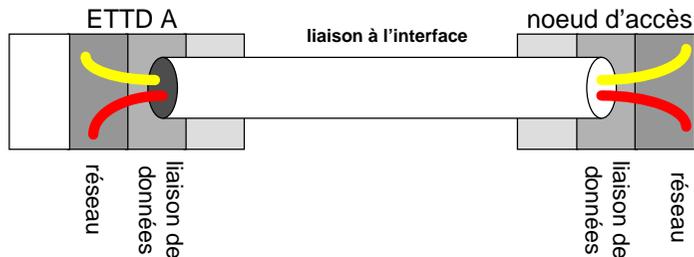


Kim Thai

-46-

X.25 : voie logique et liaison

- ✓ multiplexage de voies logiques sur la liaison



- ✓ entrelacement de paquets de CV différents dans le flot de trames



Kim Thai

-47-

X.25 : les paquets

- ✓ structure de base avec un en-tête d'au moins 3 octets :

- identification générale de format (dont le modulo utilisé)
- identification de VL
- identification de type de paquet

- ✓ des paquets pour :

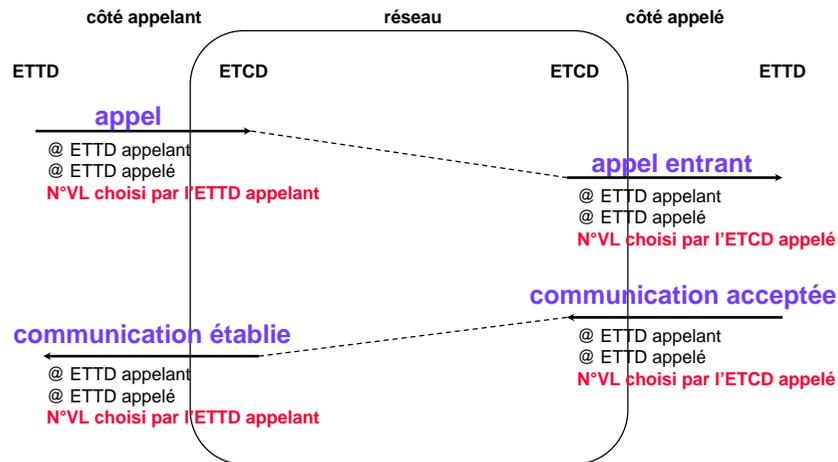
- établir un CV
- transférer des données (avec contrôle de flux et interruptions)
- libérer un CV
- réinitialiser un CV



Kim Thai

-48-

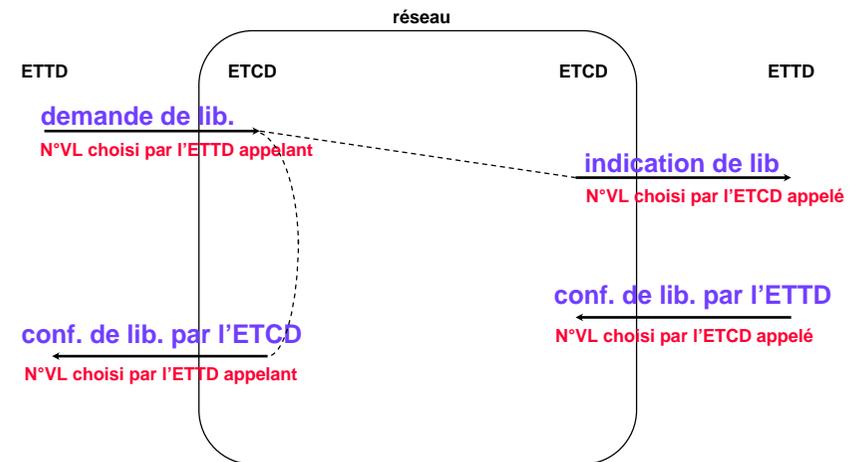
X.25 : établissement d'un CVC



Kim Thai

-49-

X.25 : libération d'un CVC



Kim Thai

-50-

X.25 : le transfert de données

✓ les (principaux) paquets utilisés

Q	D	0	1	N°GVL
N°VL				
P(R)	M	P(S)	0	
données utilisateur				

données

0	0	0	1	N°GVL		
N°VL						
0	0	1	0	0	1	1
données utilisateur (de 1 à 32 octets)						

interruption

0	0	0	1	N°GVL	
N°VL					
P(R)	0	0	0	0	1

RR

0	0	0	1	N°GVL		
N°VL						
0	0	1	0	0	1	1

confirmation d'interruption

0	0	0	1	N°GVL	
N°VL					
P(R)	0	0	1	0	1

RNR



Kim Thai

-51-

X.25 : le transfert de données

✓ contrôle de flux

- à l'interface, une fenêtre est utilisée pour chaque sens de transmission
- $W = 2$ (par défaut)
- pour être émis, un paquet de données doit avoir son $P(S)$:

$$\text{dernier } P(R) \text{ reçu} \leq P(S) \leq \text{dernier } P(R) + W - 1$$
- le contrôle peut se faire
 - en local ($D = 0$)
 - de bout-en-bout ($D = 1$)

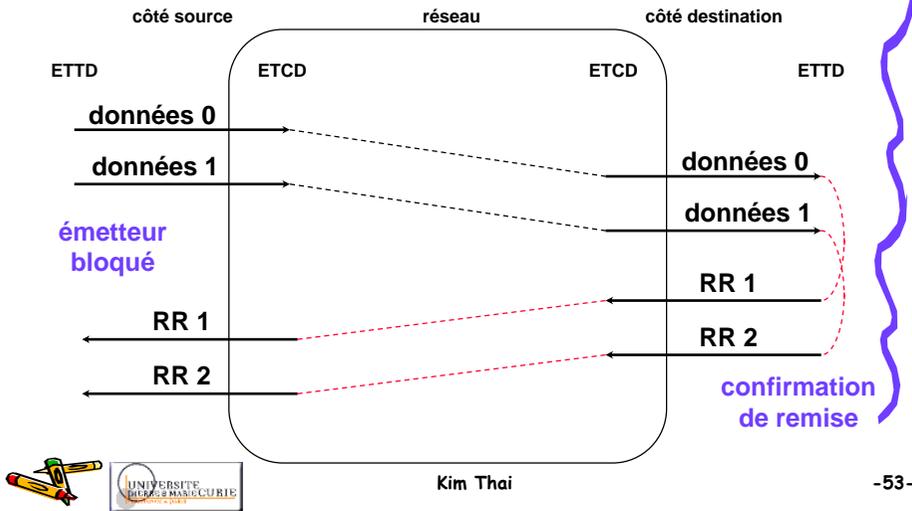


Kim Thai

-52-

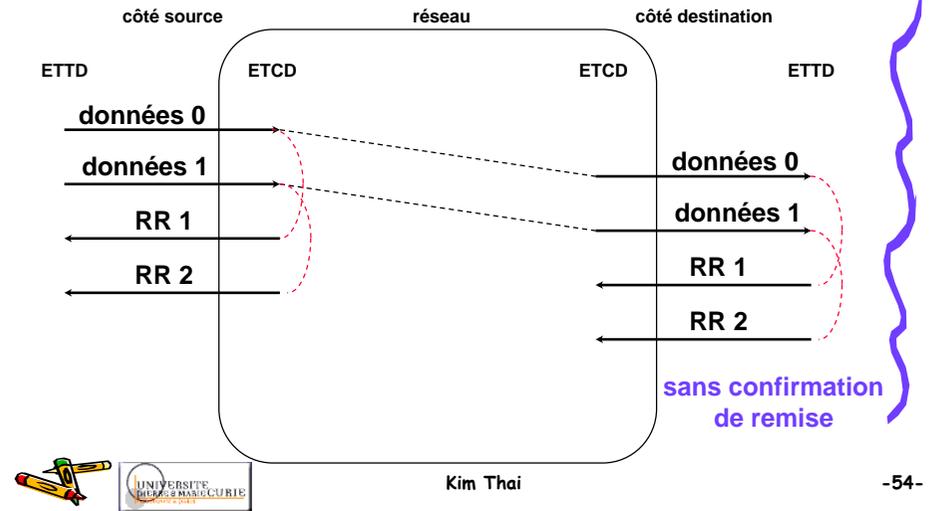
X.25 : le transfert de données

✓ contrôle de flux de bout-en-bout

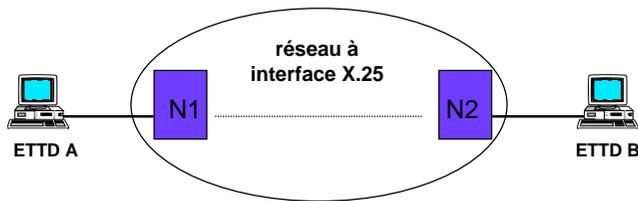


X.25 : le transfert de données

✓ contrôle de flux en local

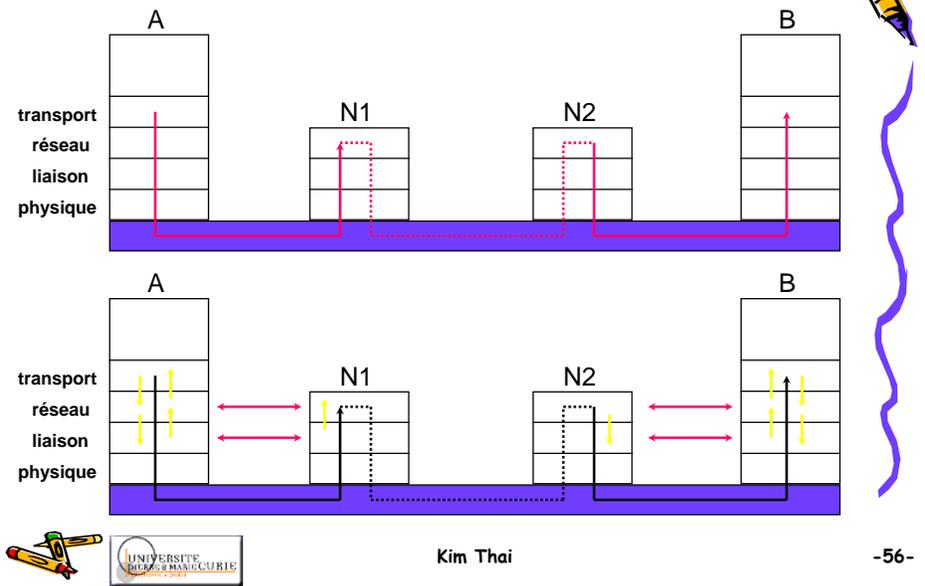


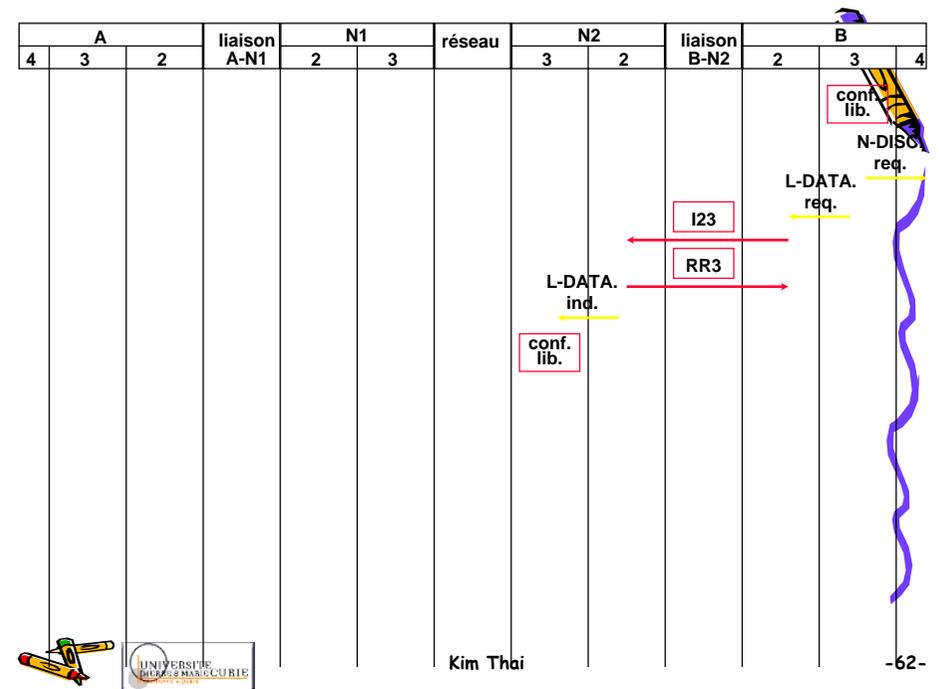
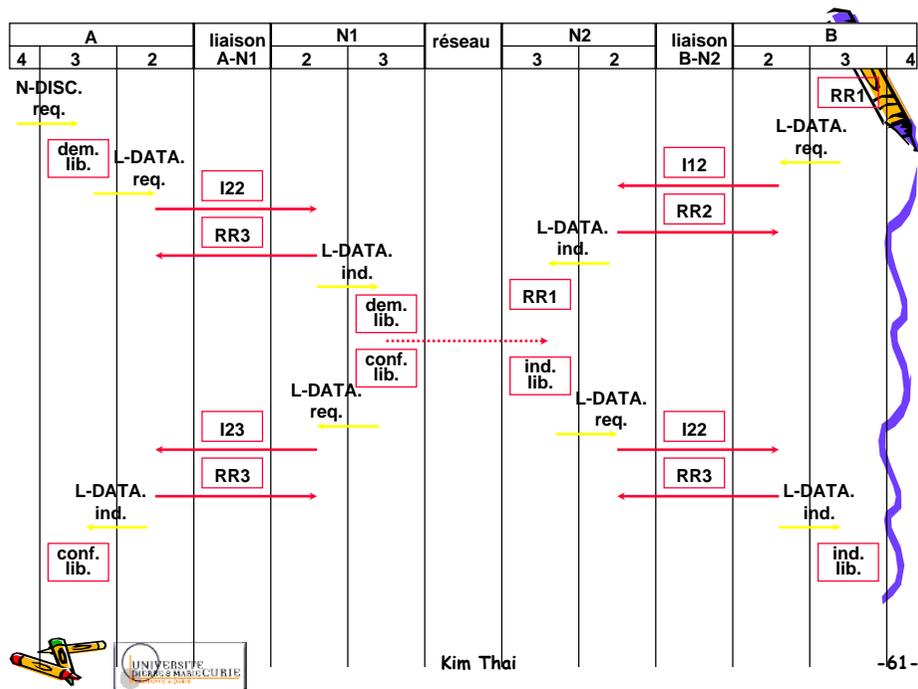
Illustration



- ✓ Un utilisateur du service de réseau sur une machine A souhaite envoyer 256 octets de données à un utilisateur du service de réseau sur une machine B
- ↪ Primitives invoquées aux niveaux liaison et réseau ?
- ↪ Paquets et trames échangés ?

Illustration





Réseaux grande distance - Plan

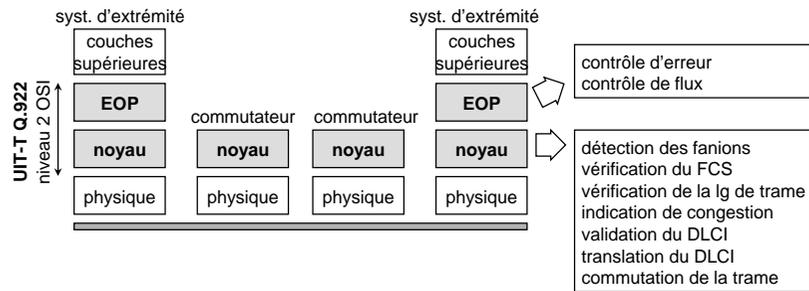
1. Rôle du réseau
2. La commutation
3. Le service de réseau
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM

Relais de trames

- ✓ constat : évolution des technologies
 - liaisons
 - ordinateurs
- ✓ objectif : performances élevées à un coût réduit
- ✓ idée : utiliser des protocoles aussi simples que possible entre commutateurs
 - commuter au niveau trame
 - reporter le contrôle d'erreur et le contrôle de flux sur les systèmes d'extrémité
 - introduire une signalisation séparée

Relais de trames

- ✓ service orienté-connexion
 - analogie avec des liaisons louées virtuelles
 - analogie avec des CVP X.25
- ✓ services réduit à sa plus simple expression



Kim Thai

-65-

Relais de trames

- ✓ format de trame

0	1	1	1	1	1	1	0
DLCI						C/R	EA
DLCI			FE CN	BE CN	DE	EA	
user data							
FCS							
FCS							
0	1	1	1	1	1	1	0

DLCI - Data Link Connection Identifier
 C/R - Command/Response
 EA - Extended Address
 FECN - Forward Explicit Congestion Notification
 BECN - Backward Explicit Congestion Notification
 DE - Discard Eligibility

- ✓ détection des erreurs
 - champ FCS
- ✓ routage
 - champ DLCI

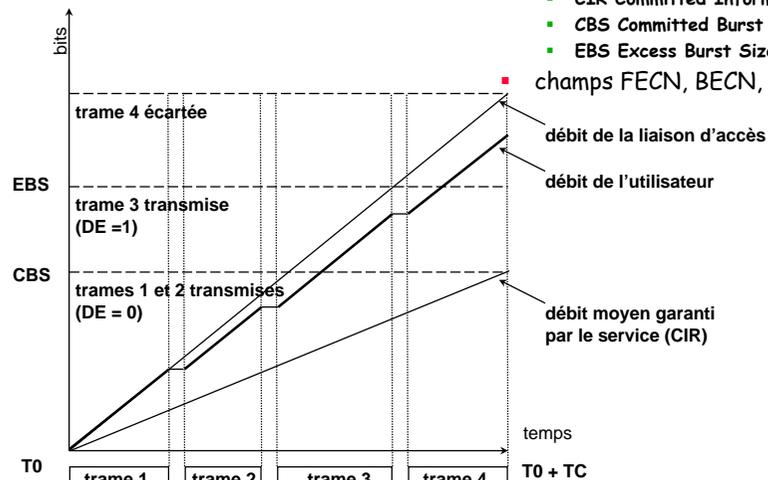


Kim Thai

-66-

Relais de trames

- ✓ contrôle de congestion
 - contrat
 - CIR Committed Information Rate
 - CBS Committed Burst Size
 - EBS Excess Burst Size
 - champs FECN, BECN, DE



Kim Thai

-67-

Réseaux grande distance - Plan

1. Rôle du réseau
2. La commutation
3. Le service de réseau
4. L'exemple de X.25
5. L'exemple du Frame Relay
6. L'exemple d'ATM
 - ✓ le B-ISDN
 - ✓ le multiplexage temporel asynchrone
 - ✓ la cellule
 - ✓ les connexions



Kim Thai

-68-

B-ISDN et ATM

- ✓ Broadband Integrated Services Digital Network (RNIS-LB)
- ✓ objectif : créer un réseau universel unique
- ✓ moyens
 - fibre optique
 - ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)
- ✓ principe de base : commutation de *cellules* - paquets de taille fixe et réduite (53 octets dont 5 d'en-tête)
 - flexibilité
 - efficacité
 - rapidité
 - multi-débits
 - diffusion



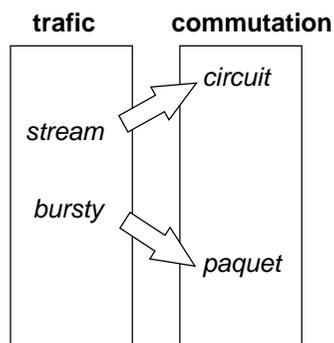
B-ISDN et ATM

- ✓ applications cible
 - téléphone
 - vidéo à la demande
 - TV câblée
 - audio
 - courrier électronique multimédia
 - interconnexion de LAN
 - calcul scientifique
 - etc.



ATM : les objectifs

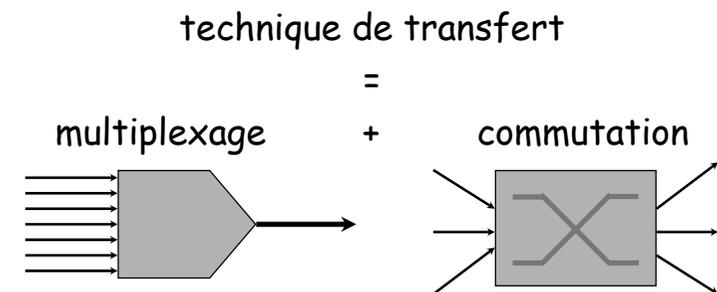
- ✓ satisfaire les contraintes contradictoires des nouvelles applications
- ✓ intégration des services



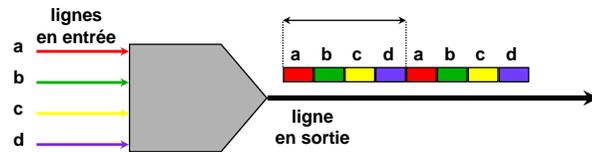
- simplicité du circuit
 - paquet de longueur fixe
 - ni contrôle de flux ni contrôle d'erreur
 - délais de transfert bornés
- souplesse du paquet
 - allocation dynamique de BP
 - débits variables



ATM : une technique de transfert asynchrone



ATM : vs. le multiplexage temporel synchrone



✓ le débit

- d'une voie en entrée est multiple de la fréquence de la trame
- de la voie de sortie est synchronisé avec ceux des voies en entrée

↪ mode synchrone

✓ allocation statique de BP

↪ mode circuit

☹ gaspillage de la BP

✓ exemples de trame

- T1 (G.733) : 24 octets (+1 bit synchro) toutes les 125 μ s \rightarrow 1,544 Mbit/s
- E1 (G.732) : 32 octets toutes les 125 μ s \rightarrow 2,048 Mbit/s



Kim Thai

-73-

ATM : le multiplexage temporel asynchrone

✓ débit :

- le débit d'une voie en entrée est quelconque
- le multiplex n'est pas synchronisé avec les sources

↪ mode asynchrone

✓ allocation dynamique de la BP

↪ mode paquet

☹ utilisation d'une file d'attente introduisant une part plus ou moins grande d'indéterminisme



Kim Thai

-74-

ATM : la cellule

✓ transport des cellules

- traitement de l'en-tête
- translation VPI/VCI
- (dé)multiplexage de cellules

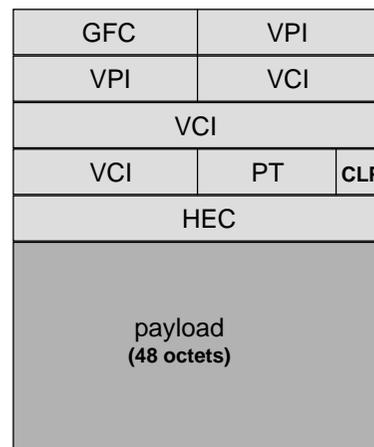
✓ deux interfaces

- UNI (User-Network Interface)
- NNI (Network-Network Interface)

✓ format de la cellule (UNI)

- Generic Flow Control
- Virtual Path Identifier
- Virtual Channel Identifier
- Payload Type
- Cell Loss Priority
- Header Error Control

✓ mode connecté



Kim Thai

-75-

ATM : les connexions

✓ VCC (Virtual Channel Connection)

- de bout-en-bout entre la source et le destinataire
- concaténation de VC (Virtual Channel)
- identification sur chaque VC par un VCI

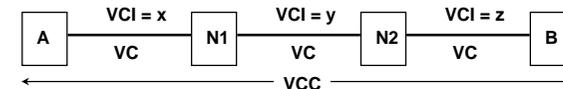
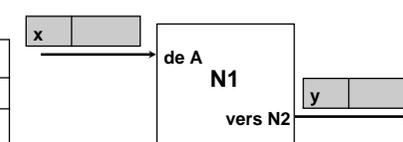


table de lookup de N1

	entrée	sortie
VCI	x	y
port	A	N2

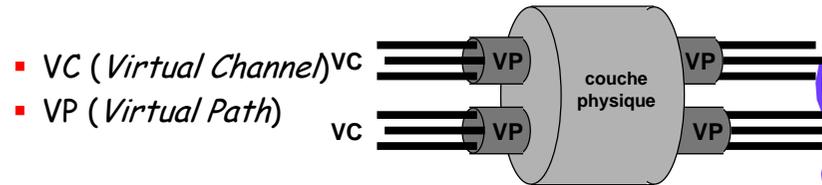


Kim Thai

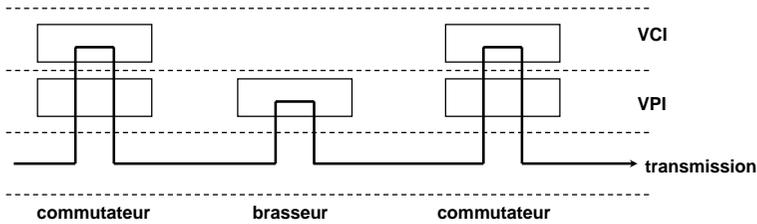
-76-

ATM : VC et VP

✓ hiérarchie des connexions à 2 niveaux



↪ commutation à 2 niveaux



Kim Thai

-77-

ATM : vie d'une connexion

✓ établissement

- la source déclare ses paramètres au réseau (@ dest., débit)
- reste-t-il des étiquettes et du débit entre les 2 extrémités
 - oui : réservation de ressources, mise à jour des tables
 - non : appel rejeté

✓ transfert de données

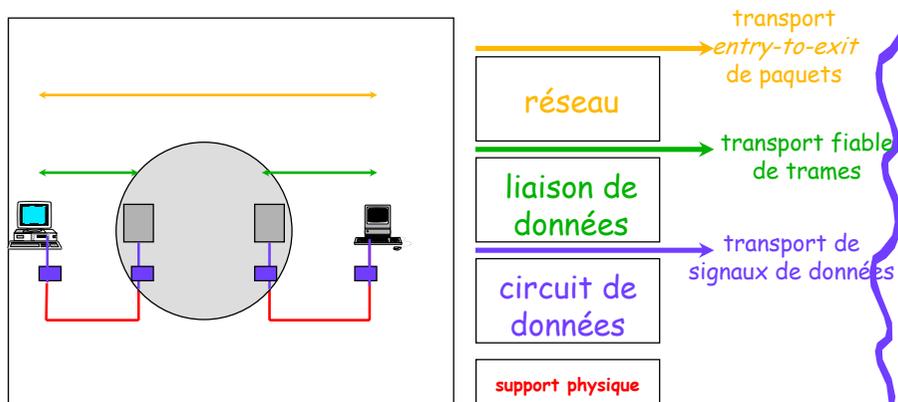
✓ libération de la connexion



Kim Thai

-78-

Etat de notre architecture



Kim Thai

-79-