

ATM

UREC

- Origines - standardisation
- Principes d'un réseau de cellules
- Principes d'ATM
- Le modèle
- VP, VC, routage, AAL
- Commutateurs





UREC

Origines d'ATM

- ◆ Asynchronous Transfer Mode
- ◆ Commutation rapide par paquets.
 - la source et le réseau ne sont pas synchronisés
- ◆ Protocole développé au CNET (Lannion) à partir de 1982 sous le nom de ATD
 - ◆ ATD : Asynchronous Time Division
 - Démarche similaire chez ATT et chez d'autres opérateurs télécom
 - » Fast Packet Switching
 - Mieux utiliser les bandes passantes des liaisons internationales ...
 - Transporter un quelconque service indépendamment de ses caractéristiques.
 - » Intégrer les nouveaux trafics (rafales),
supprimer les silences,



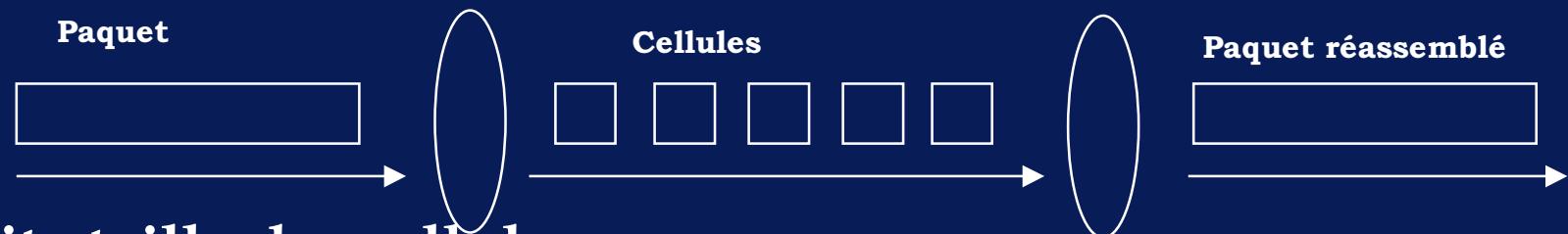
UREC

Normalisation et standards.

- ◆ Mode de transfert adopté par l'ITU (ex CCITT) pour le B-ISDN
 - » B-ISDN : Broadband ISDN
 - » CCITT : Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphone.
 - » ITU : International Communication Union
- ◆ ATM Forum
 - UNI, Traffic Management
 - LANE
 - Interface commutateur-commutateur, routage : PNNI
 - MPOA
- ◆ IETF : IP Over ATM

Réseau de cellules

- ◆ Idée de base : transmettre toutes les données dans des petits paquets de taille fixe.
- ◆ Paquets : blocs de données avec des informations de contrôle placées dans un en-tête.



■ Petite taille des cellules

- Moins de gaspillage de place, les cellules sont toutes remplies par de l'information
- Optimisation du temps d'insertion des cellules sur le support de transmission
- Optimisation du délai de transmission , technique "store and forward" aussi performante que la technique "cut through"



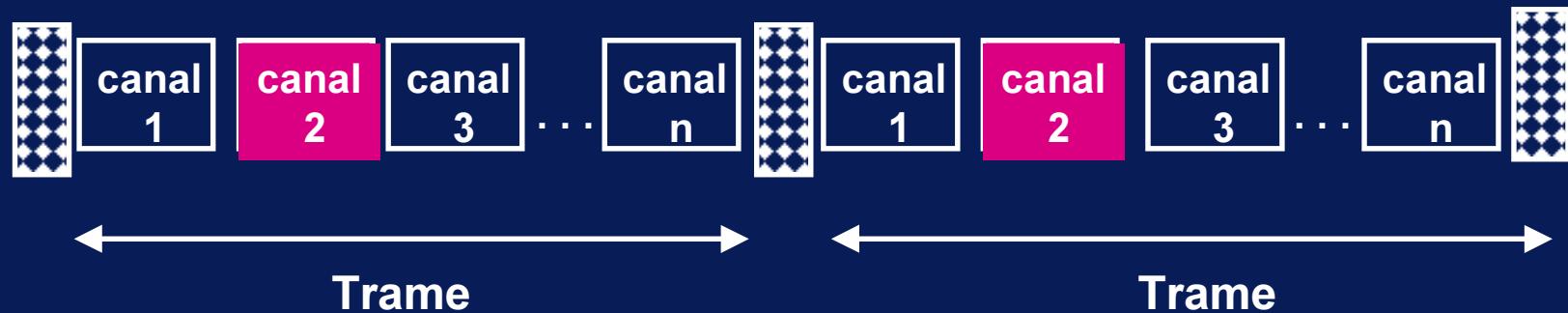
UREC

Réseau de cellules Horloges

- ◆ Dans un réseau temporel numérique, les informations se présentent aux noeuds de commutation :
 - sous forme cyclique lorsqu'il s'agit de circuits
 - d'intervalles de temps pour les paquets
- ◆ Le système émetteur fournit son horloge au noeud de commutation:
 - synchronie
 - » les horloges ont la même fréquence.
 - plésiochrone
 - » même rythme théorique, les horloges sont voisines mais pas synchrones.
 - asynchrone
 - » aucune relation entre les horloges.

Réseau de cellules

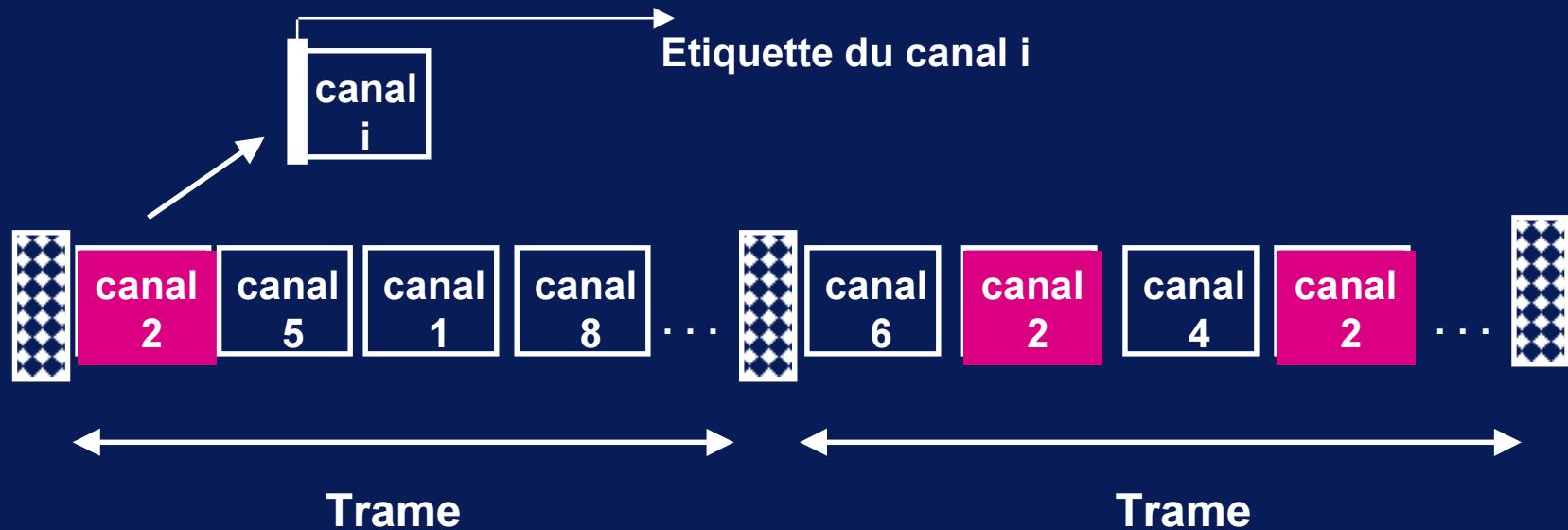
Multiplexage temporel synchrone



- ◆ Chaque élément (slot) numéroté n est réservé à un canal n
 - » un canal = une communication
 - le temps est découpé en trames successives contigues et de durée constante
- ◆ Bande passante fixe.
- ◆ Délai constant lors de l'acheminement.
- ◆ Si silence dans la communication
 - Elément "vide" = Gaspillage de la bande passante

Réseau de cellules

Multiplexage temporel asynchrone



- ◆ Plus de synchronisme entre les trames (trames acycliques)
- ◆ S'il n'y a pas d'assignation fixe de "slot" chaque unité d'information doit être étiquetée
- ◆ Il n'y a pas de "slot" vide
- ◆ Slot de longueur fixe (simple) ou variable (plus compliqué)
- ◆ Le commutateur a plus de travail



UREC

Réseau de cellules Commutation

- ◆ Plusieurs modes de transfert d'information adaptés à des services.
 - la principale caractéristique est la technique de commutation aux noeuds de communication.
 - de la plus simple à la plus complexe :
 - » **commutation de circuit.**
 - » **commutation de circuit multidébit.**
 - » **commutation rapide de circuit.**
 - » **mode de transfert asynchrone.**
 - » **commutation rapide par paquet.**
 - » **relais de trame.**
 - » **commutation de trames.**
 - » **commutation par paquets.**



UREC

Réseau de cellules : Commutation synchrone

◆ Commutation de circuit

- circuit établi pour la durée de la connexion.
- transport des informations sur le principe TDM (STM)
 - » TDM : Time Division Multiplexing
 - » STM : Synchronous Transfer Mode
- transfert avec une certaine fréquence de répétition :
 - » 8 bits toutes les 152 µs à 64 Kbps
 - » 1000 bits toutes les 125 µs à 8 Mbps
- un seul débit binaire pour l'ensemble des services (même nombre de bits par tranche de temps).

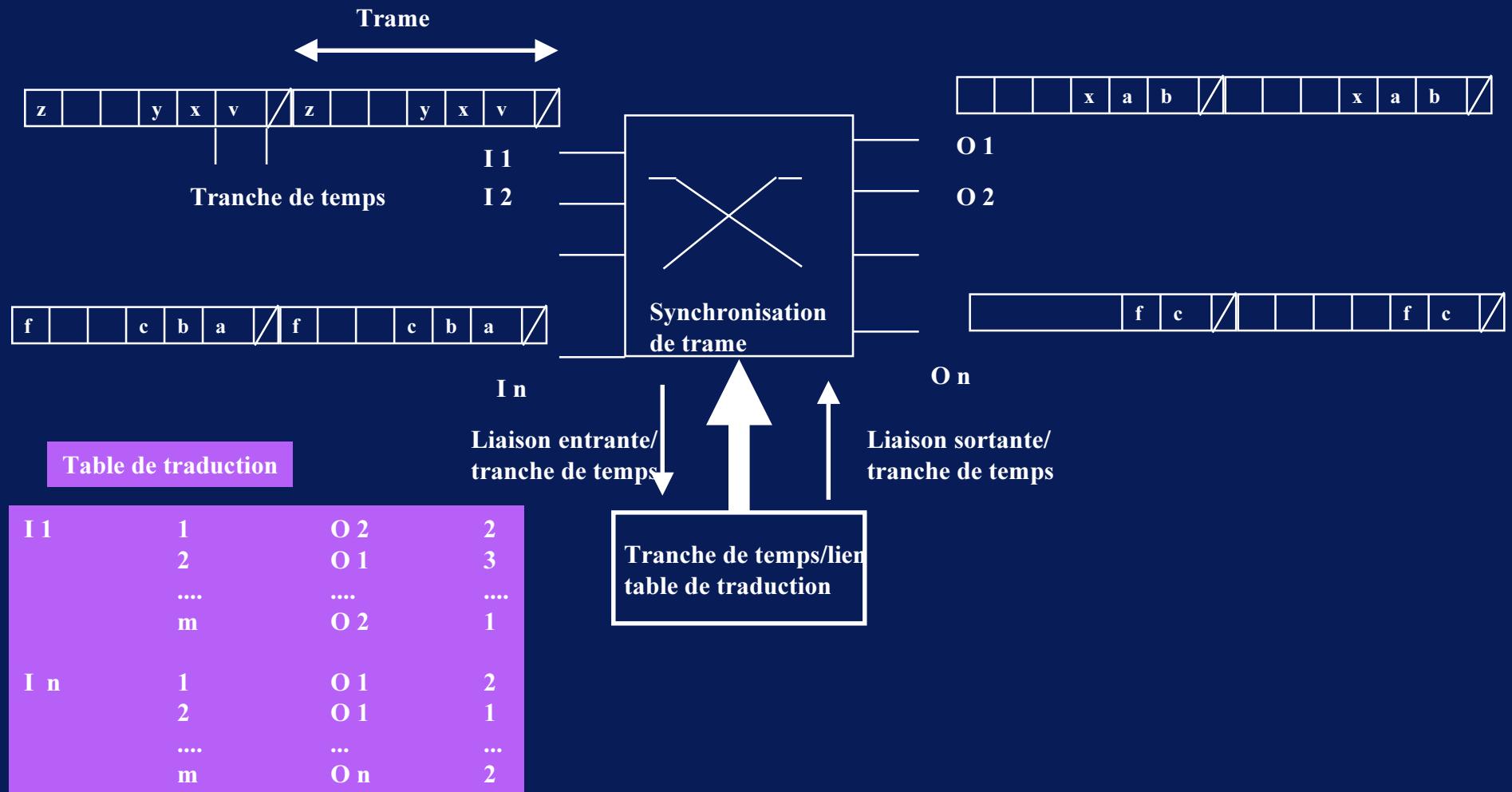
◆ Evolution :

- commutation de circuits multidébit (Multirate Circuit Switching).
- commutation rapide de circuits (Fast Circuit Switching).



Réseau de cellules Commutation synchrone

UREC





UREC

Réseau de cellules Commutation asynchrone

◆ Commutation par paquets

- disparition du caractère cyclique d'arrivée et de départ des blocs d'information
- en-tête utilisé pour le routage, la correction d'erreurs, le contrôle de flux, etc.

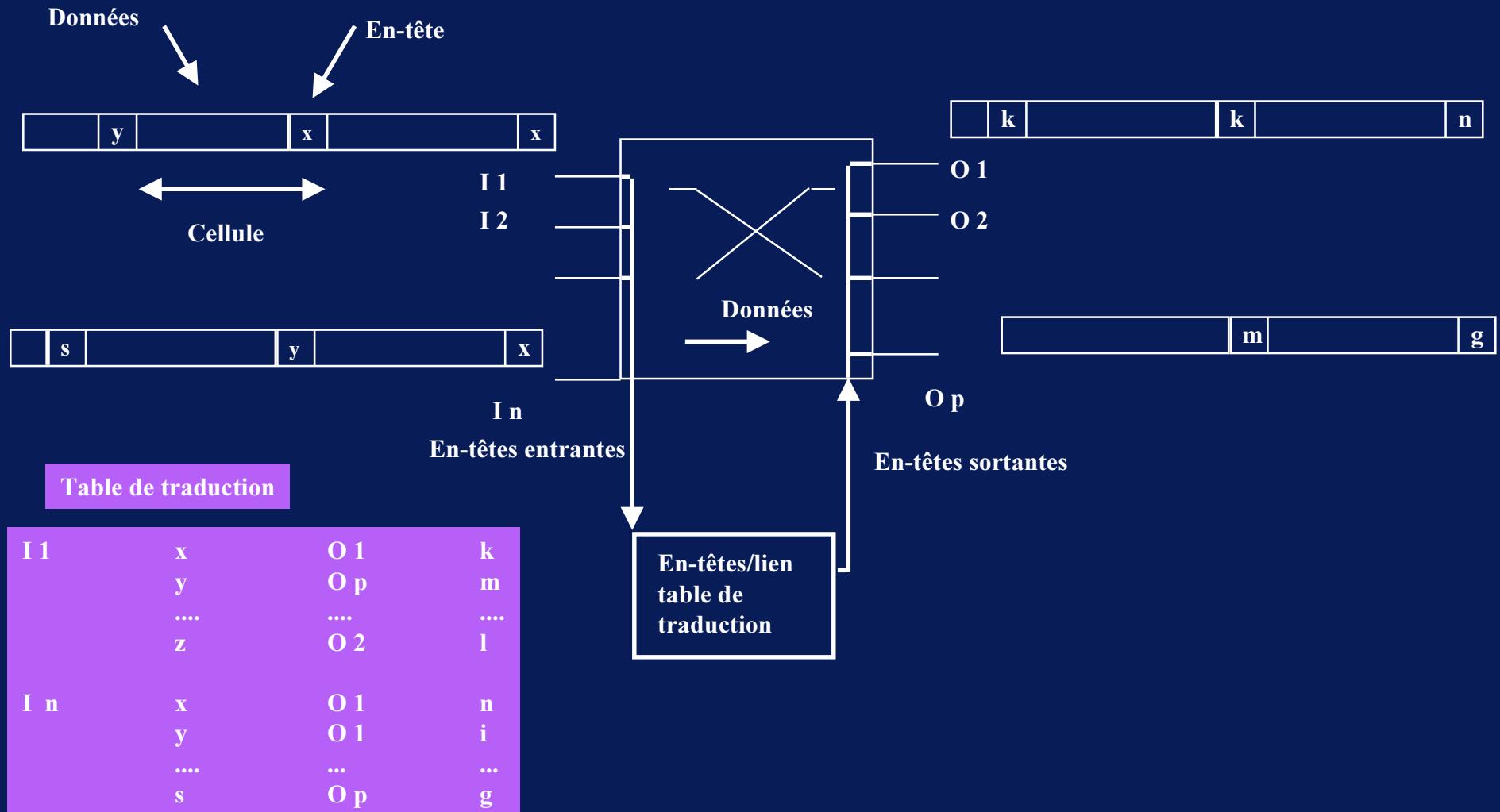
◆ Trois modes d'acheminement des paquets dans le réseau :

- datagramme : mode non connecté
- circuit virtuel : mode connecté, signalisation
- auto-acheminement : source routing



UREC

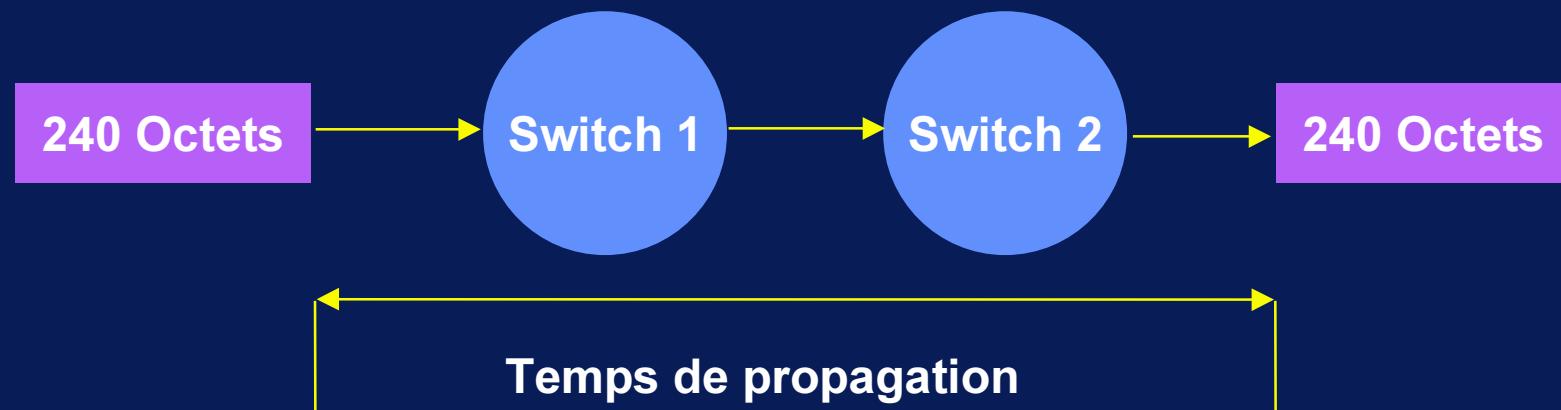
Réseau de cellules Commutation asynchrone



Réseau de cellules

Trame, cellule, temps de propagation

- ◆ Exemple:
 - Transmettre une trame de 240 octets à travers 2 commutateurs
- ◆ Hypothèses :
 - Lien à 240 bytes/sec
 - Commutateurs infiniment rapides
- ◆ Calcul:
 - Temps total de propagation



exemple du transfert de trame



Temps écoulé = 0 seconde



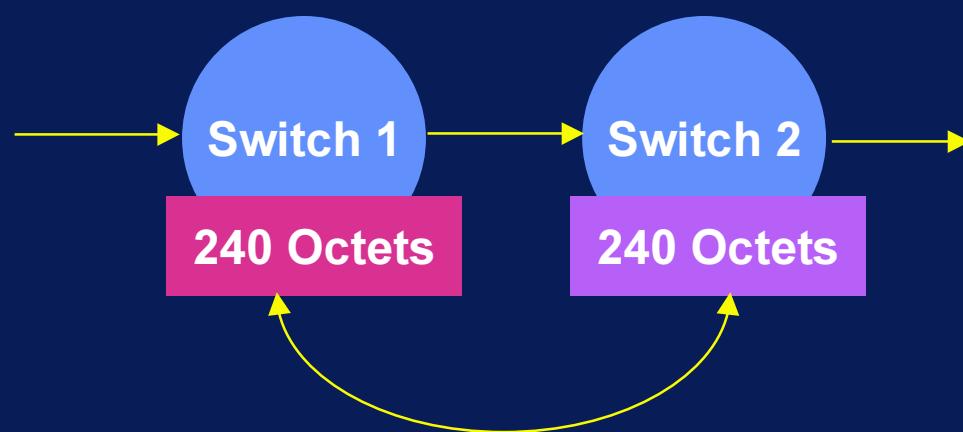
UREC

exemple du transfert de trame



Temps écoulé = 1 seconde

exemple du transfert de trame



Temps écoulé = 2 secondes

exemple du transfert de trame

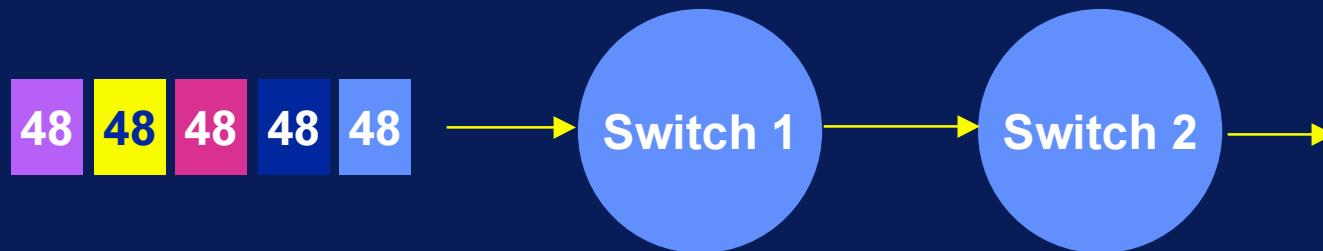


Temps écoulé = 3 secondes



UREC

exemple du transfert de cellule

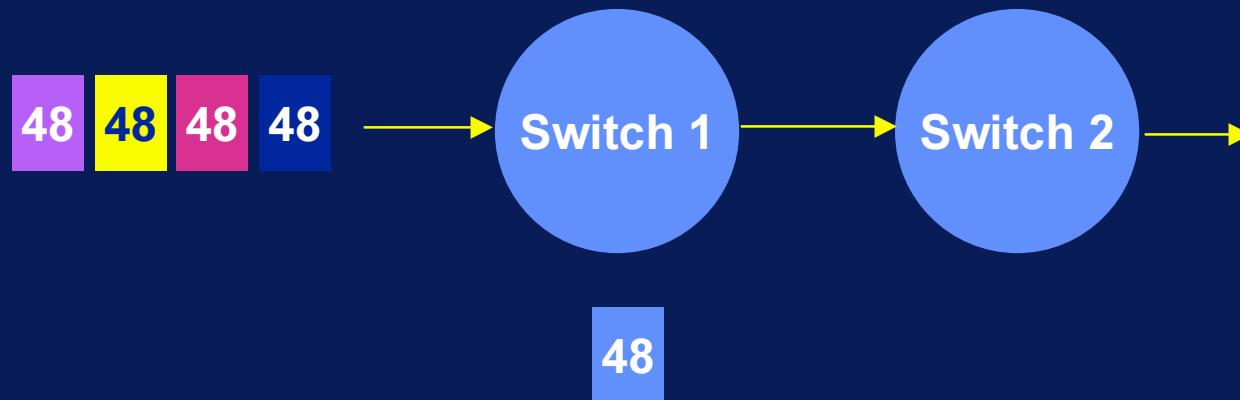


Temps écoulé = 0 seconde



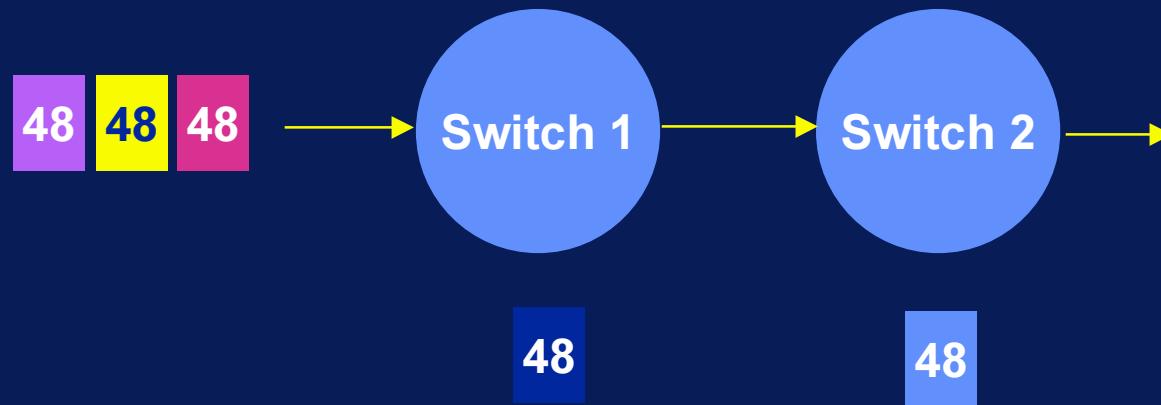
UREC

exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = .2 seconde

exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = .4 seconde



UREC

exemple du transfert de cellule

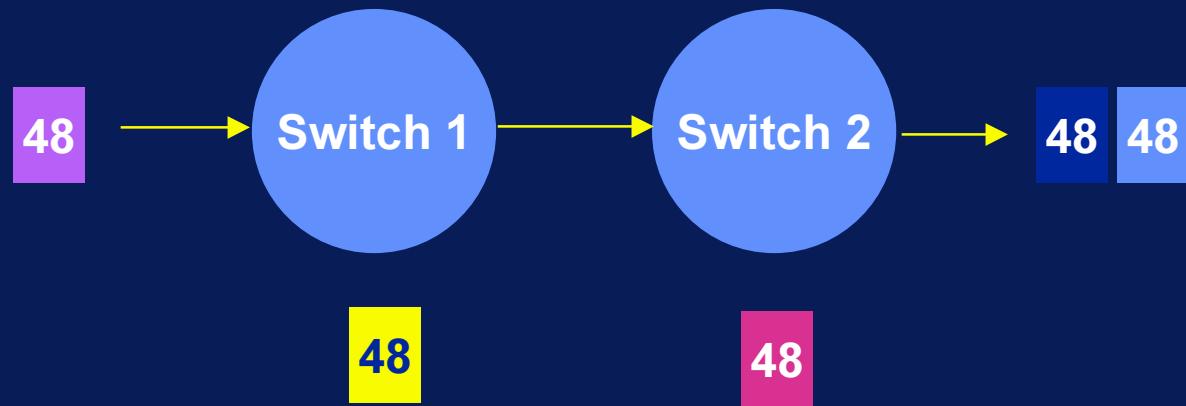


Temps écoulé = .6 seconde



UREC

exemple du transfert de cellule

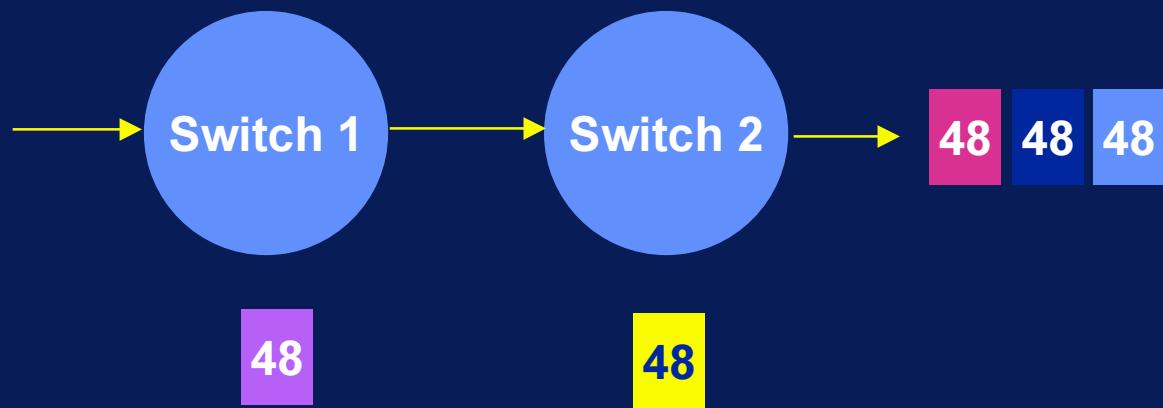


Temps écoulé = .8 seconde



UREC

exemple du transfert de cellule

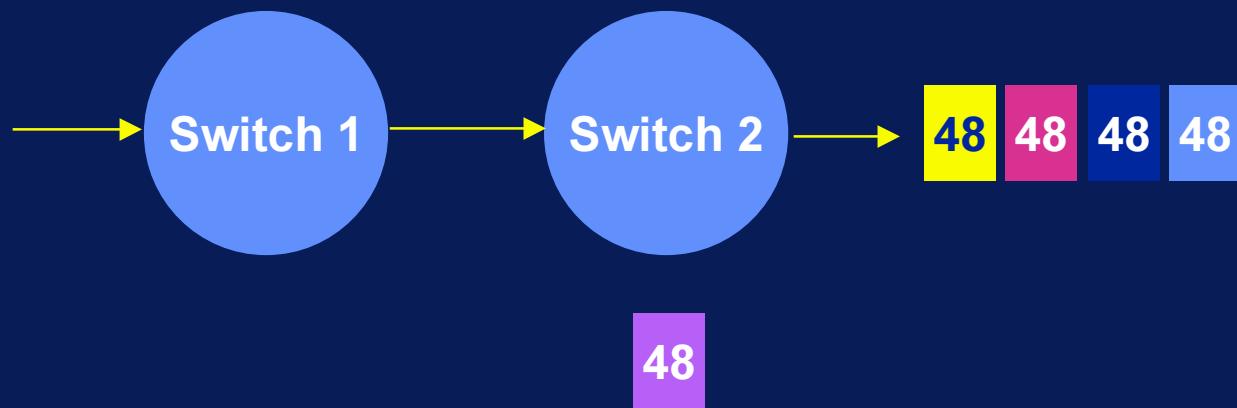


Temps écoulé = 1.0 seconde



UREC

exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = 1.2 seconde

exemple du transfert de cellule

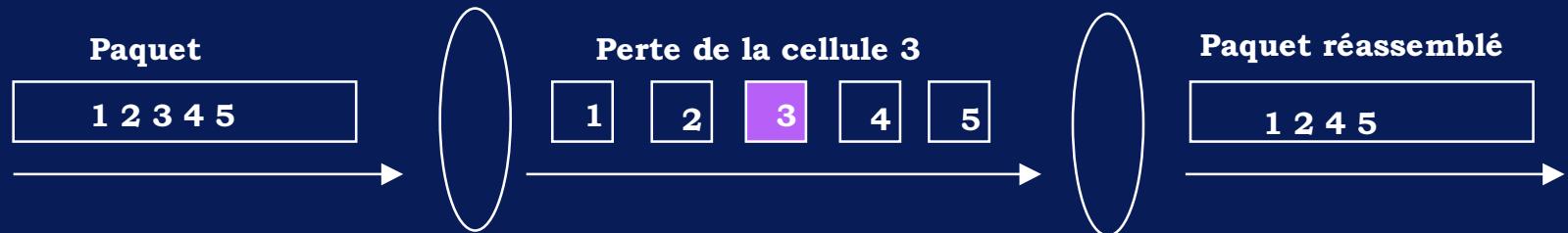


Temps écoulé = 1.4 seconde

Réseau de cellules

Fragmentation

- ◆ Conçu sur l'hypothèse de non retransmission des cellules.



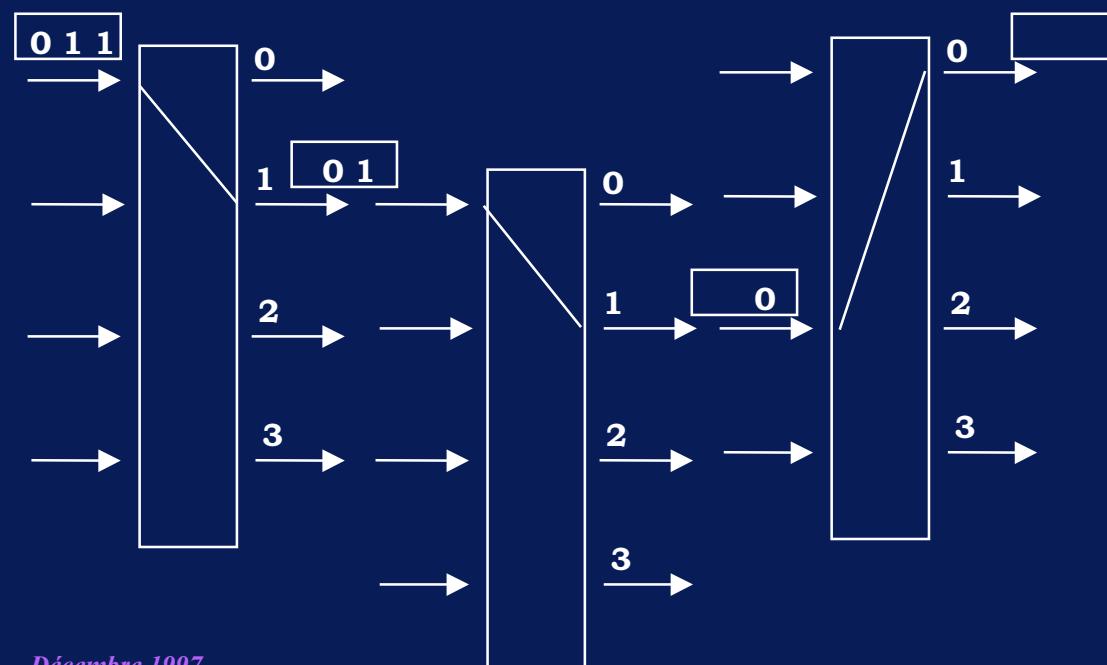
- Le paquet doit être retransmis dans son ensemble
 - si taux de perte important, le nouveau paquet peut à nouveau être une victime.
- Le réseau doit être à faible taux d'erreur et de perte de cellules
 - taux d'erreur de la fibre optique : 10^{-12}
- Utilisation de codes correcteurs d'erreurs simples (CRC) qui ont un coût: 10 bits pour ATM (2,5%).

Réseau de cellules

Routage

◆ Routage par la source

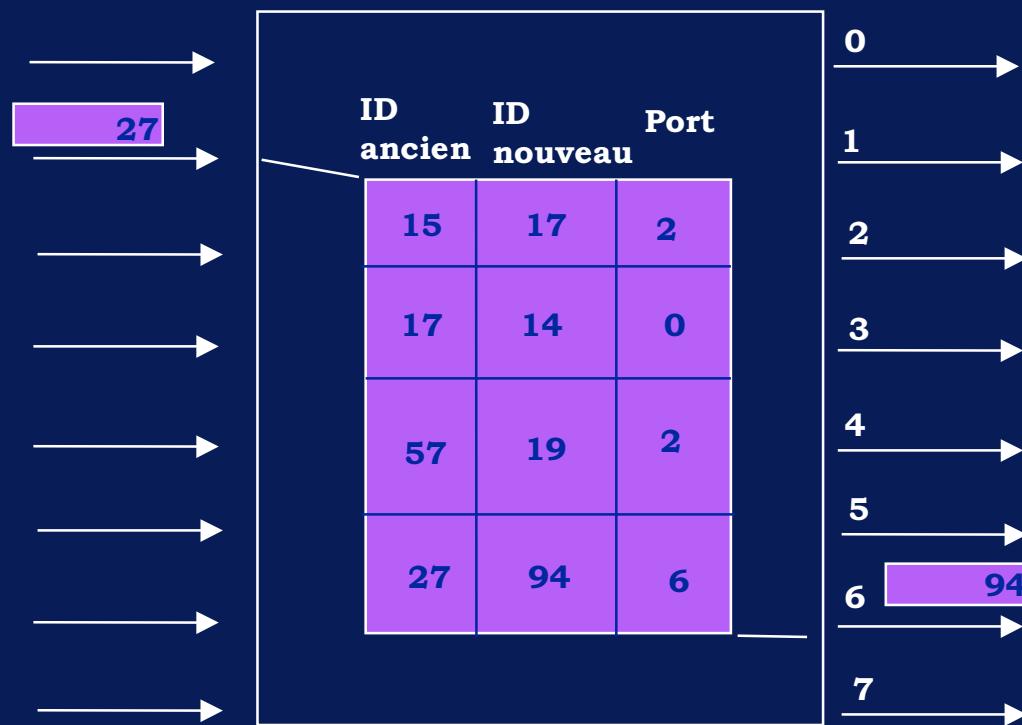
- L'ensemble de l'information de routage est ajouté en tête de chaque cellule.
- Problème : limitation du nombre de noeud pour que l'en-tête ne devienne pas trop grande.



Réseau de cellules Routage

◆ Routage de proche en proche

- En-tête de taille fixe qui contient un **identificateur de saut**
- Le commutateur doit gérer une table





UREC

Principes d'ATM

- ◆ **Liaisons physiques point à point et structure en étoile**
 - noeud du réseau : commutateur-switch-brasseur
- ◆ **Flots de données ---> paquets de taille fixe**
 - cellules
- ◆ **Mode connecté (chemin virtuel) établit**
 - Dynamiquement
 - Manuellement (permanent ou semi-permanent)

Principes d'ATM

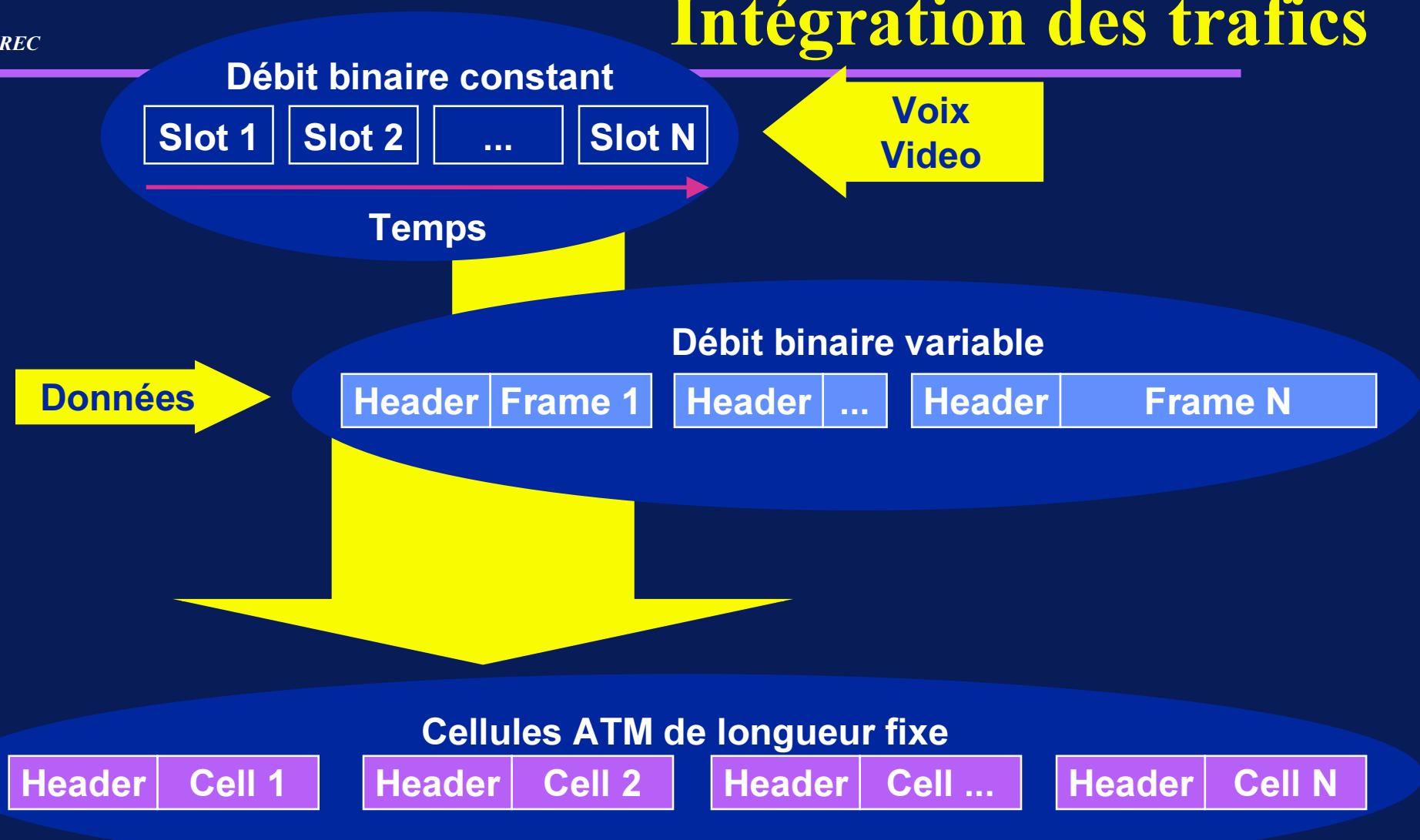
- ◆ Lors d'une connexion les données suivent toujours le même chemin.
- ◆ Chaque connexion : qualité de service (QoS)
- ◆ 2 couches principales (équivalent OSI 2-3)
 - ATM
 - AAL (ATM Adaptation Layer)



UREC

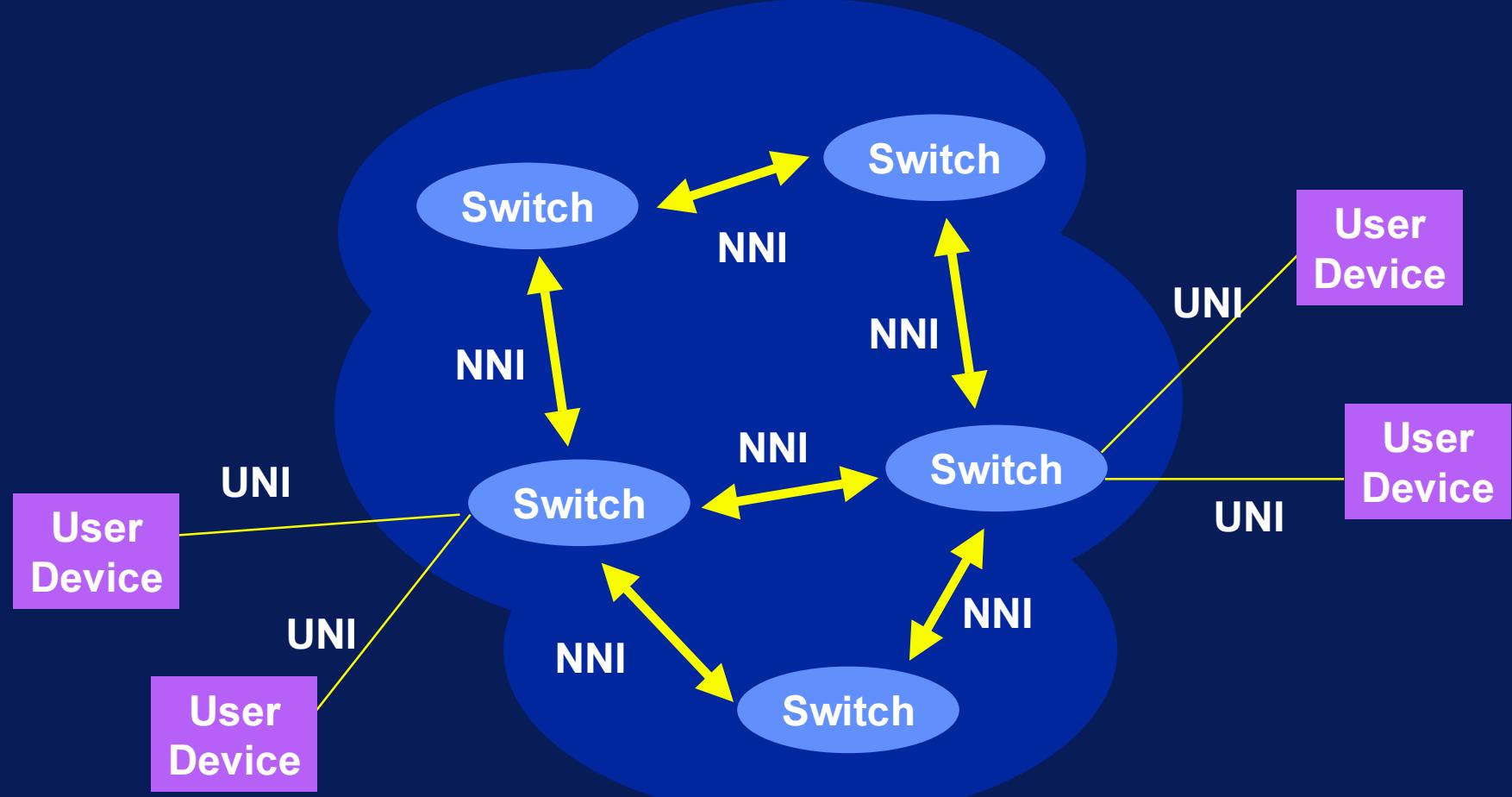
Principes d'ATM

Intégration des trafics



Principes d'ATM

Structure du réseau



UNI : User Network Interface

NNI : Network Node Interface



UREC

Modèle ATM

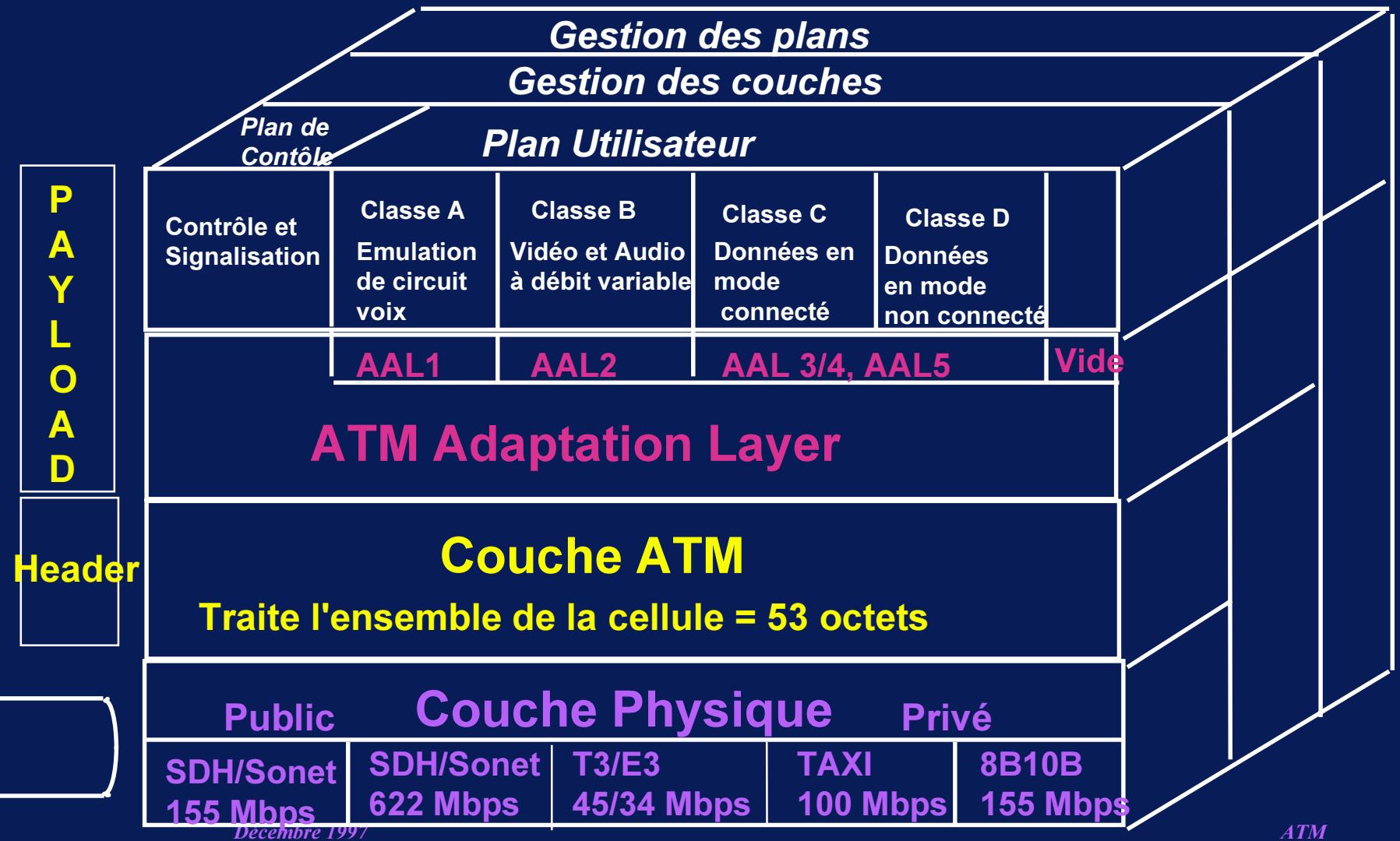
◆ Trois niveaux

- Physique
 - » adaptation à l'environnement de transmission.
- ATM
 - » acheminement des informations par multiplexage et commutation des cellules.
- ALL : ATM Adaptation Layer
 - » adaptation des flux d'informations à la structure des cellules.
 - » une AAL par type de trafic



UREC

Modèle ATM





UREC

Couche physique

- ◆ Assure le transport de cellules entre deux équipements ATM
- ◆ Deux sous-couches
 - PM Physical Media
 - » transmission des bits en fonction du support physique (en particulier transformation électrique-optique)
 - TC Transmission Convergence
 - » Génération du HEC (Header Error Check) en émission
 - » Contrôle du HEC, des en-têtes en réception (Destruction si erreur non récupérable)
 - » Insertion de "cellules vides" quand il n'y a pas de trafic de la couche ATM



Couche Physique interfaces

◆ Deux méthodes :

- Flot de cellules ATM transmis sur le lien physique.
 - » origine ATM Forum
- Les cellules ATM sont transportées dans une trame SDH/SONET
 - » SDH : Hierarchie numérique synchrone G709
 - ◆ développée pour supporter le multiplexage de liaisons avec des débits binaires de plusieurs centaines de mégabits.
 - ◆ son but est de fournir un ensemble unique de standards de multiplexage pour les liaisons à hauts débits.
 - ◆ construit en bloc de 155.52 Mbps
 - ◆ nommage: STM-n
 - STM : Synchronous Transfer Module
 - » SONET : Synchronous Optical NETwork
 - ◆ équivalent américain de SDH.
 - ◆ construit en bloc de 51.84 Mbps
 - ◆ nommage: STS-n et OC-n
 - STS : Synchronous Transport Signal
 - OC : Optical Carrier



UREC

Couche physique interfaces

◆ Interfaces ATM Forum

- DS3 44.736 Mbps
 - » réseau public sur des liens T3
- TAXI (4B5B FO) 100 Mbps dérivée de FDDI
 - » fibre optique multimode
- 8B10B FO 155 Mbps dérivée de FiberChannel
 - » fibre optique multimode

◆ ITU (CCITT), SONET sur fibre optique

Débits (Mbps)	Appellation SONET STS/OC	Appellation ITU STM
51,84	1	
155,52	3	1
622,08	12	4
1244,16	24	8
2488,32	48	16



UREC

Couche physique interface

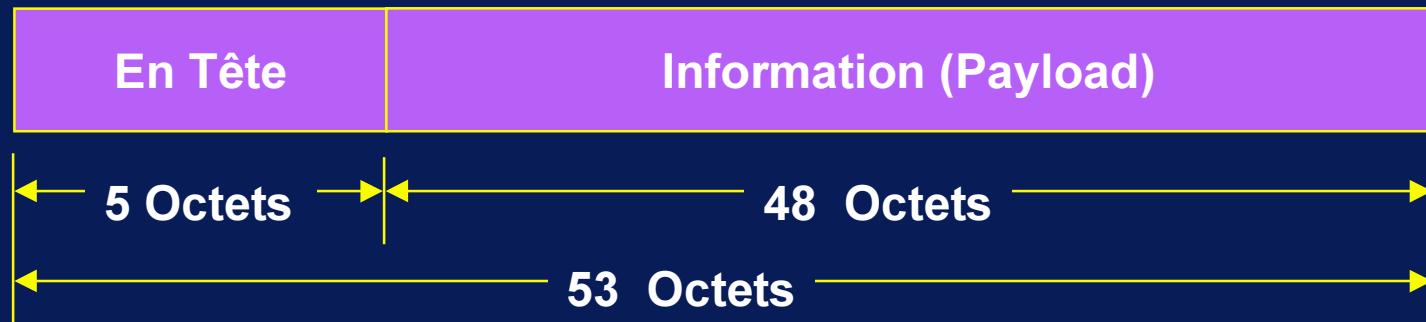
◆ Autres interfaces

- **155 Mbps UTP-5**
- **52 Mbps UTP-3**
- **1.5 Mbps (T1)**
- **2 Mbps (E1)**
- **25 Mbps (débit proposé par IBM)**



UREC

Couche ATM la cellule



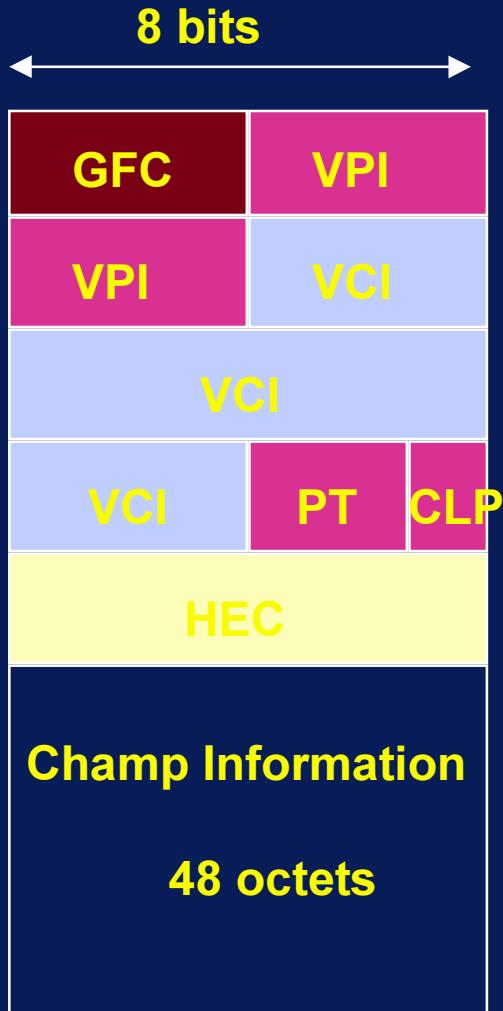
- ◆ Ni détection, ni récupération d'erreur
- ◆ La taille est un compromis
 - petite => faible temps de propagation
 - grande => faible surcharge dans le réseau
- ◆ Longueur fixe
 - facilite les implémentations hardware
 - facilite l'allocation de bande passante



UREC

Couche ATM

structure de la cellule



GFC	Generic Flow Control
VPI	Virtual Path Identifier (8 bits : 256)
VCI	Virtual Channel Identifier (16 bits : 64000)
PT	Payload Type information utilisateur ou réseau état de congestion message d'adm ou d'info début-fin de message pour AAL5
CLP	Cell Loss Priority "priorité" à la destruction si 1
HEC	Header Error Check sur l'en-tête de la cellule



Fait partie du champ VPI si interface NNI



UREC

Couche ATM

- ◆ **Indépendante de l'interface physique.**
- ◆ **ATM est un service orienté connexion.**
 - un chemin est établi avant de transmettre des données utilisateurs.
- ◆ **Fonctions :**
 - Génération des en-têtes des cellules.
 - Multiplexage et démultiplexage des cellules.
 - Aiguillage basé sur les champs VPI, VCI des cellules.
 - Supervision :
 - » s'assure que les débits sont dans les limites négociées lors de l'établissement de la connexion.
 - » met en oeuvre les actions correctives pour garantir la qualité de service.

VP et VC

- ◆ Sur les liens entre deux équipements.
- ◆ Le chemin de transmission de la couche physique peut-être décomposé au niveau ATM :
 - en *Chemins Virtuels (Virtual Paths)*,
 - eux mêmes décomposés en *Canaux Virtuels (Virtual Channels)*
 - » PVC : Permanent Virtual Channel
 - » SVC : Switched Virtual Channel
 - 28 bits pour l'interface NNI, 24 bits pour l'interface UNI





UREC

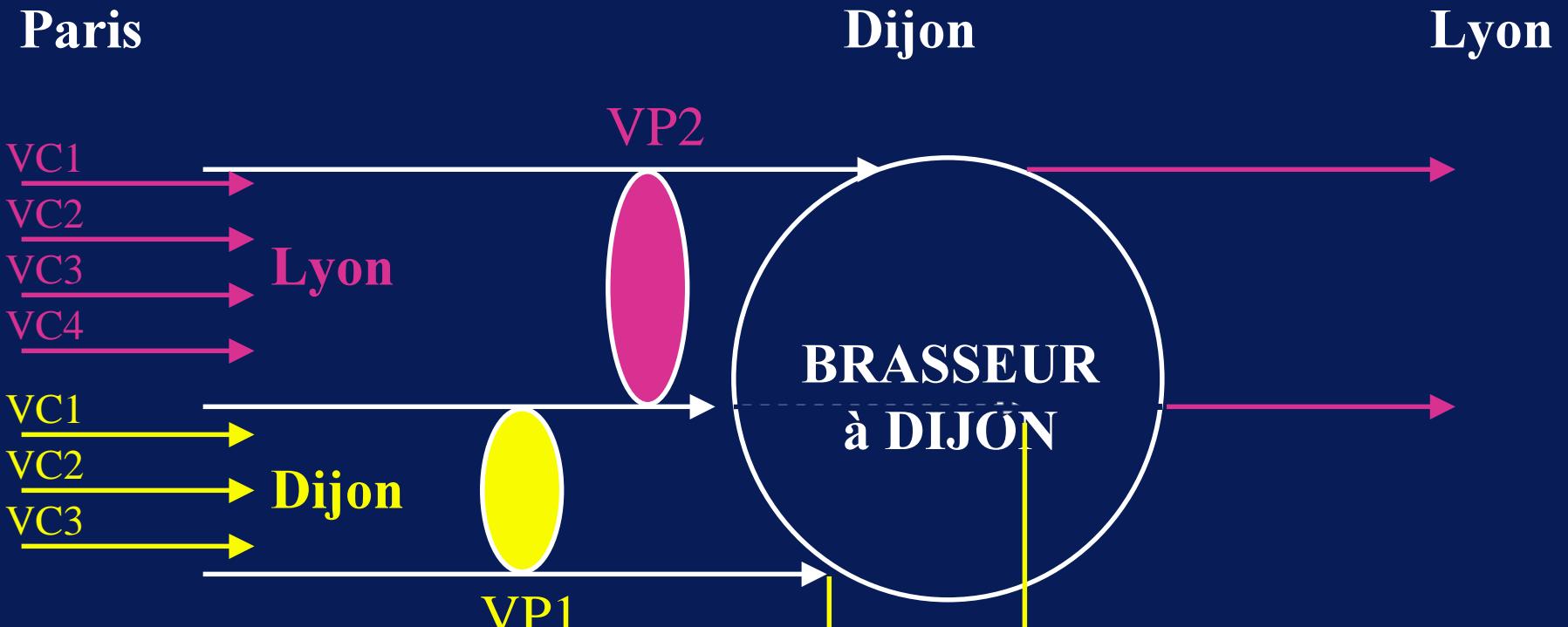
VP et VC Vocabulaire ATM / X25

- ◆ **VC (ATM) : Virtual Channel : Circuit virtuel**
 - Peut être permanent PVC ou commuté SVC
 - VCI : Numéro de VC
- ◆ **VP (ATM) : Virtual Path :**
 - Peut être permanent ou commuté
 - VPI : Numéro de VP
- ◆ **1 VP (ATM) contient n VC (ATM)**
- ◆ **VP (X25) : circuit virtuel permanent**
- ◆ **Commutateur ATM**
 - VP uniquement : brasseur
 - VC et VP : commutateur



UREC

VP et VC : Pourquoi ces 2 niveaux ?





UREC

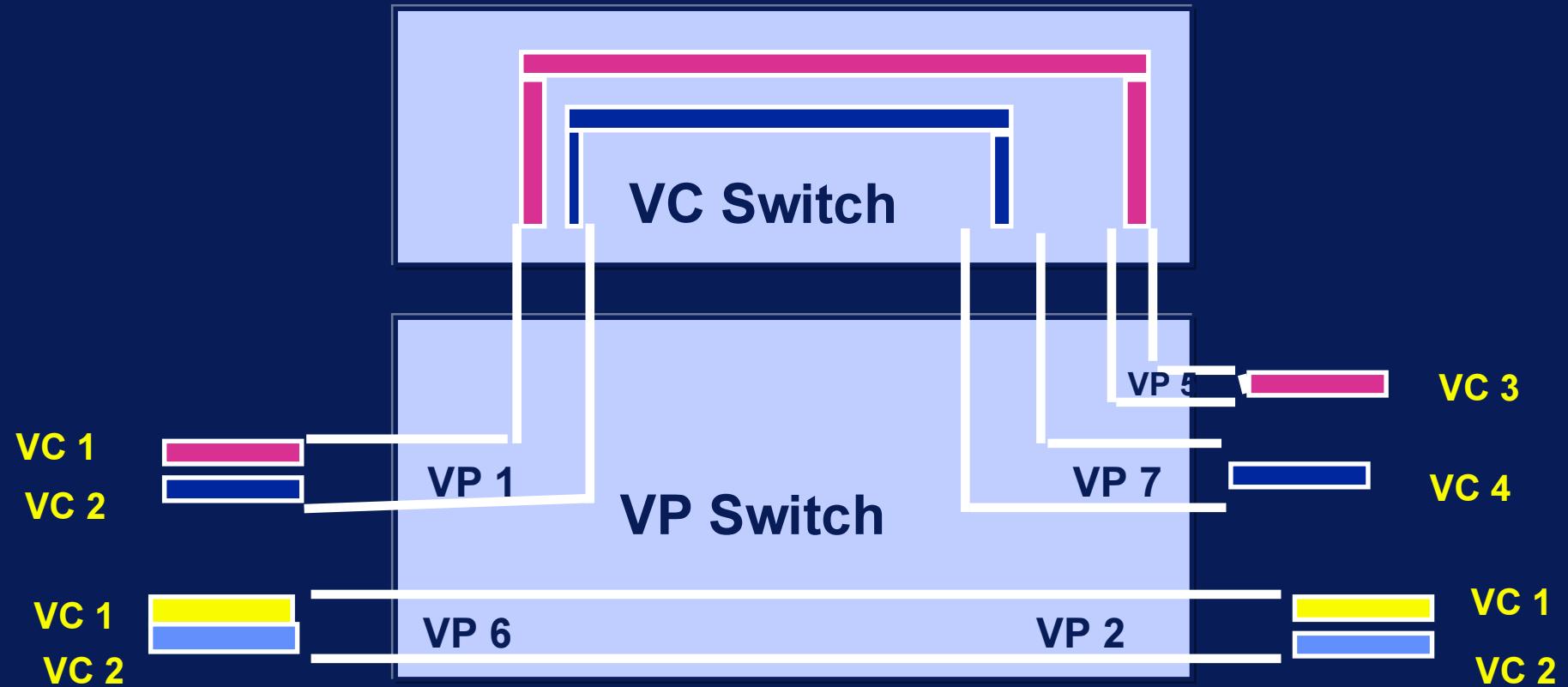
Routage des cellules ATM

- ◆ **Routage de proche en proche**
- ◆ **Hiérarchie à deux niveaux**
 - VP : router un ensemble de cellules correspondant à plusieurs connexions.
 - VC : routage des cellules d'une connexion.
- ◆ **Chemin de routage définit au moment de la connexion**
- ◆ **L'information de routage est locale au commutateur**
- ◆ **Tables du commutateur : consultation et modification de la cellule**

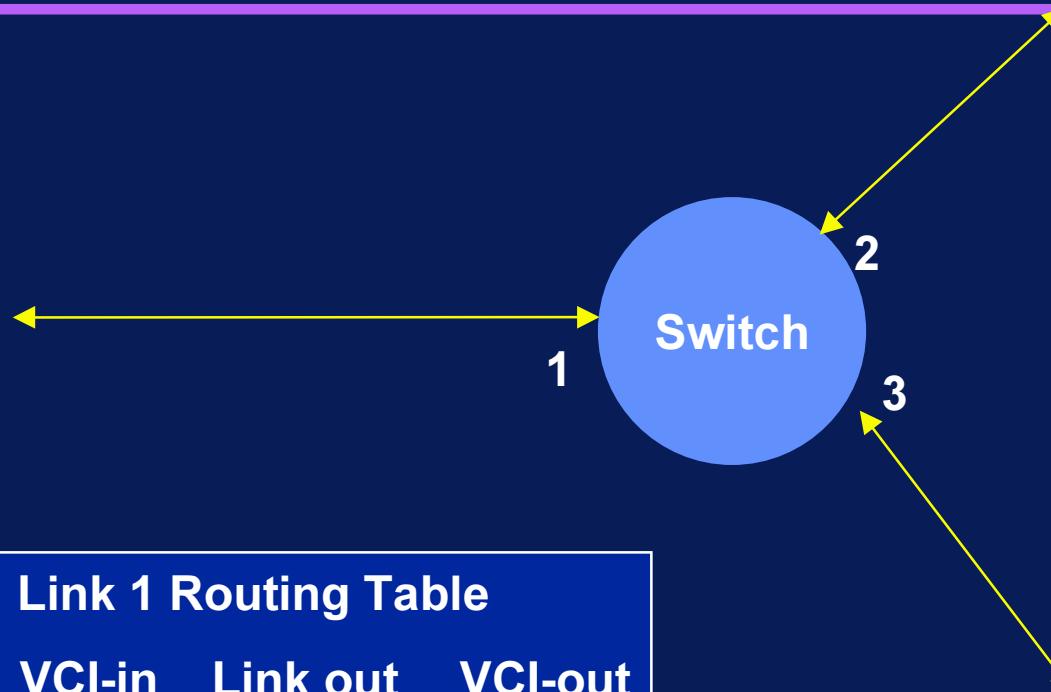


UREC

Routage des cellules ATM Commutateur de VP et de VC



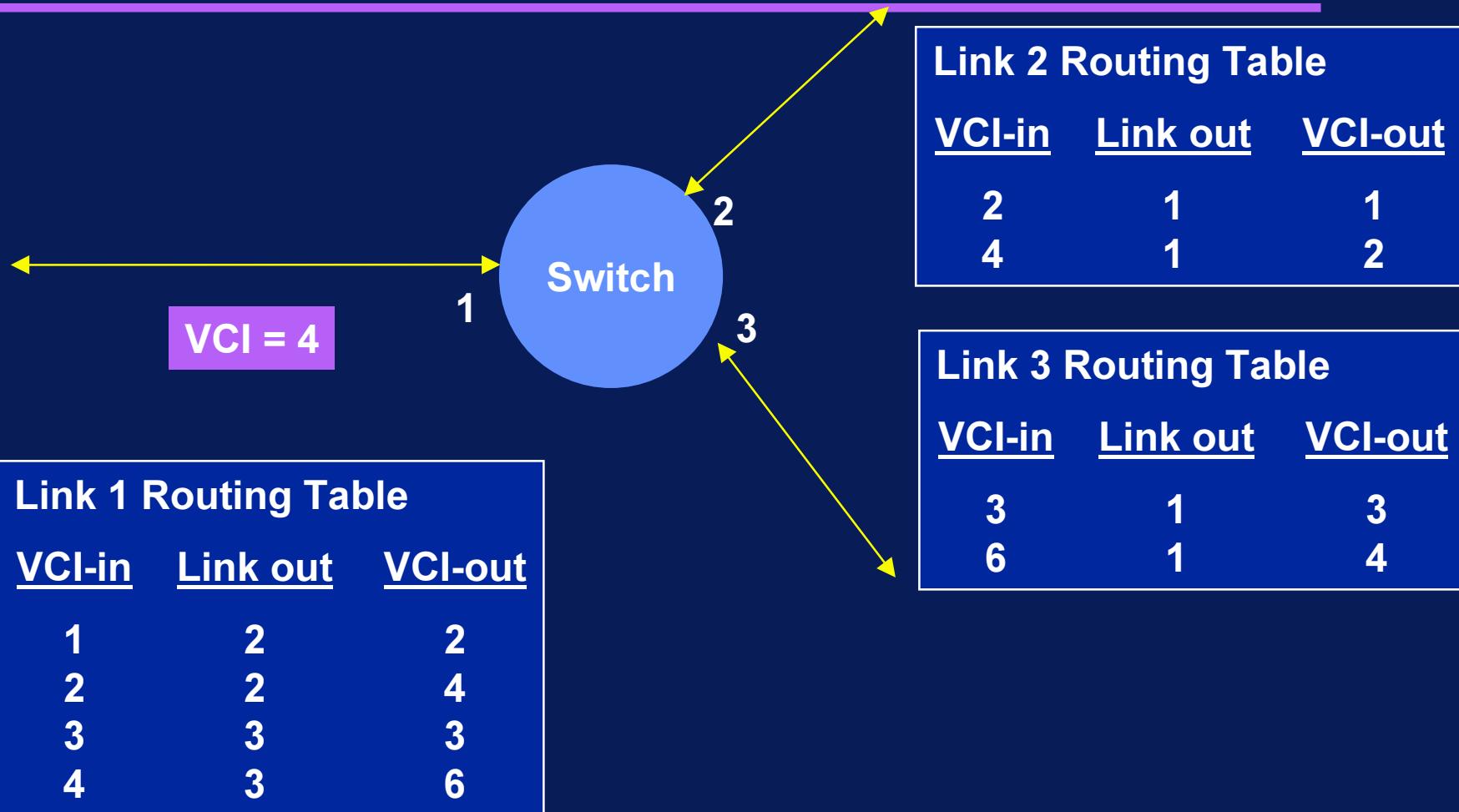
Routage des cellules ATM



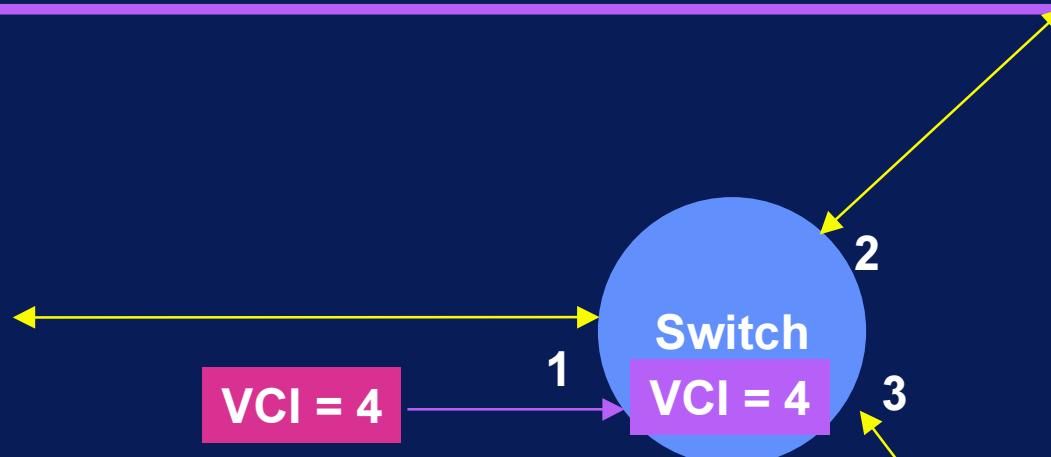
Link 2 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
2	1	1
4	1	2

Link 3 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
3	1	3
6	1	4

Routage des cellules ATM



Routage des cellules ATM

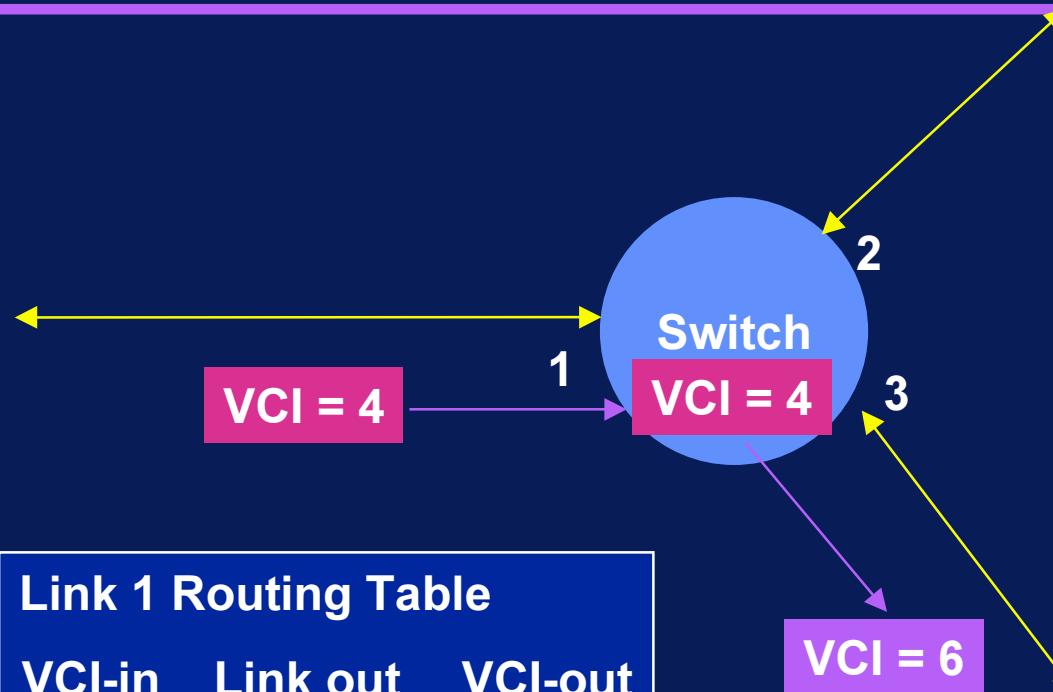


Link 1 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
1	2	2
2	2	4
3	3	3
4	3	6

Link 2 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
2	1	1
4	1	2

Link 3 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
3	1	3
6	1	4

Routage des cellules ATM

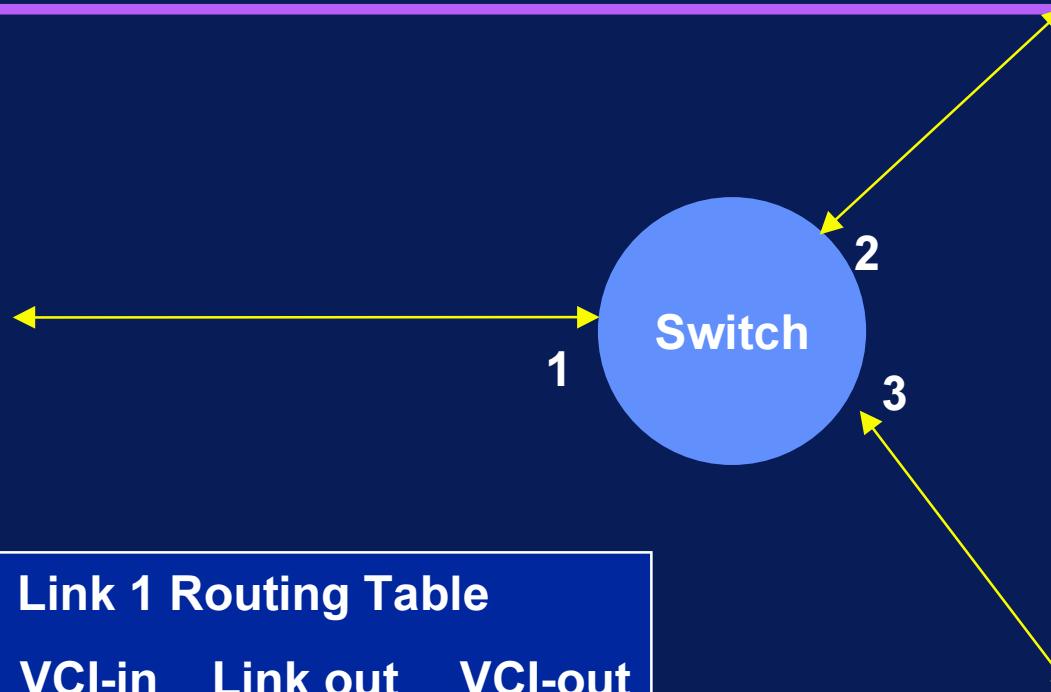


Link 1 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
1	2	2
2	2	4
3	3	3
4	3	6

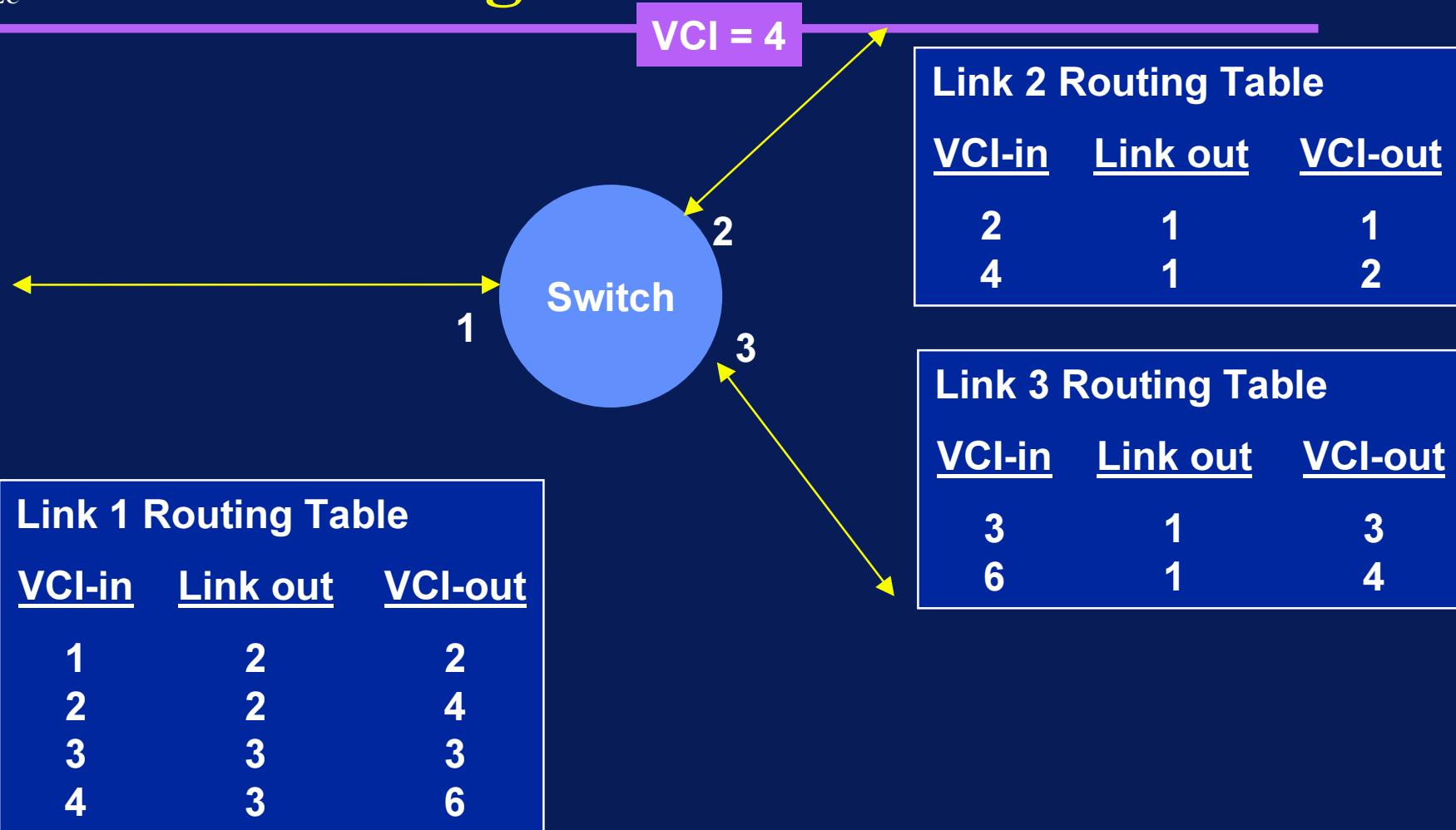
Link 2 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
2	1	1
4	1	2

Link 3 Routing Table		
<u>VCI-in</u>	<u>Link out</u>	<u>VCI-out</u>
3	1	3
6	1	4

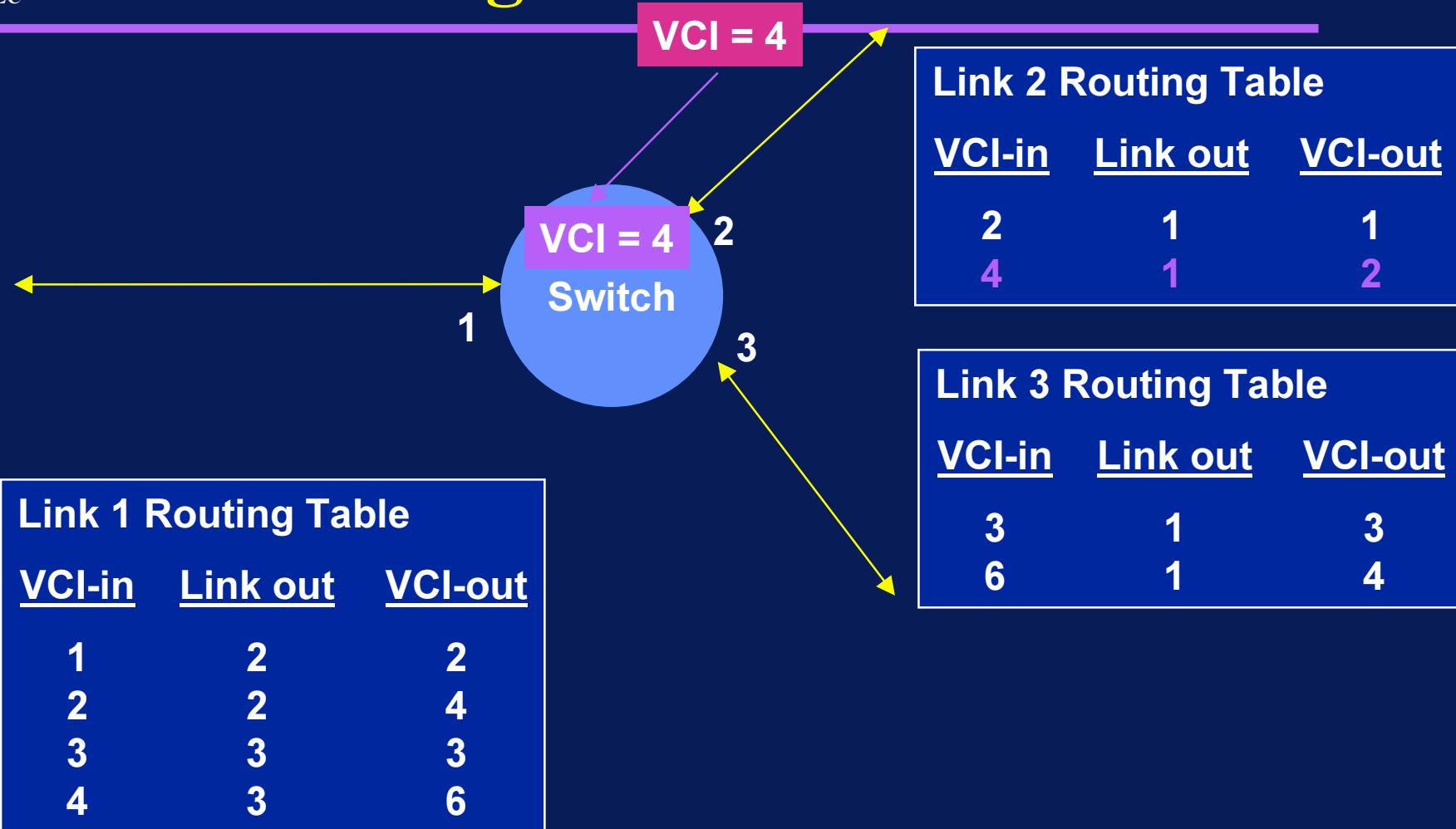
Routage des cellules ATM



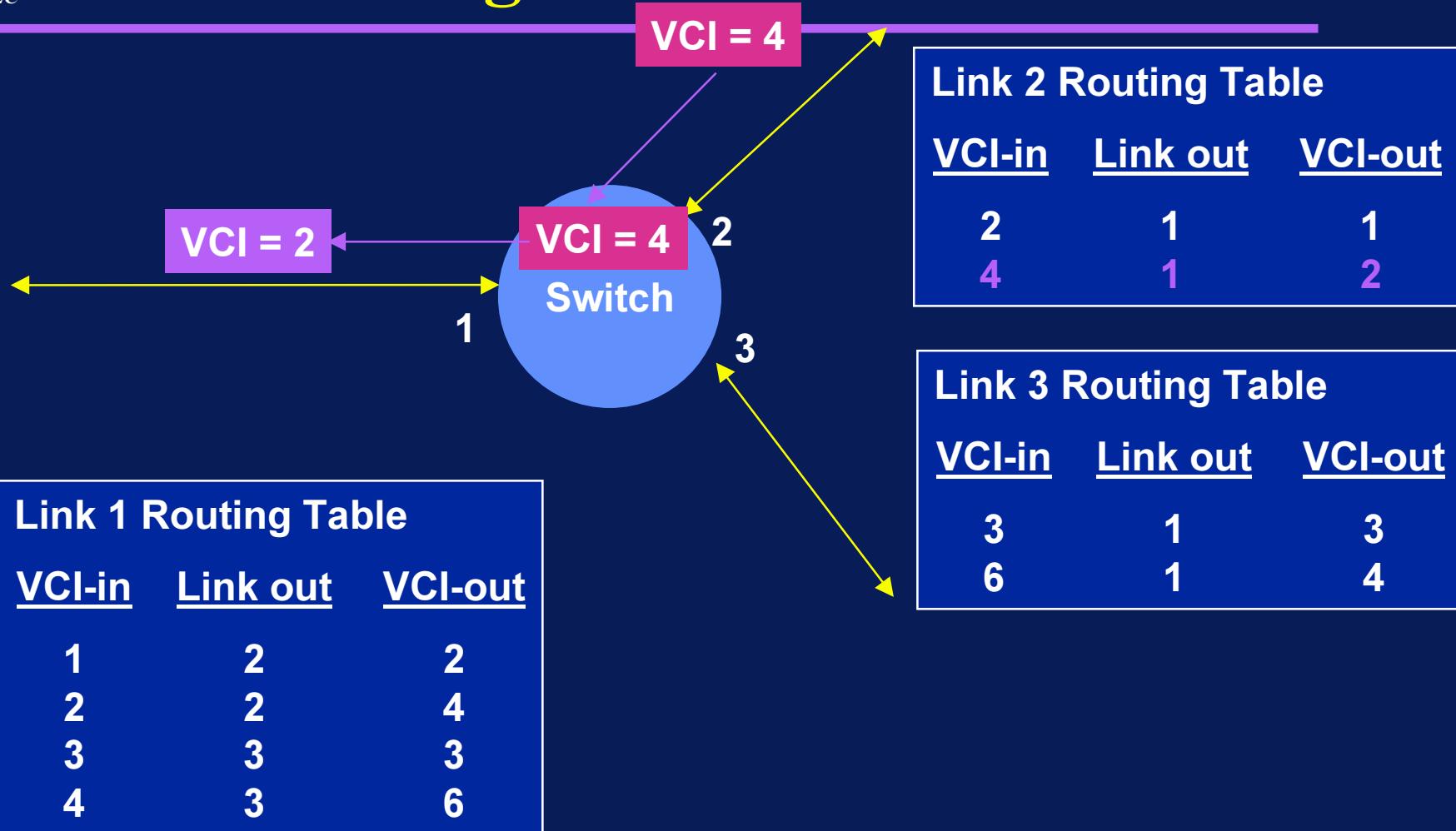
Routage des cellules ATM



Routage des cellules ATM



Routage des cellules ATM





routage des cellules exemple de tables

Table de routage port 1		
VCI-in	Port- out	VCI-out
2	2	2
3	3	6

Table de routage port 2		
VCI-in	Port- out	VCI-out
2	1	2
4	3	8

Table de routage port 3		
VCI-in	Port- out	VCI-out
6	1	3
8	2	4

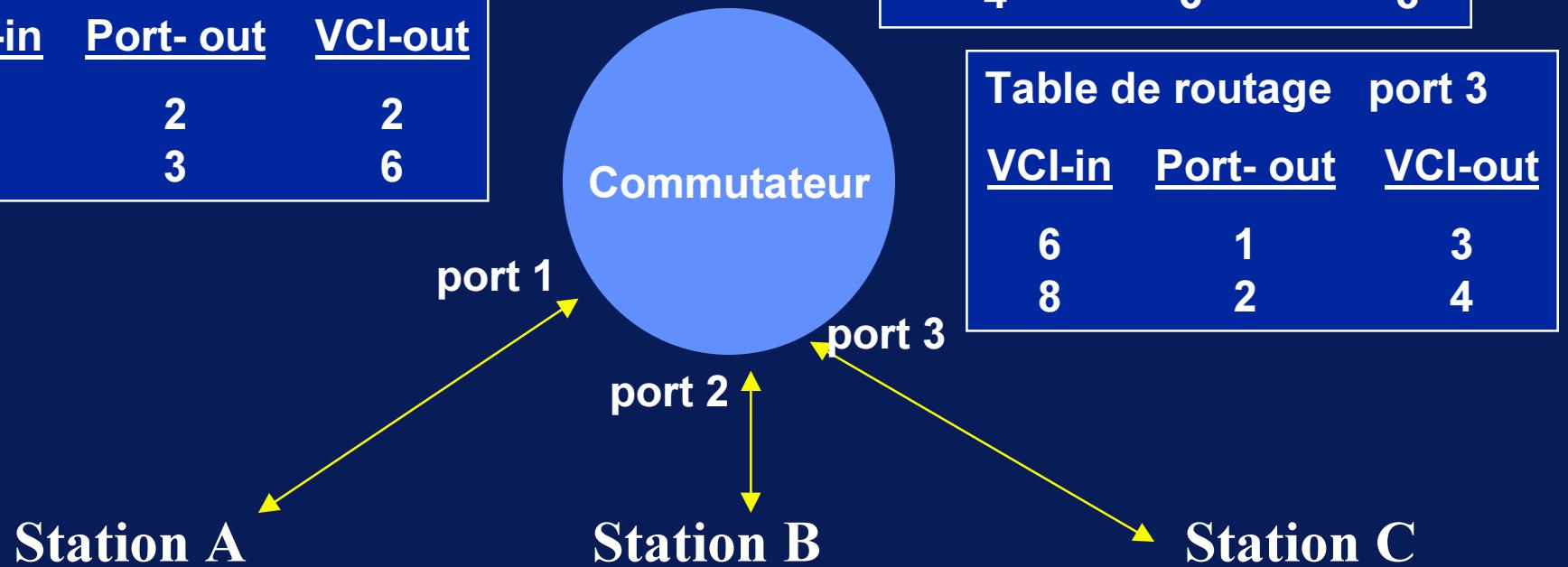


Table de routage	
Station	VCI
B	2
C	3

Table de routage	
Station	VCI
A	2
C	4

Table de routage	
Station	VCI
A	6
B	8



UREC

routage des cellules ATM mise à jour des tables de routage

- ◆ Manuelle : PVC (circuits permanents)
- ◆ Dynamique : SVC (circuits commutés)
 - On se met d'accord sur un VC pour "l'administration" : VC5
 - Station A ---> commutateur (VC5) : "Je veux causer avec C"
 - Commutateur---> C (VC5) : " A veut causer avec toi, OK ?"
 - C ---> Switch (CV5) : "OK"
 - Commutateur ---> A (VC5) : "Station C est d'accord pour la communication avec C, vous causerez sur VC3"
 - Commutateur ---> C (VC5) : "Vous causerez avec A sur VC6"
 - Commutateur et stations mettent à jour leur table de routage
- ◆ Dynamique ----> Signalisation UNI V3.0



UREC

Couche AAL

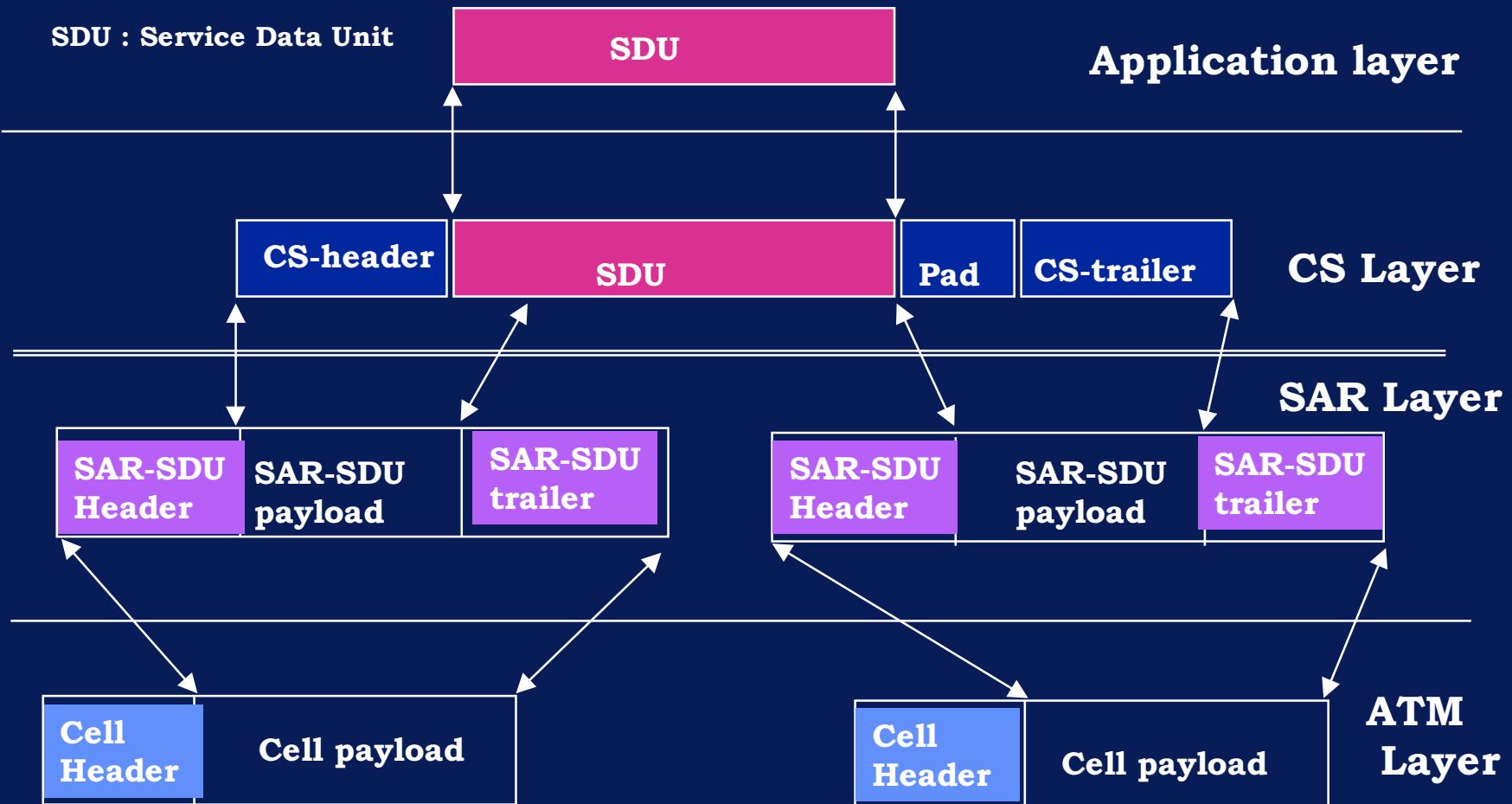
◆ Interface avec les couches applicatives.

- Offre des fonctions additionnelles afin de rendre plus facile l'utilisation des services du réseau de cellules par les applications.

◆ Fonctions :

- Segmentation et réassemblage (SAR)
 - » Découpage des données en blocs de 48 octets et le réassemblage
- CS (Convergence Sublayer)
 - » Dépendant du service requis (application)
- Resynchronisation et filtrage de la gigue de cellule
 - » Important pour la Voix et la Video
- Détection des erreurs (mais pas correction), élimination des cellules dupliquées (Données)

Couche AAL



Segmentation et réassemblage pour les services VBR



UREC

AAL type 1, AAL type 2

◆ AAL1, service de classe A

- services en mode connecté,
- synchronisation entre la source et la destination,
- débit constant (CBR Constant Bit Rate)
 - » voix

◆ AAL2, service de classe B

- services en mode connecté,
- un débit non constant,
- synchronisation entre la source et la destination
 - » vidéo



AAL type 3/4

- ◆ AAL 3/4 (CCITT I.363)
 - transport de données en mode :
 - » connecté (service de classe C).
 - » non connecté (service de classe D).
 - Service VBR (Variable Bit Rate).
 - Pas de synchronisation entre la source et la destination.
 - Réservé aux trafics qui ne tolèrent pas de perte de cellules.
 - Multiplexage des cellules possibles.
 - 44 octets de données utiles par cellules.
 - 4 octets sont réservés à un mécanisme de détection d'erreur sophistiqué.
 - L'utilisation de cette AAL sera limitée
 - » IEEE 802.6 : DQDB
 - » SMDS
 - ◆ Switched MultimégabitData Service (CBDS en Europe).



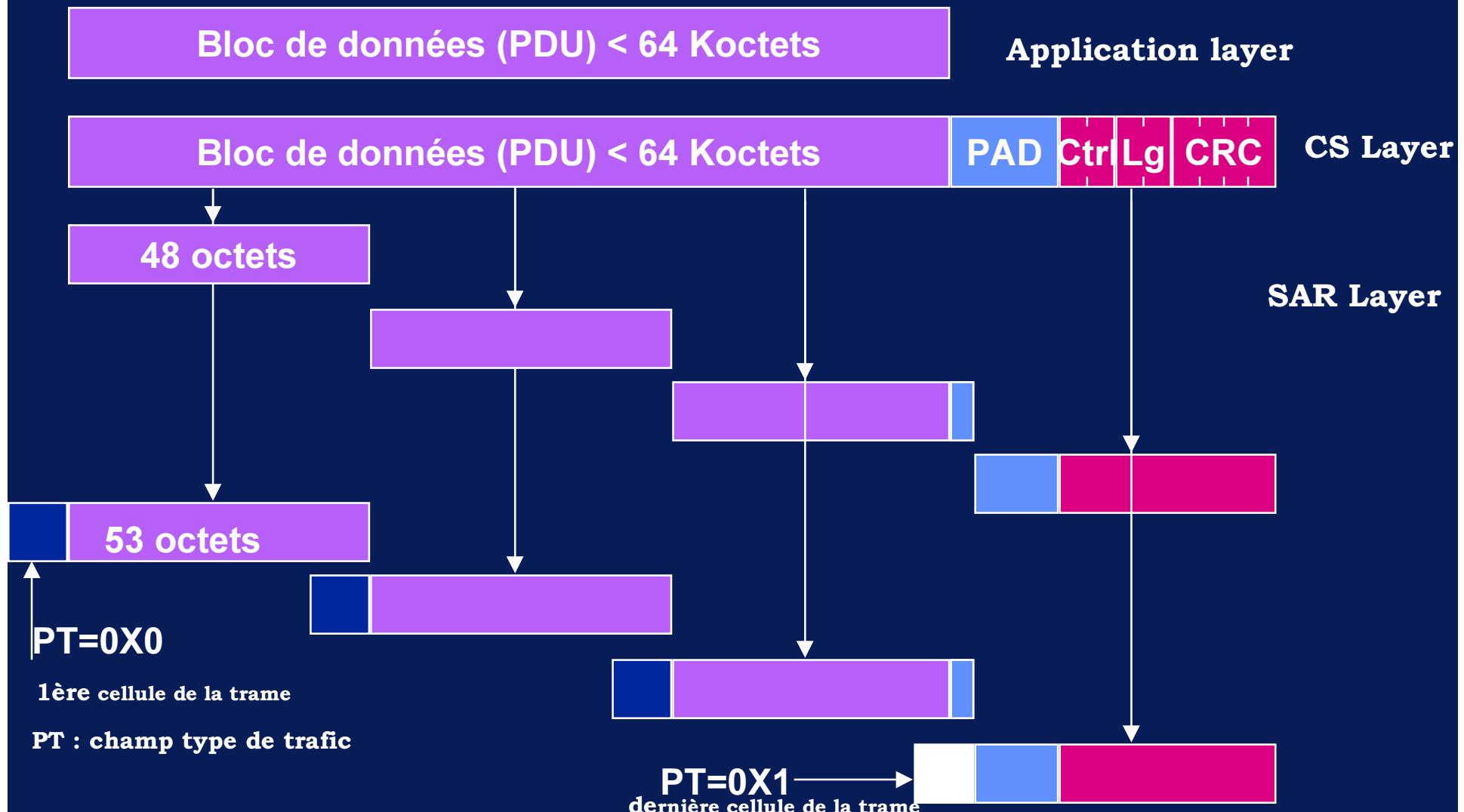
ALL type 5

- ◆ AAL5 : service de classe D (mode non connecté)
 - développé par l'industrie de l'informatique.
 - services privilégiés :
 - » UBR Unspecified Bit Rate
 - » ABR Available Bit Rate (UNI 4.0)
- ◆ AAL3/4 simplifiée.
- ◆ SEAL : Simple and Efficient Adaptation Layer.
 - Moins d'en-têtes et de temps de traitement.
 - Minimiser le temps de traitement par les ordinateurs.
 - Définir une interface AAL aussi proche que possible des interfaces de transmission.
 - Pas de multiplexage des cellules.



La couche AAL 5

UREC





UREC

Services et couches AAL

- ◆ Téléphone ---> AAL1
- ◆ Transferts de données IP
 - AAL5
 - CBDS/SMDS ou Frame Relay ---> AAL 3/4
- ◆ Vidéo ---> AAL5 ou AAL1



UREC

Commutateurs ATM

Principes généraux

◆ Généralités

- caractéristiques
- files d'attentes

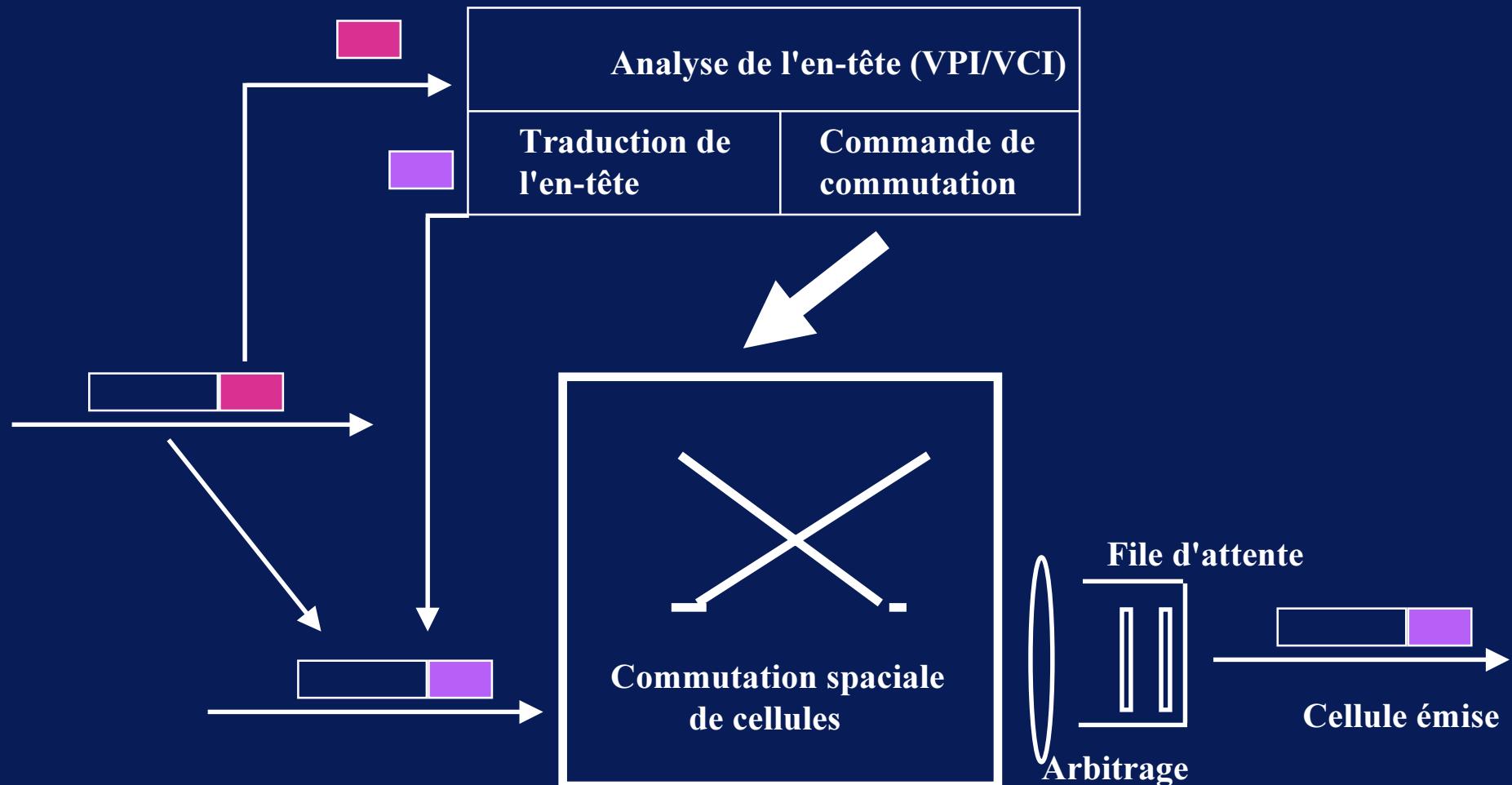
◆ Exemples

- Commutateurs TDM
- Commutateurs Crossbar
- Commutateurs Batch Banyan



UREC

Commutateur ATM Fonctions



Le travail du commutateur est de router les cellules sur les liaisons



UREC

Commutateur ATM Caractéristiques

◆ Traitement de tous les services ATM caractérisés par :

- débit binaire
 - » n Kbps : télécontrôle
 - » n Mbps, $n > 150$; TVHD, Data
- comportement dans le temps
 - » débit constant, variable
- transparence sémantique
 - » taux de perte de cellules
 - » taux d'erreurs binaires
- transparence temporelle
 - » délai
 - » dérive sur le délai

◆ Duplication sur n voies

- information d'une source vers N destinations
- ex : messagerie, vidéobibliothèque ..



UREC

Commutateur ATM

Caractéristiques : Performances

◆ Capacité, taux d'erreur binaire

- technologie et dimensionnement du système
 - » CMOS, ECL

◆ Blocage des connexions

- blocage : probabilité de trouver une quantité de ressources insuffisante entre l'entrée et la sortie du commutateur
 - » 2 cellules ou plus sont en compétition pour accéder à une même ressource
 - » la qualité des connexions existantes et de la nouvelle n'est plus garantie.
- commutateurs sans connexion interne = non bloquant
 - » si les ressources à l'entrée et à la sortie du commutateur sont suffisantes => aucun blocage interne.
- commutateurs avec les ressources affectées pour chaque nouvelle connexion = bloquant



UREC

Commutateur ATM

Caractéristiques : Performances

◆ Probabilité de perte/insertion de cellules

- grand nombre de cellules destinées à une même file de sortie => perte de cellules
 - » valeurs entre 10^{*-8} et 10^{*-11}
- mauvais acheminement à l'intérieur du commutateur => cellule sur une mauvaise voie logique.

◆ Le commutateur ne doit pas modifier l'ordre des cellules à l'intérieur d'un VCI.

◆ Délai de commutation

- entre 10 et 100 µs avec une dérive de 100 µs ou moins.



UREC

Commutateur ATM Files d'attente

◆ Problème :

- deux cellules arrivent à deux entrées du commutateur et sont dirigées vers la même sortie pendant le même temps cellule

◆ Solutions

– Mise en file d'attente d'entrée

- » chaque entrée possède une mémoire tampon
=> une logique d'arbitrage décide que la file d'attente peut être desservie

- ◆ arbitrage simple : tour de rôle

- complexe : prise en compte du remplissage de la mémoire tampon.

– Mise en file d'attente de sortie

- » des cellules peuvent être commutées vers la même sortie, mais une seule cellule ne peut être émise pendant un temps cellule
=> file d'attente de sortie

- » chaque sortie possède une mémoire tampon

- » les N entrées peuvent envoyer simultanément des cellules vers une même sortie => pas de perte de cellules si le transfert s'effectue à la vitesse de N x vitesse d'entrée.



UREC

Commutateur ATM

Files d'attente

- Mise en file d'attente centrale
 - » les mémoires tampons sont partagées entre la totalité des entrées et des sorties
=> chaque cellule est stockée dans la file d'attente.
 - » chaque sortie sélectionne les cellules qui lui sont destinées selon une règle FIFO
=> mémoire centrale à adressage aléatoire



UREC

Commutateur ATM Files d'attente

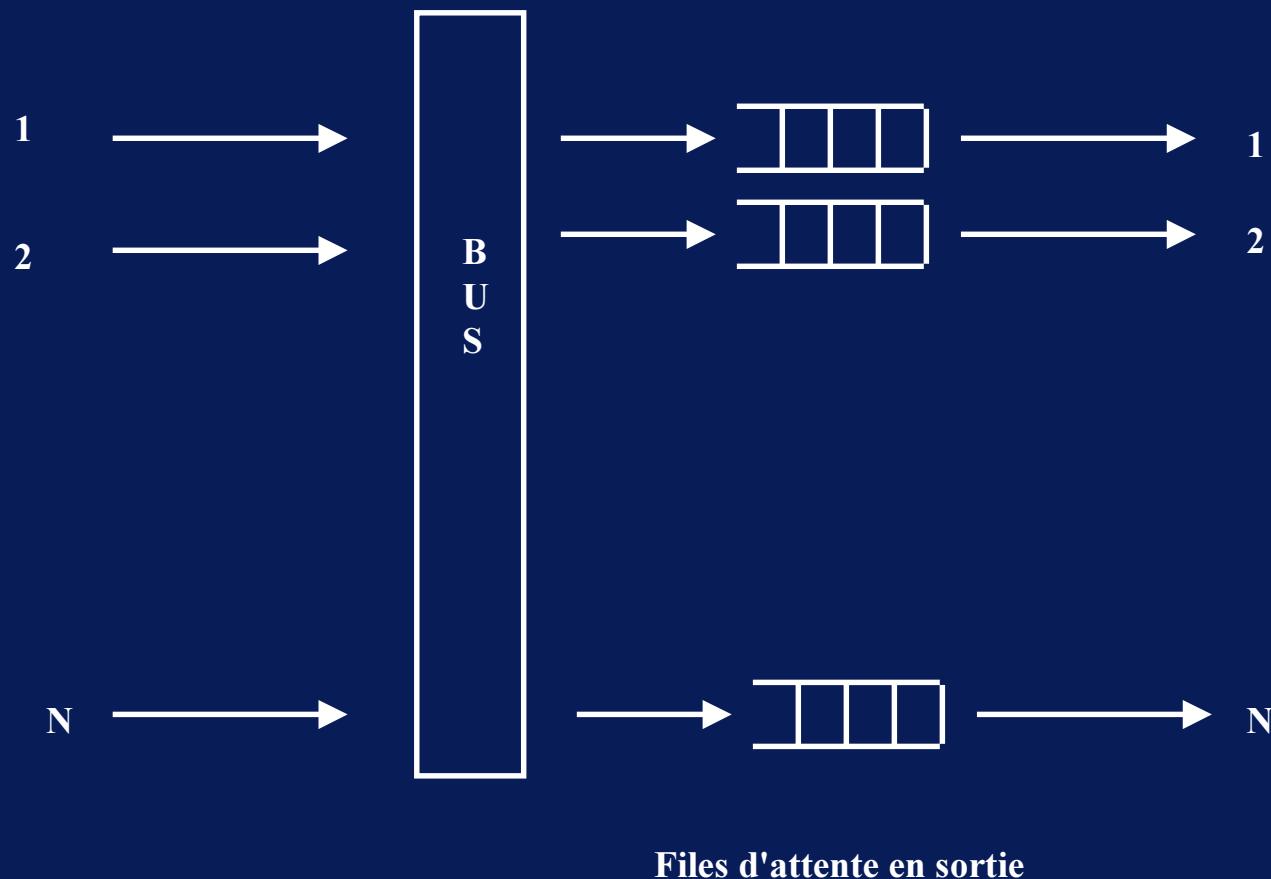
◆ Mise en oeuvre

- Trois paramètres ont un impact sur la complexité des différents systèmes de mise en file d'attente :
 - » Taille de la file
 - ◆ dépend des performances requises et du principe retenu.
 - » Vitesse de la mémoire
 - ◆ le temps d'accès dépend du principe retenu, du nombre d'entrées et de la vitesse des liens entrants et sortants.
 - » Contrôle de la mémoire
 - ◆ FIFO : simple
 - ◆ file d'attente centrale : fonction de gestion dynamique.
- Le choix dépend
 - » de la technologie des puces (CMOS, ECL),
 - » de la largeur des matrices de la puce,
 - » de la vitesse de fonctionnement du système (45, 155, 622 Mbps),
 - » de la taille du module de commutation de base (2x2 .. 32x32)



UREC

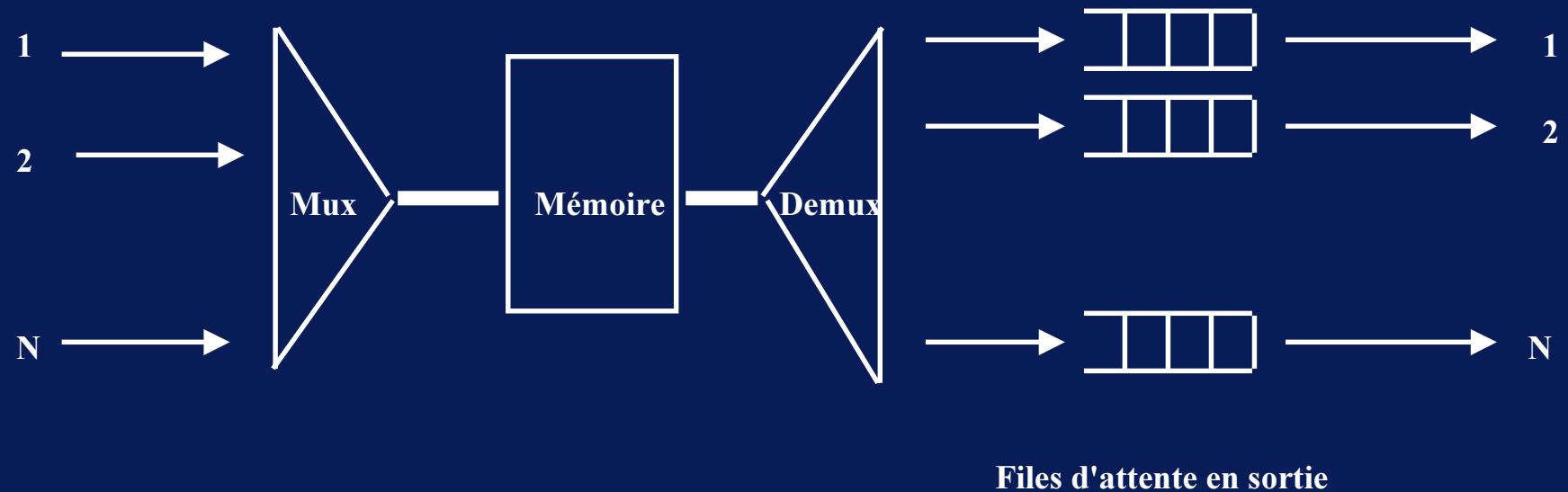
Commutateur ATM TDM : Bus partagé



TDM : Time Division Multiplexing

Commutateur ATM

TDM : Mémoire partagée

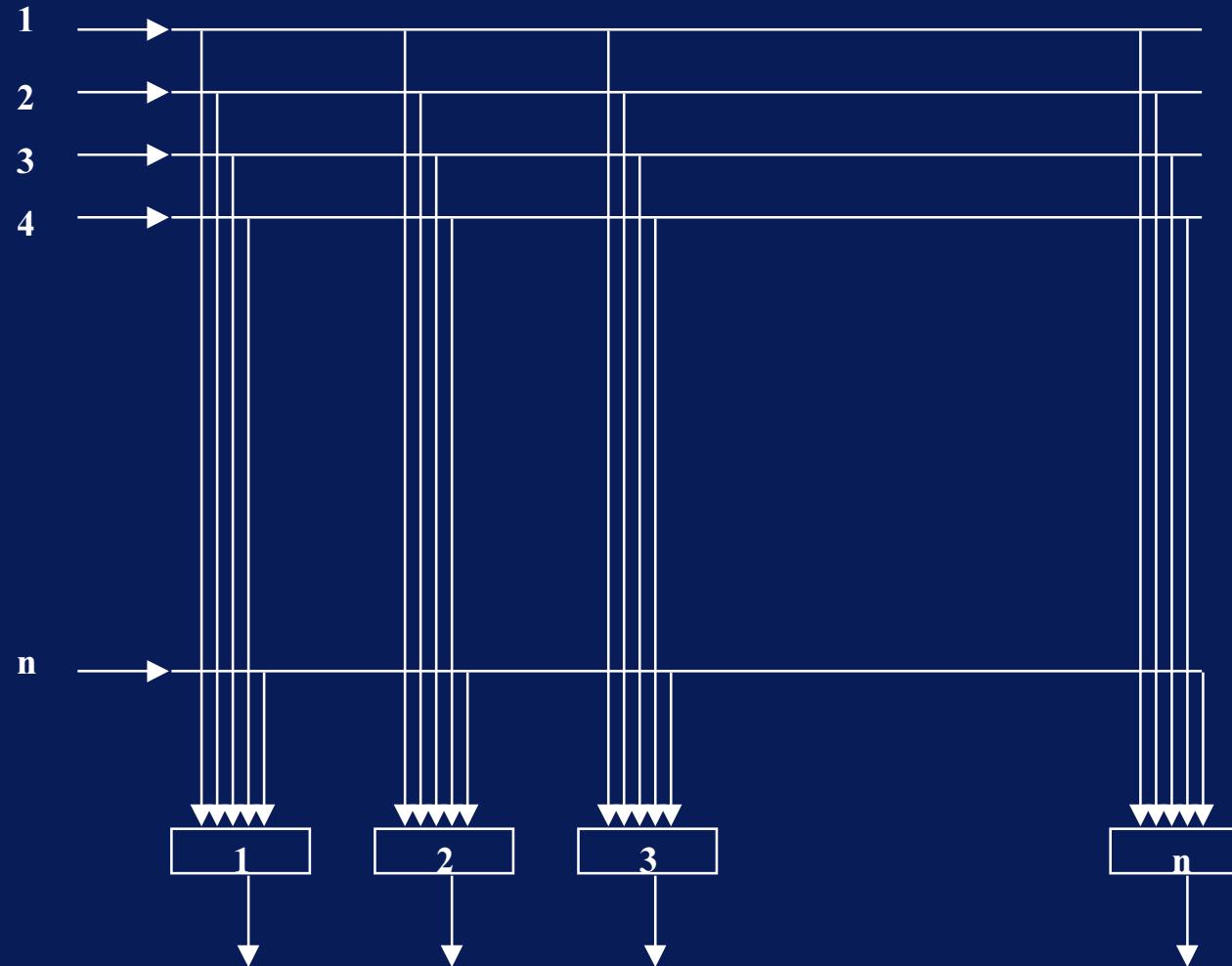


TDM : Time Division Multiplexing



UREC

Commutateur ATM Architecture Crossbar



Chaque port d'entrée
rélié
à un port de sortie



Pas de blocage :
- aux ports d'entrée
- dans le commutateur



Uniquement
aux ports de sortie



UREC

Commutateur ATM Architecture Crossbar

- ◆ **La complexité réside dans les ports de sortie :**
 - logique de reconnaissance des cellules destinées à la sortie
 - logique de traitements des surcharges de trafic
 - » N entrées vers une même sortie;
- ◆ **Il nécessite beaucoup d'électronique dans chaque port de sortie (en N^2) => coût élevé.**
- ◆ **Bonnes performances en blocage**
- ◆ **Supporte facilement la diffusion multiple**
- ◆ **Problème des commutateurs conçus sur ce modèle :**
 - la faisabilité repose sur l'hypothèse que les arrivées de cellules ne sont pas liées ou ne sont pas en corrélation => ce n'est pas le cas du transfert de données.
 - grande probabilité de longues files d'attente => mémoire tampon importante.



UREC

Commutateur ATM Architecture Batcher-Banyan

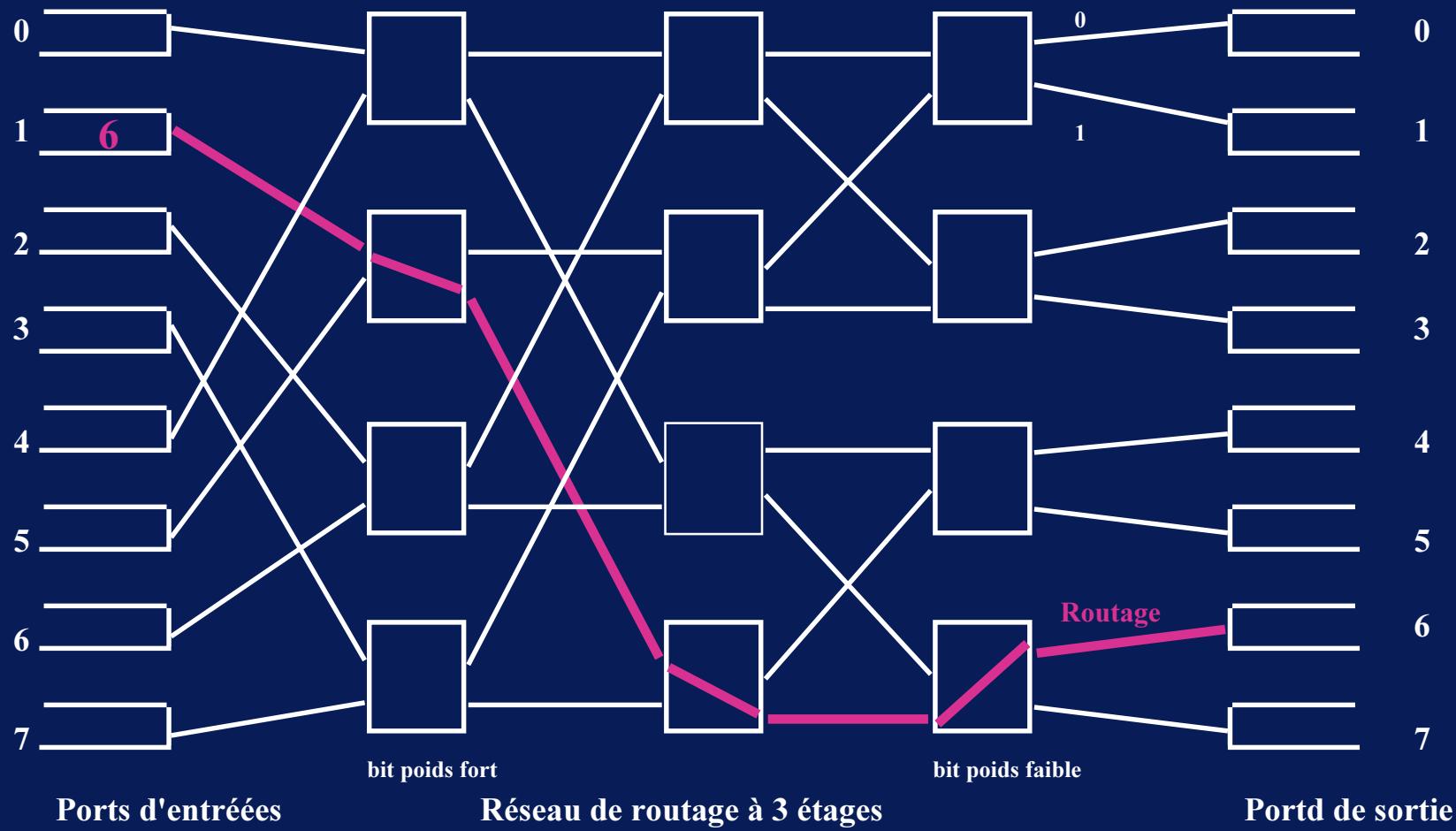
◆ Deux composants

- un commutateur routeur banyan
- un réseau de tri Batcher



Commutateur ATM

Architecture Banyan



6 = 110

Commutateur 8 x 8



UREC

Commutateur ATM Architecture Batcher-Banyan

◆ réseaux de tri Batcher

- K. E. Batcher en 1968 : version câblée d'un algorithme de tri-fusion.
- utilisation pour construire des commutateurs non bloquants.

◆ principes du commutateur

- on trie les cellules en entrée
- on recherche les cellules multiples à destination de la même adresse
- choix d'une cellule à passer au commutateur banyan pour chaque destination



UREC

Bibliographie

- ◆ **Asynchronous Transfer Mode (Martin De Prycker)**
éditions Ellis Horwood
- ◆ **Les réseaux gigabit (Craig Partridge)**
éditions Addison-Wesley
- ◆ **Comprendre ATM (ouvrage collectif de Bay Networks)**
éditions Addison-Wesley