

# ATM

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





# 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,

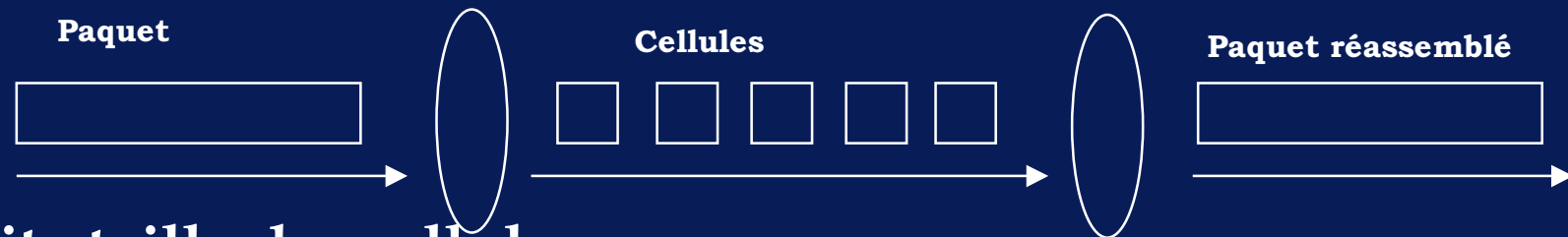


# Normalisation et standards.

- ◆ **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"**

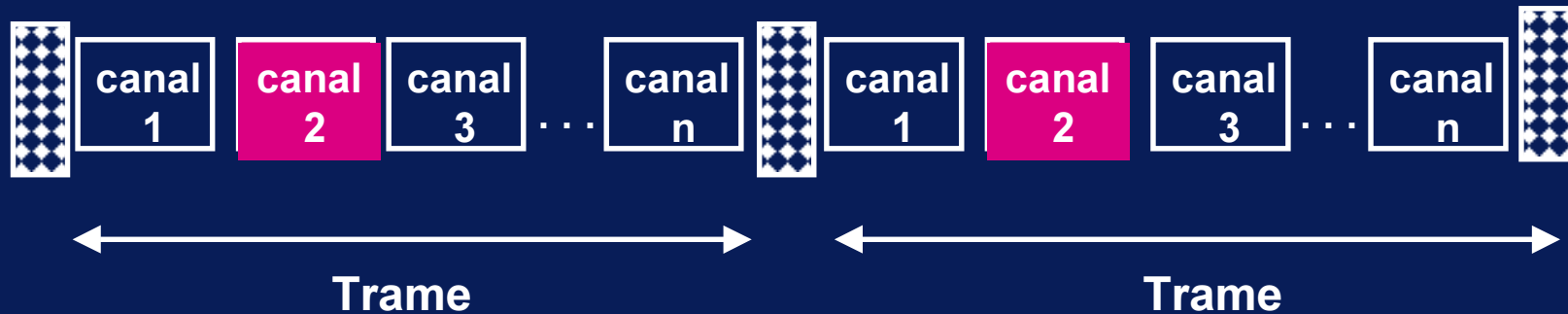


# Réseau de cellules Horloges

- ◆ **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:**
  - **synchrone**
    - » 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

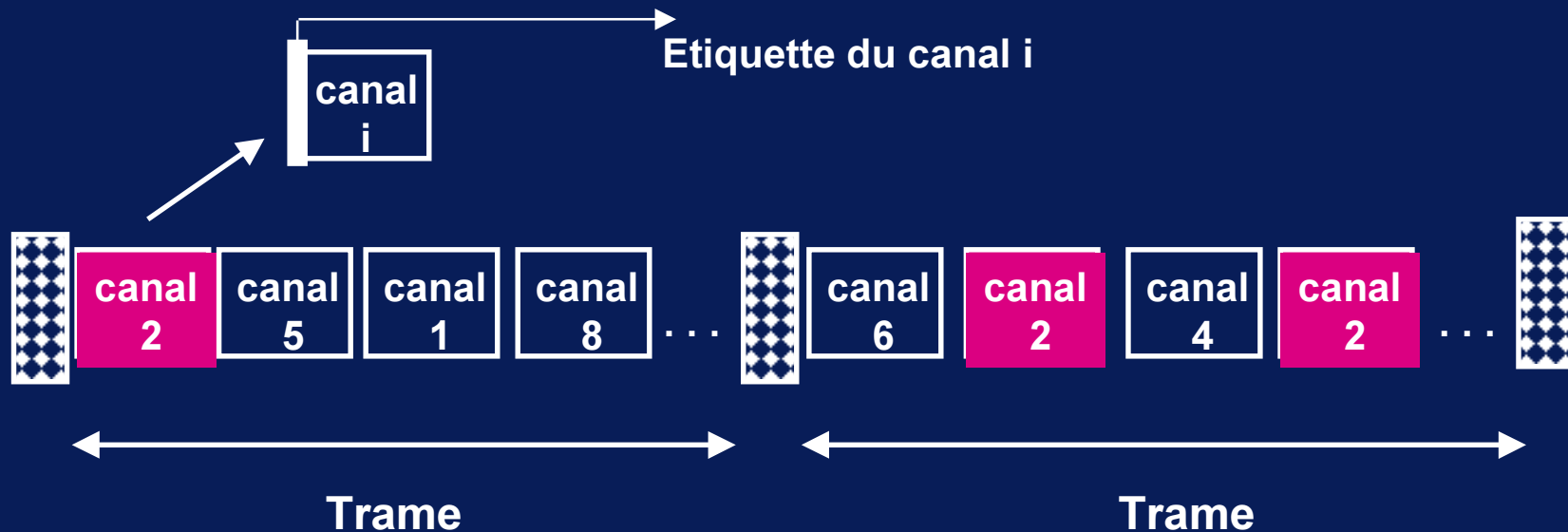
## Multiplexage temporel synchrone



- ◆ 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
  - Élément "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



# 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.





# 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  $\mu$ s à 64 Kbps
  - » 1000 bits toutes les 125  $\mu$ s à 8 Mbps
- un seul débit binaire pour l'ensemble des services ( même nombre de bits par tranche de temps).

## ◆ Evolution :

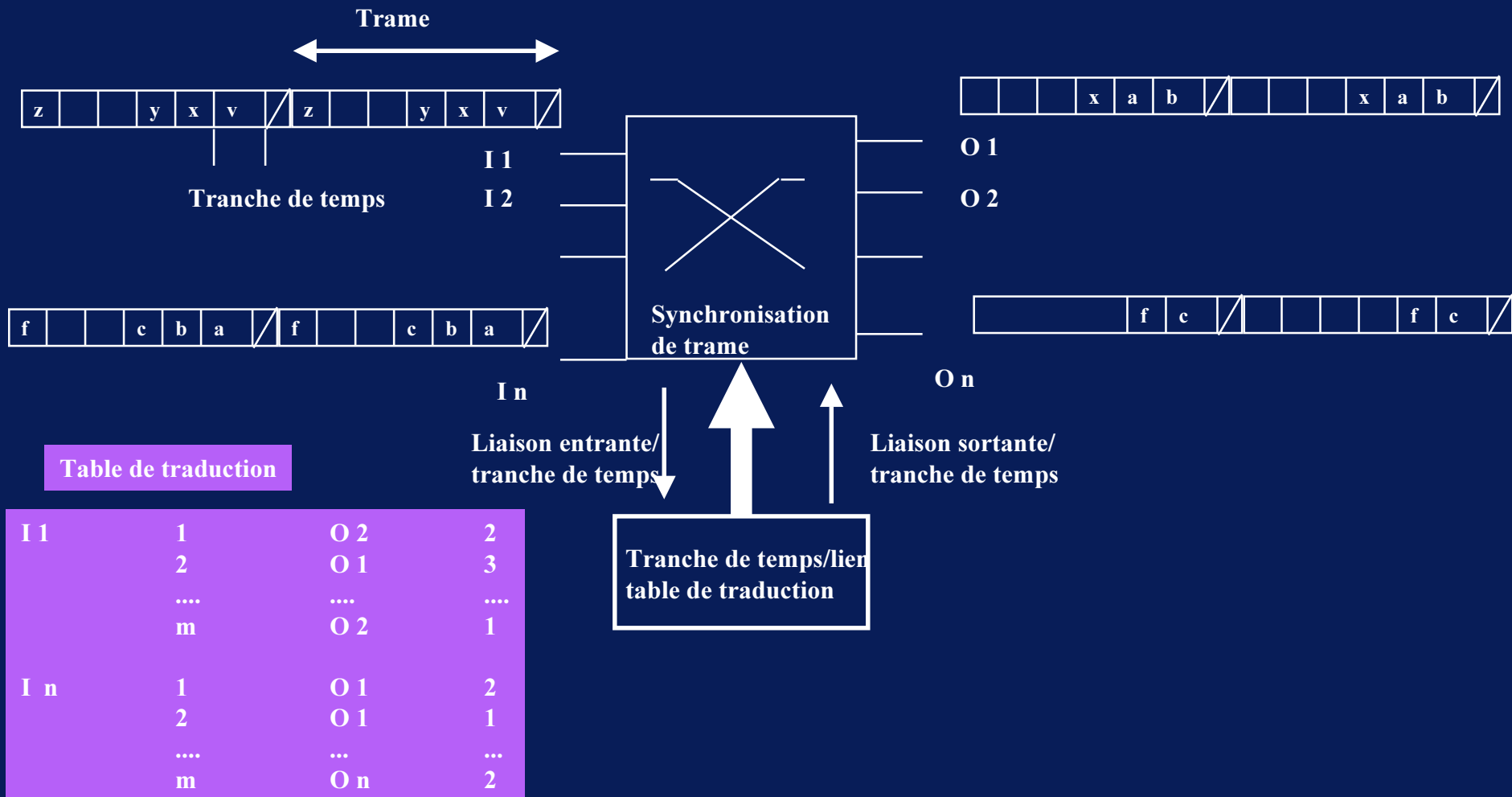
- commutation de circuits multidébit (Multirate Circuit Switching).
- commutation rapide de circuits (Fast Circuit Switching).



UREC

# Réseau de cellules

## Commutation synchrone





# 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 :

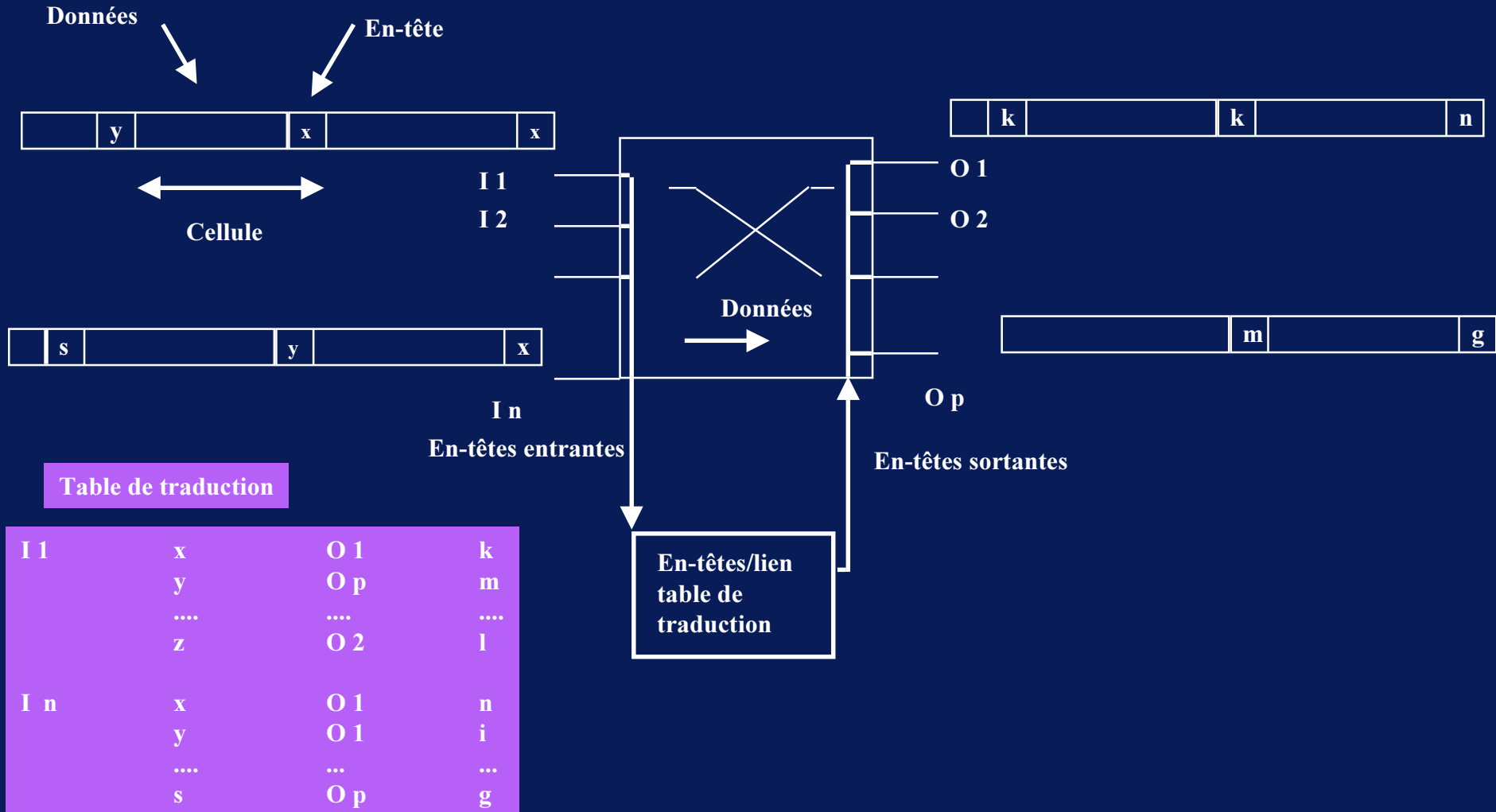
- datagramme : mode non connecté
- circuit virtuel : mode connecté, signalisation
- auto-acheminement : source routing



# Réseau de cellules

## Commutation asynchrone

UREC



# Réseau de cellules

## Trame, cellule, temps de propagation

◆ **Exemple:**

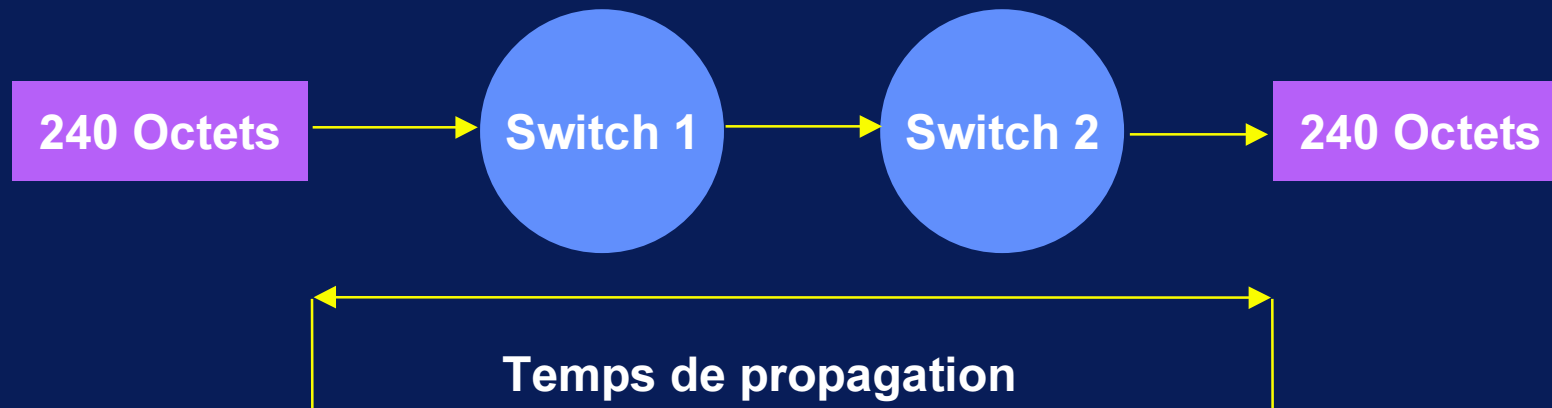
- Transmettre une trame de 240 octets à travers 2 commutateurs

◆ **Hypothèses :**

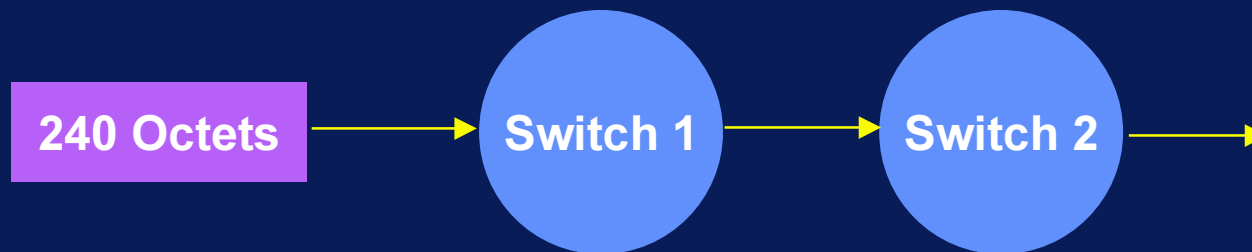
- Lien à 240 bytes/sec
- Commutateurs infiniment rapides

◆ **Calcul:**

- Temps total de propagation



# exemple du transfert de trame



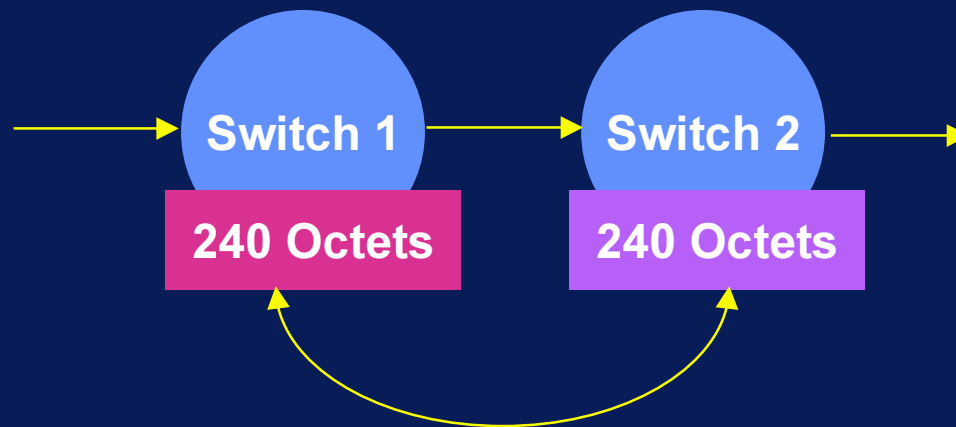
Temps écoulé = 0 seconde

# exemple du transfert de trame



Temps écoulé = 1 seconde

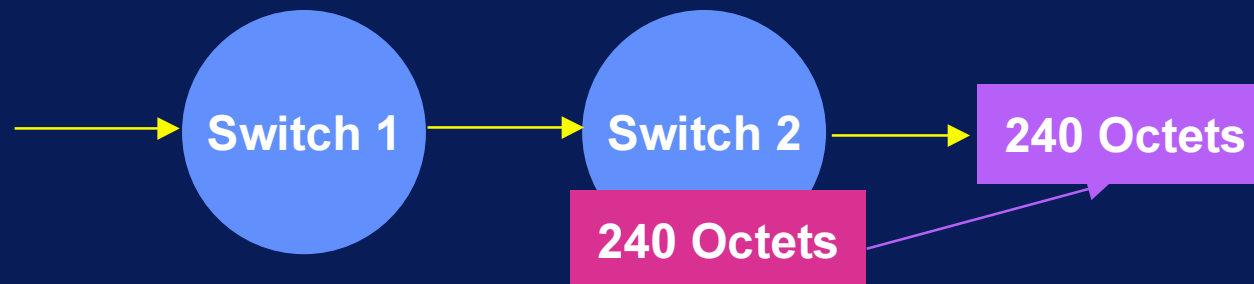
# exemple du transfert de trame



Temps écoulé = 2 secondes

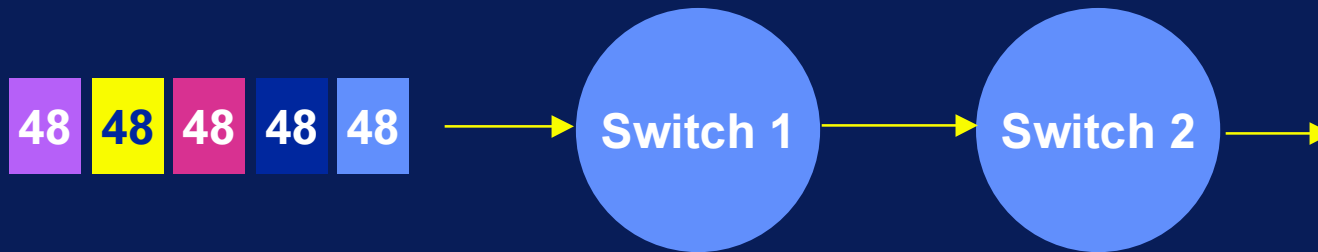


# exemple du transfert de trame



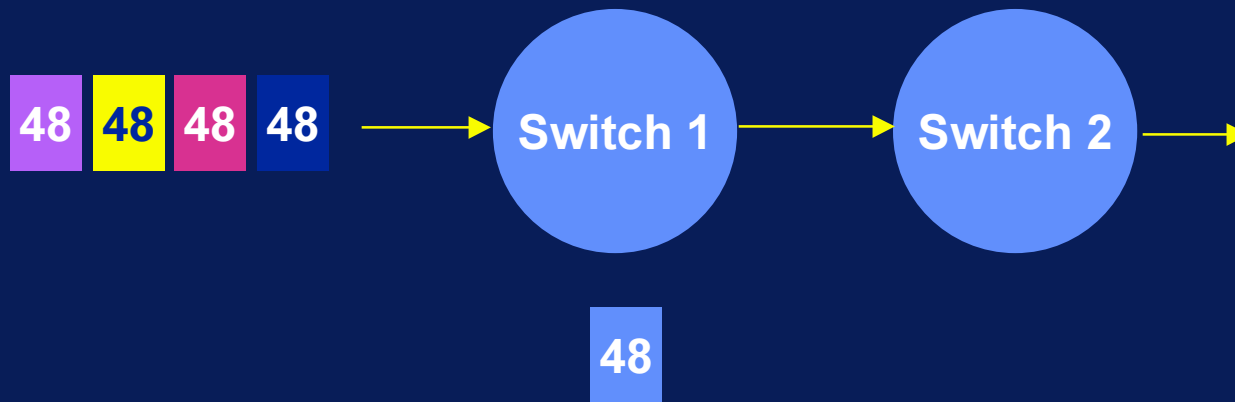
Temps écoulé = 3 secondes

# exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = 0 seconde

# exemple du transfert de cellule

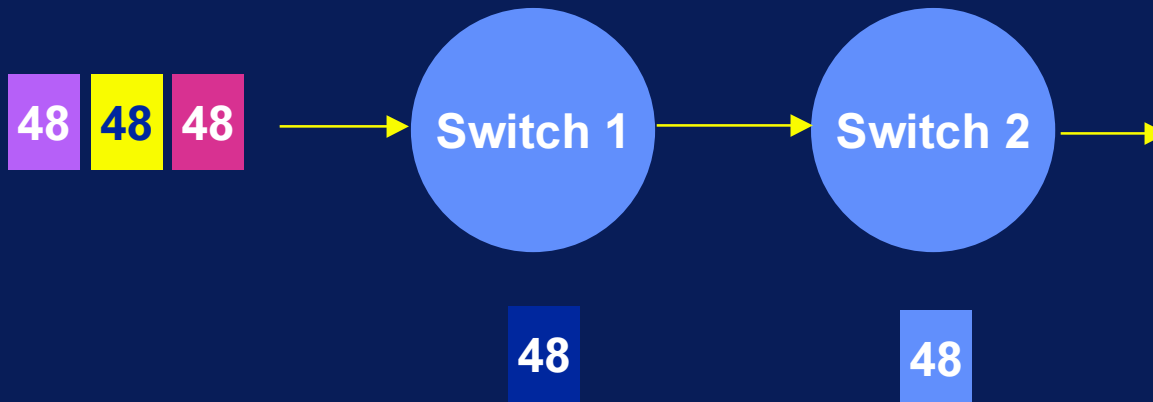


Temps écoulé = .2 seconde



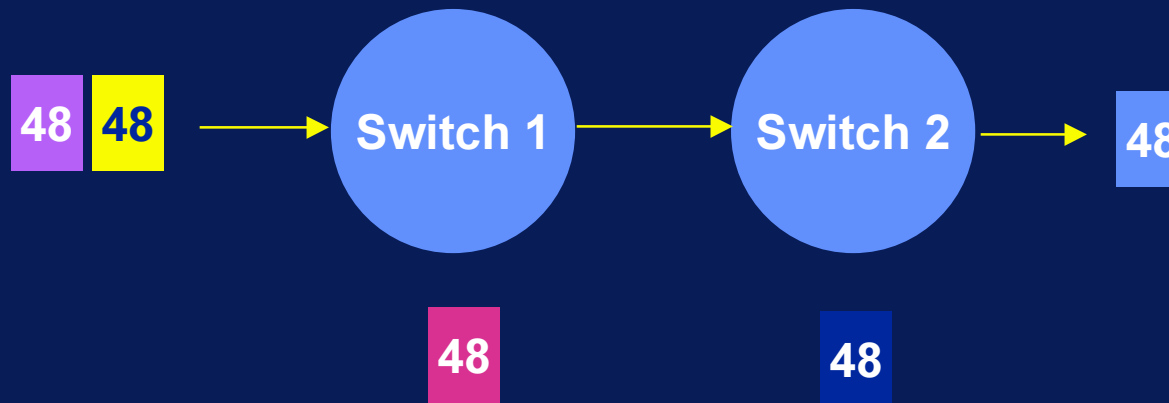
UREC

# exemple du transfert de cellule



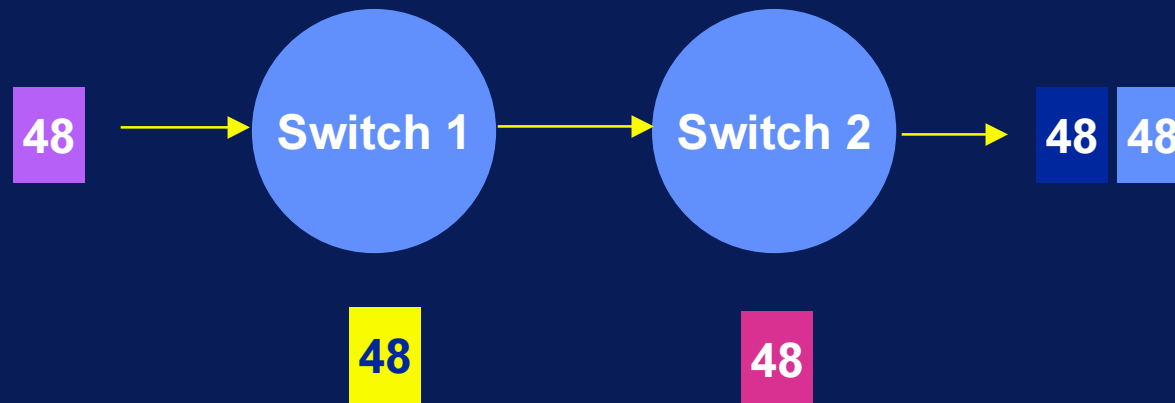
Temps écoulé = .4 seconde

# exemple du transfert de cellule



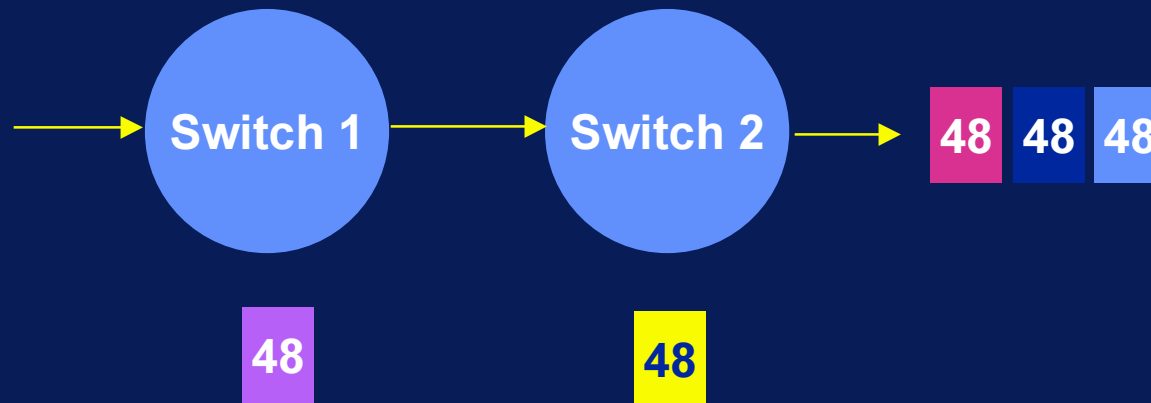
Temps écoulé = .6 seconde

# exemple du transfert de cellule



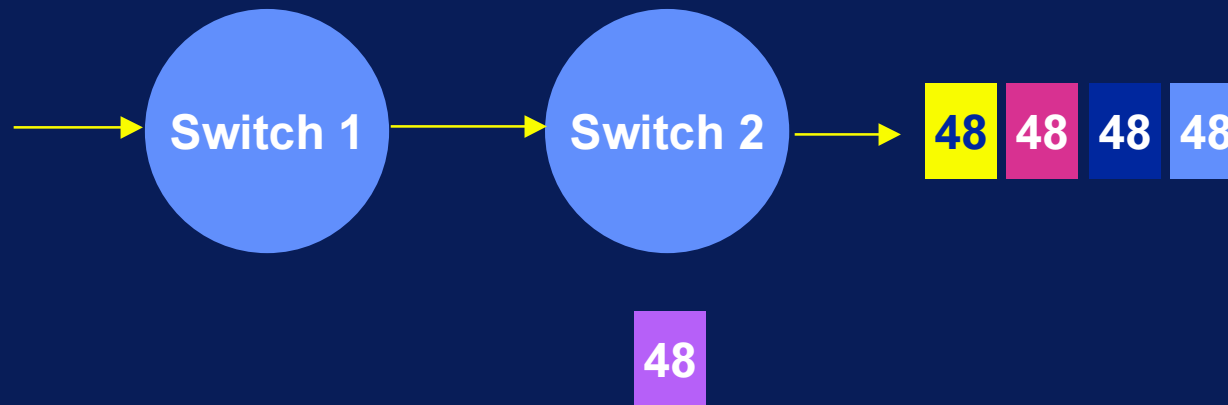
Temps écoulé = .8 seconde

# exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = 1.0 seconde

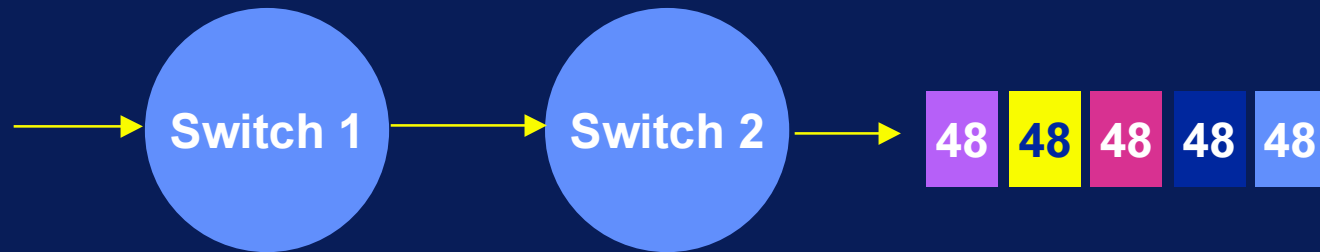
# exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = 1.2 seconde



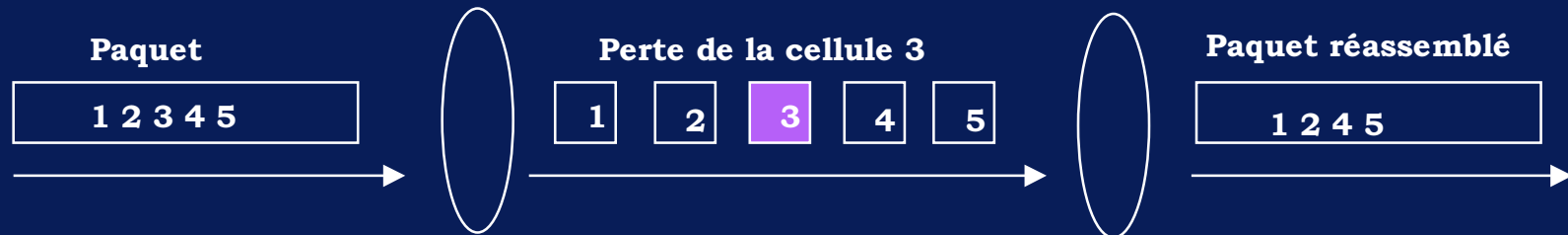
# exemple du transfert de cellule



Temps écoulé = 1.4 seconde

# Réseau de cellules Fragmentation

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



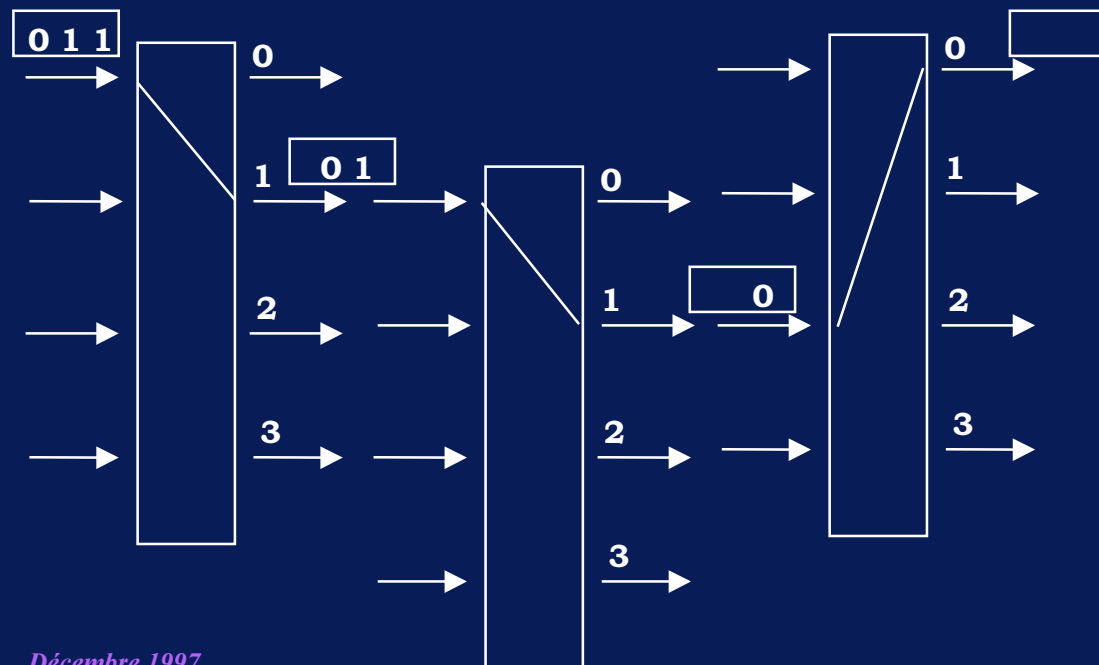
- Le paquet doit être retransmis dans son ensemble
  - si taux de perte important, le nouveau paquet peut à nouveau être une victime.
- Le réseau doit être à faible taux d'erreur et de perte de cellules
  - taux d'erreur de la fibre optique :  $10^{-12}$
- Utilisation de codes correcteurs d'erreurs simples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

# Réseau de cellules

## Routage

### ◆ Routage par la source

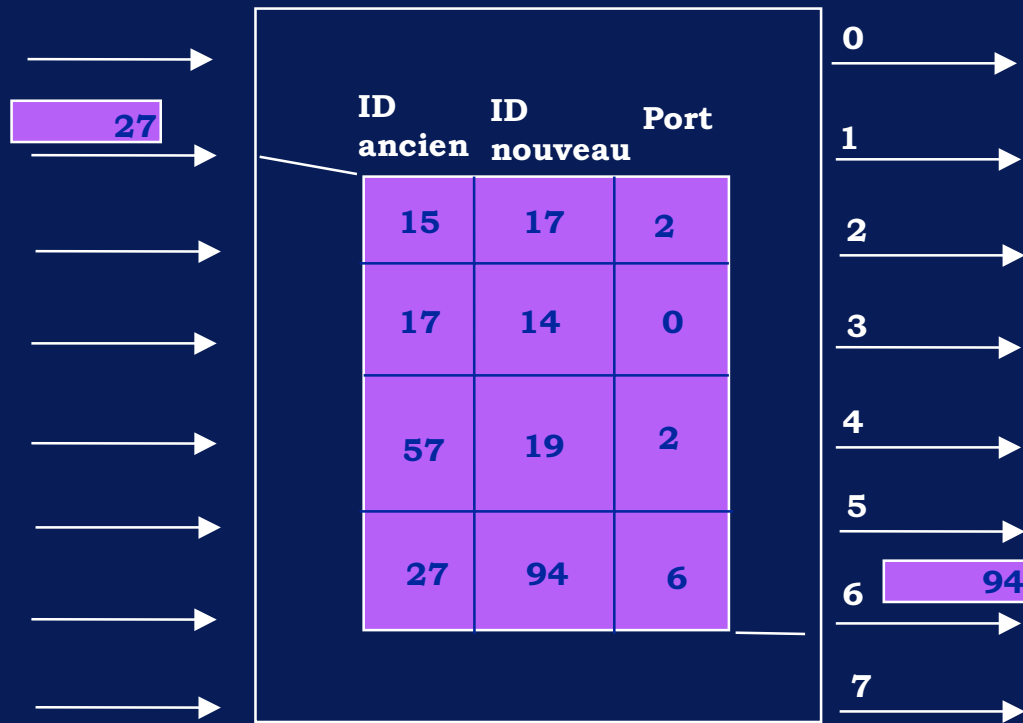
- L'ensemble de l'information de routage est ajouté en tête de chaque cellule.
- Problème : limitation du nombre de noeud pour que l'en-tête ne devienne pas trop grande.



# 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



# 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) établi**
  - Dynamiquement
  - Manuellement (permanent ou semi-permanent)

# Principes d'ATM

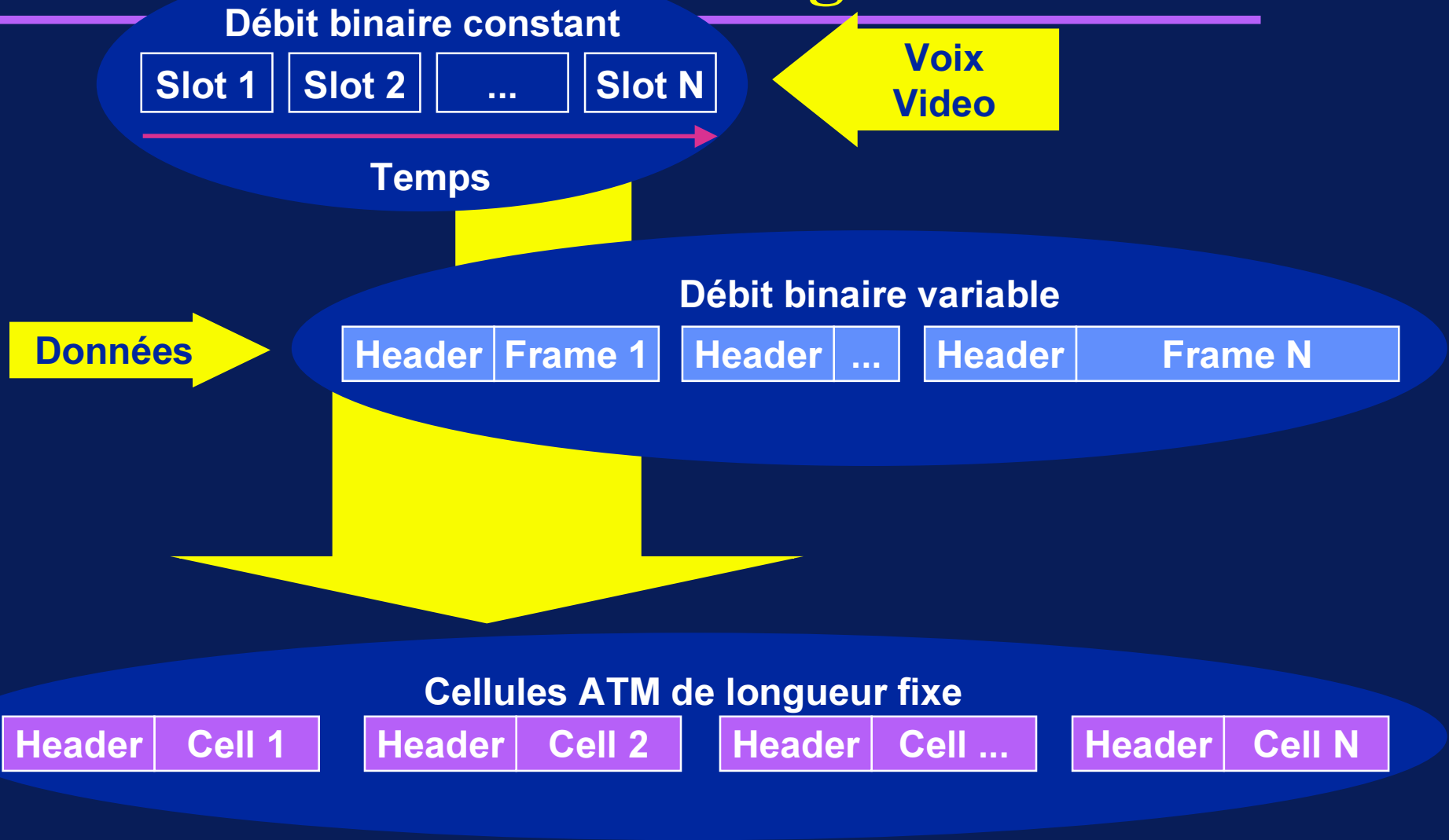
- ◆ Lors d'une connexion les données suivent toujours le même chemin.
- ◆ Chaque connexion : qualité de service (QoS)
- ◆ 2 couches principales (équivalent OSI 2-3)
  - ATM
  - AAL (ATM Adaptation Layer)



UREC

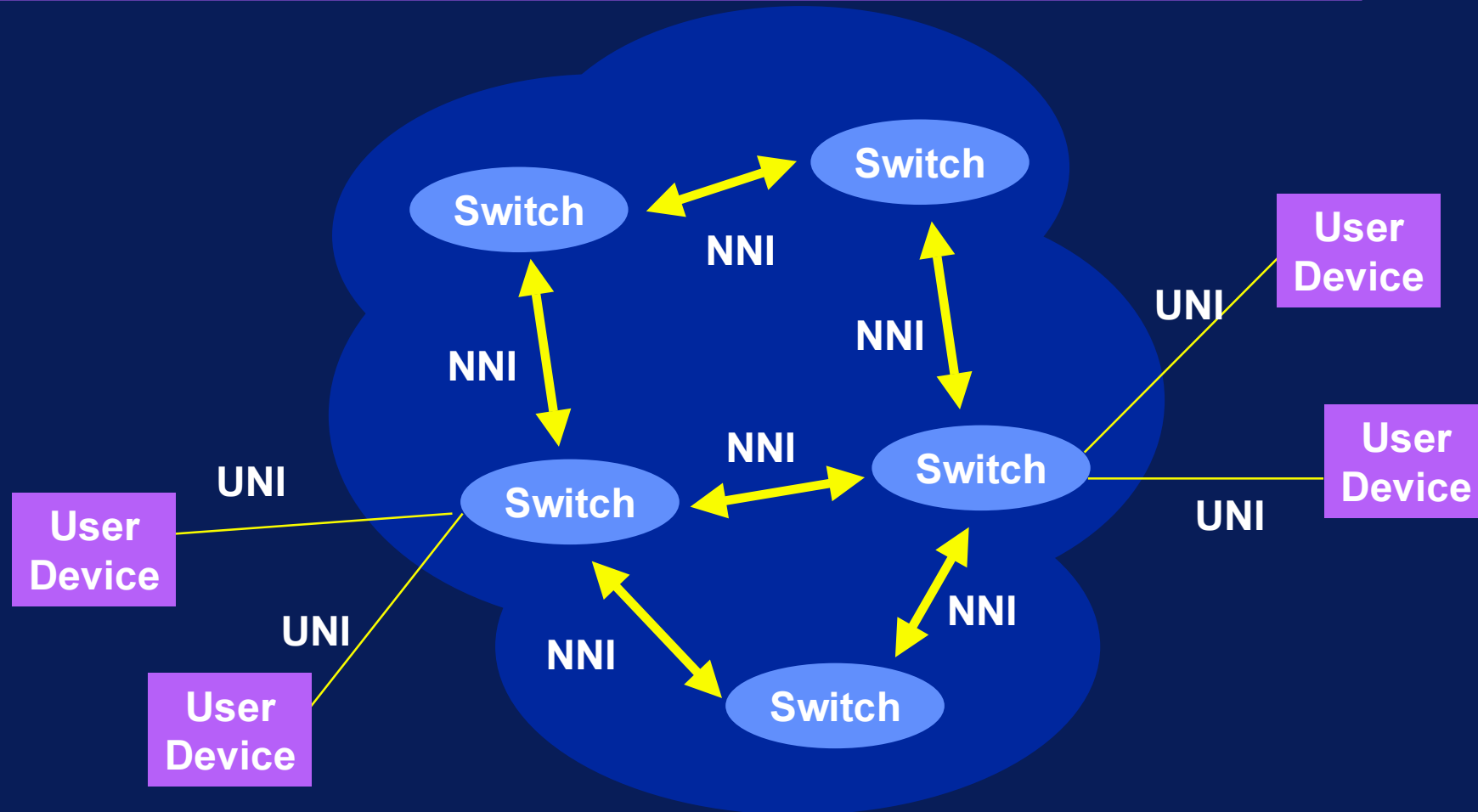
# Principes d'ATM

## Intégration des trafics



# Principes d'ATM

## Structure du réseau



**UNI : User Network Interface**  
**NNI : Network Node Interface**





# Modèle ATM

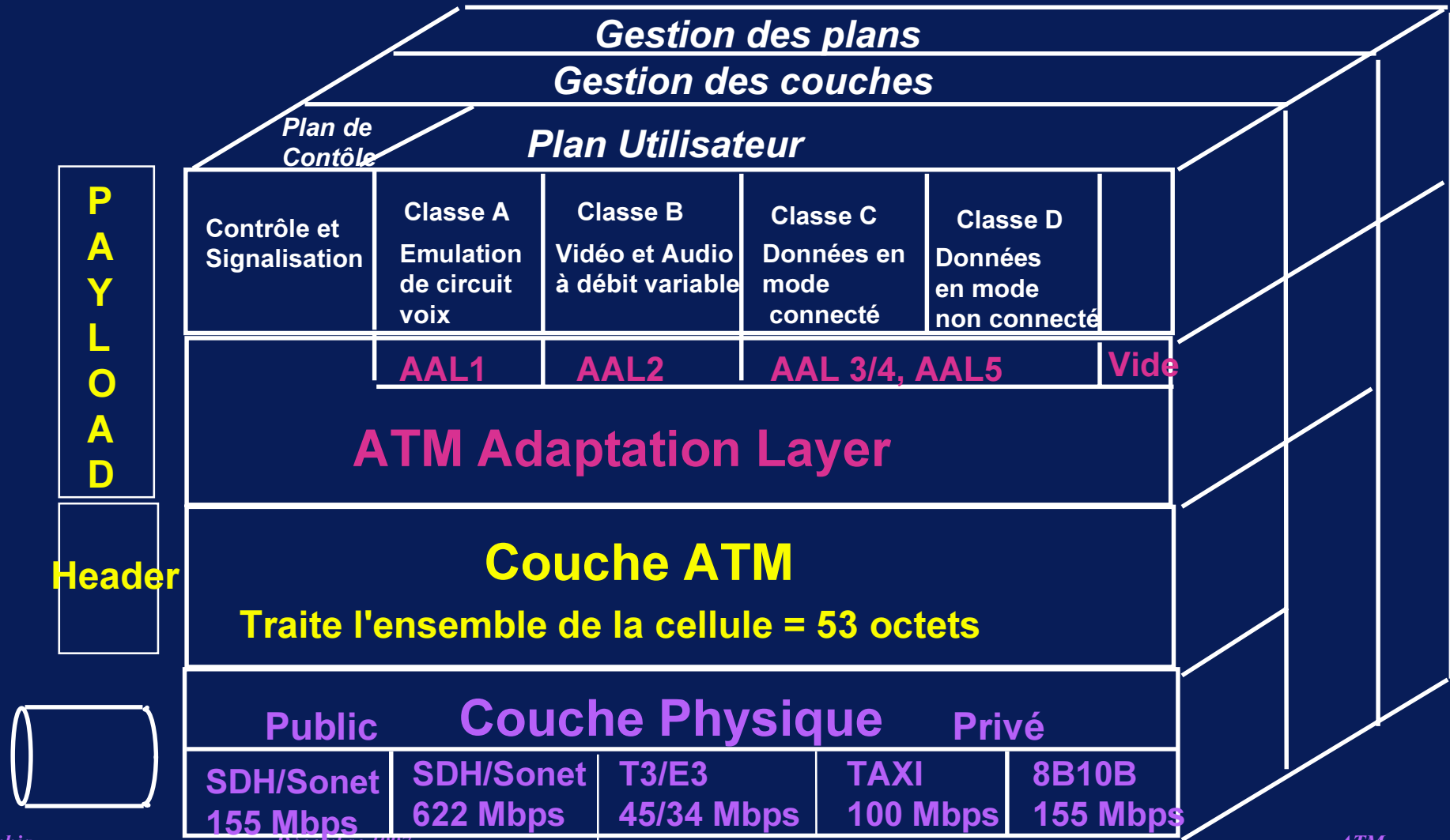
---

## ◆ 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



# Modèle ATM





# 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



# 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

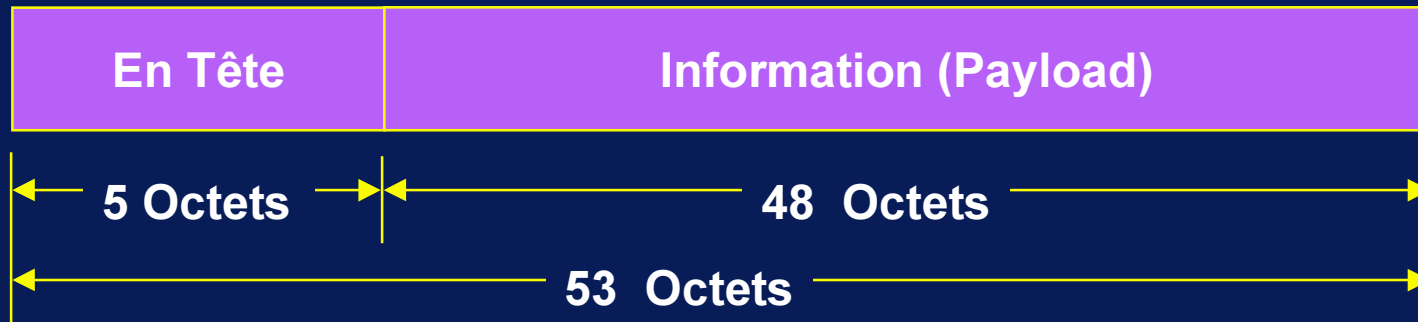
---

## ◆ Autres interfaces

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

# Couche ATM

## la cellule



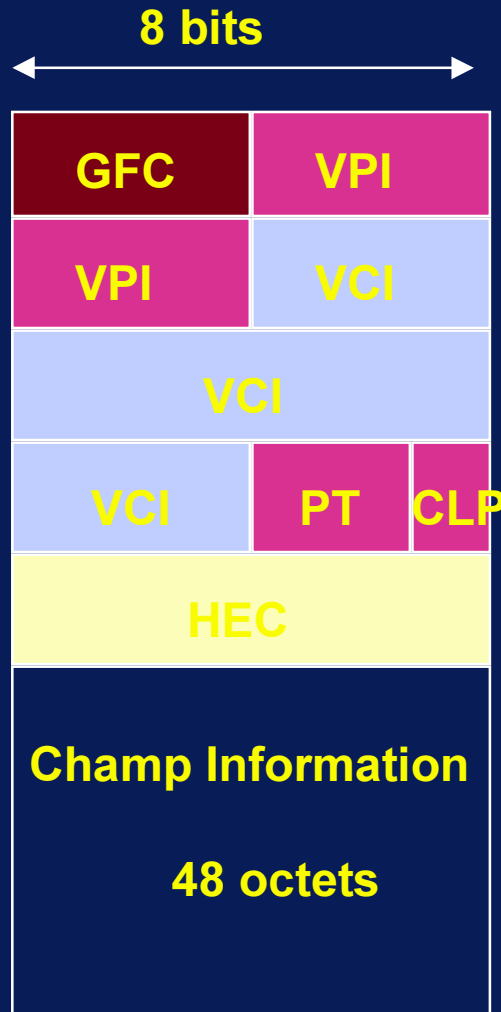
- ◆ **Ni détection, ni récupération d'erreur**
- ◆ **La taille est un compromis**
  - petite => faible temps de propagation
  - grande => faible surcharge dans le réseau
- ◆ **Longueur fixe**
  - facilite les implémentations hardware
  - facilite l'allocation de bande passante



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





# 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





# VP et VC

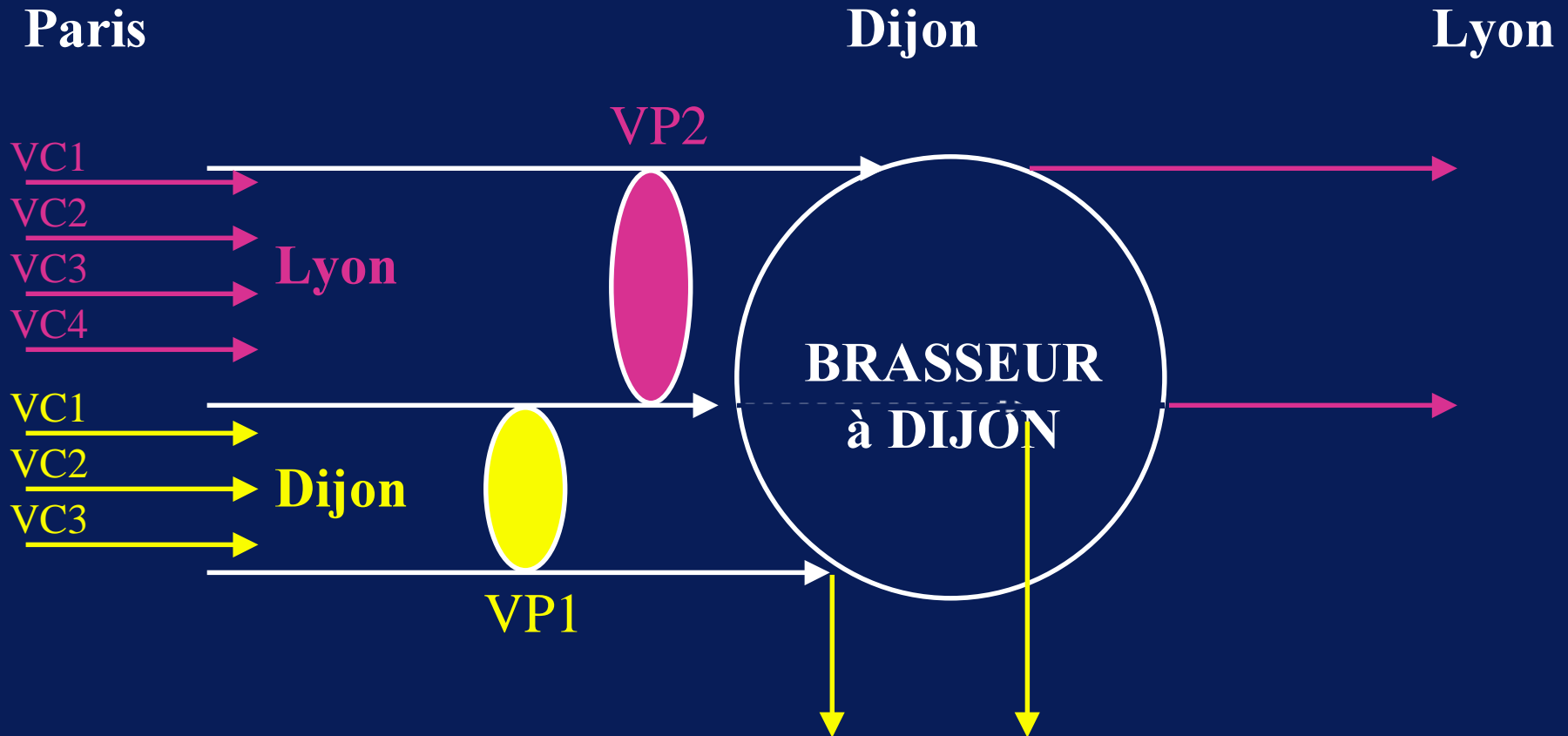
## Vocabulaire ATM / X25

---

- ◆ **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



# VP et VC : Pourquoi ces 2 niveaux ?





# Routage des cellules ATM

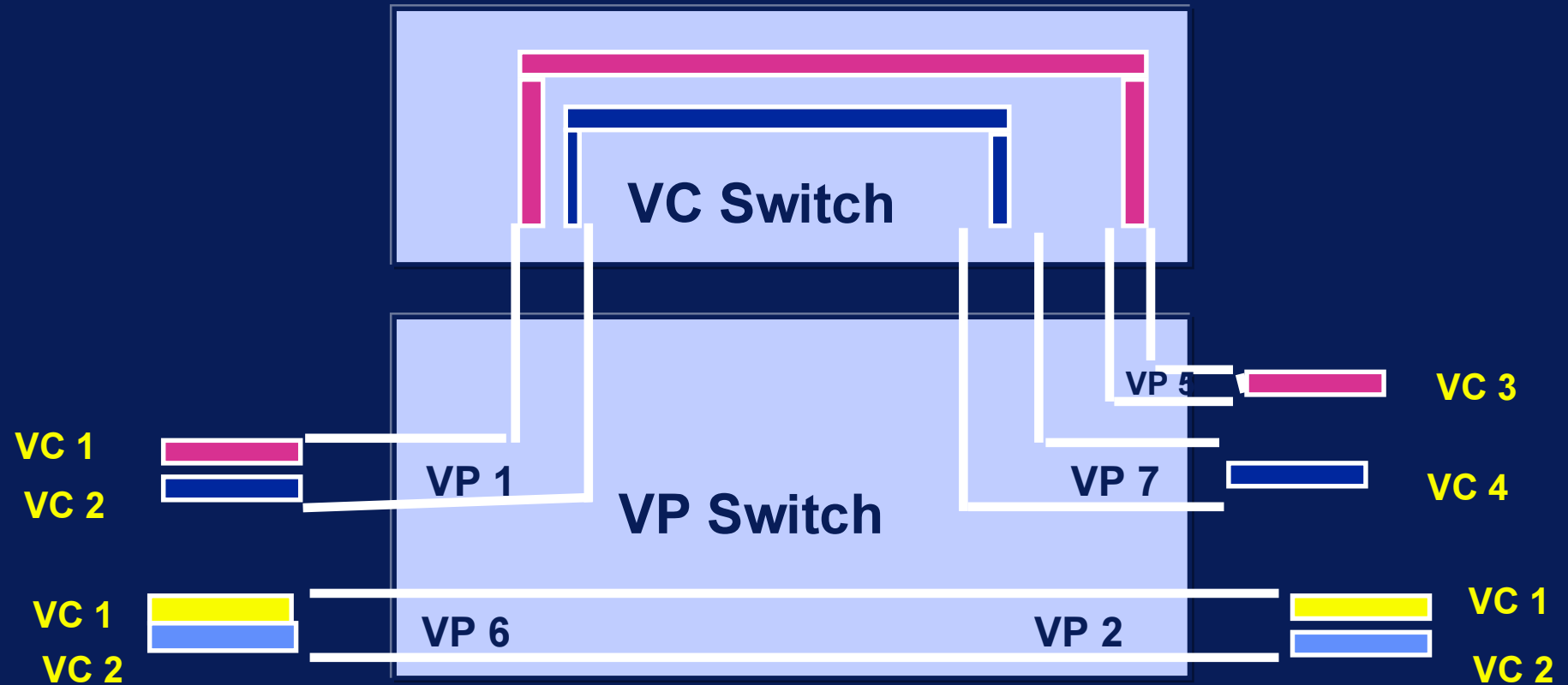
---

- ◆ **Routage de proche en proche**
- ◆ **Hierarchie 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**

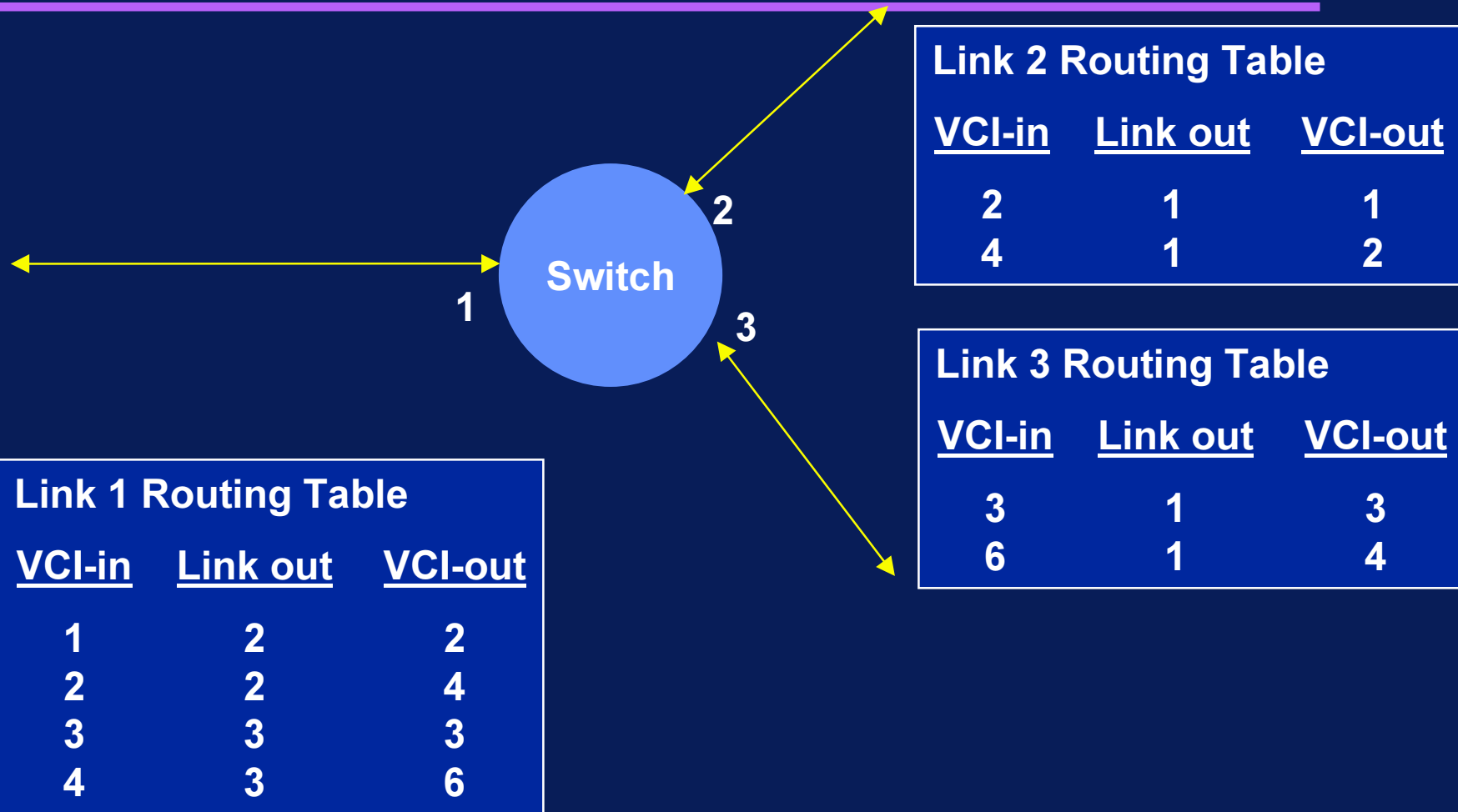


# Routage des cellules ATM

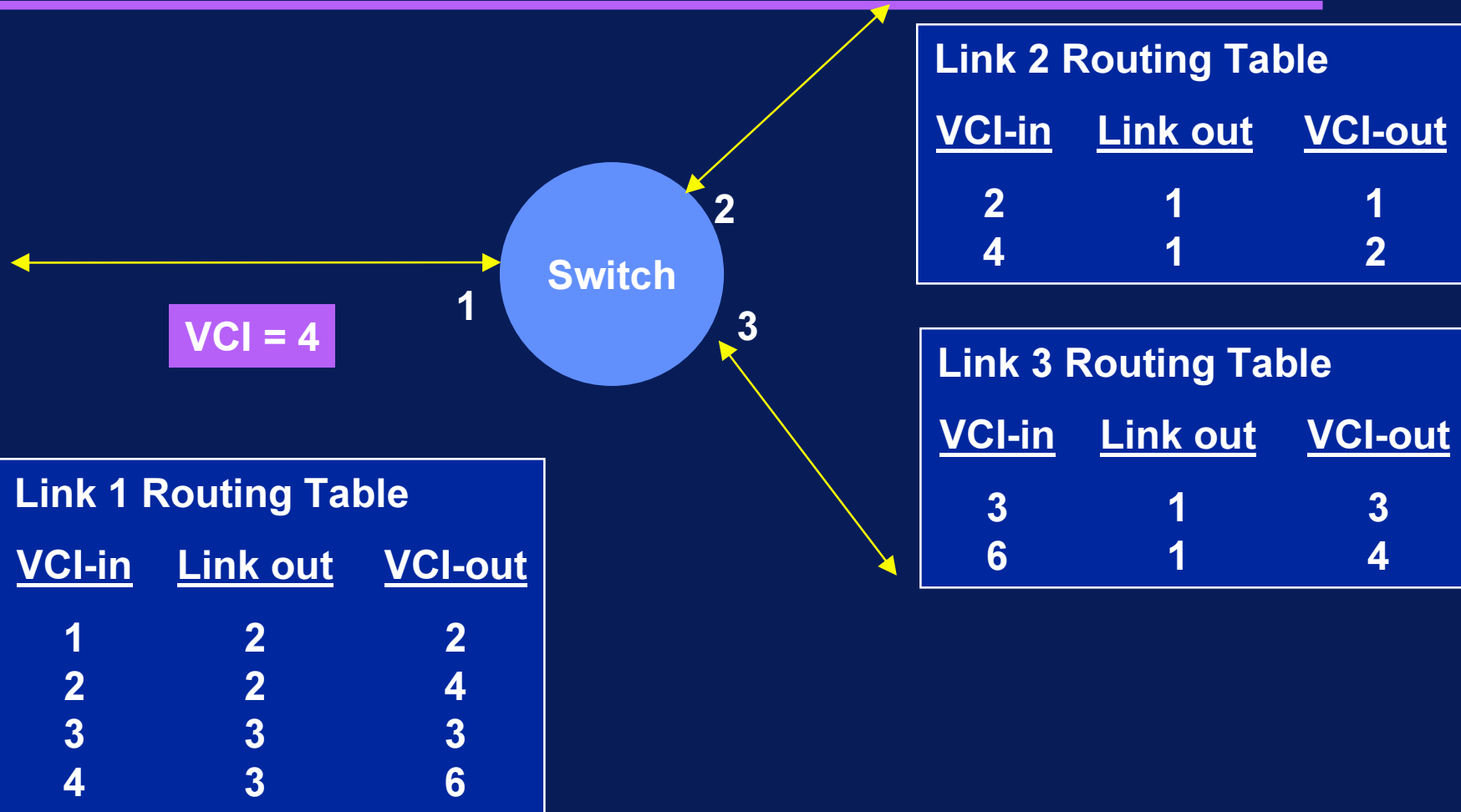
## Commutateur de VP et de VC



# Routage des cellules ATM

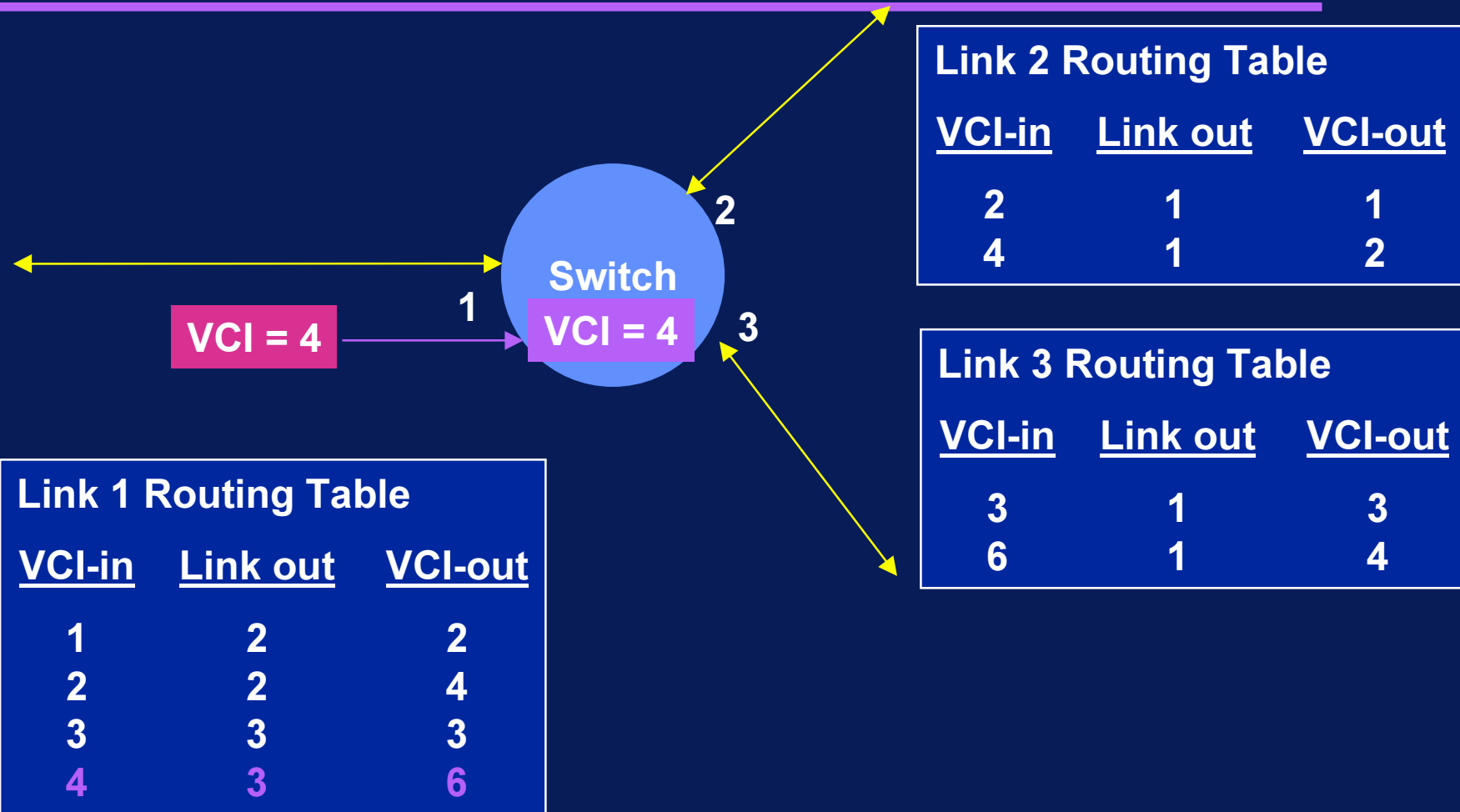


# Routage des cellules ATM

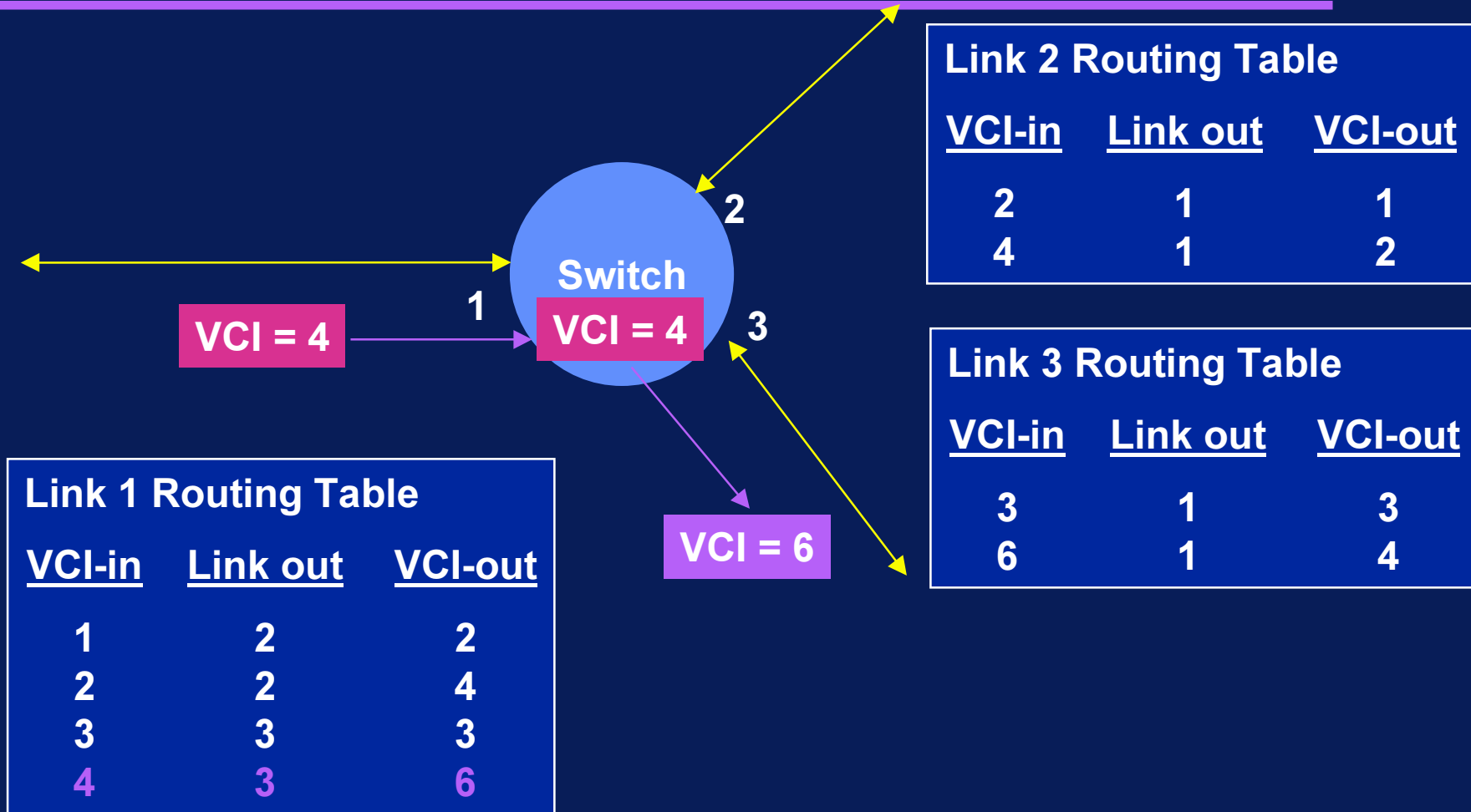




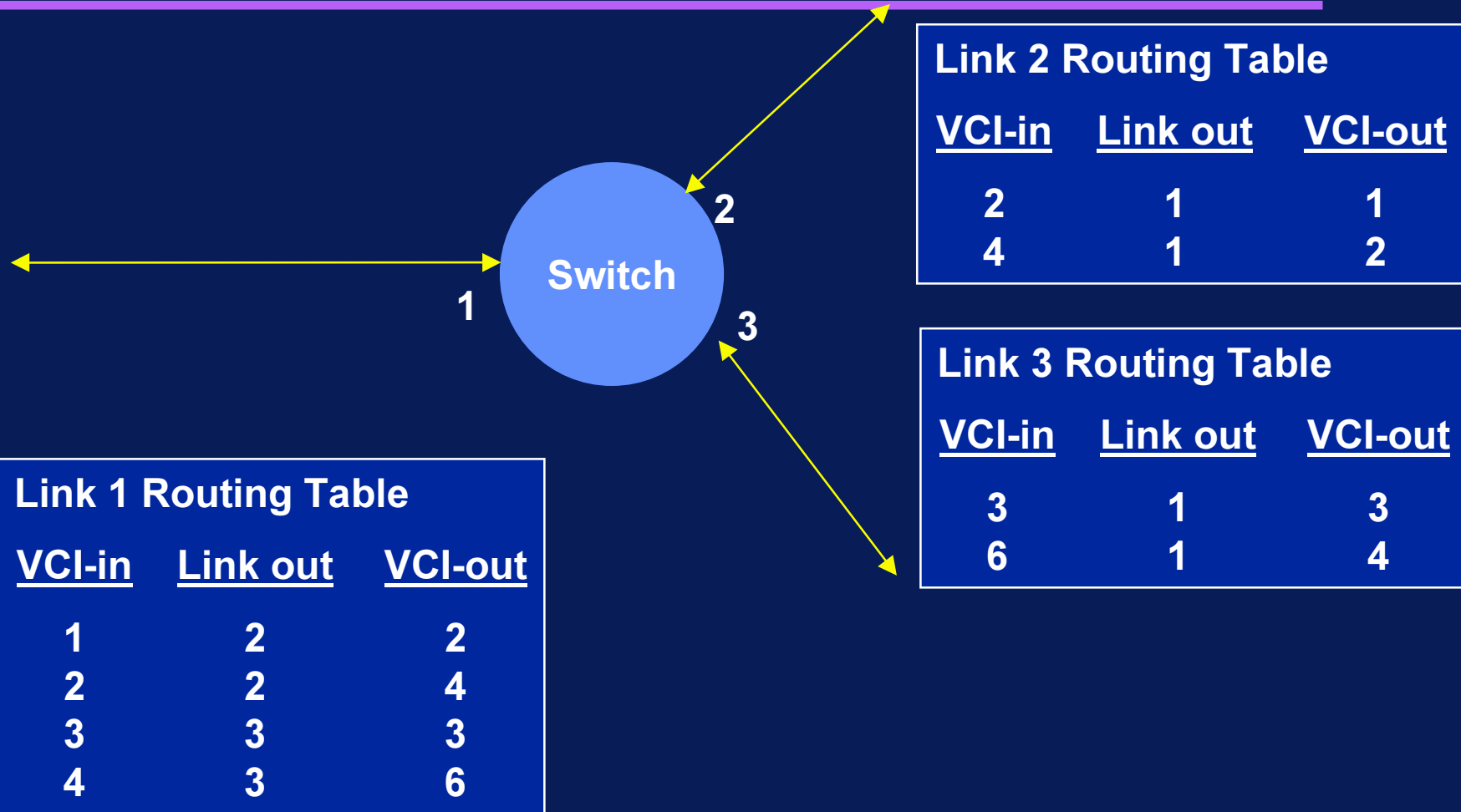
# Routage des cellules ATM



# Routage des cellules ATM

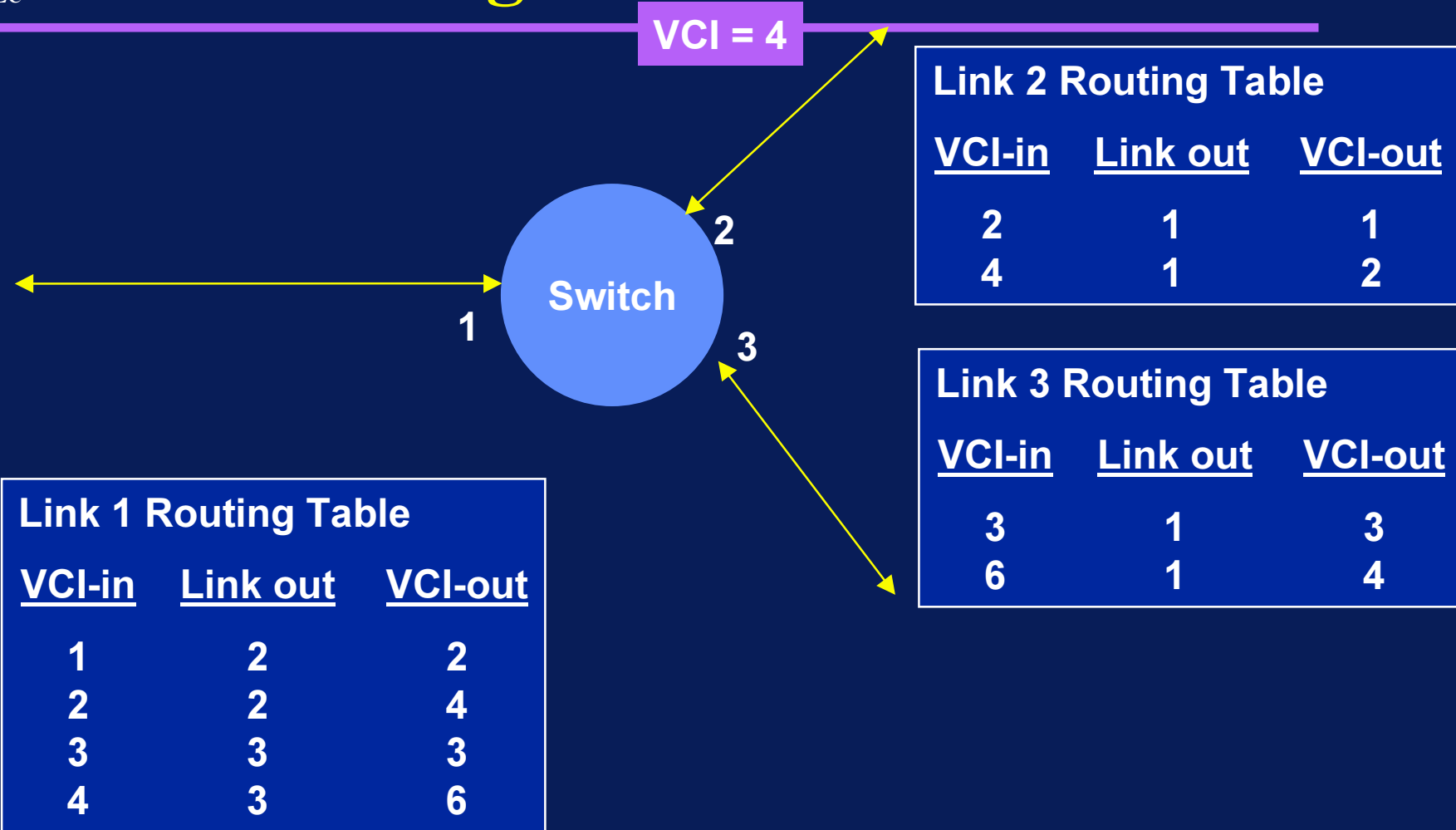


# Routage des cellules ATM



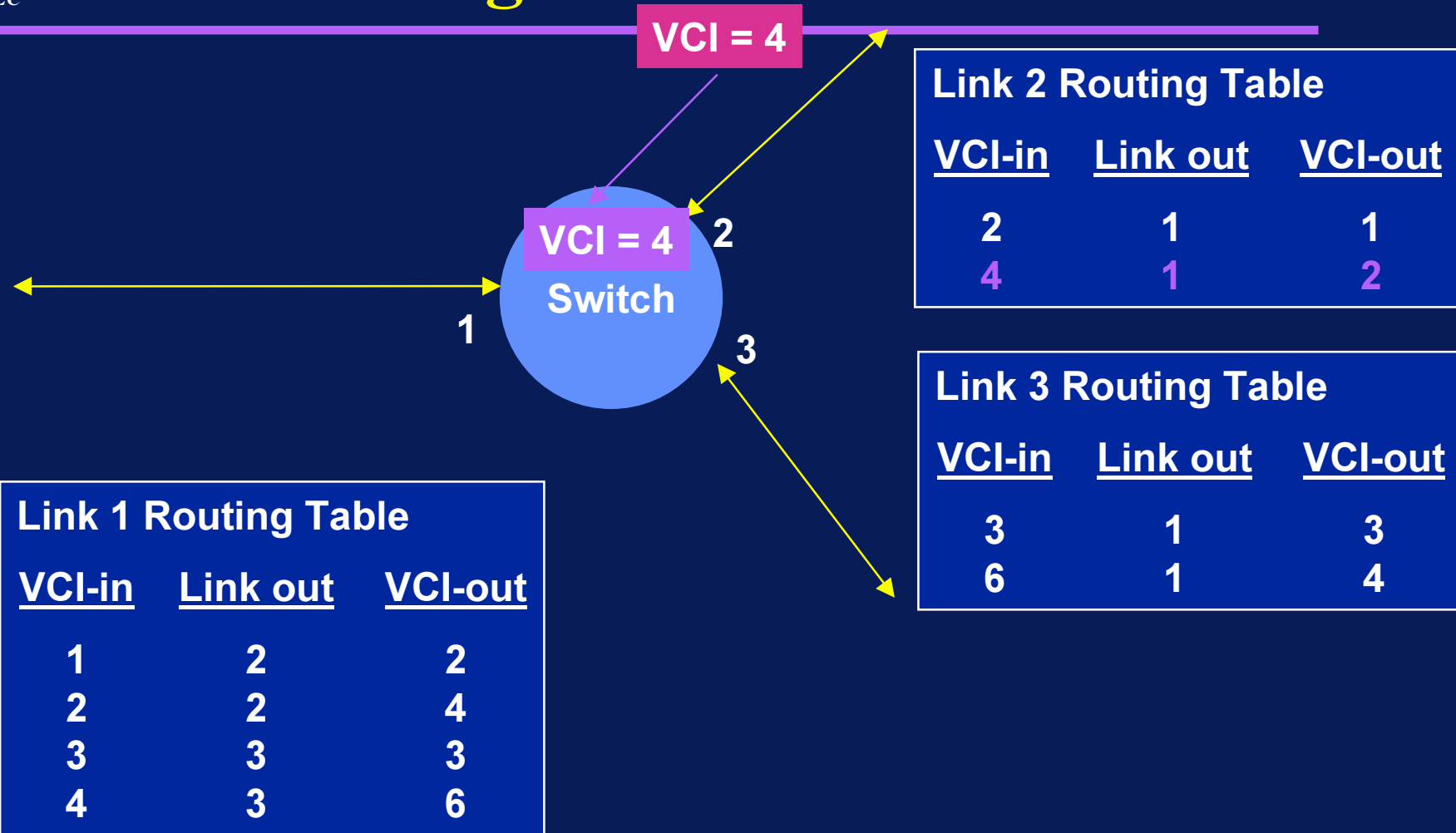


# Routage des cellules ATM



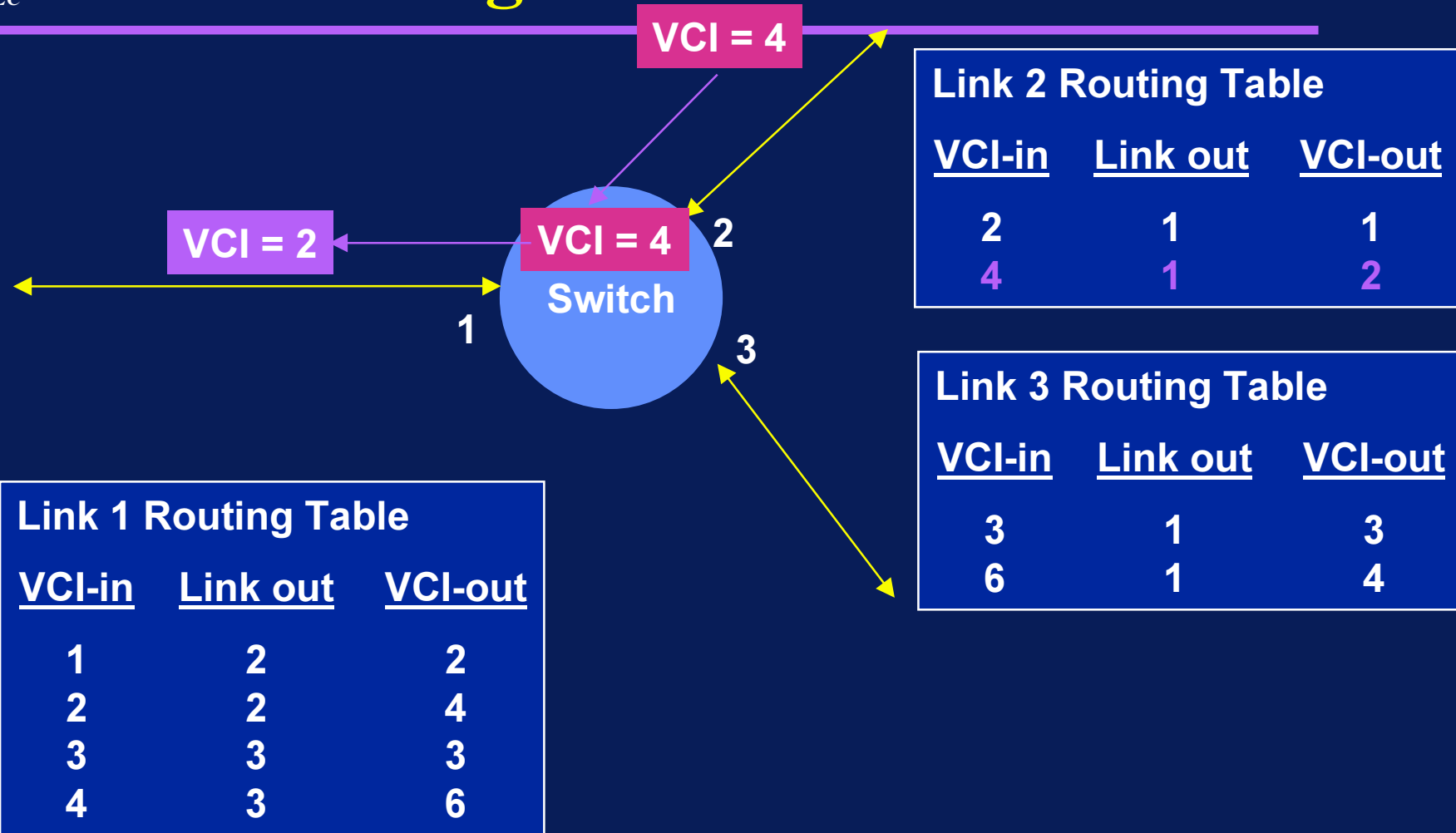


# Routage des cellules ATM





# Routage des cellules ATM





# roulage des cellules

## exemple de tables

Table de routage port 1

<u>VCI-in</u>	<u>Port- out</u>	<u>VCI-out</u>
2	2	2
3	3	6

Table de routage port 2

<u>VCI-in</u>	<u>Port- out</u>	<u>VCI-out</u>
2	1	2
4	3	8

Table de routage port 3

<u>VCI-in</u>	<u>Port- out</u>	<u>VCI-out</u>
6	1	3
8	2	4

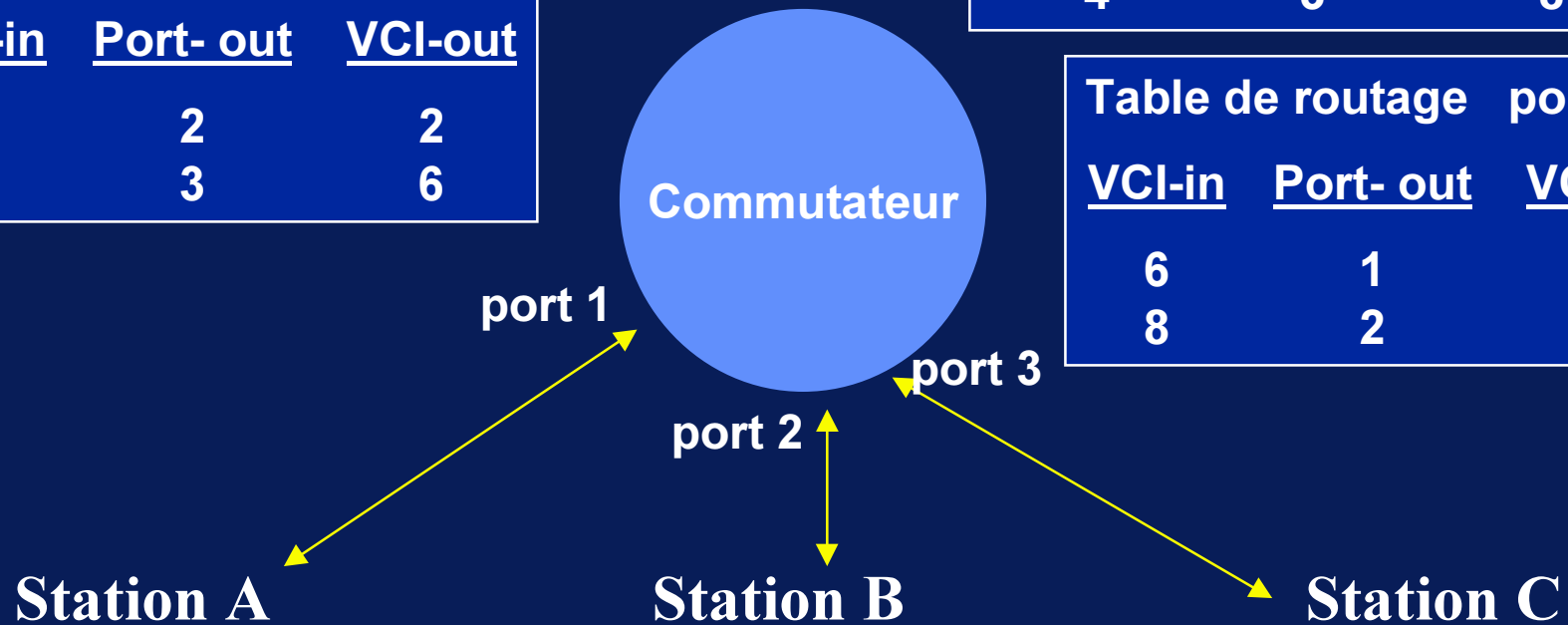


Table de routage

<u>Station</u>	<u>VCI</u>
B	2
C	3

Table de routage

<u>Station</u>	<u>VCI</u>
A	2
C	4

Table de routage

<u>Station</u>	<u>VCI</u>
A	6
B	8



# roulage des cellules ATM

## mise à jour des tables de roulage

- ◆ **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 roulage
- ◆ **Dynamique ----> Signalisation UNI V3.0**



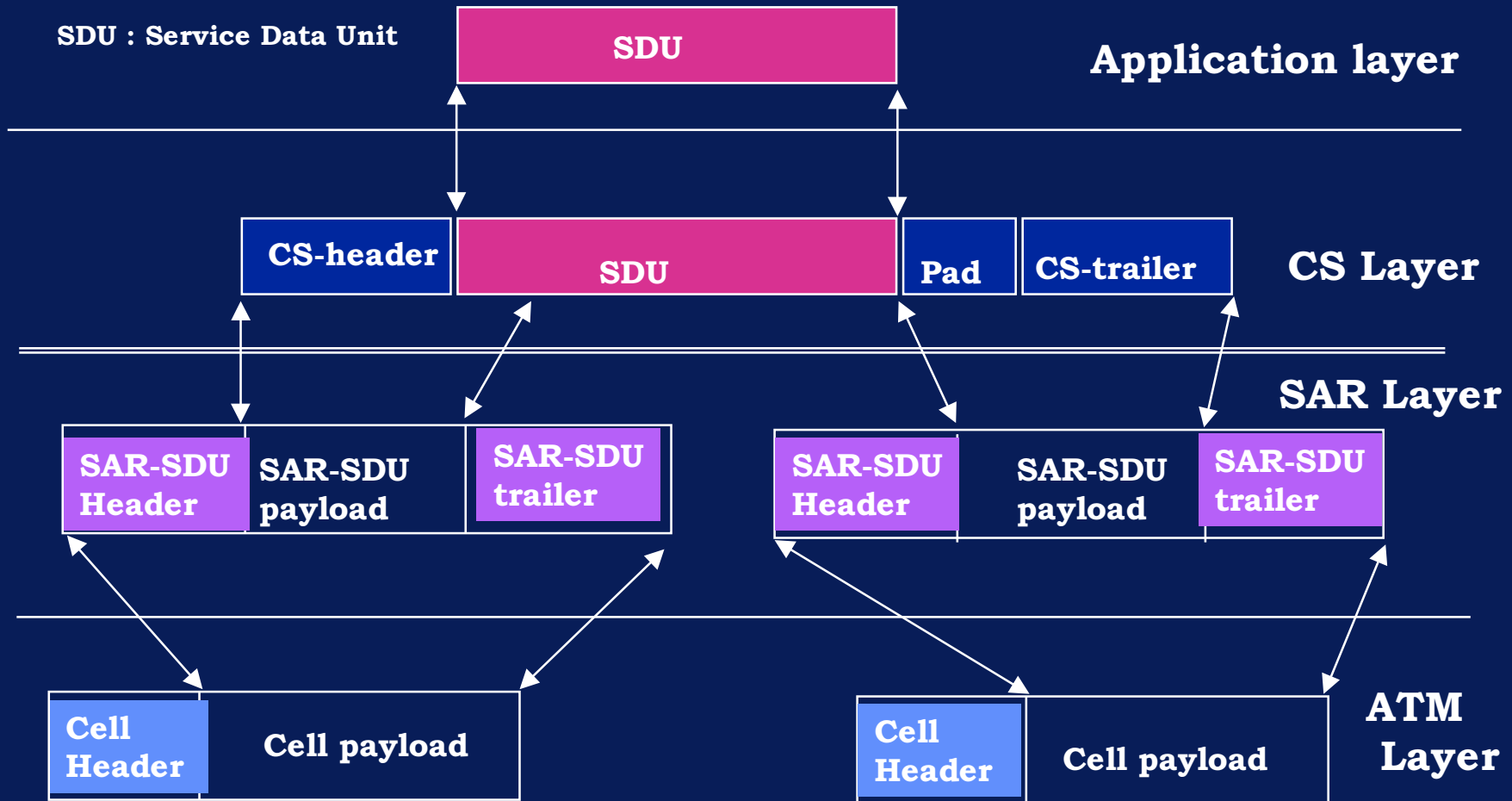


# Couche AAL

- ◆ **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**



# 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).**



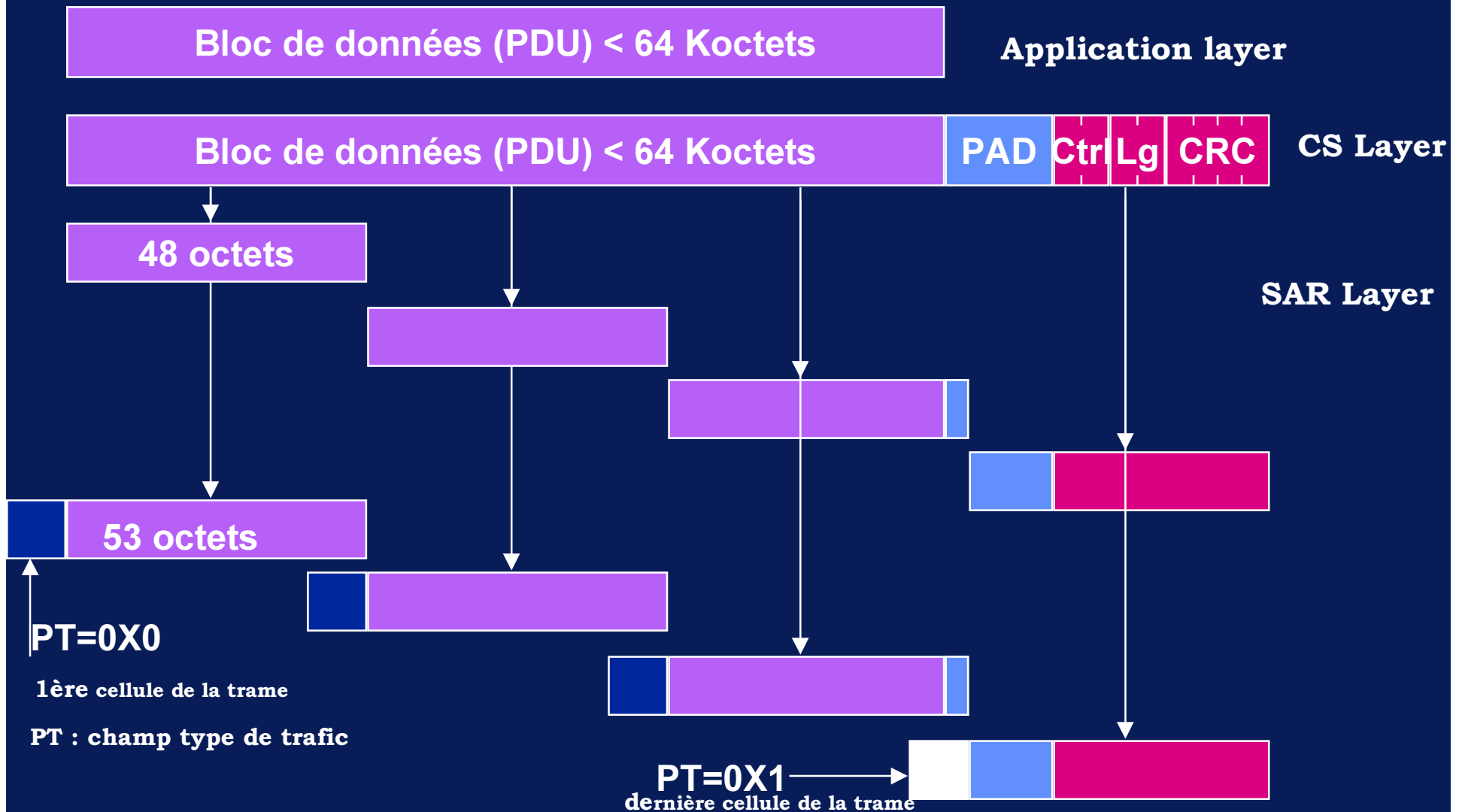
# ALL type 5

- ◆ **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





# Services et couches AAL

---

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



UREC

# Commutateurs ATM

## Principes généraux

---

### ◆ Généralités

- caractéristiques
- files d'attente

### ◆ Exemples

- Commutateurs TDM
- Commutateurs Crossbar
- Commutateurs Batch Banyan

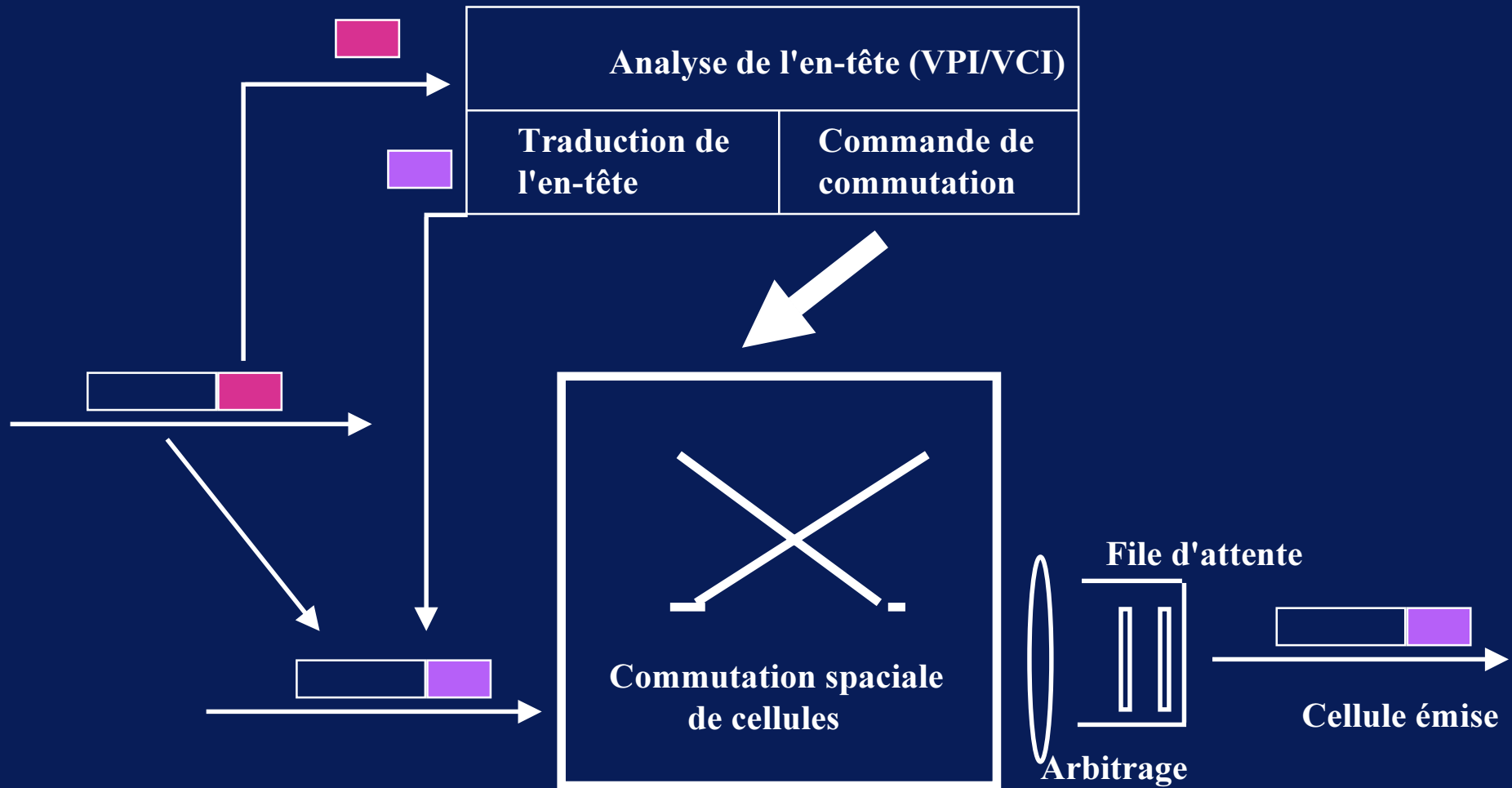




UREC

# Commutateur ATM

## Fonctions



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



# 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 ..**



# 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



# 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  $\mu$ s avec une dérive de 100  $\mu$ s ou moins.



# 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



# Commutateur ATM

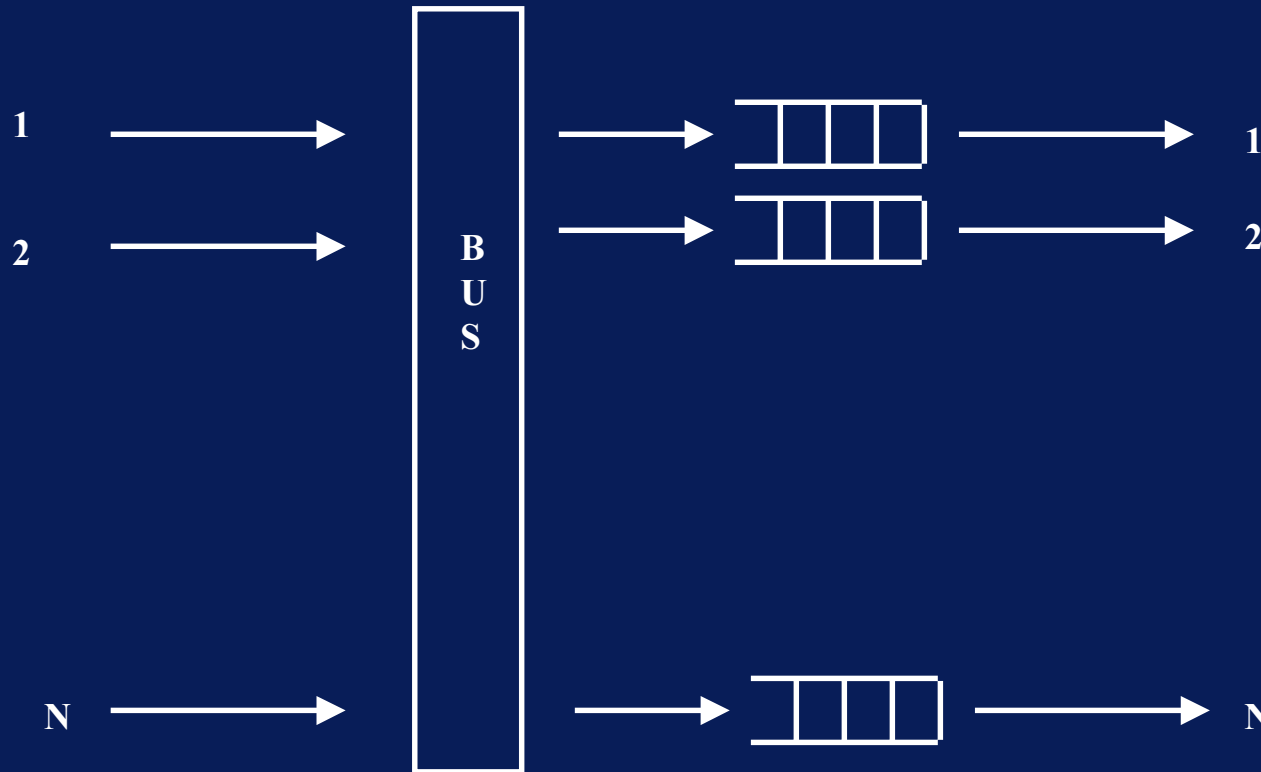
## Files d'attente

### ◆ 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)



# Commutateur ATM TDM : Bus partagé



Files d'attente en sortie

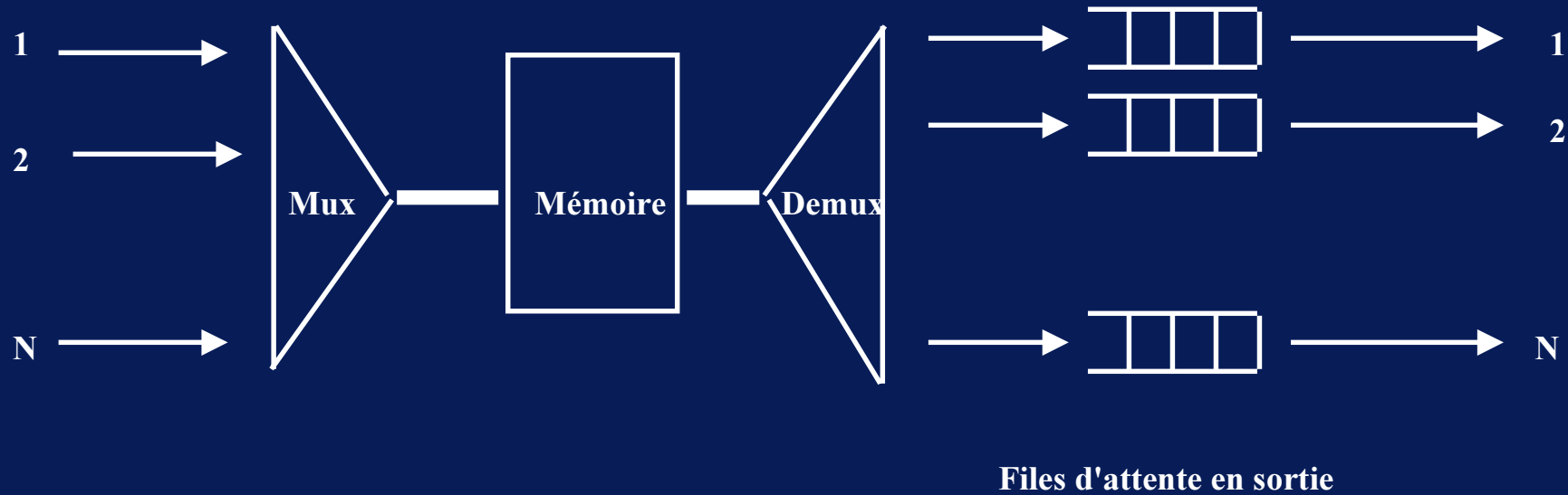
TDM : Time Division Multiplexing





# Commutateur ATM

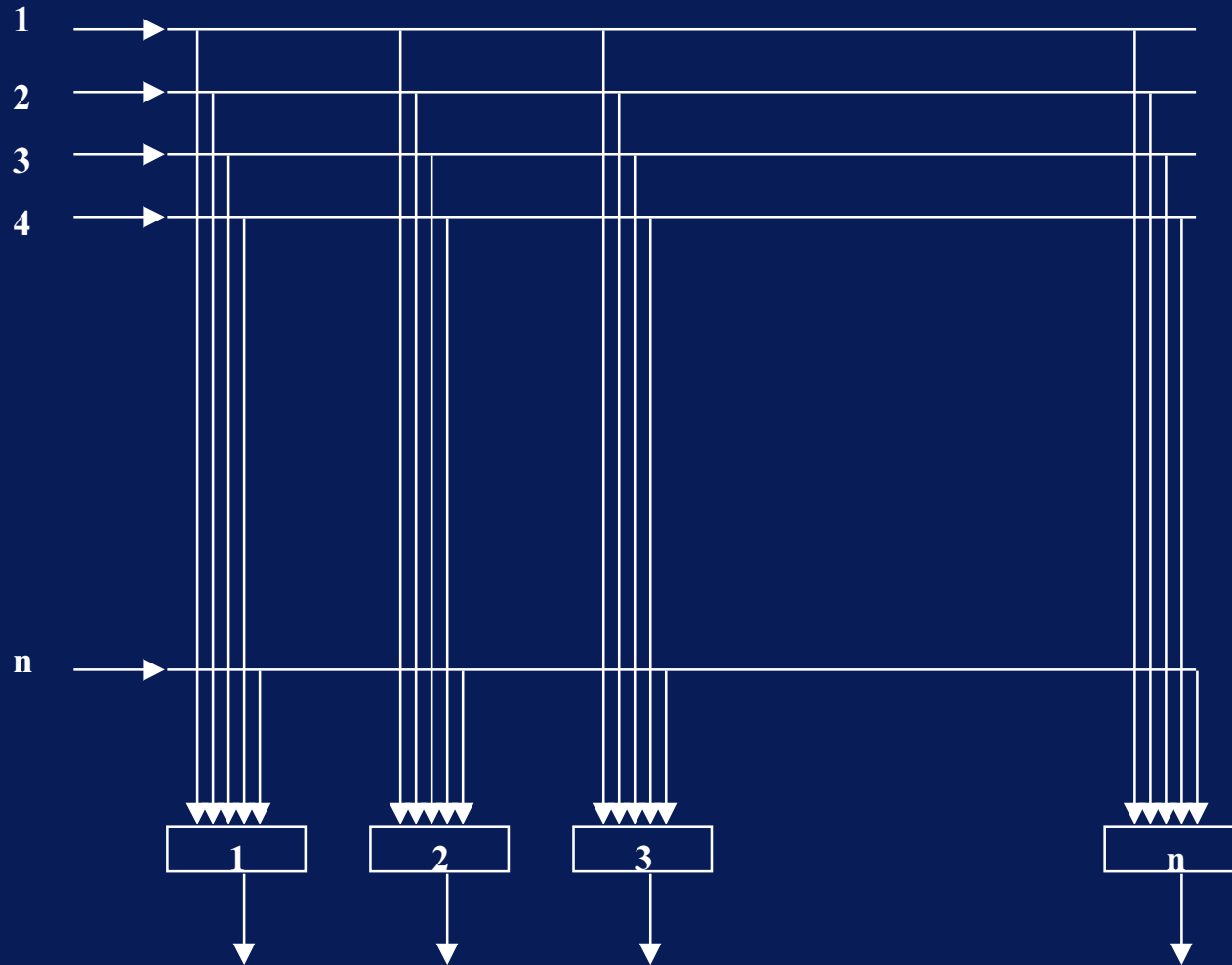
## TDM : Mémoire partagée



TDM : Time Division Multiplexing



# Commutateur ATM Architecture Crossbar



Chaque port d'entrée  
relié  
à un port de sortie



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



Uniquement  
aux ports de sortie



# 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 Batchier-Banyan

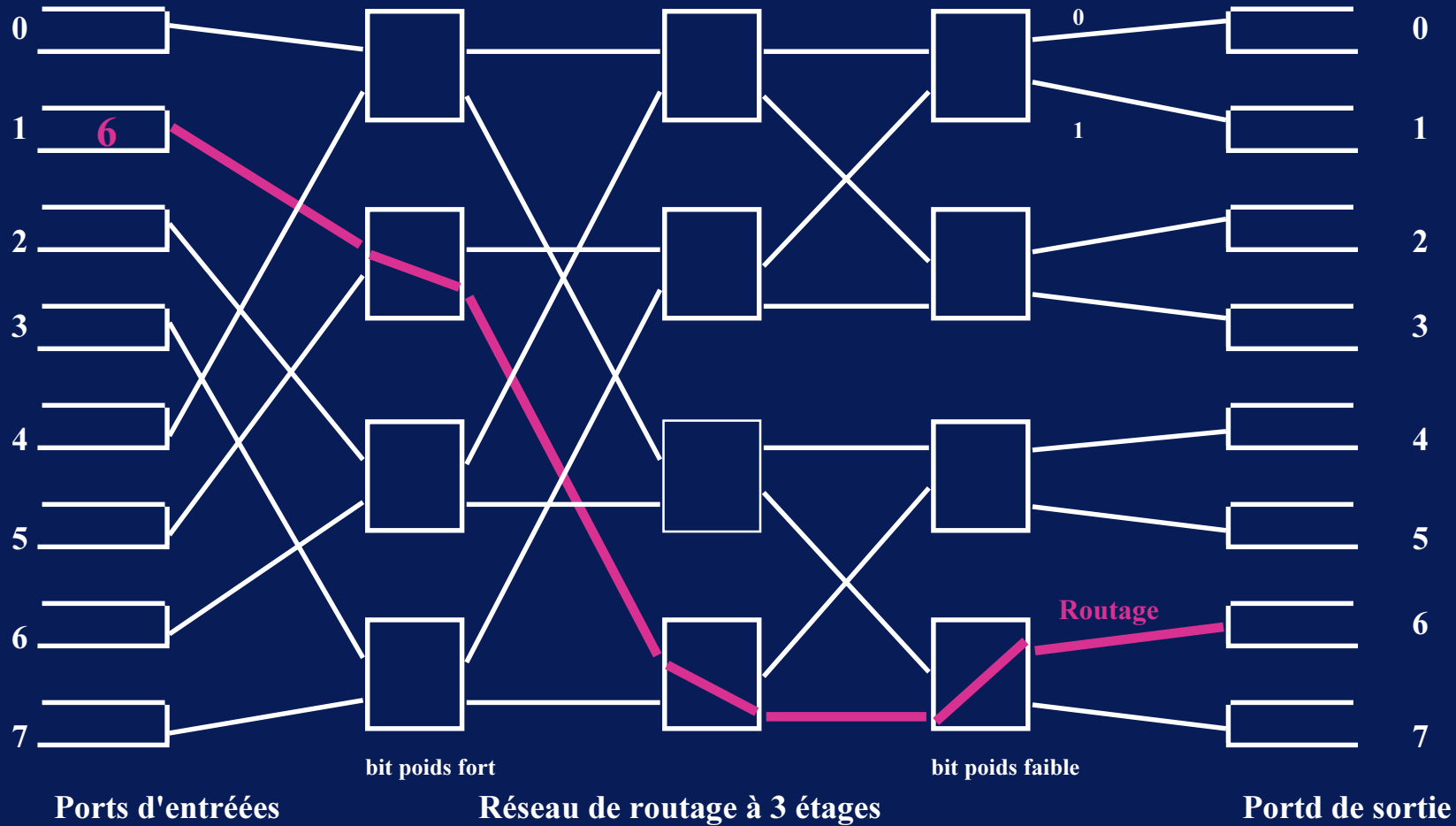
---

- ◆ **Deux composants**
  - un commutateur routeur banyan
  - un réseau de tri Batchier



UREC

# Commutateur ATM Architecture Banyan



6 = 110

Commutateur 8 x 8



# Commutateur ATM

## Architecture Batchter-Banyan

### ◆ réseaux de tri Batchter

- K. E. Batchter 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



# 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