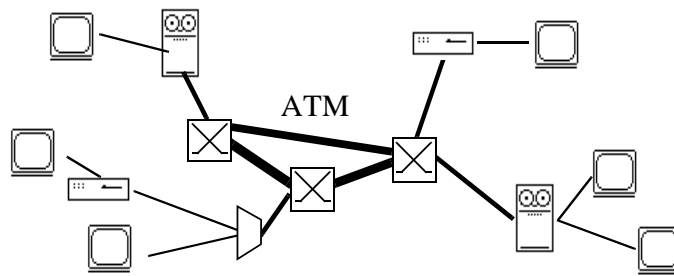


ATM

par Bernard COUSIN

(Z:\Polys\Autres\ATM.fm- 14 janvier 2008 13:43)



Plan

- **Présentation**
 - . Justifications
 - . Principes
- **L'architecture d'ATM**
- **La sous-couche ATM**
 - . La cellule
 - . Le brassage
 - . La connexion
- **La couche Physique**
- **Architecture d'un commutateur**
- **Conclusion**

Bibliographie

- R. Handel, M.N. Huber. An introduction to ATM-based Networks. Addison-Wesley, 1991.
- M. De Prycker. Asynchronous Transfer Mode. Ellis-Horwood, 1993. [trad. Eyrolles]
- Marc Boisseau, Michel Demange, Jean-Marie Munier. Réseaux ATM. Eyrolles, 1994.
- Rainer Maendel, Manfred Huber, Stefan Schroeder. ATM networks. Addison Wesley, 1994.
- Pierre Rolin. Réseaux à haut débit. Hermès, 1995.
- Kim-Loan Thai, Véronique Vèque, Simon Znaty. Architecture des réseaux haut débit. Hermès, 1995.
- Daniel Kofman, Maurice Gagnaire. Réseaux à haut débit. InterEditions, 1996.

1. Introduction

1.1. La cellule

L'unité élémentaire de transport des données dans ATM.

De taille fixe :

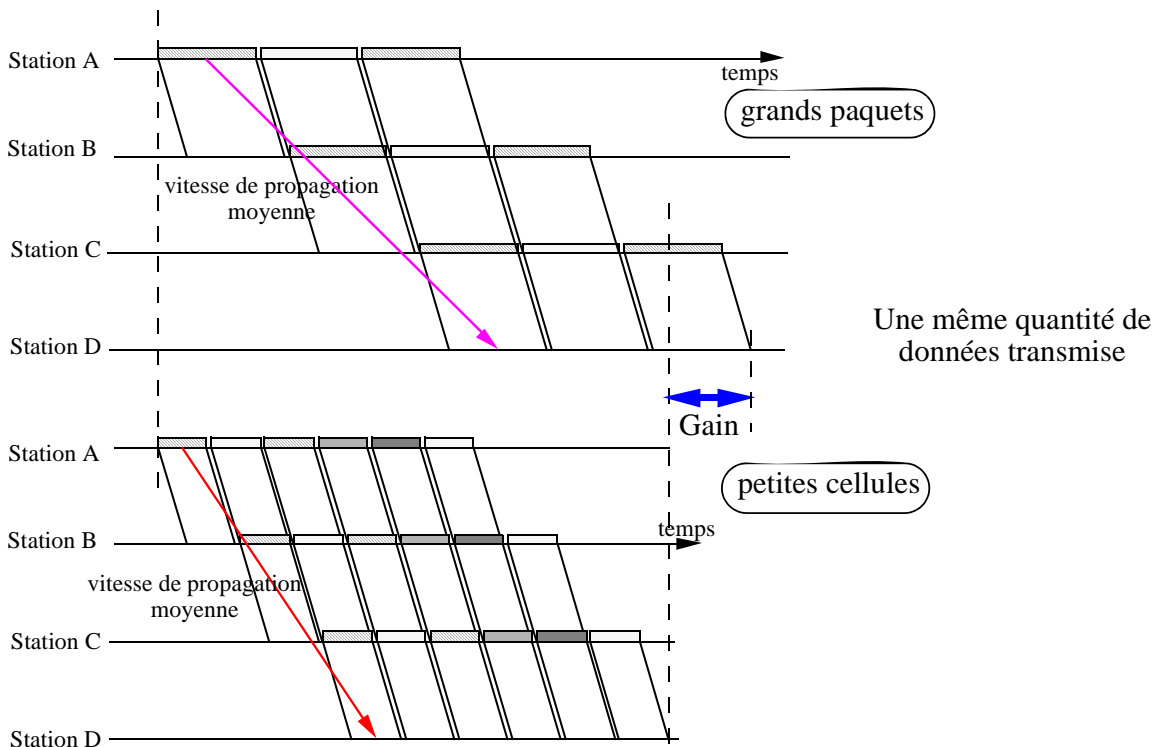
- + traitement parallèle dans les noeuds ("pipeline").
- + facilité d'intégration dans le silicium.
- mauvaise adaptation => bourrage.

De petite taille :

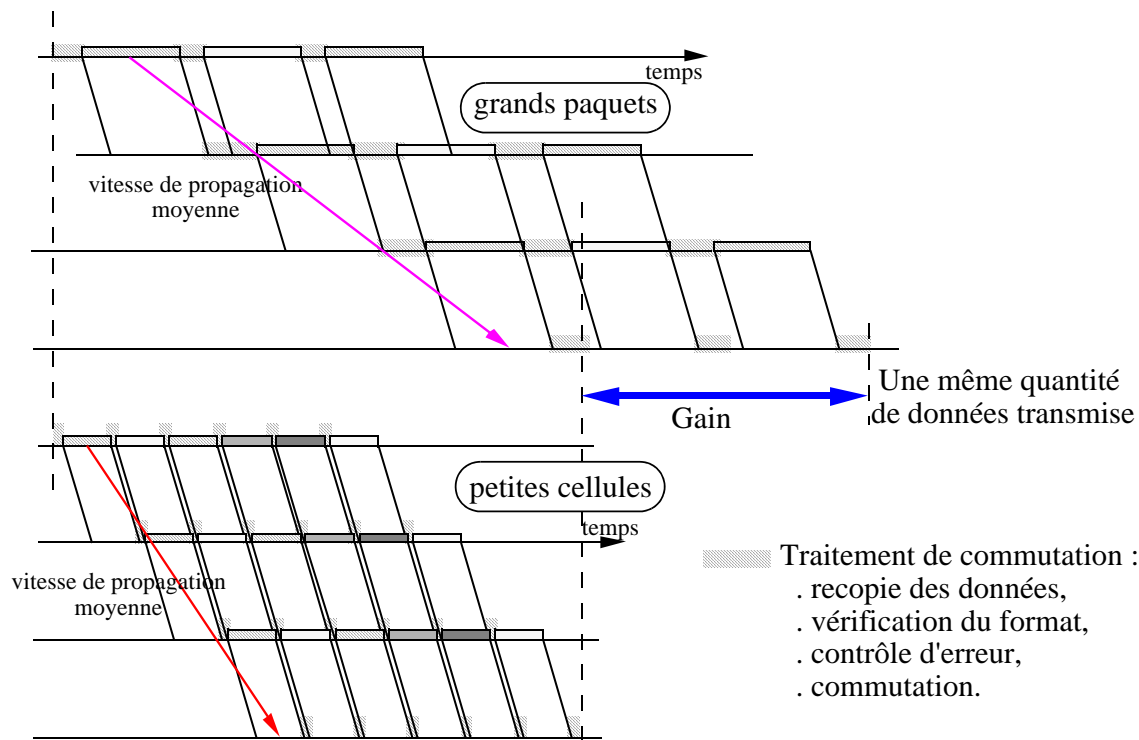
- + réduction du temps de constitution de la charge utile.
- + réduction du délai de transmission (file d'attente des noeuds).
- + bon entrelacement des différents flux.
- mauvaise efficacité de transmission ("overhead").

$$53 \text{ octets} = 5 \text{ octets} + (32+64)/2 \text{ octets}$$

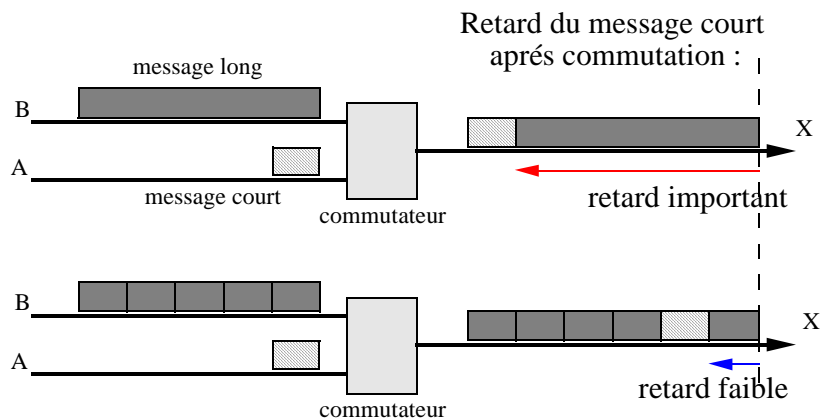
1.2. Délai de commutation



1.3. Délai de traitement

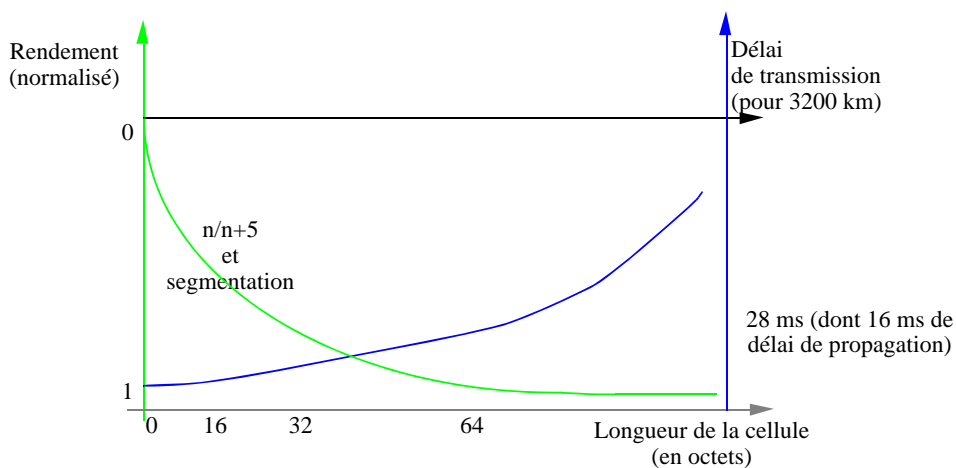


1.4. L'entrelacement de cellules



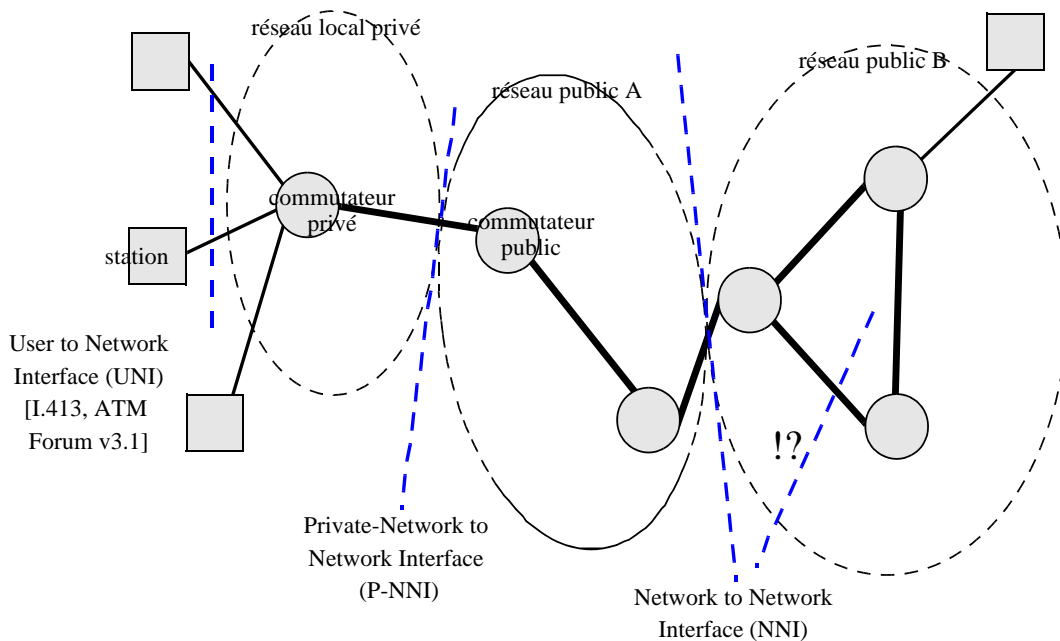
La commutation de cellules réduit le retard qui peut être introduit par la commutation de messages longs.

1.5. Rendement/Délai



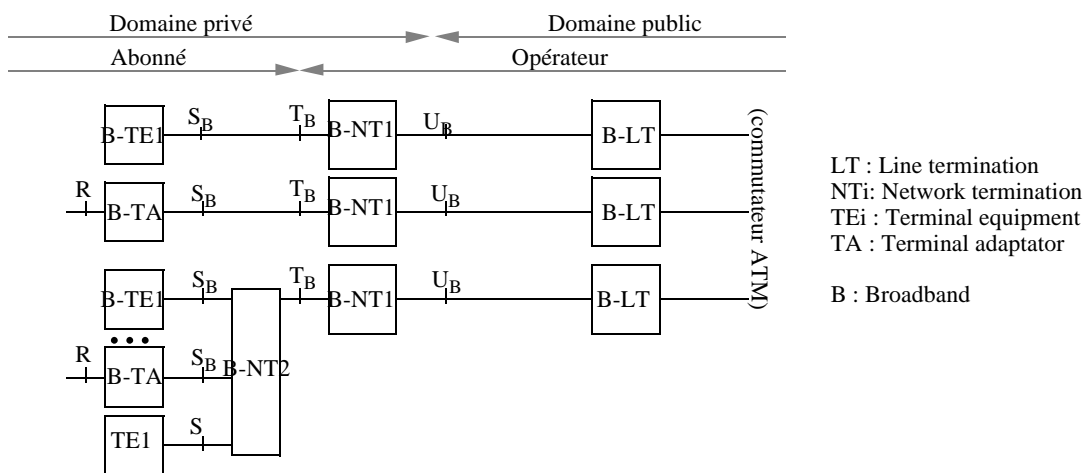
2. Architecture

2.1. Architecture des interfaces



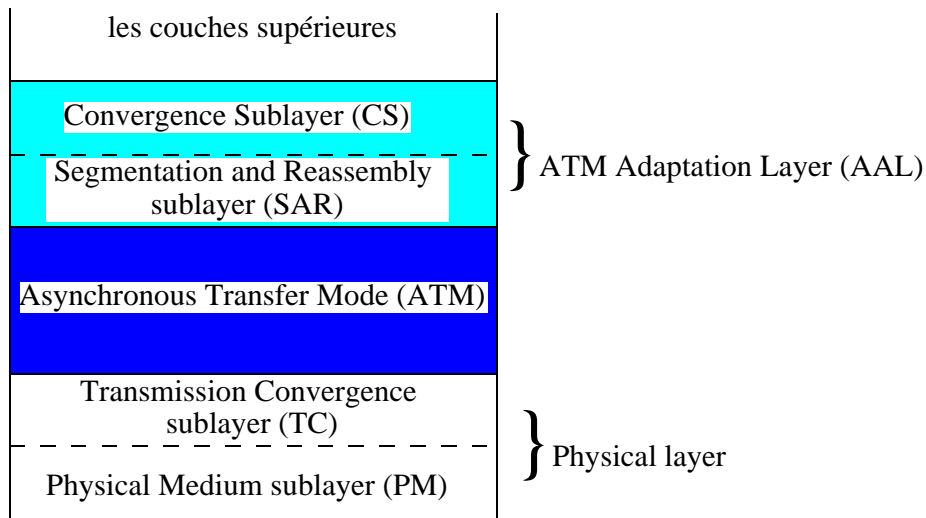
2.2. Les points de référence

Définitions communes RNIS et RNIS-LB [I 411]:



2.3. Les sous-couches

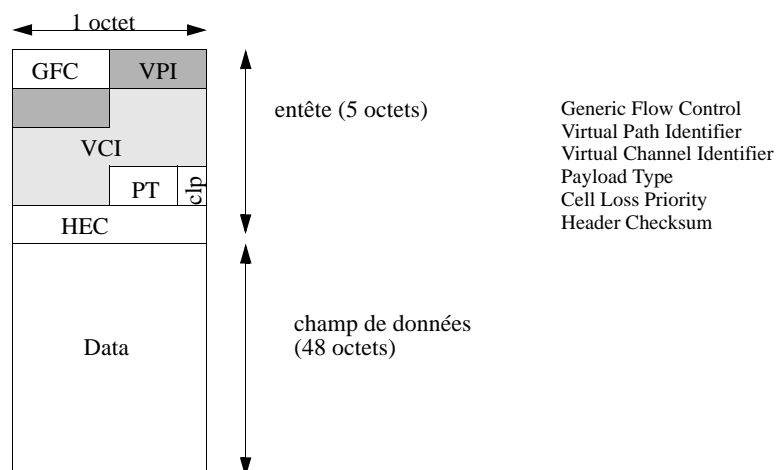
[ITU-T recommandation I321]



3. La couche ATM

3.1. Format général d'une cellule ATM

Pour l'interface UNI :

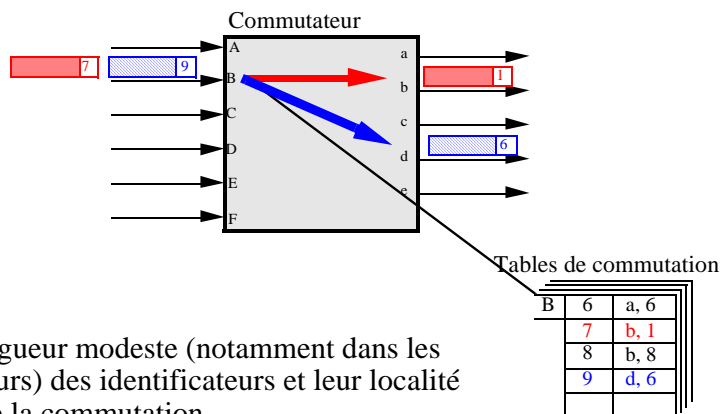


Pour l'interface NNI :

- le champ GFC disparaît et est intégré au champ VPI qui occupe alors 12 bits.

3.2. La commutation

- . Chaque cellule contient un identificateur (VPI et VCI).
- . Cette identificateur n'a de signification que sur le tronçon local !
- . Une translation d'identificateur est effectuée par chaque commutateur/brasseur en consultant une table de commutation.



La longueur modeste (notamment dans les brasseurs) des identificateurs et leur localité facilite la commutation.

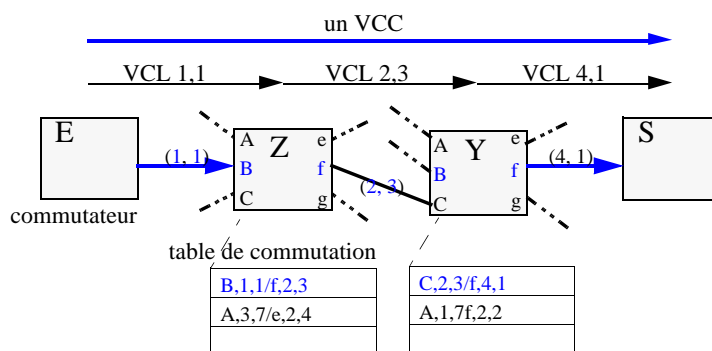
3.3. Les connexions sous ATM

ATM définit deux types de connexions :

- connexion de voie virtuelle (Virtual Channel Connection).
- connexion de conduit virtuel (Virtual Path Connection).

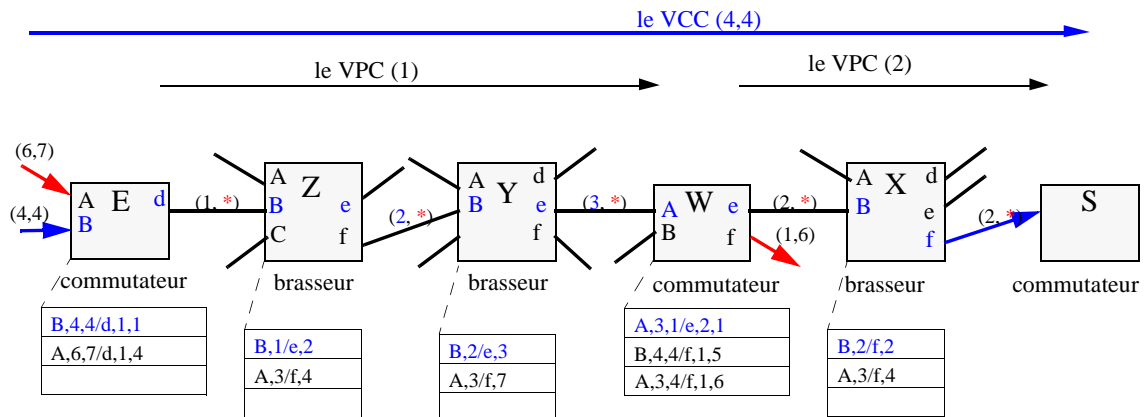
3.3.1 Une connexion de voie virtuelle

Une connexion de **voie virtuelle** (VCC) est formée par la concaténation de tronçons de voie virtuelle (VCLink). Un tronçon de voie est identifié entre deux commutateurs par un couple VPI+VCI. Les tables de commutation permettent de déterminer les différents tronçons qui constituent la connexion.



3.3.2 Connexion de conduit virtuel

Une connexion de **conduit virtuel** (VPC) regroupe plusieurs VCC. Elle est formée de la concaténation de tronçons de conduit virtuel (VPL). Un tronçon de conduit est identifié entre deux brasseurs par seulement le VPI. Dans ce cas les identificateurs de voies virtuelles (VCI) sont inchangés.



Une même voie virtuelle peut successivement emprunter plusieurs VPC.

3.3.3 Gestion des connexions

L'établissement et la libération des connexions virtuelles sont réalisées grâce à des connexions spécifiques ("Signalling Virtual Channel Connection").

La SVCC n'est pas permanente, elle est établie lors de la phase de méta-signalisation. Cette échange utilise une connexion prédéfinie (MVCC).

Les connexions peuvent être ou ne pas être bidirectionnelles. Dans ce dernier cas, il est possible de réutiliser le même couple d'identificateur pour chaque sens.

La notion de connexion :

- facilite l'administration du réseau (brassage, taxation, contrôle, etc)
- assure une transmission séquentielle.

La notion de conduit virtuel :

- augmente la vitesse de commutation (-90% d'instructions/voie virtuelle),
- facilite l'administration de la topologie du réseau,
- facilite l'allocation de la bande passante.

3.4. Le champ PT

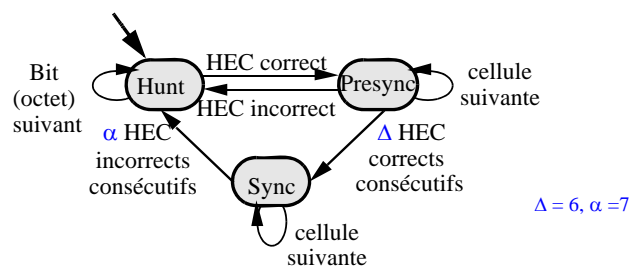
“Payload type” :

- 000 : cellule de données d'utilisateur, pas de congestion, pas indication d'utilisateur à utilisateur (ATM_UU)
- 001 : cellule de données d'utilisateur, pas de congestion, indication d'utilisateur à utilisateur
- 010 : cellule de données d'utilisateur, congestion, pas indication d'utilisateur à utilisateur
- 011 : cellule de données d'utilisateur, congestion, indication d'utilisateur à utilisateur
- 100 : cellule OAMdu flux de section F5
- 101 : cellule OAM de bout en bout
- 110 : cellule RM (“Resource management”)
- 111 : réservé

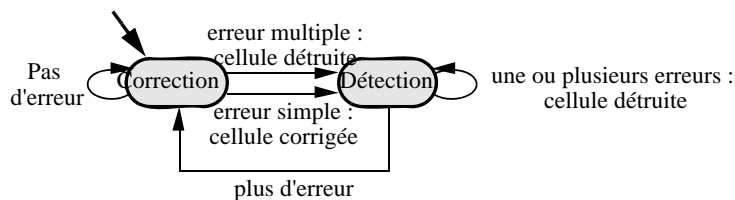
ATM_UU : utilisé pour indiquer la dernière cellule d'un groupe de cellules

3.5. Délimitation des cellules

- . Permet de retrouver la limite des cellules parmi un flux de bits.
- . Utilise la corrélation entre l'entête et le HEC.



Correction de l'entête :



Capacité du HEC : correction d'un bit erroné, détection des erreurs multiples par cellule.

4. La couche Physique

4.1. Généralités

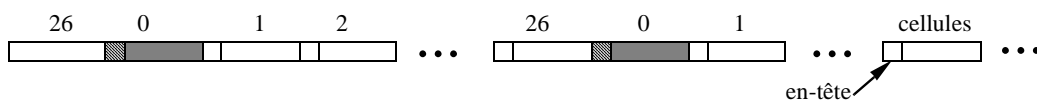
- . ITU-T recommandation I.432
- . Au point de référence TB (=SB).
- . câble coaxial (de 100 à 200 m) à 150Ω
ou fibre multimode (de 800 à 2000 m) à 1300 nm.
- . débit : 155 Mbit/s, 622 Mbit/s (45 Mbit/s, 2,5 Gbit/s et 10 Mbit/s).
- . format de transmission :
 - basé sur un train de cellules,
 - basé sur SDH.

4.2. Train continu de cellules

- . Codage 8B/10B
- . Modulation : 194,4 MHz
- . Des suites de 27 cellules sont formées :
 - la première cellule de chaque suite est une cellule PL-OAM (Physical layer-operations and maintenance).
 - le code de ces 4 premier octets est 00 00 00 09h.

Le débit utile est donc de :

$$- 155,52 \times (26/27) \times (48/53) = 135,83 \text{ Mbit/s (==STM-1)}$$



4.3. “Digital Hierarchies”

Infrastructure mondiale de transport de données numériques.

2 types de hiérarchie :

- . synchrone (allocation périodique : STM),
- . asynchrone (plus souple).

PDH (“Plesiochronous Digital Hierarchy”) :

- . E-1 = 2Mbit/s :
 - 30+2 canaux à 64 Kbit/s,
 - une trame de 32 octets toutes les 125µs.
- . E-2= 8 Mbit/s, E-3= 34 Mbit/s, E-4= 140 Mbit/s, E-5= 565 Mbit/s.
- . USA : DS-1 (multiple de 1,544 Kbit/s).
- . l'infrastructure du téléphone numérique.

4.3.1 “Synchronous Digital Hierarchy”

SDH (plus souple) :

- . utilisé en Europe,
- . normalisé par l'IUT-U :
 - G 707 : Synchronous digital rate,
 - G 708 : Network node interface for the SDH,
 - G 709 : Synchronous multiplexing structure,
- . STM-n (synchronous transport module)
 - multiple de 155,52 Mbit/s
 - $n=(1, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32, 64)$.

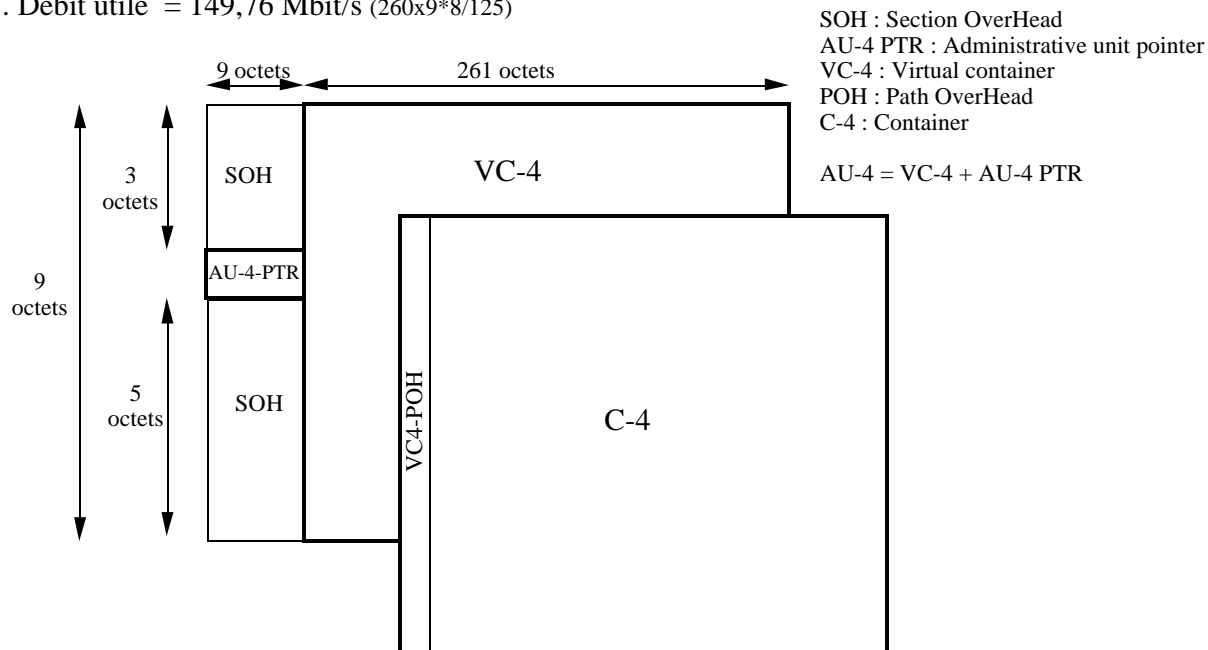
Sonet (“Synchronous Optical Network”) :

- . utilisé au USA,
- . OC-n (“optical carrier”) ou STS-n (“synchronous transport signal”)
 - multiple de 51,84 Mbit/s
 - $n=(1, 3, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 96, 192)$.

STM-1 = STS-3c !

4.3.2 STM-1

- . Une trame de 270x9 octets toutes les 125 μs : 155,52 Mbit/s
- . Débit utile = 149,76 Mbit/s (260x9*8/125)



4.3.3 Information de gestion de STM-1

A1	A1	A1	A2	A2	A2	C1	
B1			E1			F1	
D1			D2			D3	
AU-4 PTR							
B2	B2	B2	K1			K2	
D4			D5			D6	
D7			D8			D9	
D10			D11			D12	
Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	

SOH

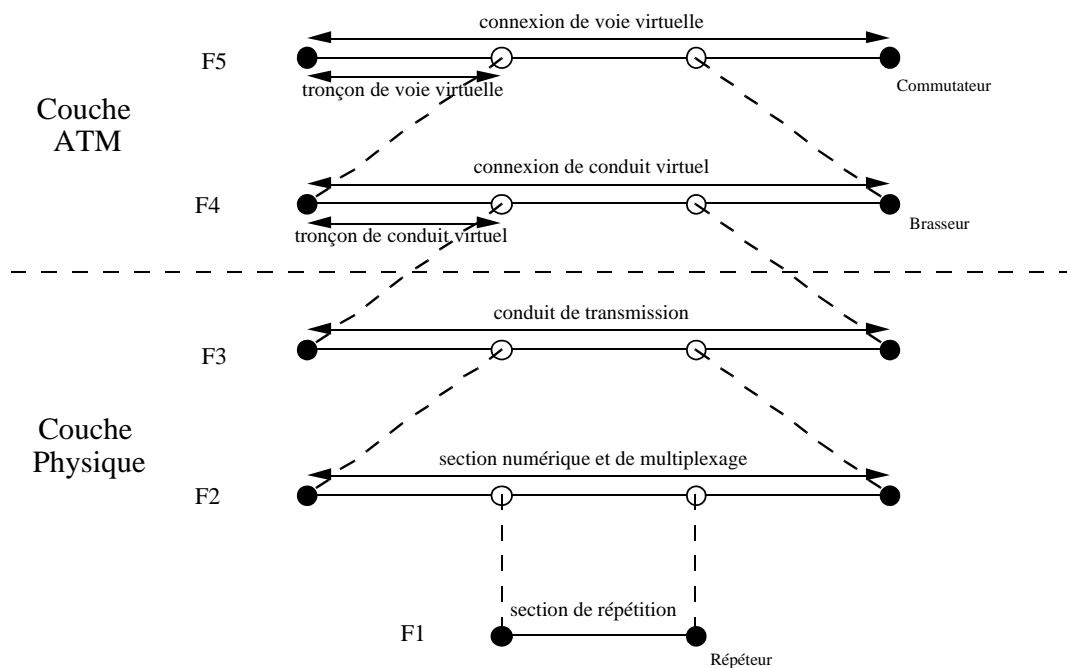
- A1 : verrouillage de trame
- B1 : contrôle de parité pour la section de régénération
- B2 : contrôle de parité entrelacé pour la section de multiplexage (BIP-24)
- C1 : identification de position de la trame STM-1
- D1-3 : Data Communication Chanel pour la section de régénération
- D4-12 : DCC pour la section de multiplexage
- E1-2 : indication pour le multiplexage
- F1 : canal de communication de l'utilisateur
- K1-2 : canal de sécurisation automatique
- Z1-2 : réservé

J1
B3
C2
G1
F2
H4
Z3
Z4
Z5

- B1 : contrôle de parité pour le conduit (BIP-8)
- C2 : indication du type de charge utile
- F1 : canal de communication de l'utilisateur
- J1 : vérification de la continuité du conduit
- G1 : indication d'alarme distante
- H4 : indication de trame multiple
- Z3-5 : réservé

POH

4.4. Flux de maintenance



5. Architecture

5.1. Architecture d'un commutateur

Caractéristiques :

- . haut débit
- . faible délai de commutation
- . faible taux de perte
- . multicast
- . modularité, extensibilité
- . coût faible

Répartition :

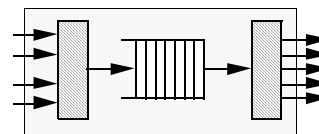
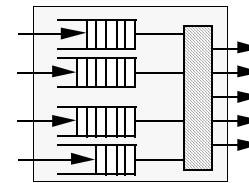
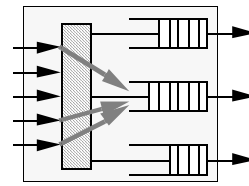
- dans le temps (partage temporel, débit important)
- dans l'espace (chemins parallèles, ressources multiples)

Blocage :

- deux (ou plusieurs) cellules rentrent en compétition pour une ressource
 - . attente = délai
 - . perte !

5.2. Stratégies de gestion des cellules

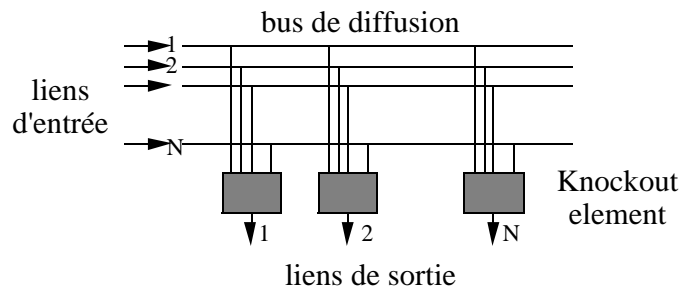
- . Blocage à la sortie :
 - plusieurs cellules veulent simultanément emprunter le même lien de sortie.
- . Blocage à l'entrée :
 - . "Head of Line blocking"
 - si la sortie n'est pas disponible toutes les cellules suivantes dans la même file d'entrée attendent !
- . Blocage central :
 - mémoire centrale :
 - gestion complexe, mémoire rapide



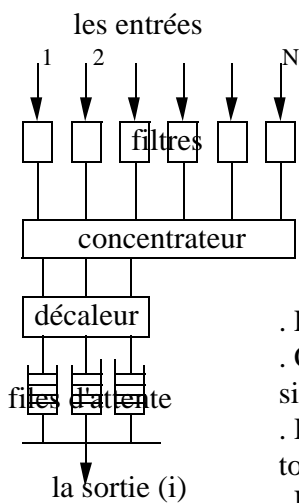
5.3. Le commutateur Knockout

5.3.1 Présentation

- . ATT Bell labs [Yeh 1987]
- . En entrée : N bus de diffusion
- . Files d'attente en sortie
- . Minimisation du délai : \bar{n} concentrateur (N/L) \bar{n} pertes !

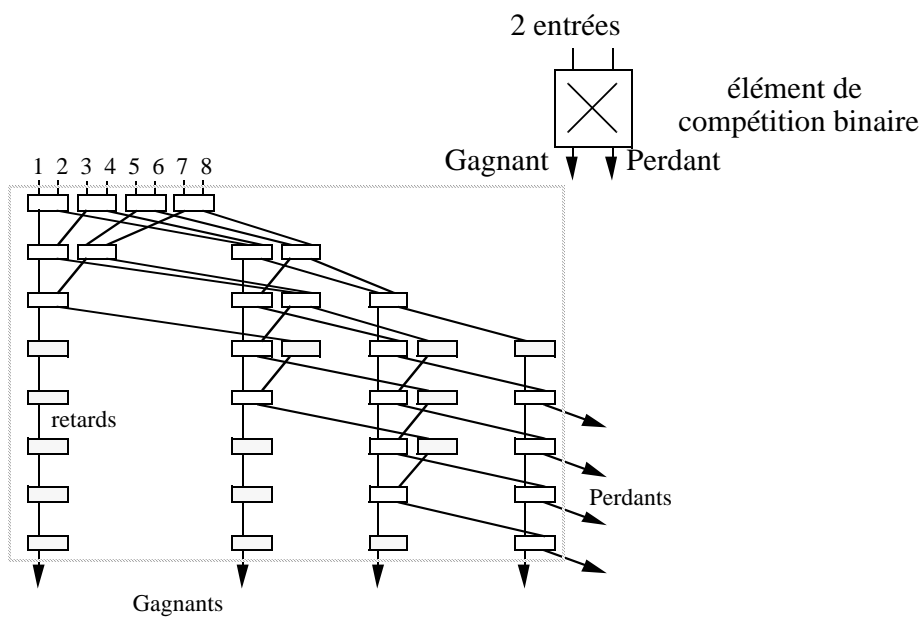


5.3.2 L'élément Knockout



- . Filtre : sélectionne les cellules devant emprunter le lien i.
- . Concentrateur : s'il se présente plus de L cellules simultanément, les cellules supplémentaires sont détruites.
- . Décaleur : répartie harmonieusement les cellules dans toutes les files d'attente.
- . L files d'attente : une lecture/écriture par cellule.

5.3.3 Le concentrateur de Knockout



6. Conclusion

ATM est une **infrastructure** de transmission de données numériques :

- (meilleur) compromis entre multiplexage temporel et commutation de paquet
- transmission en mode connecté
- permet les transmissions à haut débit,
- les transmissions sous ATM utilise des cellules,
- les connections sont identifiées par VPCI.

De nombreuses techniques existent chargées d'intégrer ATM et les autres réseaux (notamment Internet) :

- LANE, CLIP, NHRP, MPOA
- "label switching", MPLS

On n'utilise jamais la sous-couche ATM directement :

⇒ les AAL

- introduction de services variés (CBR, VBR, ABR, UBR, etc) et spécification de leur caractéristiques (débit, délai, taux de perte, etc.)