

# Computer Networking

## Network Layer

### ATM

Prof. Andrzej Duda  
duda@imag.fr

http://duda.imag.fr

1

## Packet-switched networks

- *Goal:* move packets among routers/switches from source to destination
- datagram network (IP):
  - destination address determines next hop
  - packet forwarding based on routing tables
  - routes may change during a session
- virtual circuit network (X.25, ATM):
  - packet carries a tag (virtual circuit ID), tag determines next hop
  - fixed path determined at call setup time, remains fixed thru call
  - switches maintain per-call state

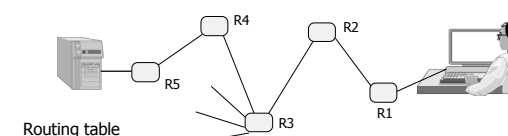
2

## Forwarding vs. Switching

- Forwarding
  - based on routing tables
    - which outgoing link use for a given destination
- Switching
  - routing tables
    - choice of a route for a virtual circuit at call setup
  - switching table
    - which outgoing link and outgoing VC for a given incoming VC
    - VC id. may change

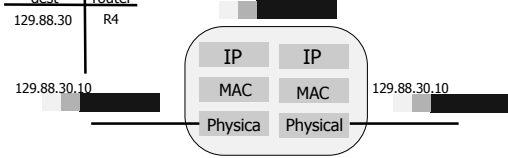
3

## Packet forwarding



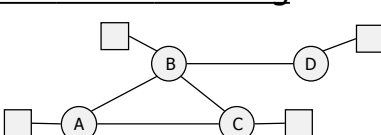
Routing table

dest	router
129.88.30	R4
129.88.30.10	



4

## Virtual circuit switching



source	VC no.	dest	VC no.
H	0	B	0
H	1	C	0
C	1	H	2
B	1	H	3
H	4	C	2

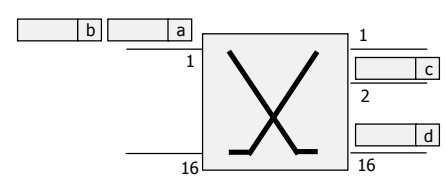
Virtual circuits opened in the following order:

ABC  
AC  
BCA  
BA  
ACBD

5

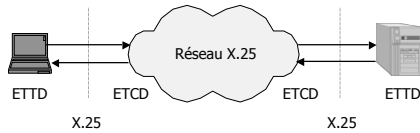
## Virtual circuit switching

in	VC id	out	VC id
1	a	2	c
1	b	16	d



6

## X.25



- Protocole de commutation de paquets
- Définit une interface entre ETTD et ETCD
- Circuit virtuel entre ETTD et ETCD
  - no. de voie logique

7

## X.25

- Circuit virtuel commuté
  - établit à la demande
- Circuit virtuel permanent
  - établit de manière permanente
- Contrôle de flux
  - fenêtre d'émission
  - compteurs  $n(s)$ ,  $n(r)$
- PAD (*Packet Assembly-Disassembly*)
  - permet de connecter un terminal au réseau

8

## X.25

- Taille de packets
  - 128, 256, 512 octets
- Débits
  - 64 Kbit/s
- Transpac
  - tarification au volume et non à la distance
  - un faible coût du temps de connexion

9

## Frame Relay

- Circuit virtuel permanent
  - paquet de 1600 octets
  - débits de l'ordre de 1.5 Mbit/s
  - détection des erreurs de transmission
  - pas de retransmission ni de contrôle de flux
  - tarification basée sur le volume
    - coût moins important qu'une ligne louée
  - QoS (*Quality of Service*)
    - débit minimum garanti

10

## ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)

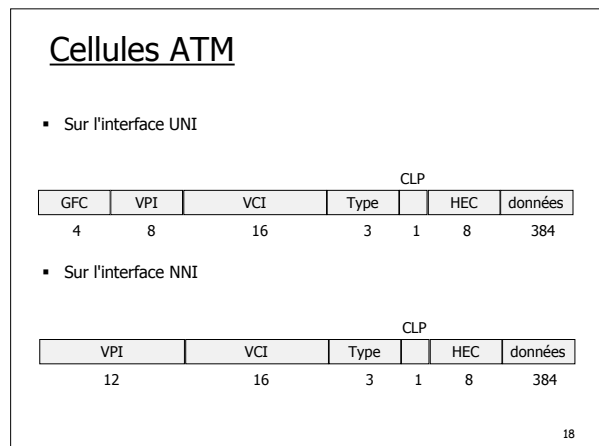
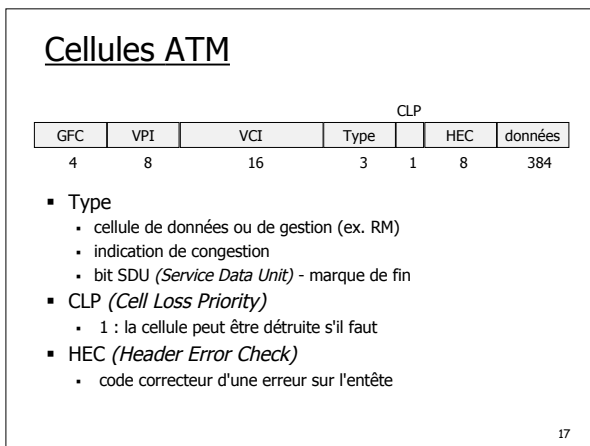
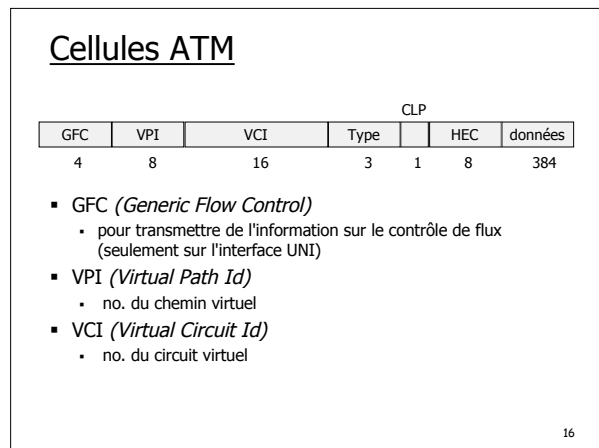
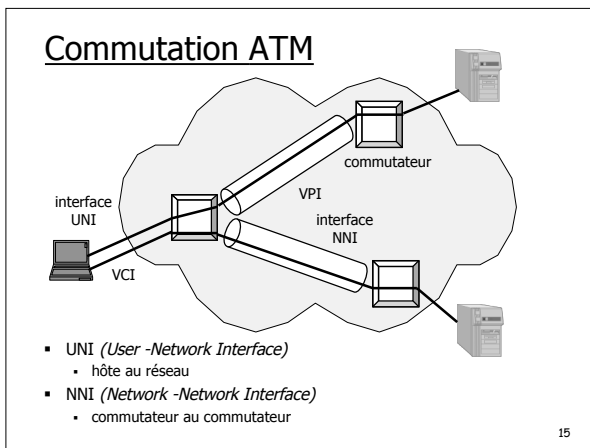
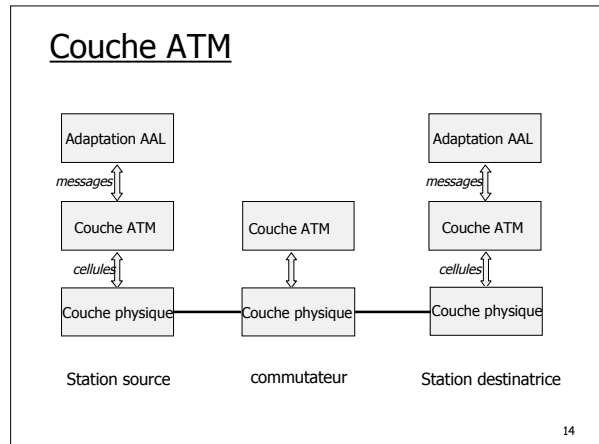
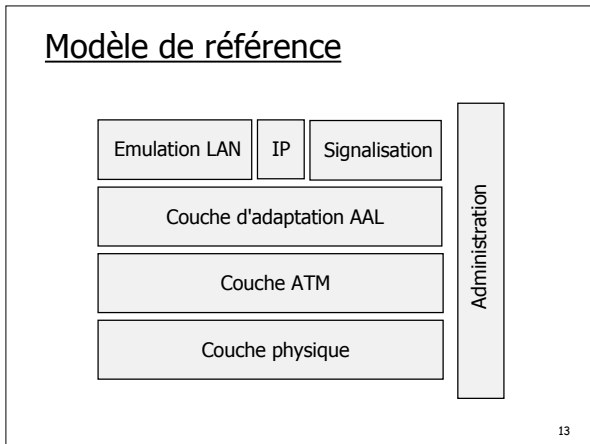
- Nouveau X.25
  - circuits virtuels
  - paquets courts de longueur fixe
    - cellule (*cell*)
  - acheminement non garanti
  - ordre garanti
  - suppose un support optique
    - faible taux d'erreurs

11

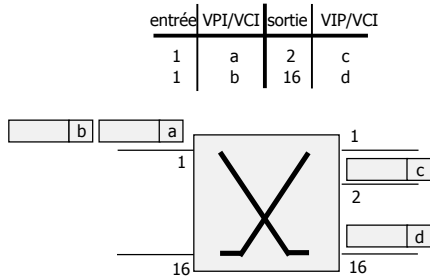
## ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)

- Au-dessus d'un support large bande
  - couche physique sur fibre optique
    - hiérarchies synchrones SDH et SONET
  - débits
    - OC-3, STM-1 : 155 Mbit/s
    - OC-12, STM-4 : 622 Mbit/s
    - OC-48 : 2.4 Gbit/s
  - multiplexage statistique

12



### Commutation VPI/VCI (Label Swapping)



19

### Services de la couche ATM

- Circuit virtuel
  - ordre garanti
- Pas de garanties de fiabilité
  - pertes de cellule
- Qualité de service d'un circuit virtuel
  - si un CV est alloué, le réseau garantit une qualité de service selon des catégories prédéfinies

20

### Catégories de service

Caractéristiques	CBR	RT-VBR	NRT-VBR	ABR	UBR
débit garanti	Oui	Oui	Oui	Opt	No
pour le trafic RT	Oui	Oui	No	No	No
pour le trafic <i>bursty</i>	No	No	Oui	Oui	Oui
retour sur congestion	No	No	No	Oui	No

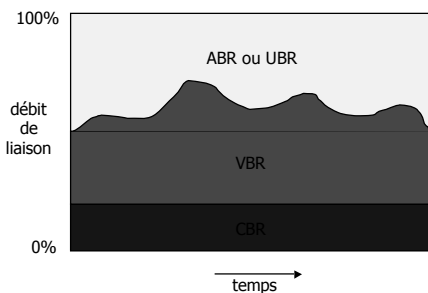
21

### Catégories de service

- CBR (*Constant Bit Rate*)
  - exemple : le canal T1
- RT-VBR (*Variable Bit Rate, Real Time*)
  - exemple : une vidéoconférence
- NRT-VBR (*Variable Bit Rate, Non-Real Time*)
  - exemple : e-mail multimédia
- ABR (*Available Bit Rate*)
  - exemple : Web surfing
- UBR (*Unspecified Bit Rate*)
  - exemple : FTP en tâche de fond

22

### Catégories de service



23

### AAL (*ATM Adaptation Layer*)

- Ensemble de services au dessus de l'ATM
  - fiabilité
  - segmentation, re-assemblage
  - contrôle de flux
  - synchronisation (information sur le temps)
- AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5

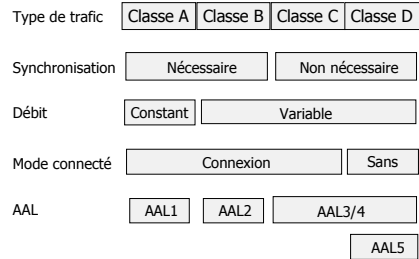
24

## Classes de services

- Classe A
  - émulation de circuit
- Classe B
  - émulation de circuit, débit variable
- Classe C
  - transfert de données en mode connecté
- Classe D
  - transfert de données en mode non connecté

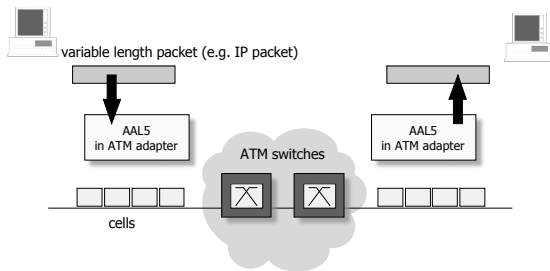
25

## Classification des services AAL



26

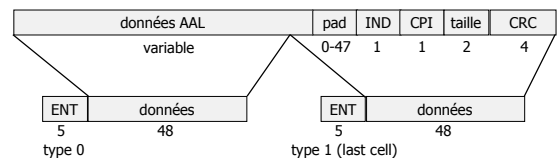
## ATM for data



- ATM is a mechanism for transporting variable length packets (AAL 5 frames) end to end
- Intermediate switches store and forward cells

27

## AAL 5 PDU



- Données de taille variable, max 64Ko
- IND (*User-to-user indication*) : octet opaque
- CPI (*Common part indicator*) : version
- Longueur de données
- CRC

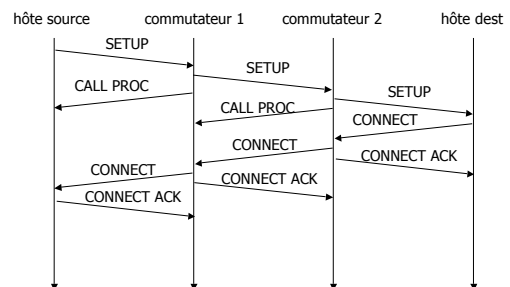
28

## Signalisation

- Comment établir et fermer des circuits virtuels ?
  - un circuit spécial toujours ouvert (VPI=0, VCI=5)
  - protocole fiable SSCOP au dessus de AAL5
- Messages
  - SETUP
  - CALL PROCEEDING
  - CONNECT
  - CONNECT ACK
  - RELEASE
  - RELEASE COMPLETE

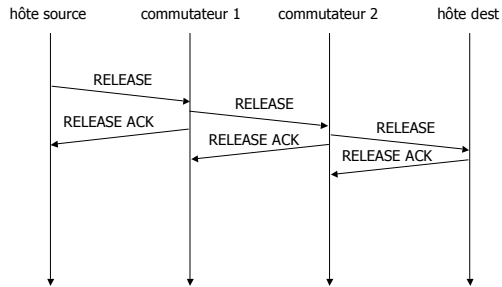
29

## Établissement de connexion



30

## Fermeture de connexion



31

## Adressage

- Plusieurs formats
  - E.164 : numéro de téléphone - 15 chiffres décimaux
  - adresse OSI - 17 octets
    - pays - 2 octets
    - autorité - 3 octets
    - domaine - 2 octets
    - zone - 2 octets
    - adresse locale - 6 octets
    - autres infos

32

## Summary

- ATM
  - connection oriented (virtual circuits) = similar to telephone
  - connections that are maintained in all intermediate systems (switches)
  - ATM packets have a small, fixed size and are called cells
  - every packet carries a connection identifier local to a link
  - ATM network implements some mechanisms to control the amount of data sent on one connection, thus limiting losses due to statistical multiplexing: rate control limits the ingress traffic
  - gives better control over individual traffic flows: reserved bandwidth
  - used in long-haul interconnection links or ADSL

33