

CHAPITRE II

COUCHE PHYSIQUE

Transmissions de données



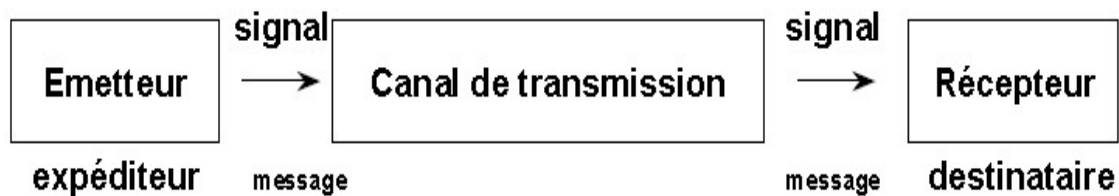
1. TRANSMISSION DE DONNÉES

Pour transmettre l'informations, il faut l'*encoder* en *signaux*. La transmission physique de l'information est prise en charge par la couche physique, sur *un canal de transmission* physique.

Qu'est ce qu'un canal de transmission ?

- Un canal de transmission est une liaison entre deux machines. Il n'est pas forcément constitué d'un seul support physique.
- Les données circulent sur un canal de transmission sous-forme d'ondes électromagnétiques, électriques ou même acoustique

Transmissions de données et caractéristiques



Couche physique

3

Transmissions de données et caractéristiques



1.1 Représentation des données

La transmission de données sur un support physique se fait par propagation d'un phénomène vibratoire (lumière, onde radio, électricité), que l'on fait varier :

- Lorsque l'information est représentée par la **variation d'une seule grandeur physique** (tension électrique, intensité lumineuse, etc), on parle alors de **transmission numérique**.
- Lorsque l'information est représentée par la **variation des paramètres intrinsèques de l'onde**, on parle alors de **transmission analogique**. Une onde électromagnétique est caractérisée par une **fréquence**, une **amplitude** et une **phase**. Le signal est obtenu par la fonction :

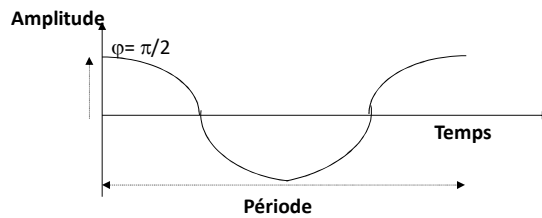
$$y = A \sin(2\pi f t + \varphi)$$

où **A** est l'**amplitude**, $f = 1/p$ la **fréquence** (en Hertz) et **p** la **période** (en secondes), φ la **phase** (en radian).

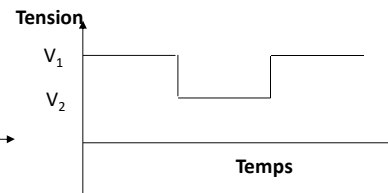
Couche physique

4

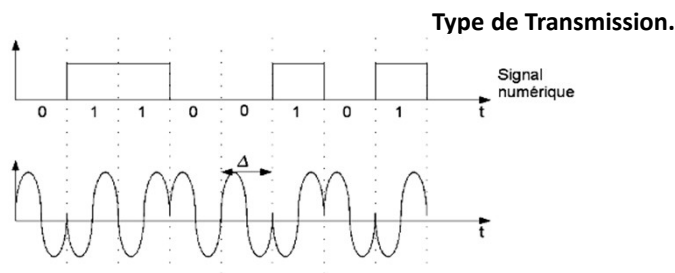
Transmissions de données et caractéristiques



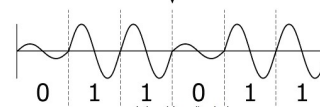
Signal Analogique



Signal Numérique



011011



Couche physique

5

Transmissions de données et caractéristiques



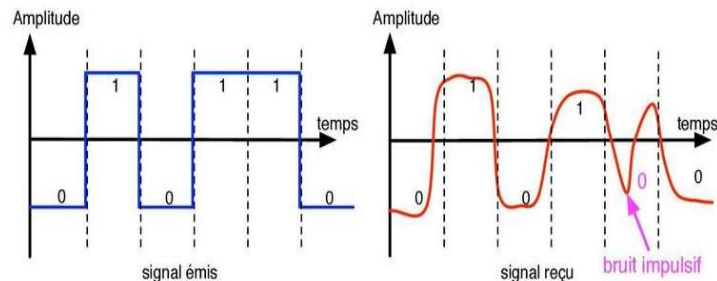
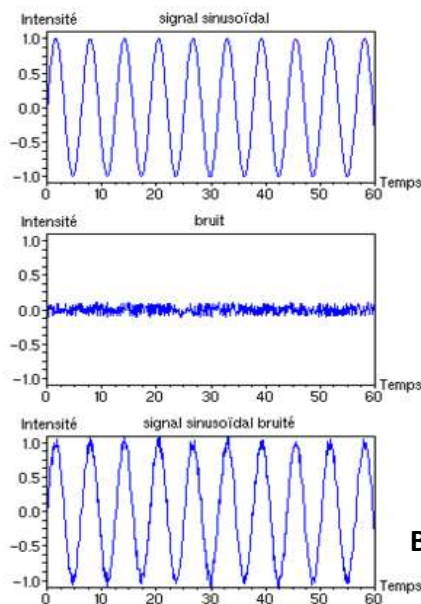
1. 2 Perturbations

- **Bruit:** Est l'ensemble des perturbations modifiant localement la forme du signal. On distingue généralement deux types de bruit :
 - **Le bruit blanc** Est une perturbation *uniforme du signal*, c'est à dire qu'il *rajoute au signal une petite amplitude* dont la moyenne sur le signal global est nulle. Il est induit généralement par *les connecteurs* les *amplificateurs* et les *équipements intermédiaires* interfaçant les câbles.
 - **Les bruits aléatoires** sont des *petits pics d'intensité* provoquant des erreurs de transmissions. Ce type de bruits est induit par une source *électromagnétique* externe affectant momentanément ou de manière aléatoire le signal.

Couche physique

6

Transmissions de données et caractéristiques



Bruit blanc

Couche physique

7

Transmissions de données et caractéristiques



- **L'affaiblissement:** Représente la perte de signal en énergie dissipée sur la ligne. L'affaiblissement se traduit par un signal de sortie plus faible que le signal d'entrée.

$$A = 10 \log_{10} (RA) \text{ où } RA = \text{SignTrans} / \text{SignRecu}$$

Notons que l'affaiblissement est proportionnel à la longueur de la voie de transmission et à la fréquence du signal. Le signal s'affaiblit en fonction de la distance parcourue. Certaines fréquences tendent à s'affaiblir plus rapidement que d'autres.

- **La distorsion de phase :** Caractérise le déphasage du signal analogique en entrée et celui en sortie. Ces erreurs sont dues à une mauvaise synchronisation entre l'émetteur et le récepteur.

Couche physique

8

Transmissions de données et caractéristiques



1.3 Caractéristiques d'une transmission

Une transmission est caractérisée par : Un taux d'erreurs induits, une vitesse de transmission, et un temps de transfert de l'information.

- **Taux d'erreurs** on peut la mesurer en calculant pendant un temps significatif le rapport:

$$\text{TauxER} = \text{Nombre de bits erronés} / \text{le nombre de bits émis.}$$

- **Vitesse de transmission:**

- **Un état** est la plus petite portion du signal échangée entre deux ETCD.
- La durée d'un état est notée t ou Δ . Cette durée est fixe.
- n : Le nombre de bits représenté par un état $n = \log_2(V)$
- V : La valence du signal désignant le nombre de tous les états différents pouvant être générés dans le signal $V=2^n$

Transmissions de données et caractéristiques



- **La rapidité ou vitesse de modulation R** est le nombre d'états transmis en une seconde :
 $R = 1 / t$ (en bauds).
- **Le débit binaire D d'une voie de transmission** est le nombre maximum de symboles binaires transmis par seconde sur cette voie. P

$$D = n R \text{ bits/s} \quad n = \log_2 V$$

- **Temps de transfert** est la durée de temps qui sépare le début d'émission de la fin de réception :

$$T_{\text{transfert}} = T_{\text{émission}} + T_{\text{propagation}}$$

➤ Le **temps d'émission** dépend du débit et désigne le temps nécessaire pour que tout le message soit **injecté** sur le support par l'ETCD :

$$T_{\text{émission}} = \text{Taille du message envoyé} / \text{Débit binaire.}$$

➤ Le **temps de propagation** dépend de la **distance** couverte et du support et désigne le temps nécessaire pour que le signal se propage de l'émetteur vers le récepteur.

$$T_{\text{propagation}} = \text{distance parcourue par le message} / \text{vitesse de propagation sur le support}$$

Transmissions de données et caractéristiques



1. 4 Caractéristiques d'un canal de transmission

- **La bande passante** : D'une voie de transmission (*bandwidth*), notée **W** , est l'intervalle de fréquences sur lequel le signal ne subit pas un affaiblissement supérieur à 50%.

$$W = f_2 - f_1$$

- Les fréquences f_1 et f_2 , limitant la bande passante

Transmissions de données et caractéristiques



- **La capacité C** d'une voie de transmission (*formule de **Shanon***) est la quantité d'informations en (bits) pouvant être transmise sur la voie en une seconde.

$$C = W \log_2 (1 + S / B) \text{ en bps.}$$

Où : **W** est la largeur de bande en *Hz* et **S / B** représente le **rapport signal sur bruit** de la voie transmission.

Transmissions de données et caractéristiques



1. 5 Trafic

Le *trafic* permet de mesurer le degré d'**utilisation d'une voie** et par conséquent de choisir une voie adaptée à l'utilisation que l'on veut faire. Pour évaluer le trafic, on considère qu'une transmission ou communication est une session de durée moyenne T (en secondes) ; soit N_c le nombre moyen de sessions par heure. **L'intensité du trafic** est alors donnée par l'expression :

$$E = T \times N_c / 3600 \text{ (en Erlangs).}$$

l'intensité du trafic mesure le temps d'utilisation de la voie par heure.

Supports de transmission guidés et non-guidés



2. SUPPORTS DE TRANSMISSION GUIDÉS ET NON-GUIDÉS

2.1 Supports de transmission guidés

- Plusieurs supports sont utilisés dans les réseaux
 - La paire torsadée
 - Le câble coaxial
 - La fibre optique
 - ETC
- Le choix d'un support détermine aussi les conditions de câblage
 - Flexibilité du support souhaitable ou non.
 - Coût.
 - Immunité aux perturbations électromagnétiques.
 - Sécurité.

Supports physiques de transmission



a. Le câble coaxial

- Constitué de deux conducteurs cylindriques de même axe, séparés par un isolant
- Convient à la transmission analogique et numérique
- Adaptée à la transmission d'information de longue distance

Performances

Débits courants : 2 Mbit/s à 100 M bit/s

Portée sans régénération : 3 Km à 4,5 Km

Couche physique

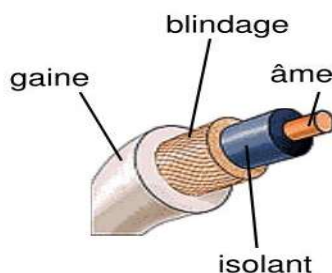
15

Supports physiques de transmission



Câble Coaxiaux

- Deux conducteurs concentriques : le conducteur extérieur (blindage) est mis à la terre, le conducteur intérieur (âme) est isolé et centré à l'aide d'un matériau diélectrique.



Gaine : protège de l'environnement extérieur. En caoutchouc, PVC, ou téflon)

Blindage : enveloppe métallique, permet de protéger les données transmises sur le support des parasites

Isolant : matériau diélectrique, évite le contact avec le blindage (court-circuit).

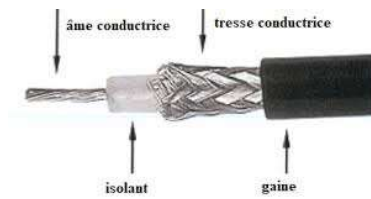
Âme : transport des données, un seul brin en cuivre ou plusieurs brins torsadés.

- 😊 Meilleure BP, moins sensible aux perturbations (⇒ plus grandes distances, plus grands débits - Gbit/s-) que la paire torsadée. Moins cher que la fibre optique. Technologie rodée.
- ☹ Environ 8 fois plus cher, plus lourd et moins maniable que la paire torsadée ⇒ délaissé au profit de la paire torsadée.

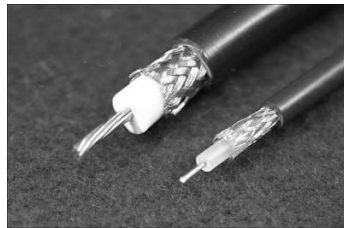
Couche physique

16

Supports physiques de transmission



Différents Câbles coaxiaux



RG8 câble épais et Rg58 câble fin



Câble Rg58 (âme en brins)

Couche physique

17

Supports physiques de transmission



b. La paire torsadée

- Constituée d'une paire de fils électriques agencés en spirale
- Convient à la transmission analogique et numérique
- Adaptée à la transmission d'information de courte distance
- Support le plus utilisé : téléphonie et réseaux locaux

Performances

Débits courants : 1 Mbit/s, 4 Mbit/s, 10 Mbit/s, 16 Mbit/s

Portée sans régénération : 100 à 250 m

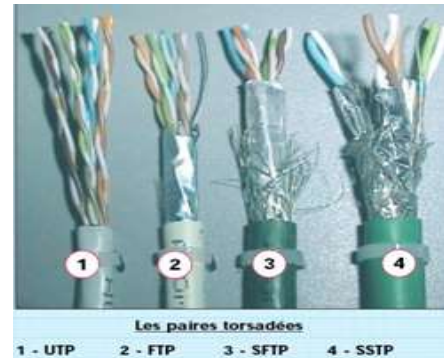
Couche physique

18

Supports physiques de transmission



	Le câble UTP (Unshielded Twisted Pair) est un câble RJ45 non blindé. Utilisé dans la téléphonie. Ne pas utiliser sur les réseaux informatiques.
	Le câble FTP (Foiled Twisted Pair) est un câble RJ45 dont le blindage général est assuré par une feuille d'aluminium. Suffisant en absence de parasites.
	Le câble STP (Shielded Twisted Pair) est un câble RJ45 dont seules les paires sont blindées. Suffisant en absence de parasites.
	Le câble S/FTP (Shielded Foiled Twisted Pair) est un câble RJ45 blindé à la fois par une feuille d'aluminium et une tresse. A utiliser en cas de présence de parasites et/ou de longueurs.
	Le câble S/STP (Super Shielded Twisted Pair) est un câble RJ45 dont chaque paire est blindée en plus du blindage général. A utiliser en cas de longueurs et/ou de voisinage parasites importants.

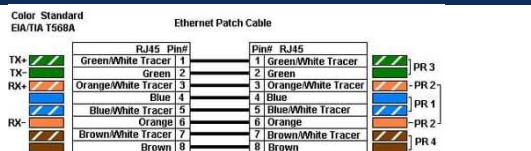


STP Cable

Couche physique

19

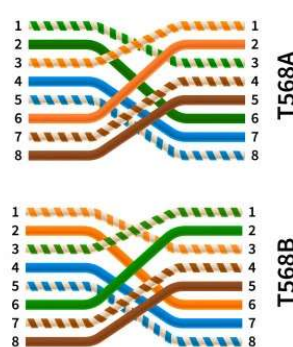
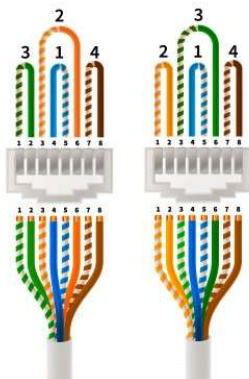
Supports physiques de transmission



T568A

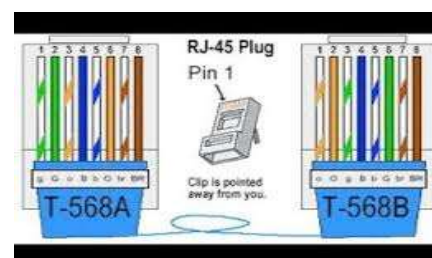
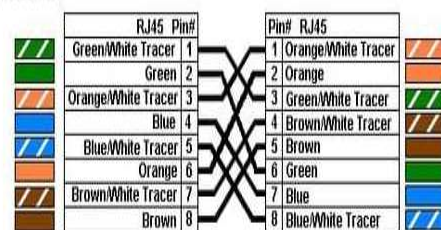
T568B

TIA/EIA CROSSED WIRING



Color Standard EIA/TIA T568A

Ethernet Crossover Cable



Couche physique

20

Supports physiques de transmission



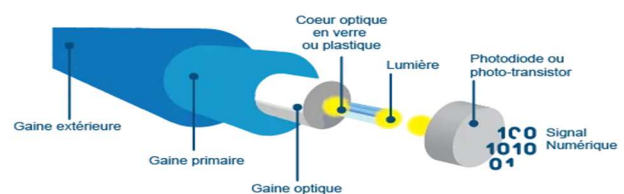
c. La fibre optique

- Fibre de silicium (ou plastique)
- Permet une très large bande passante (de l'ordre de 1GHz pour 1 Km)
- Permet une très bonne qualité de la transmission

Performances

Débits courants : qq Gbits/s

Portée sans régénération : 15 Km à 500 Km



Couche physique

21

Supports physiques de transmission



Synthèse

Support	Bande passante	Application	Réseau
Paire torsadée	> 100 kHz	Téléphonie, LAN	Ethernet, Token Ring
Câble coaxial	> 100 MHz	Téléphonie, LAN, MAN	Anciennement Ethernet, Token Bus
Fibre optique	> 1GHz	LAN, MAN, WAN	Interconnexion de réseaux locaux éloignés

Couche physique

22

Supports de transmission non-guidés



Transmission Sans fil

- ❑ Le *sans fil* permet de s'affranchir du câblage dans la mise en œuvre des réseaux locaux.
- ❑ Avantages
 - *Mobilité* : augmente l'efficacité et la productivité.
 - Temps d'installation réduit.
 - Facilité d'emploi pour les utilisateurs.
 - Maintenance facile, coût d'équipement faible
 - Réseaux *ad hoc*.
- ❑ **Plusieurs solutions** : chaque solution correspond à un usage différent en fonction des caractéristiques (débit, coût, sécurité, souplesse d'utilisation et de configuration, consommation électrique et autonomie).

Couche physique

23

Supports de transmission non-guidés



Cat.	Portée max	Débit	Usages	Normes
WPAN	Qqs m	1 Mbit/s	Réseau particulier	IEEE 802.15 (Bluetooth), NFC, ETSI HyperPan
WLAN	500 m	+ de 50 Mbit/s	Réseaux internes, propres à un bâtiment (soit comme réseau d'entreprise, soit comme réseau domestique).	IEEE 802.11 (a,b,g,...) ETSI HyperLan
WMAN	4 à 10 kilomètres	de 1 à 10 Mbit/s	Ville, Campus, ... Interconnecte plusieurs WLAN	IEEE 802.16 WiMax ETSI HyperMan
WWAN	Plusieurs centaines de kms	de 1 à 10 Mbit/s	Régional, National Interconnecte plusieurs villes	Basé sur des technologies cellulaires

Couche physique

24

Types de transmission



3. TRANSMISSION ANALOGIQUE ET NUMÉRIQUE

3.1 Transmission analogique (analogue)

- La transmission analogique consiste à faire circuler des informations sur un support physique sous forme d'une *onde* par modification de l'une de ces caractéristiques (amplitude, fréquence ou phase).
- On utilise des signaux avec des fréquences choisies, ce qui permet de limiter les pertes et donc de transmettre sur des distances plus longues.
- Pour transmettre ces données numériques de façon analogique, on utilise un **ETCD** spécifique appelé, **Modem** ; son rôle est :
 - **A l'émission** : de convertir un signal numériques en signaux analogiques. On appelle ce procédé « *la modulation* ».
 - **A la réception** : de convertir le signal analogique en signal numériques. Ce procédé est appelé « *démodulation* ».

Couche physique

25

Types de transmission



- **Modulation d'amplitude** ASK (amplitude shift Keying)
- **Modulation de fréquence** FSK (frequency shift Keying)
- **Modulation de phase** PSK (phase shift Keying)

Couche physique

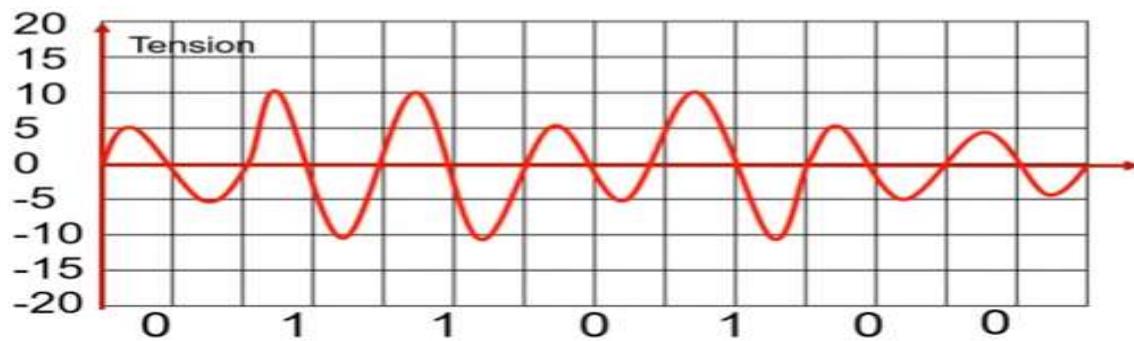
26

Types de transmission



- **La modulation d'amplitude ou l'ASK** : variation de l'amplitude.

Exemple: 1 \rightarrow 10 V et 0 \rightarrow 5 V



Couche physique

27

Types de transmission

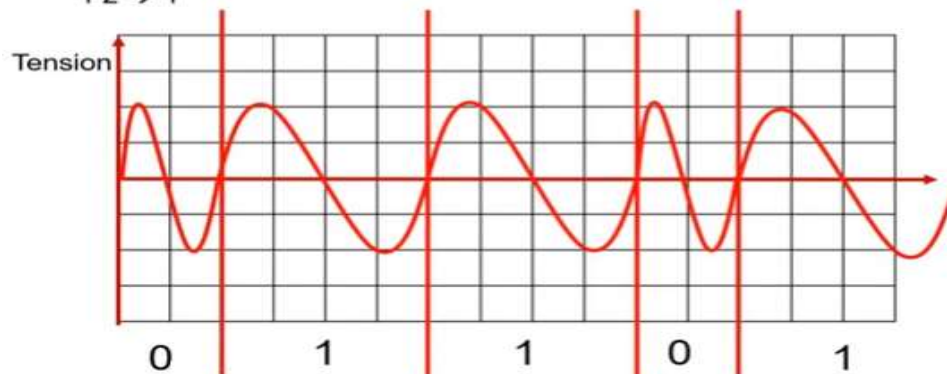


- **La modulation de fréquence ou FSK** : variation de la fréquence.

Par exemple on prend deux fréquences : F1 et F2

F1 \rightarrow 0

F2 \rightarrow 1



Couche physique

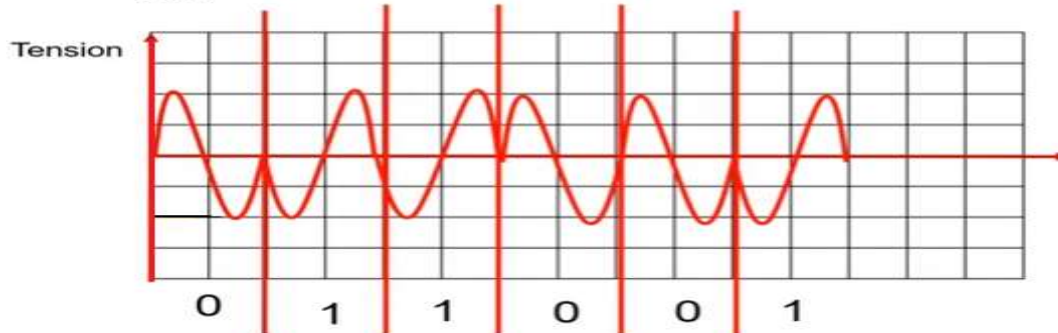
28

Types de transmission



- **La modulation de phase ou PSK** : variation de la phase.

Exemple : On considère deux phases (0° et 180°)
 $1 \rightarrow 180^\circ$
 $0 \rightarrow 0^\circ$



- La composition de ces trois techniques de modulations est possible et permet d'augmenter la valence et donc le débit de la transmission

Types de transmission



3.2 Transmission numérique (digital)

La transmission numérique consiste à faire transiter les informations sur le support physique de communication sous forme de signaux numériques (0 et 1). Pour faire passer 0 ou 1, il faut coder par un signal possédant deux états, comme par exemple :

- Deux niveaux de tension par rapport à la masse.
- La présence ou absence de courant dans un fil.
- La présence / absence du son.
- La présence / absence de lumière,
- Cette transformation de l'information binaire sous forme d'un signal à deux états est réalisée par l'**ETCD**, appelé aussi **codeur bande de base**, d'où l'appellation de **transmission en bande de base** pour désigner la **transmission numérique**.

Types de transmission



Couche physique

31

Types de transmission



Codage des signaux : Plusieurs codages ont été définis

- **Codage tout ou rien (unipolaire)**

On utilise deux valeurs pour représenter le 0 et le 1
 Tension positive = 1
 Tension Nulle = 0



Ses inconvénients sont :

- consommation d'électricité importante dans le cas où on émet une série de 1
- problème de détection du signal
- problème de désynchronisation lors d'une longue série de 1 ou de 0

Couche physique

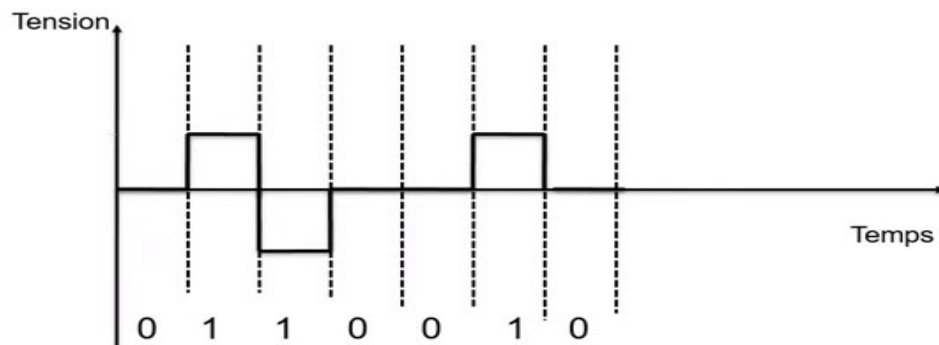
32

Types de transmission



• Codage bipolaire

C'est aussi un code tout ou rien dans lequel le 0 est représenté par un courant nul, mais le 1 est représenté par un courant alternativement positif ou négatif pour éviter de maintenir des courants continus.



Couche physique

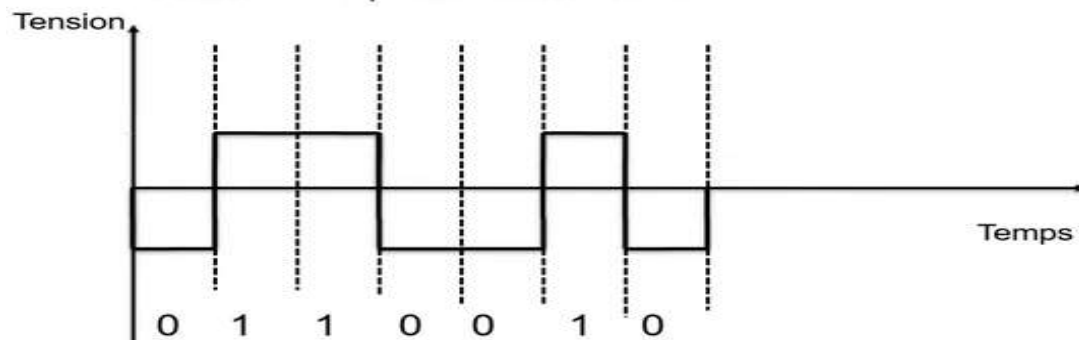
33

Types de transmission



• Codage NRZ (No Return to Zero)

On utilise deux valeurs pour représenter le 0 et le 1
 Tension positive = 1
 Tension négative = 0
 Tension nulle : pas de transmission



Couche physique

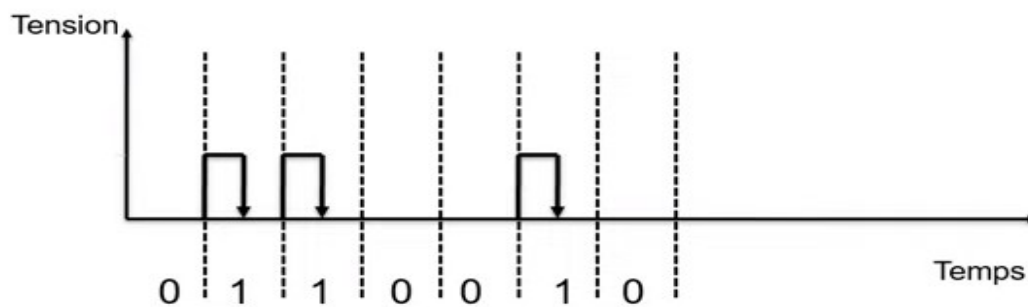
34

Types de transmission



• Codage RZ (Return to Zero)

On utilise deux valeurs pour représenter le 0 et le 1
 Front descendant = 1
 Tension nulle = 0



Couche physique

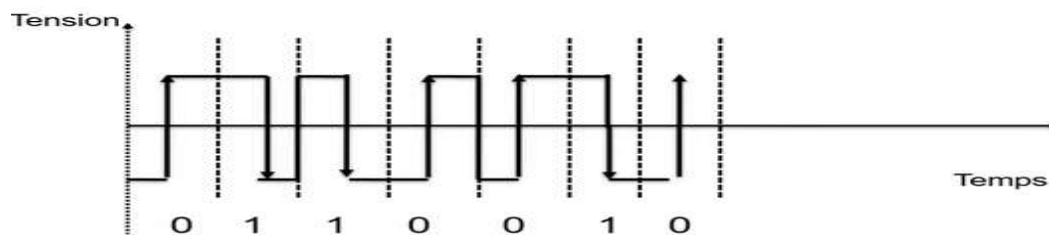
35

Types de transmission



• Codage biphasé (Manchester)

On utilise deux valeurs pour représenter le 0 et le 1
 Front descendant au milieu = 1
 Front montant au milieu = 0



- La synchronisation des échanges entre émetteur et récepteur est toujours assurée.
- Le codage Manchester présente un inconvénient : il nécessite un débit sur le canal de transmission deux fois plus élevé que le codage binaire.

Couche physique

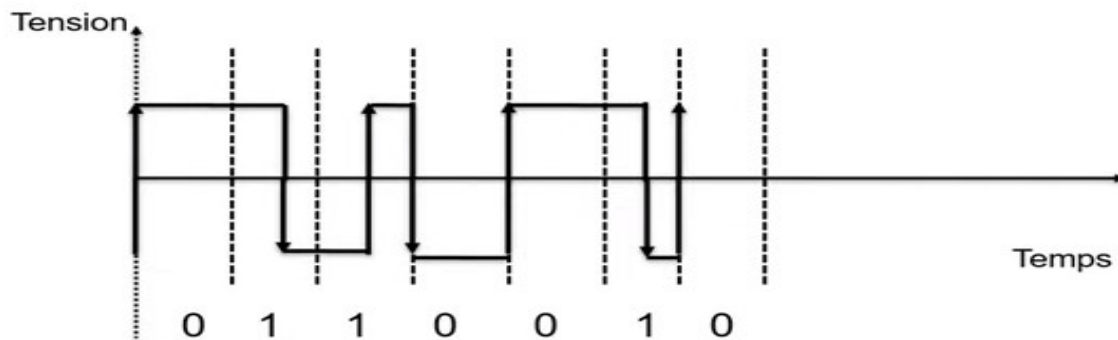
36

Types de transmission



• Codage biphase différentiel (Manchester différentiel)

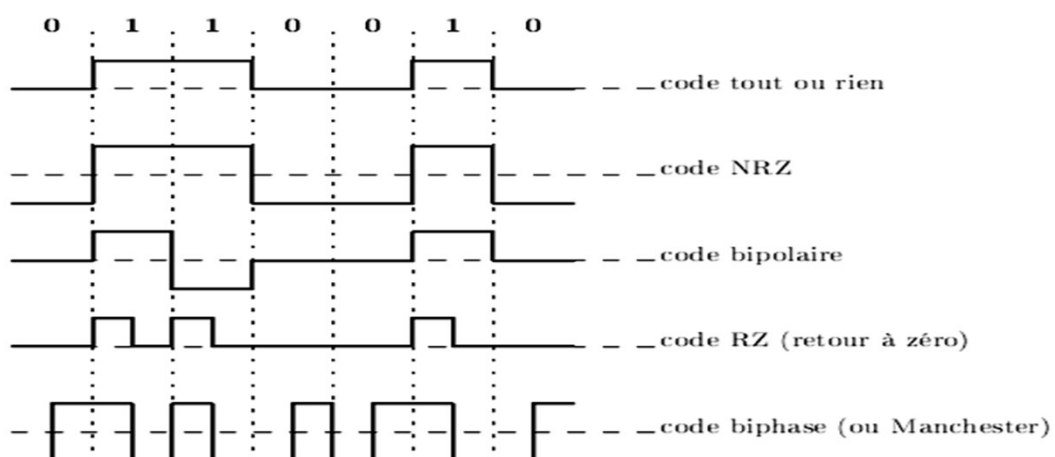
On utilise deux valeurs pour représenter le 0 et le 1
 Front montant ou front descendant au milieu = 1
 Front descendant ou montant au début = 0



Couche physique

37

Types de transmission



Les principaux codages en bande de base

Couche physique

38

Numérisation



4. Numérisation

La numérisation consiste à **transformer** un signal **analogique** en signal **numérique**.

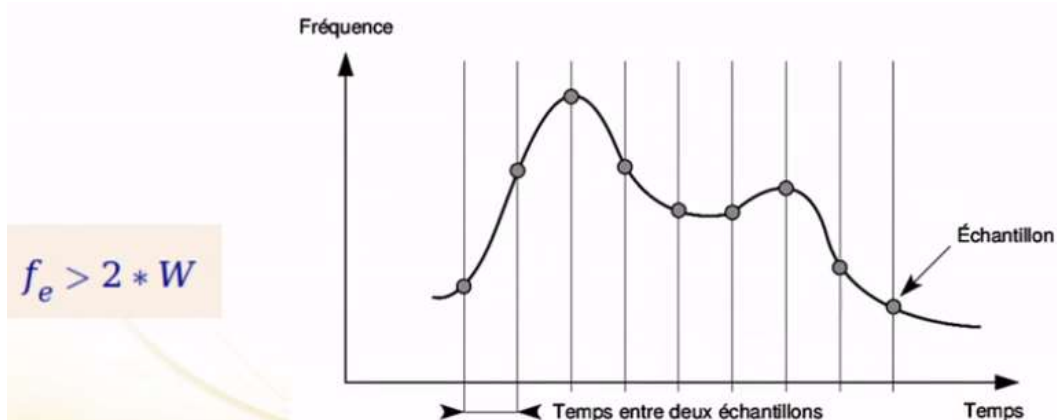
La numérisation passe par trois étapes :

- **Echantillonnage**
- **Quantification**
- **Codage**

Numérisation



4.1 Echantillonnage



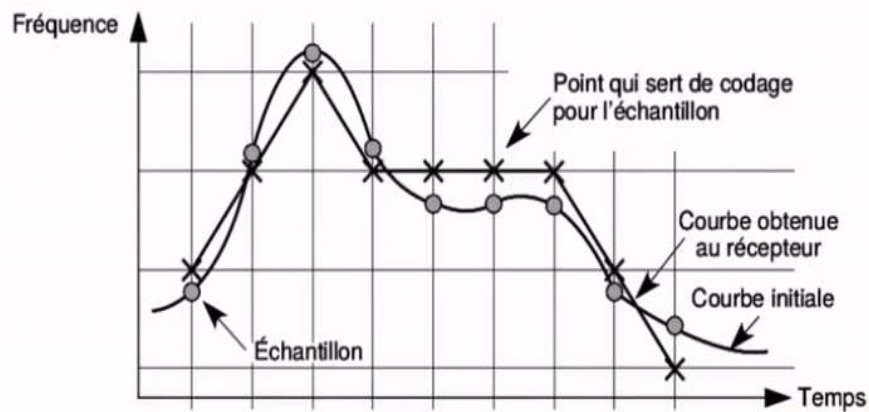
Pour un signal avec une largeur de bande passante = 5 000 HRZ
Il faut échantillonner au moins 10 000 HRZ fois par seconde

Numérisation



4.2 Quantification

Consiste à présenter chaque échantillon par une valeur numérique.



Couche physique

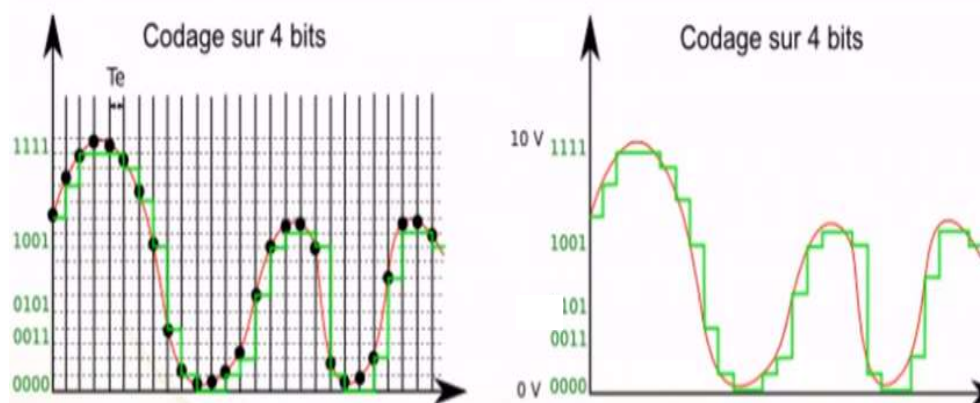
41

Numérisation



4.3 Codage

Consiste à affecter une valeur numérique à chaque échantillon.



Couche physique

42

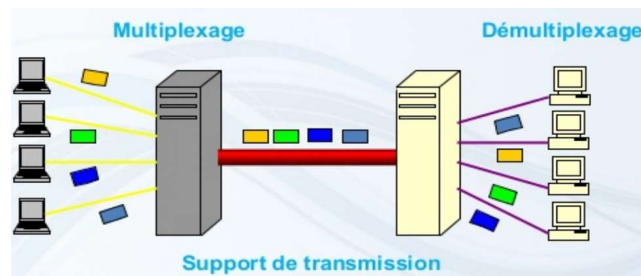
Multiplexage et Concentrateur



5. MULTIPLEXAGE ET CONCENTRATEUR

5.1 Le multiplexage

Pour optimiser l'usage des canaux de transmission, les opérateurs ont développé des techniques qui regroupent plusieurs communications sur un même support de transmission. On parle alors de partage de canal physique ou **MULTIPLEXAGE** physique. Les données transmises sur des lignes secondaires appelées voies basse vitesse (BV) sont concentrées sur un seul circuit de donnée à plus fort débit (dit voie Haute Vitesse, HV).



Couche physique

43

Multiplexage



- Le **multiplexage** consiste donc à faire transiter sur une seule et même ligne de liaison, dite voie haute vitesse, des communications appartenant à plusieurs paires d'équipements émetteurs et récepteurs, (sans mélanger l'information à la sortie). Chaque émetteur est raccordé à un multiplexeur par une liaison dite **voie basse vitesse**.
- On appelle **multiplexeur** l'équipement de multiplexage permettant de combiner les signaux provenant des émetteurs pour les faire transiter sur la voie haute vitesse. On nomme **démultiplexeur** l'équipement de multiplexage sur lequel les récepteurs sont raccordés à la voie haute vitesse.

Couche physique

44

Multiplexage



Le partage de canal peut être réalisé suivant deux types d'allocation :

- **L'allocation statique** : Lorsqu'une fraction de la capacité de transmission de la ligne est allouée de façon permanente à la disposition de chaque voie ou canal de transmission. Facile à exploiter mais mauvaise gestion de ressources
- **L'allocation dynamique** : Lorsque les durées d'allocation sont variables suivant le trafic de chaque voie. Le partage statique met en œuvre des équipements de type multiplexeur. Le partage dynamique peut être réalisé à l'aide d'équipements spécialisés de type concentrateurs. Optimisation des ressources mais plus complexe à mettre en œuvre.

Couche physique

45

Multiplexage



Multiplexeur FO



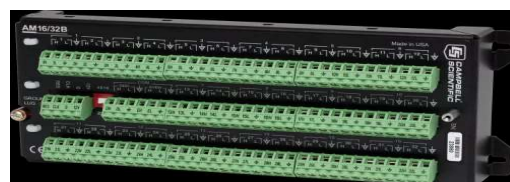
Multiplexeur pour Câbles coaxiaux



Multiplexeur pour Câbles coaxiaux TV SAT



Multiplexeur /Démultiplexeur



Multiplexeur pour réseaux de capteur

Couche physique

46

Multiplexage



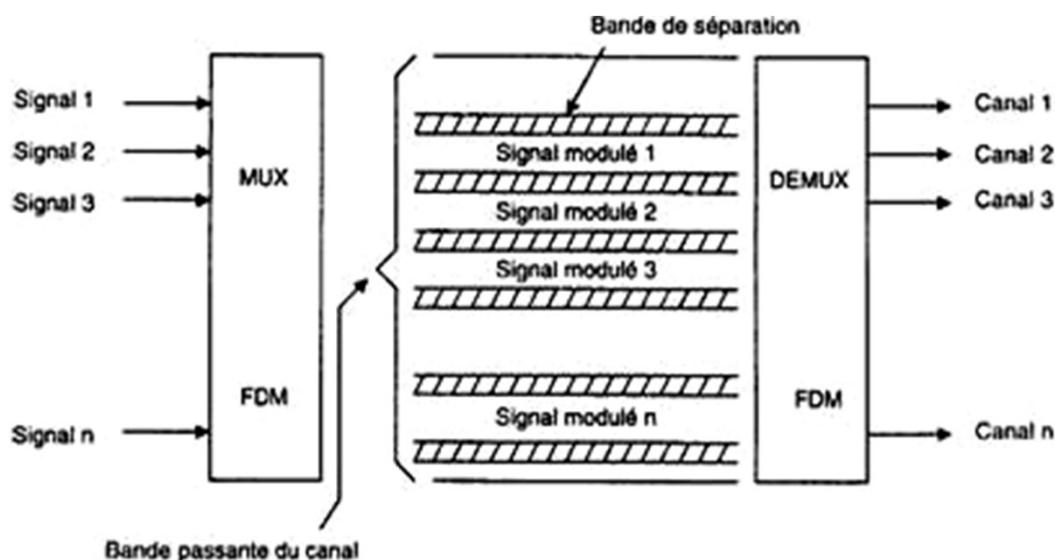
5.1.1 Le multiplexage fréquentiel

- Appelé aussi **MRF** (**M**ultiplexage **p**ar **r**épartition de **f**réquence ou en anglais **FDM**, Frequency Division Multiplexing), permet de partager la bande de fréquences disponibles sur la voie haute vitesse en une série de canaux de plus faible largeur.
- Il consiste à transposer les fréquences de chaque canal en entrée d'une ligne BV dans la bande qui lui est impartie dans la voie HV.
- Plusieurs transmissions peuvent être faites simultanément, chacune sur une bande de fréquences particulières, et à l'arrivée, le Démultiplexeur est capable de discriminer chaque signal de la voie haute vitesse pour l'aiguiller sur la bonne voie basse vitesse.
- Ce type de multiplexage n'est possible qu'en utilisant la **transmission analogique**.
- Exemple : transmission programmes radio, TV, TV SAT,

Couche physique

47

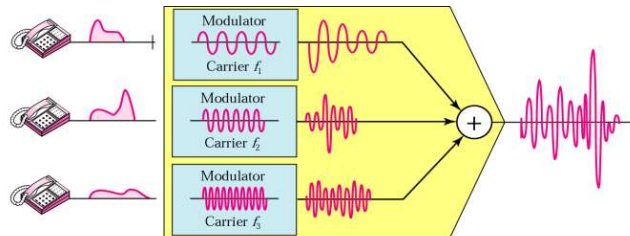
Multiplexage



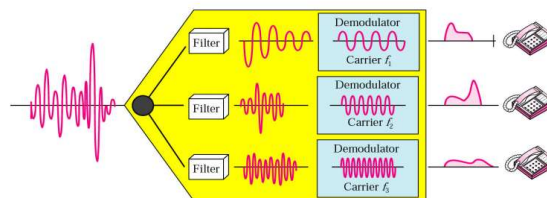
Couche physique

48

Multiplexage



FDM à la réception (DEMUX)



Couche physique

49

Multiplexage



- La voie *HV* doit avoir une capacité suffisante pour absorber toutes les données provenant des voies *BV*. Chaque voie *BV* conserve sa bande passante sur la voie *HV*. Soit *BP* la bande passante de la voie haute vitesse et *Bp_i* est la bande passante à la ligne basse vitesse (*i*). On a :

$$\sum Bp_i < BP.$$

- Ainsi, si *C* est la capacité de la ligne *HV* et *D_i* et *R_i* le débit et la rapidité d'une ligne *BV*, alors : $C \geq \sum_i D_i$; $R_{Mux} \geq \sum_i R_i$
- Remarque** Le multiplexage fréquentiel est uniquement possible avec la transmission analogique. Fourier a démontré grâce à sa transformée la possibilité de retrouver des signaux analogiques sinusoïdaux à partir d'une somme de signaux.

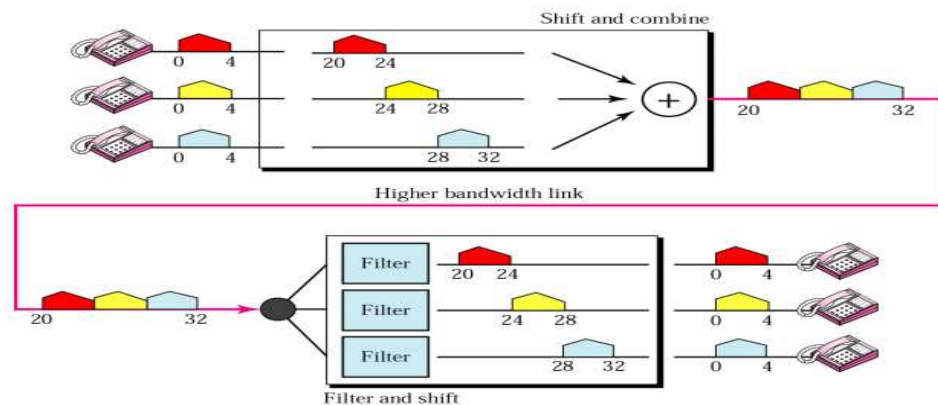
Couche physique

50

Multiplexage

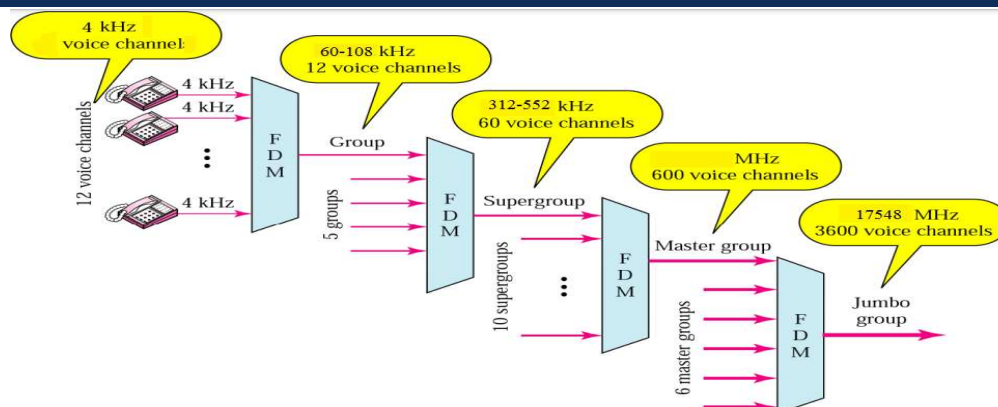


- **FDM** est utilisé en téléphonie où, chaque signal occupe une bande de fréquence de **4kHz**. Les supports de transmission HV employés pour acheminer ces signaux possèdent des bandes passantes beaucoup plus larges. Une hiérarchie **FDM** téléphonique a été définie pour transmettre jusqu'à 600 voies téléphoniques multiplexées sur les supports comme des fils torsadés ou des câbles coaxiaux



51

Multiplexage



Le premier niveau **FDM** regroupe 12 canaux, pour former le *groupe primaire*. Le *groupe secondaire* est constitué de 5 *groupes primaires* et peut donc véhiculer 60 voies téléphoniques. Le *groupe tertiaire* (Master group) est composé de 10 groupes secondaires et véhicule 600 voies téléphoniques. Le jumbo group peut relier 6 masters groups.

Multiplexage



5.1.2 Le multiplexage temporel

- Le multiplexage temporel, appelé aussi **MRT** (*Multiplexage par répartition dans le temps* ou en anglais **TDM**, *Time Division Multiplexing*) permet d'échantillonner les signaux des différentes voies BV et de les transmettre successivement sur la voie HV en leur allouant la totalité de la bande passante pendant un laps de temps limité appelé **Quantum**.
- Plus moderne et mieux adaptée à la transmission numérique, cette technique permet de transmettre à grande vitesse plusieurs signaux numériques **en série** sur un seul canal de transmission. Suivant les techniques, chaque intervalle de temps attribué à une voie permet de transmettre 1 ou plusieurs bits de manière statique ou dynamique.

Multiplexage



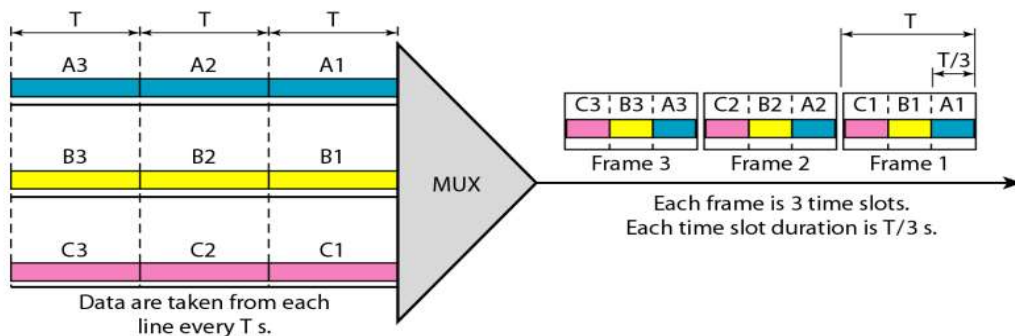
- **Multiplexage temporel synchrone**: Multiplexage statique où les quanta sont égaux et alloués périodiquement à chaque équipement. Pas besoin d'adresser les flux mais implique l'existence d'une mémoire dédiée (Buffer) à chaque ligne BV pour le stockage de l'information en attente de transfert. Pendant le quantum, les données de la voie BV occupent toute la bande passante de la voie HV.
- **Remarque** : La vitesse de transmission des voies basse vitesse, notée d_i , est fonction de la vitesse de transmission de la ligne composite, notée D , et du nombre de voies n : $d = D/n$. La **période de scrutation (cycle)** T_s des trames est fonction du nombre de voies et de l'intervalle de temps élémentaires (Quantum) Q :

$$T_s = n \times Q.$$

Multiplexage



Dans un TDM synchrone, le débit de données de la liaison est n fois plus rapide, et la durée de l'unité est n fois plus courte.



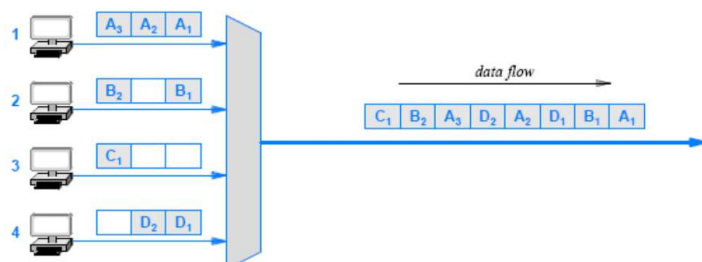
Couche physique

55

Multiplexage



- **Multiplexage temporel asynchrone** : Définit un multiplexage dynamique où un quantum est alloué à la demande dès qu'un buffer est plein. Cela nécessite de rajouter l'adresse de la provenance. Cette technique permet de réduire les silences sur la ligne HV . Elle améliore le multiplexage temporel synchrone en n'attribuant la voie haute vitesse qu'aux voies basses vitesses qui ont effectivement des données à transmettre. Les tranches de temps sont donc dynamiquement allouées et peuvent avoir des durées variables.



Couche physique

56

Multiplexage



Exemple

Soit trois terminaux T1, T2, T3 reliés à un multiplexeur.

T1 émet le message A

T3 émet le message D

T1 émet le message B

T2 émet le message C

T1 émet le message E

Synchrone	A	silence	D	B	C	silence	E	silence	silence
Asynchrone	A	D	B	C	E	fin			

Couche physique

57

Concentration et diffusion



5.2 Concentration et diffusion

- La **concentration** consiste en la réception d'informations sur plusieurs lignes pour remettre l'ensemble sur une seule (la ligne est partagée dans le temps).
- La **diffusion** est l'opération inverse.
- Un concentrateur (un hub) est un multiplexeur asynchrone temporel intelligent, permettant d'assurer les fonctions de concentration et de diffusion. Il alloue dynamiquement (à la demande) les tranches de temps aux ETDD qui ont en besoin. Pour cela, il doit assurer le stockage des données temporairement sur **des mémoires** avant leur émission.
- Les blocs de données doivent explicitement contenir des informations de l'expéditeur. Le concentrateur doit être capable de désynchroniser le traitement des différentes lignes qu'il multiplexe.

Couche physique

58