

# Chapitre II : Transmission de données (Couche physique)

Cours réseau  
L3 ACAD  
Pr. Abdelli Abdelkrim

# PLAN

1. Transmissions de données et caractéristiques
2. Types de transmission de données
3. Les supports physiques
4. Les modes de Transmission de données
5. Multiplexage des données
6. ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
7. Le Multiplexage MIC

## II.4 Les modes de Transmission de données

La transmission de données entre deux machines peut s'effectuer de différentes manières. Elle est caractérisée par :

- Le sens des échanges.
- Le nombre de bit envoyés simultanément.
- La mode de synchronisation.

### II. 4.1 Le sens des échanges

- **Liaison Simplexe** : Elle caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un seul sens, c'est à dire de l'émetteur vers le récepteur. Ce mode est très utile lorsque les données n'ont pas besoin de circuler dans les deux sens (par exemple de votre ordinateur vers l'imprimante ou de la souris ou le clavier vers l'ordinateur, capteurs ...).

- **Liaison Half Duplex** : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un sens ou l'autre, mais pas les deux simultanément. Ainsi, avec ce genre de liaison, chaque extrémité de la liaison émet à son tour. Ce type de liaison permet d'avoir une liaison bidirectionnelle utilisant la capacité totale de la ligne.
- **Liaison Full Duplex** : caractérise une liaison dans laquelle les données circulent de façon bidirectionnelle et simultanément. Ainsi, chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps.

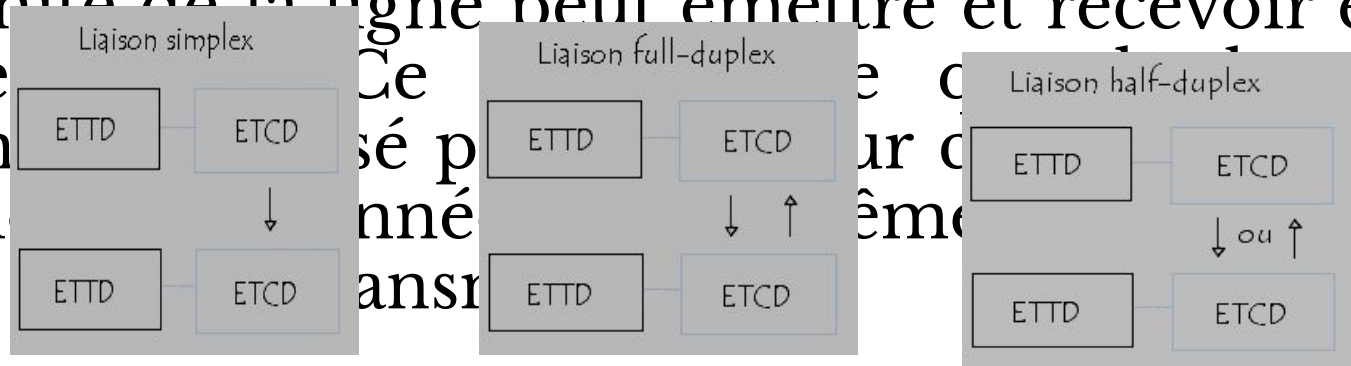
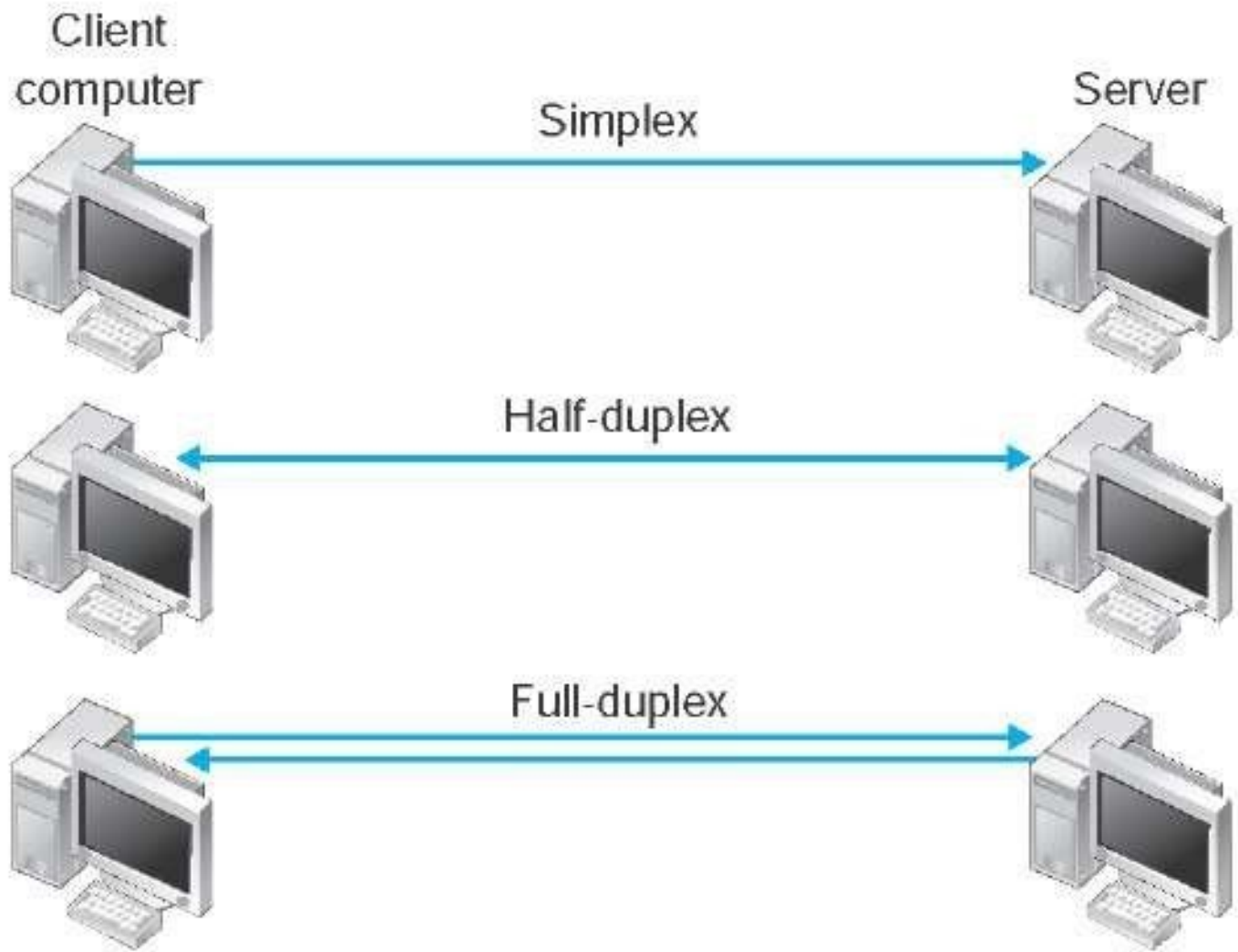


Figure 2.10 : Sens des échanges.

Un seul canal  
Utilisé à plein  
débit  
(Un câble  
physique)  
Un seul canal  
Utilisé à plein  
débit en  
partage de  
temps  
(un Câble  
physique)  
Un canal pour  
chaque sens  
(deux câbles  
physiques ou  
bien un câble  
avec partage de  
la bande passante  
(débit) en deux  
canaux)



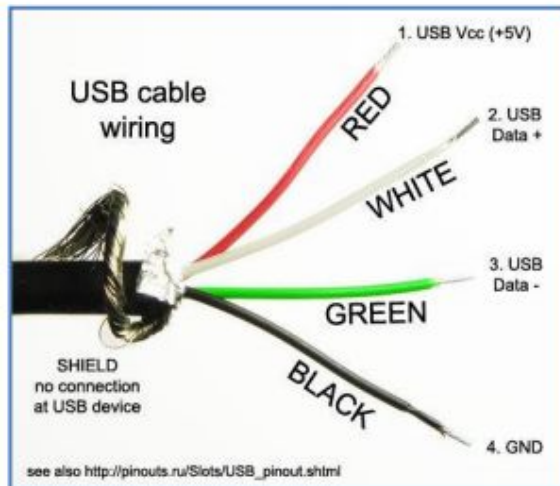
Les modes de Transmission de données

## II.4.2 Modes de transmission

Le mode de transmission désigne le nombre d'unités d'informations (bits) pouvant être simultanément transmis par le canal de communication. En effet, un processeur ne traite jamais un seul bit à la fois mais plusieurs, c'est la raison pour laquelle la liaison de base sur un ordinateur est une *liaison parallèle*.

- **Liaison série** : Dans une liaison en série, les données sont envoyées *bit par bit* sur la voie de transmission. Toutefois, étant donné que la plupart des processeurs traitent les informations de façon parallèle, il s'agit de transformer des données arrivant de façon parallèle en données en série au niveau de l'émetteur, et inversement au niveau du récepteur. Ces opérations sont réalisées grâce

Dans une liaison en série, les données sont envoyées bit par bit sur la voie de transmission. C'est le type de communication utilisé pour relier des appareils en utilisant, par exemple les ports USB (Universal Serial Bus) de l'ordinateur.



## II.4 Les modes de Transmission de données

- **Liaison parallèle** : On désigne par liaison *parallèle* la transmission **simultanée de  $N$  bits**. Ces bits sont envoyés simultanément sur  **$N$  voies différentes** (la liaison parallèle nécessite généralement 10 fils). Ces voies peuvent être:
  - **$N$  lignes physiques**: auquel cas chaque bit est envoyé sur une ligne physique (c'est la raison pour laquelle les câbles parallèles sont composés de plusieurs fils en nappe).
  - Une ligne physique divisée **en plusieurs sous-canaux** par division de la bande passante. Ainsi, chaque bit est transmis sur une fréquence différente.
  - Etant donné que les fils conducteurs sont proches sur une nappe, des perturbations (notamment à haut débit) peuvent être

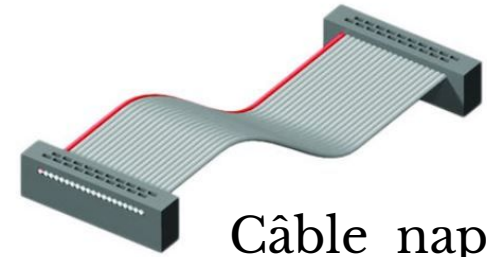




Câble imprimante



Câble VGA

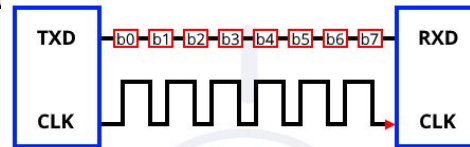


Câble napp



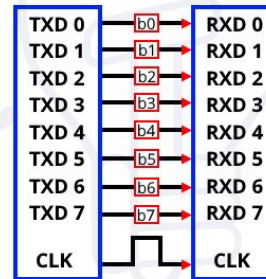
Câble HDMI

## Câbles transmission parallèle



Serial Communication

[www.electricaltechnology.org](http://www.electricaltechnology.org)



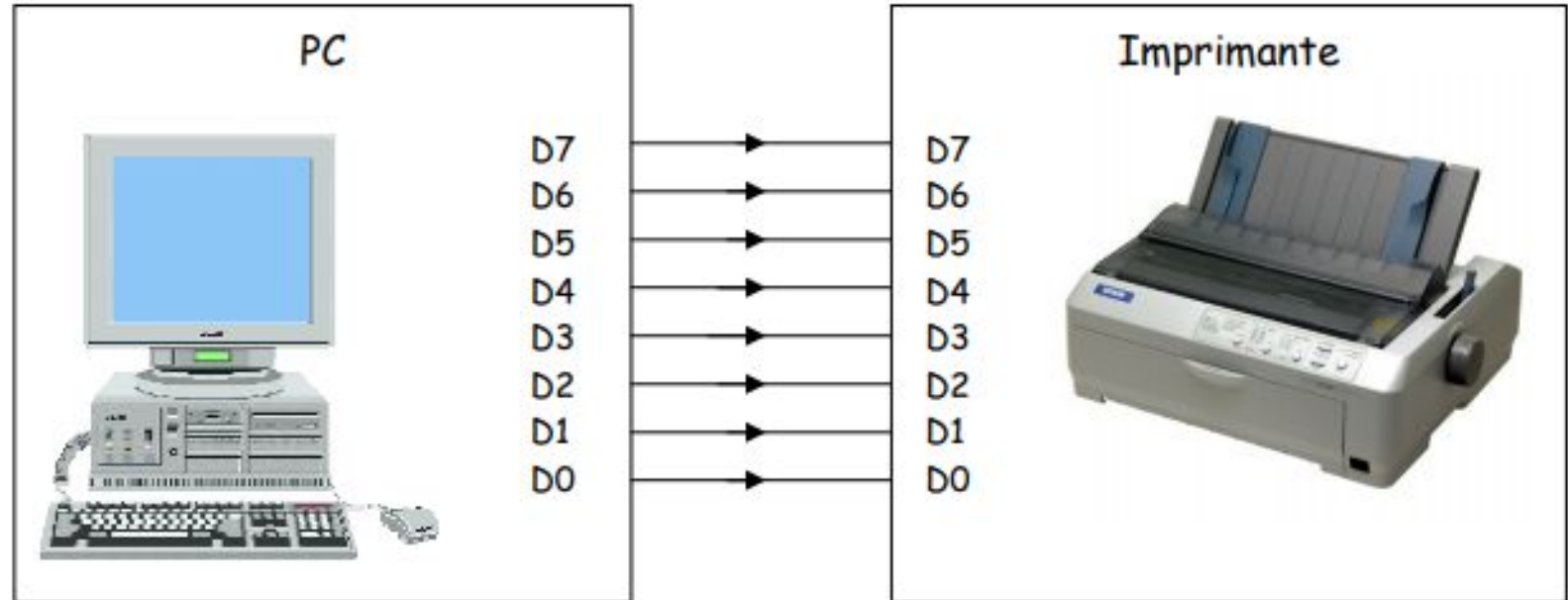
Parallel Communication

[www.electricaltechnology.org](http://www.electricaltechnology.org)



Câble USB souris  
clavier  
Câble série

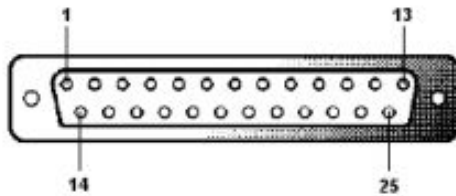
### Connecteur Centronics



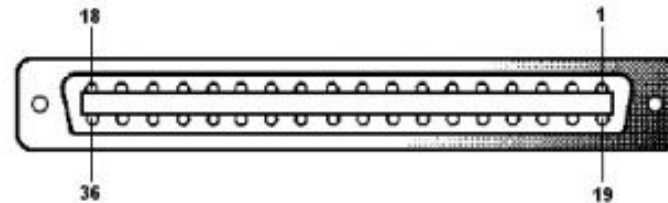
Les bits sont envoyés simultanément sur  $N$  voies différentes (une voie étant par exemple un *fil*, un câble ou tout autre support physique).

Il faut autant de lignes de transmission que de bits à transmettre :  $D_0$  à  $D_7$ , plus une équipotentielle zéro (la référence de tension) **GND**, plus un signal dit d'échantillonnage **STR/**, plus un signal d'acquittement **ACK/**.

## II.4 Les modes de Transmission de données



Connecteur SUB-D 25 mâle



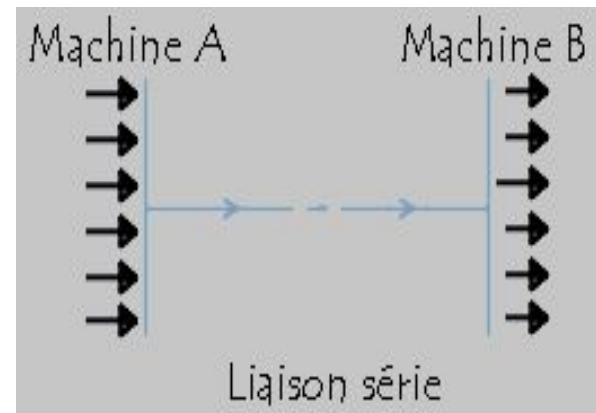
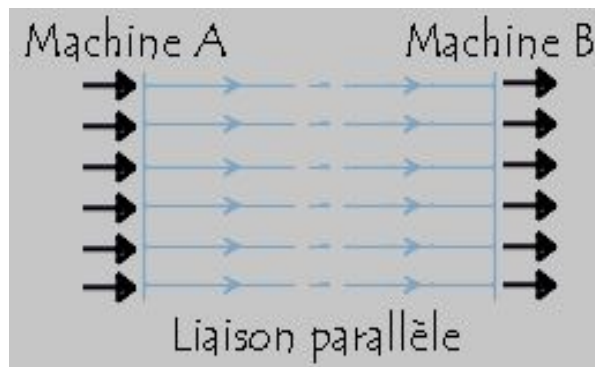
Connecteur Centronics mâle



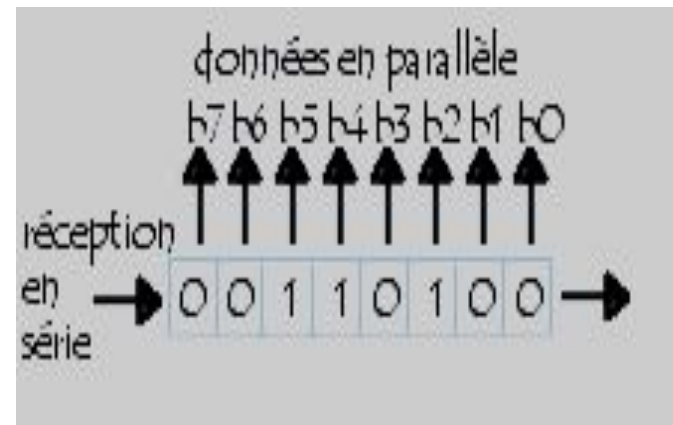
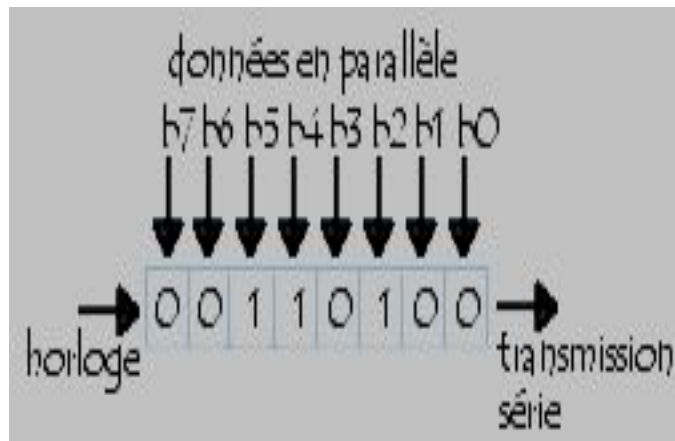
connecteur SUB-D 25	connecteur Centronics	Fonction	Niveau de repos	Direction	Registre
1	1	Strobe	1	S	contrôle
2	2	donnée D0	0	E/S	donnée
3	3	donnée D1	0	E/S	donnée
4	4	donnée D2	0	E/S	donnée
5	5	donnée D3	0	E/S	donnée
6	6	donnée D4	0	E/S	donnée
7	7	donnée D5	0	E/S	donnée
8	8	donnée D6	0	E/S	donnée
9	9	donnée D7	0	E/S	donnée
10	10	Acknowledge	1	E	état
11	11	Busy	0	E	état
12	12	Paper end	0	E	état
13	13	Select	0	E	état
14	14	Autofeed	1	S	contrôle
15	32	Error	1	E	état
16	31	Initialize	1	S	contrôle
17	36	Select input	1	S	contrôle
18-25	17, 33, 19-29	Ground			

- **La transformation parallèle-série** se fait grâce à un registre de décalage. Le registre de décalage permet, grâce à une horloge, de décaler le registre (l'ensemble des données présentes en parallèle), d'une position à droite, puis d'émettre le bit de poids fort (celui le plus à gauche) et ainsi de suite.
- **La transformation série-parallèle** se fait quasiment de la même façon grâce au registre de décalage qui se décale d'une position à droite à chaque réception d'un bit, puis d'émettre la totalité du registre en parallèle lorsque celui-ci est plein et ainsi de suite.
- **Remarque** *Si la liaison parallèle est plus rapide, elle est également plus chère (plus de fils), plus encombrante et très mauvaise sur les longues distances. Le déphasage entre les différents signaux du même câble entraîne souvent une désynchronisation. C'est pour cette raison que les câbles d'imprimante dépassent rarement les*





**Figure 2.11 : Modes de transmission**

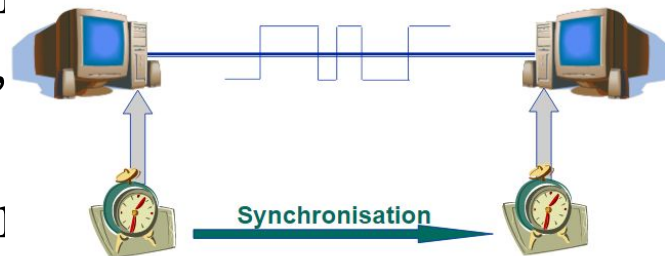


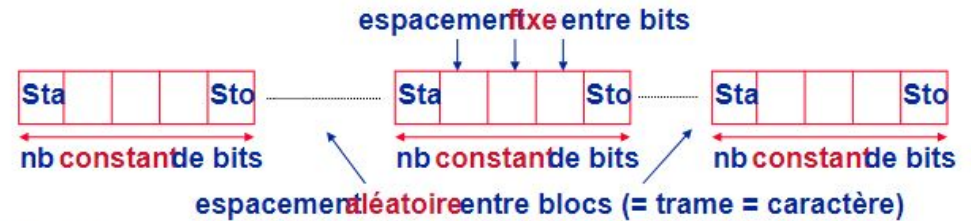
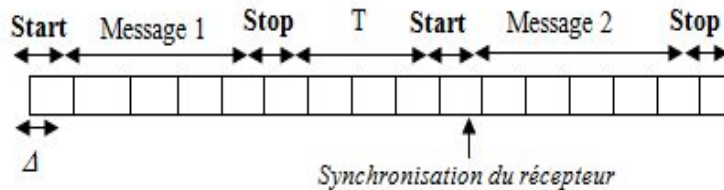
**Figure 2.12 : Sériailisation et parallélisation des données.**

## II. 4.3 Modes de Synchronisation

- Besoin de synchroniser émetteur et récepteur car chaque état ne dure qu'un laps de temps très court qu'il faudra identifier (*début et fin d'un état*) c'est la *synchronisation par bit ou état*.
- Lorsqu'on émet un bloc le récepteur doit encore reconnaître le début et la fin de chaque caractère ou Bloc : c'est la *synchronisation-caractère ou Bloc*. Deux modes de synchronisations sont possibles :

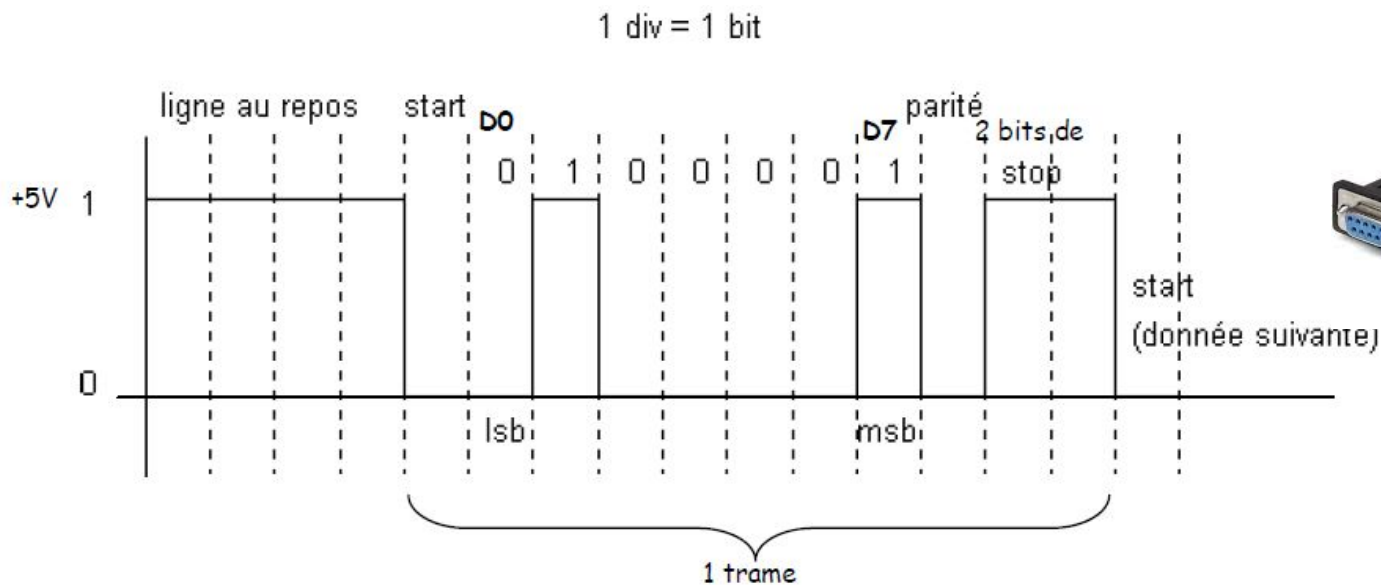
**A) Transmission asynchrone :** Les données circulent en mode semi-duplex, 1 octet (caractère) à la fois. Chaque caractère (7bits +1 bit de parité) est émis de façon irrégulière dans le temps (exemple : caractères saisis au clavier). L'intervalle de temps entre l'envoi de deux caractères est quelconque. Il n'y a pas de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur pendant la transmission de chaque caractère. Il est donc nécessaire d'ajouter un signal de synchronisation (*START*) et l'envoi d'un signal de synchronisation (*STOP*) pour chaque caractère. Ce qui donne une donnée sur 7 bits.





$\Delta$  : Temps nécessaire pour l'envoi d'un bit

T : Temps *quelconque* entre l'envoi du message 1 et du message 2 (multiple de  $\Delta$ ).

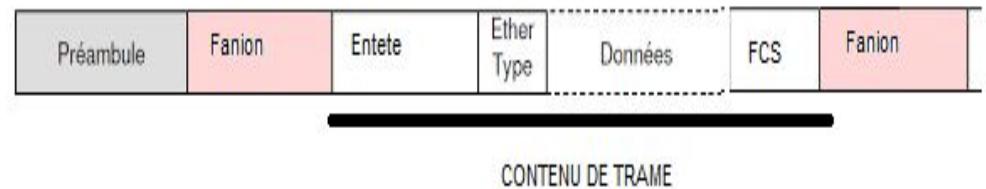
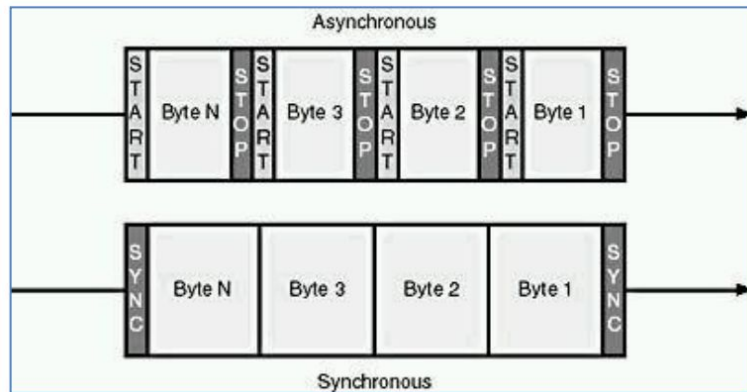


## Câble (protocole) RS232

### II.4 Les modes de Transmission de données

- **Transmission synchrone** : Elle permet de transmettre un flot continu de bits sous forme de blocs d'information, appelé *trame*, en mode *duplex* sans utiliser les bits *start* et *stop*. Elle est utilisée pour transférer une grande quantité de données.
- Les données sont rythmées par une horloge qui assure un temps constant entre chaque bit envoyé. La synchronisation des horloges est obtenue soit en générant un signal sur une ligne séparée, soit en utilisant les signaux de données comme référence d'horloge (*Manchester*) ce qui permet d'utiliser moins de fils.
- Un autre niveau de synchronisation est nécessaire pour déterminer le début et la fin d'une trame. Un *préambule*, et subsidiairement un *postamble*, doivent être générés au début et à la fin d'une





- Dans la **transmission synchrone**, les données sont transférées sous la forme de trames, alors dans la **transmission asynchrone**, les données sont envoyées sous forme d'octet ou de caractère.
- La **transmission synchrone** nécessite un signal d'horloge entre l'émetteur et le récepteur afin d'informer le récepteur du nouvel octet.
- Dans la **transmission asynchrone**, le taux de transfert de données est plus lent que celui de la **transmission synchrone**.
- La **transmission asynchrone** est simple et économique alors que la **transmission synchrone** est complexe et coûteuse.

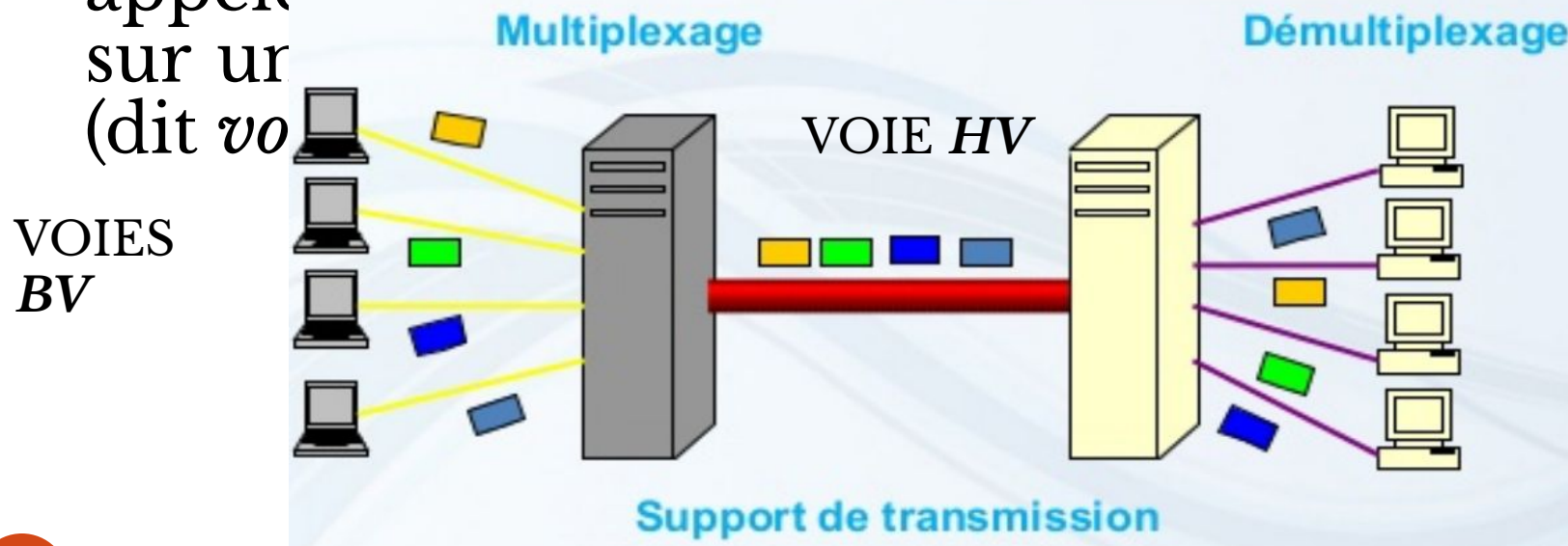
#### 11.4 Les modes de Transmission de données

La **transmission synchrone** est efficace et a une surcharge plus faible par rapport à la **transmission asynchrone**.

- Dans la **transmission synchrone**, les données sont transférées sous la forme de trames, alors dans la **transmission asynchrone**, Elles sont envoyées sous forme de caractère.
  - La **transmission synchrone** nécessite un signal d'horloge entre l'émetteur et le récepteur afin de se synchroniser.
  - Dans la **transmission asynchrone**, le taux de transfert de données est plus lent que celui de la **transmission synchrone**.
  - La **transmission asynchrone** est simple et économique alors que la **transmission synchrone** est complexe et coûteuse.
- M.4 Les modes de Transmission de données
- La **transmission synchrone** est efficace et a

# II.5 Multiplexage des données

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 basses vitesses (BV)* sont concentrées sur une *voie haute vitesse (HV)* (dit *vo*



- 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 (resp. Récepteur) est raccordé à un *multiplexeur* (resp. *démultiplexeur*) 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*.

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



Mutiplexeur FO



Mutiplexeur pour Câbles coaxia



Mutiplexeur pour Câbles coaxiaux TV SAT



Multiplexeur /Démultiplexeur

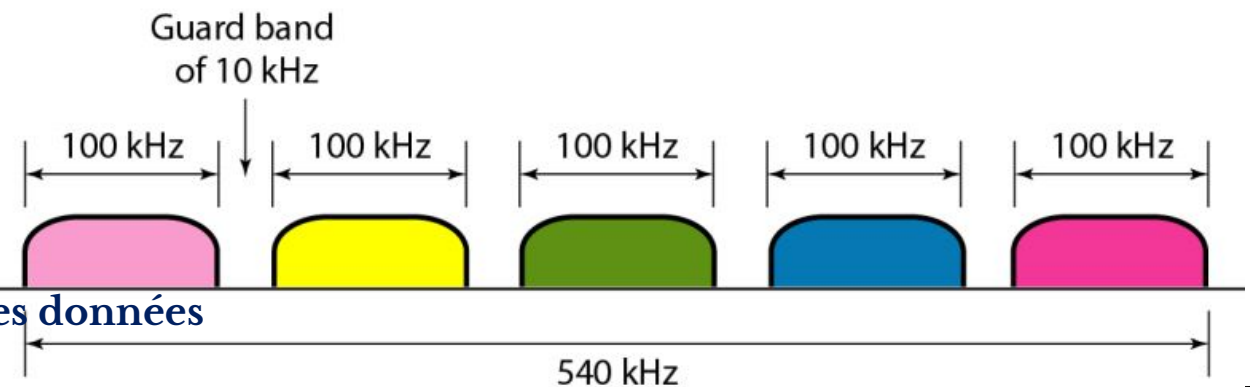
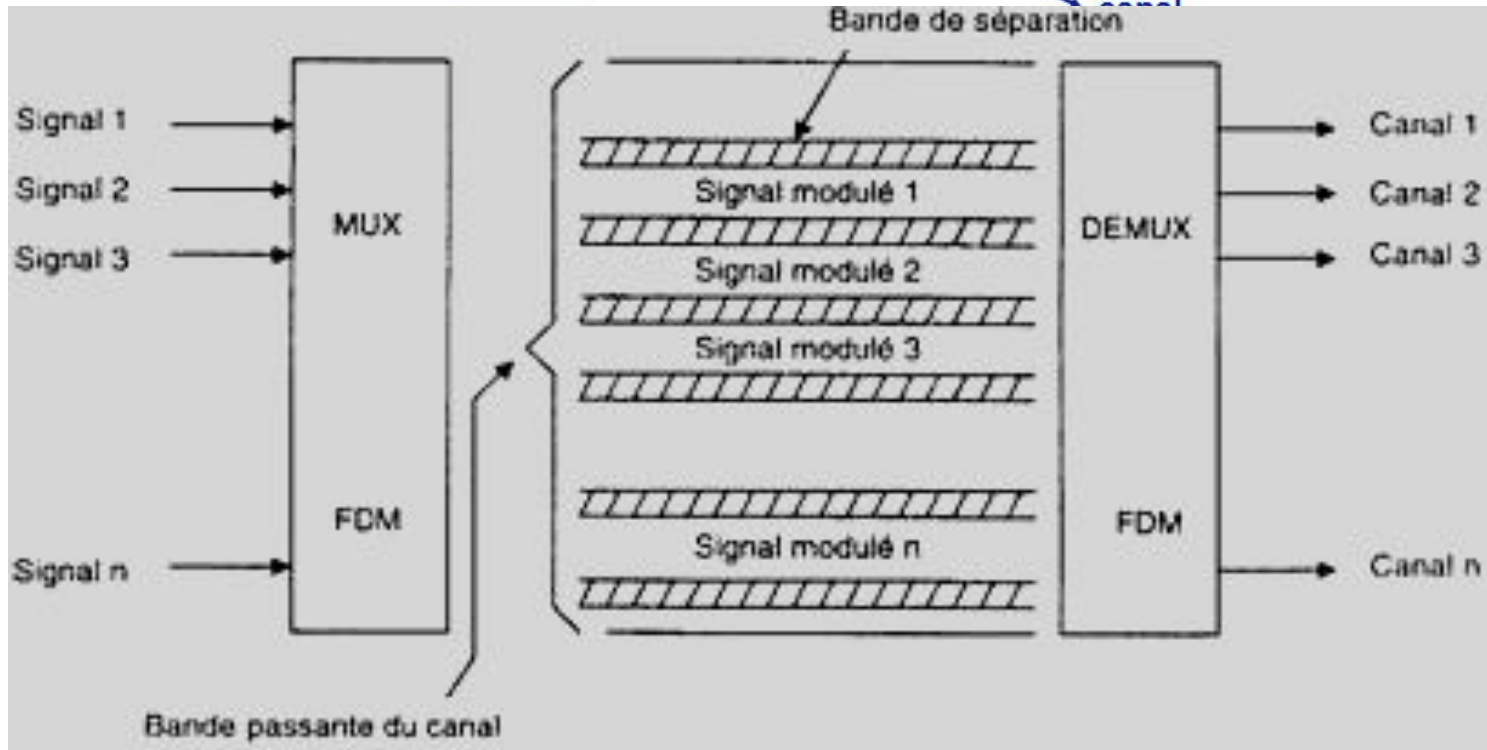
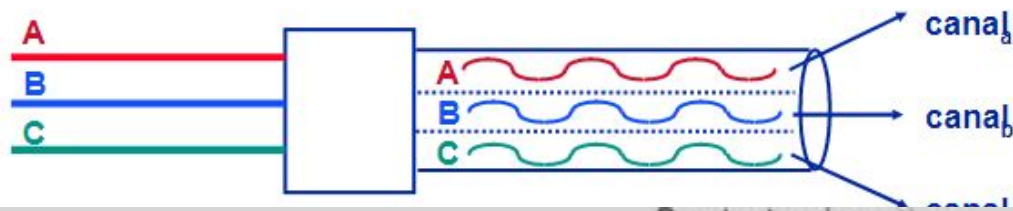


Mutiplexeur pour réseaux de capteur

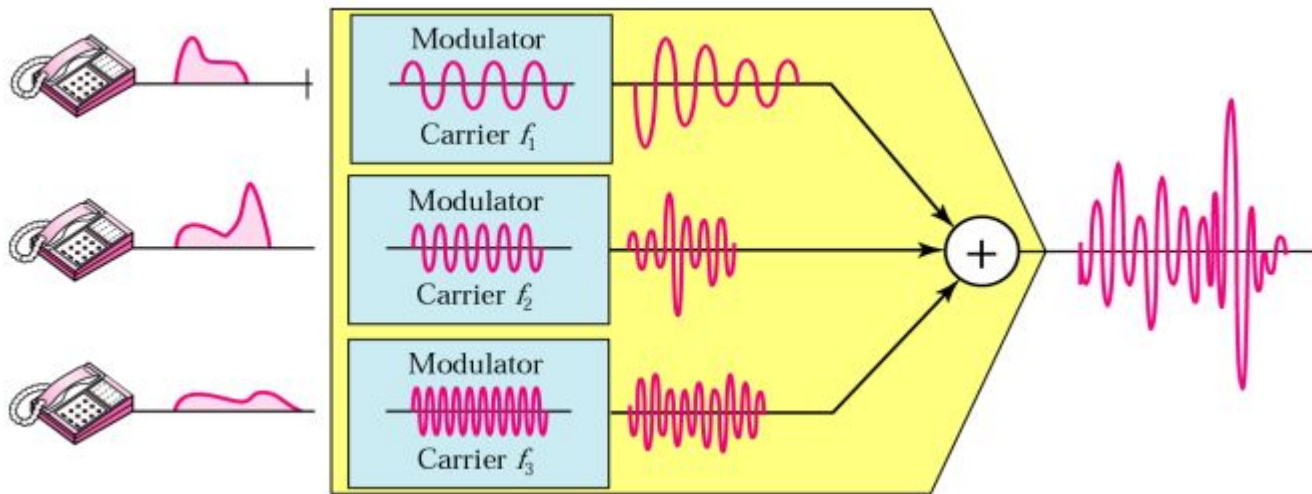


## II.5.1 Le multiplexage fréquentiel :

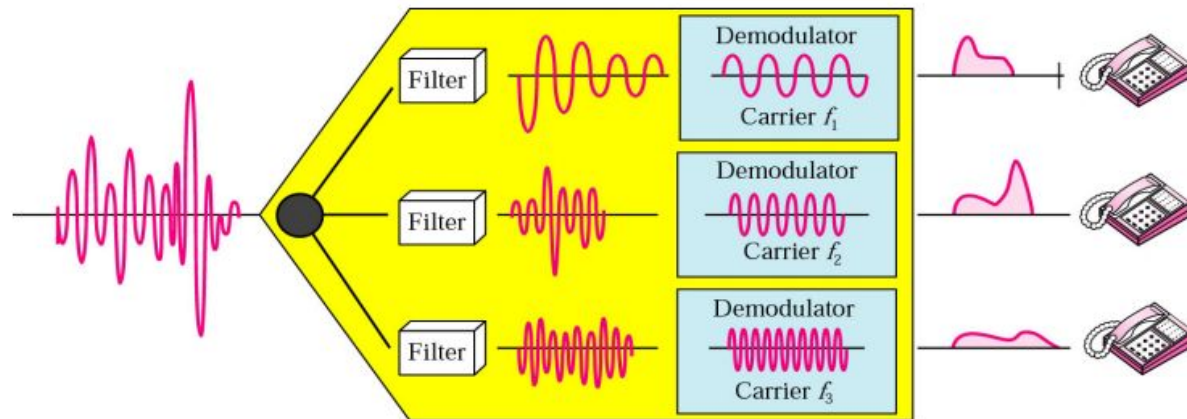
- Appelé aussi *MRF* (*Multiplexage par répartition de fréquence* ou en anglais *FDM, Frequency Division Multiplexing*), permet de partager la bande de fréquences disponibles sur la voie haute vitesse en une série de canaux de plus faible largeur.
  - Il consiste à transposer *les fréquences* de chaque 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*.







## FDM à la réception (DEMUX)



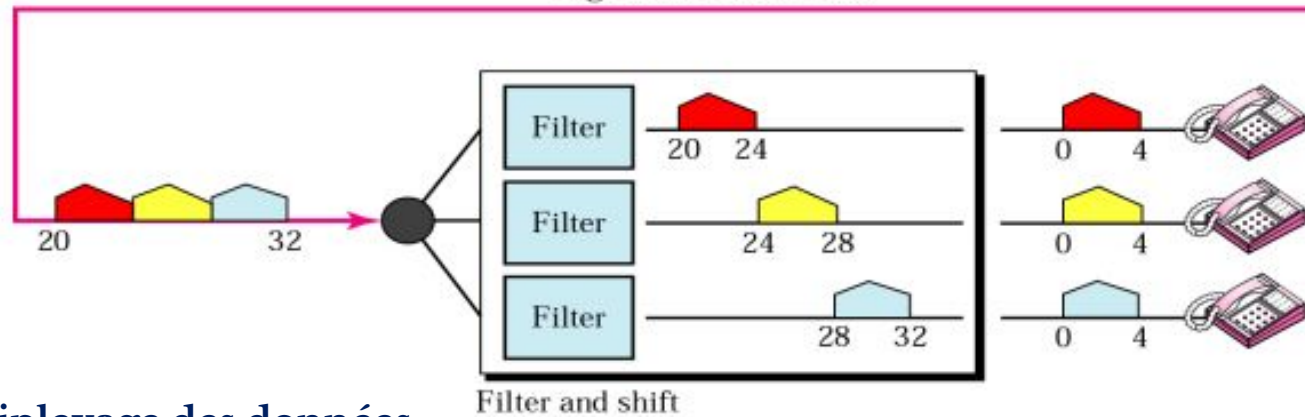
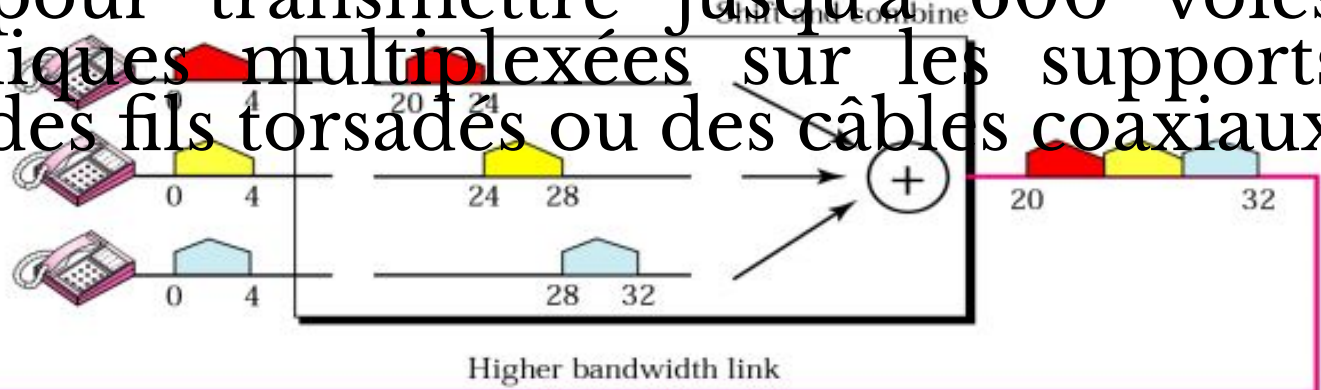
- La voie  $HV$  doit avoir une capacité suffisante pour absorber toutes les données provenant des voies  $BV$ . Chaque voie  $BV$  conserve sa bande passante sur la voie  $HV$ . Soit  $BP$  la bande passante de la voie haute vitesse et  $Bp_i$  est la bande passante à la ligne basse vitesse ( $i$ ).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

$$\Sigma Bp_i < BP.$$

- 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 :  $C \geq \Sigma_i D_i$  ;  $R_{Mux} \geq \Sigma_i R_i$

- **Remarque** *Le multiplexage fréquentiel est uniquement possible avec la transmission analogique. Fourier a démontré grâce à sa transformée la possibilité de retrouver des signaux*

- 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



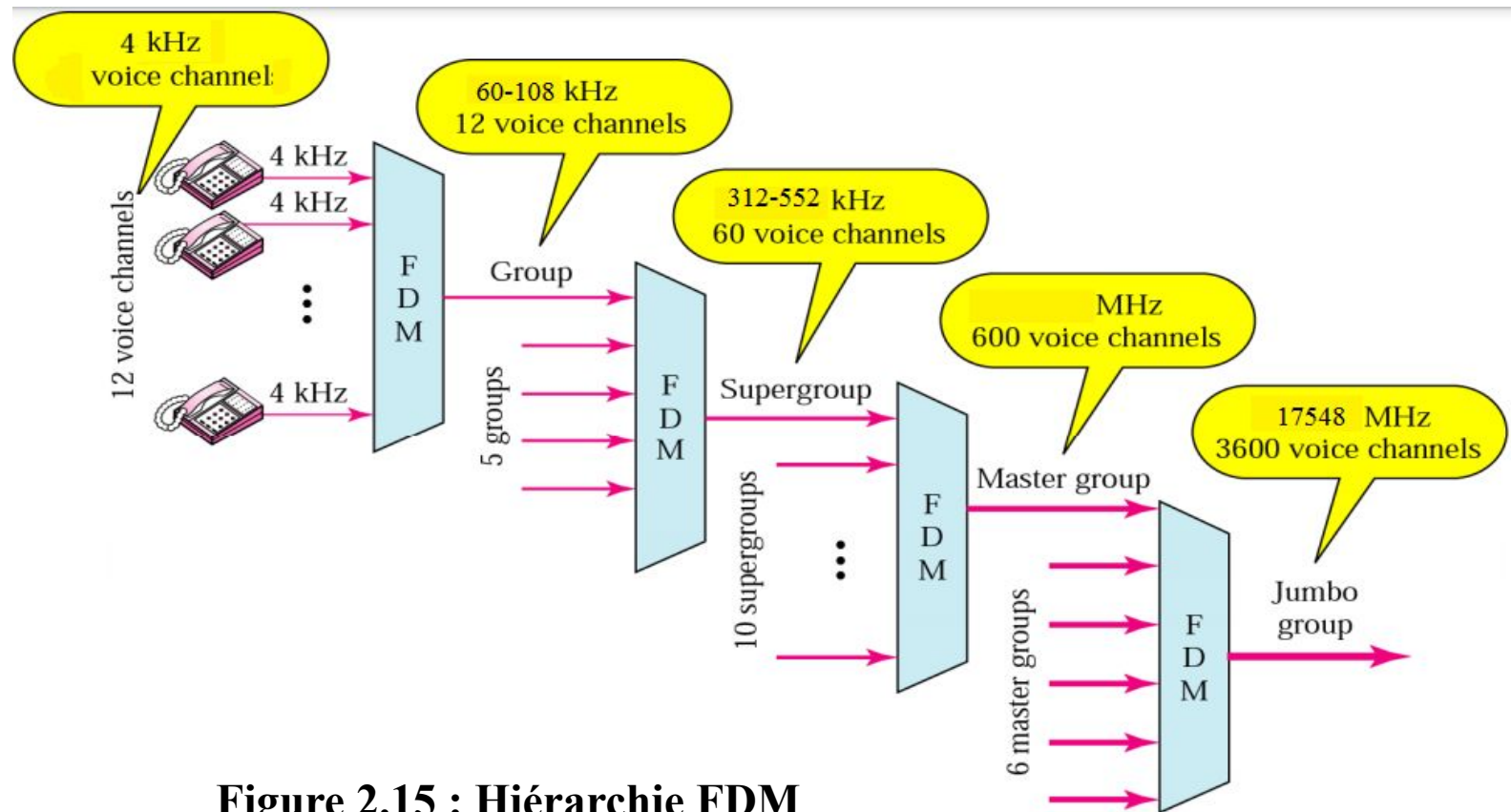
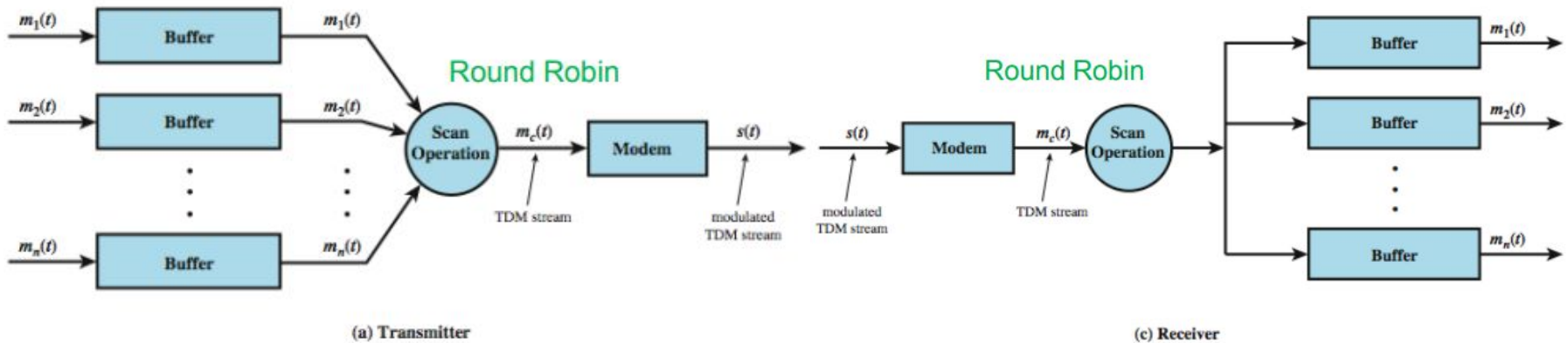
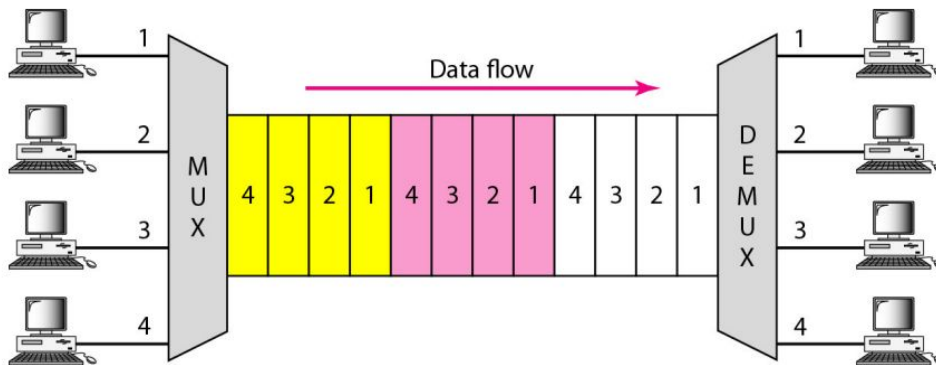


Figure 2.15 : Hiérarchie FDM

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.

## II.5.2. 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



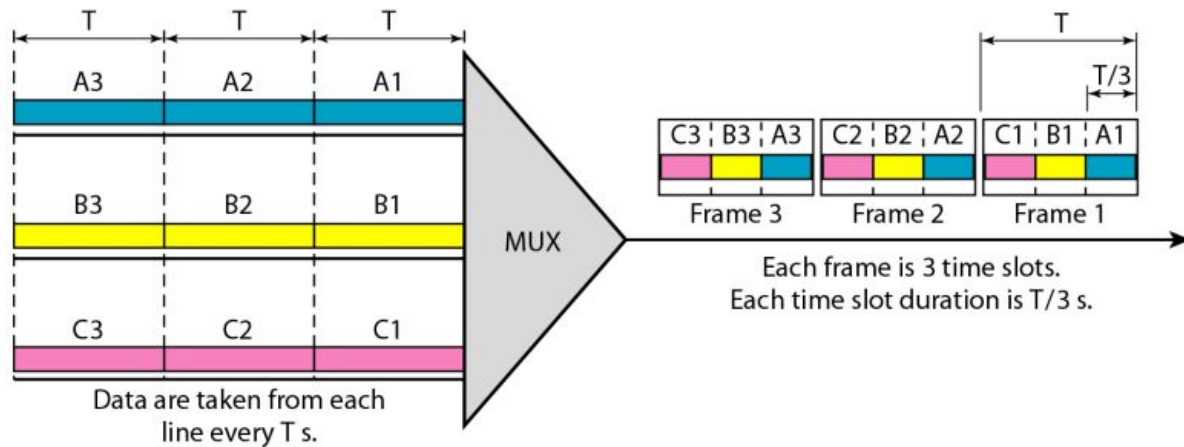
Time slot: may be empty or occupied



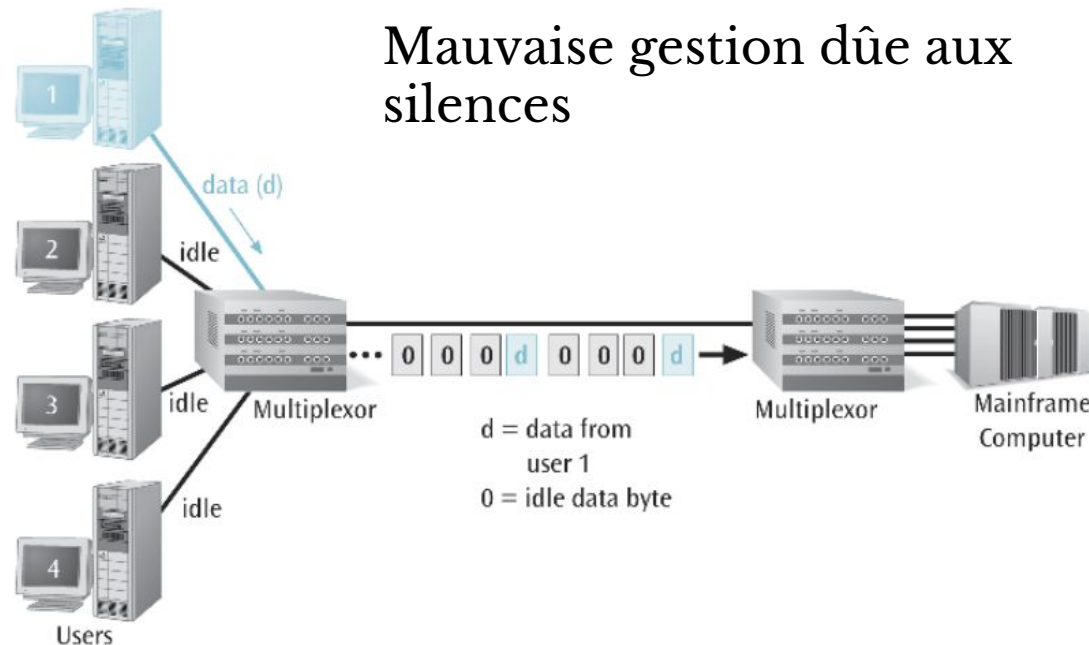
- **Multiplexage temporel synchrone:**  
Multiplexage statique où les quantums sont égaux et alloués périodiquement à chaque équipement. Pas besoin d'adresser les flux mais implique l'existence d'une mémoire dédiée (Buffer) à chaque ligne  $BV$  pour le stockage de l'information en attente de transfert. 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)  $O$  :*

Mauvaise gestion du silence

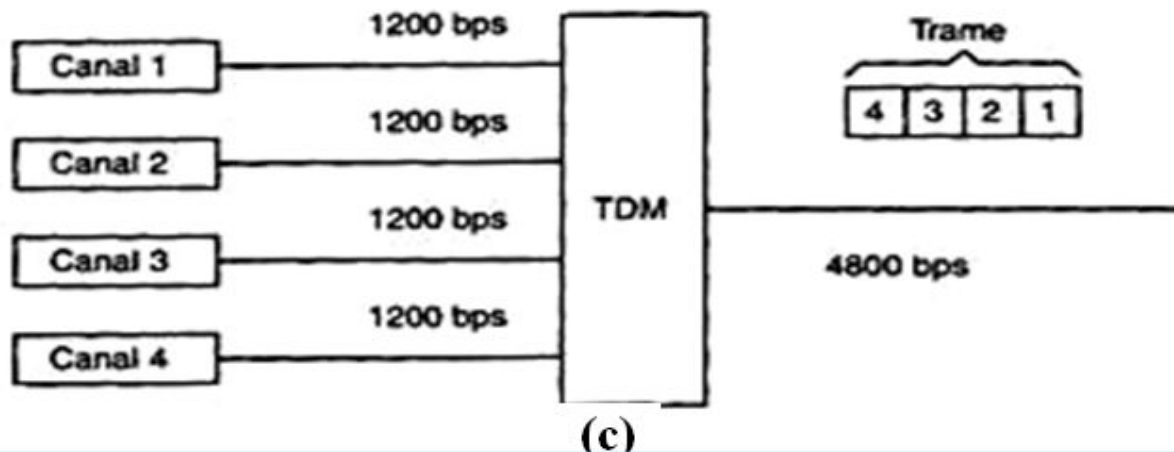
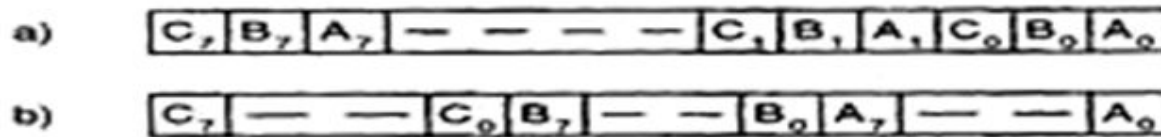
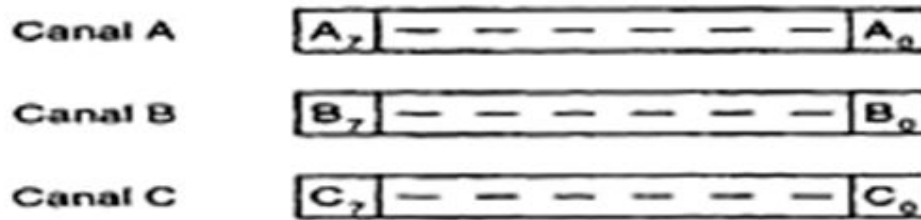
**Dans un TDM synchrone, le débit de données de la liaison est  $n$  fois plus rapide, et la durée de l'unité est  $n$  fois plus courte.**



**Mauvaise gestion dûe aux silences**

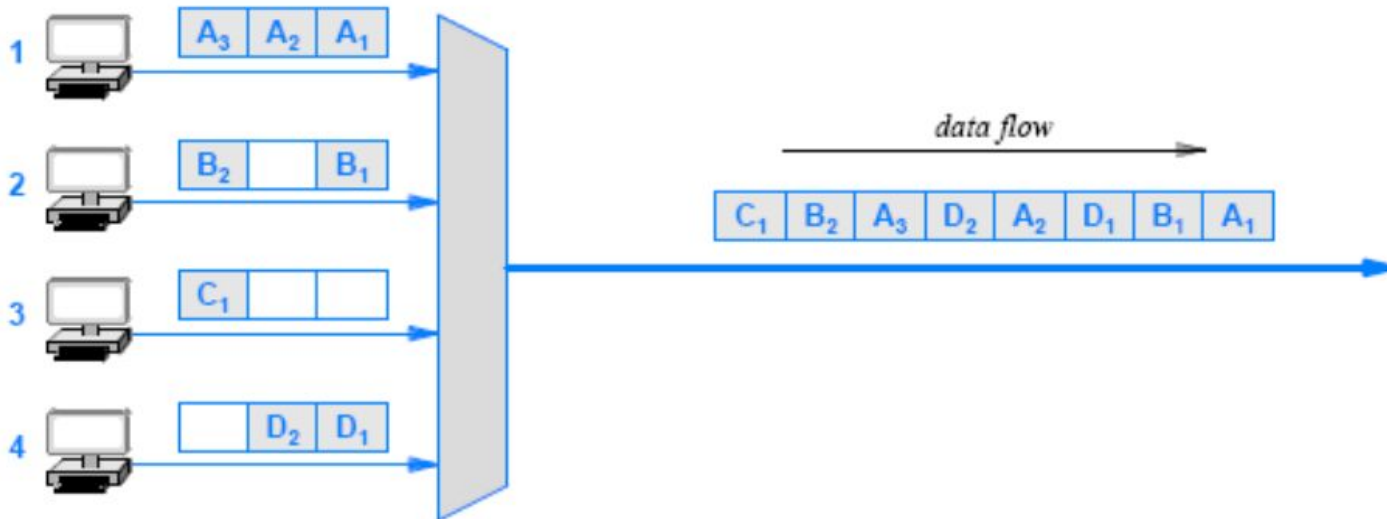


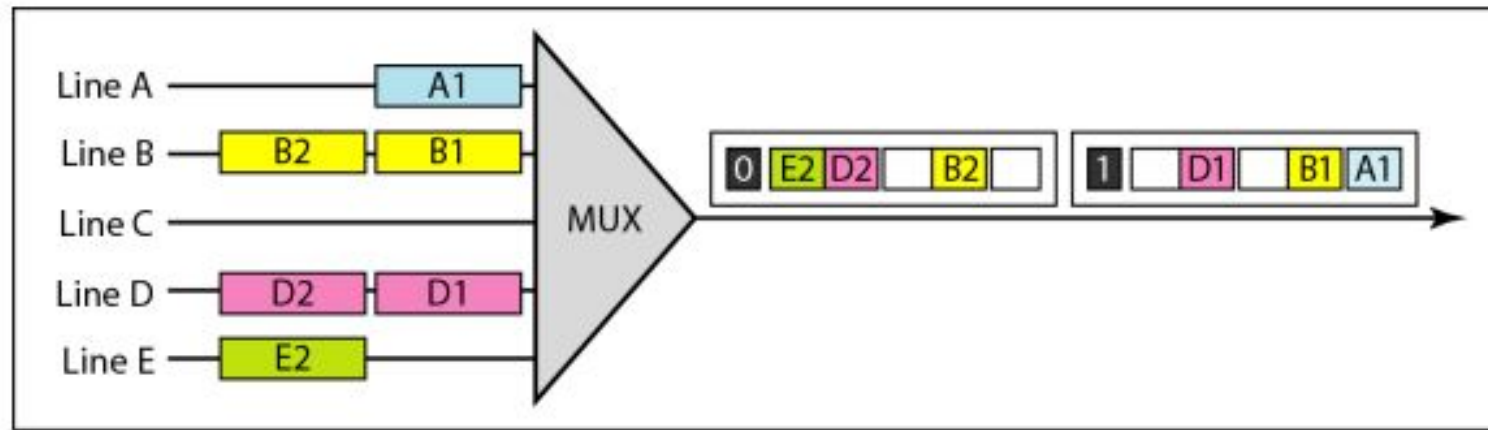




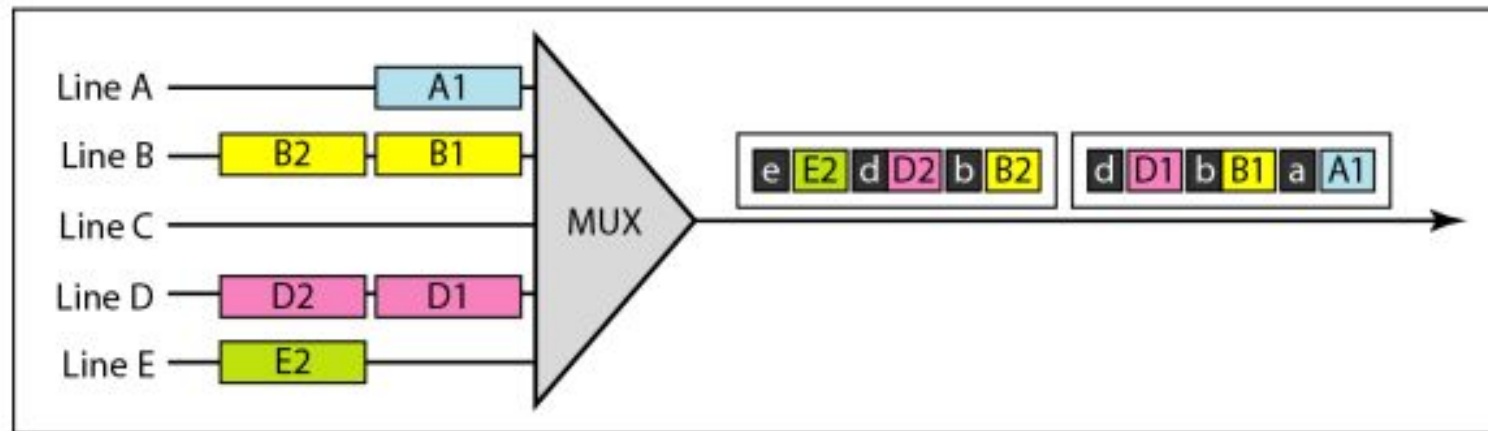
Une trame du multiplexeur peut être formée en regroupant les bits venant de chaque canal), ou les caractères individuellement si la portion de temps allouée à chaque canal est suffisamment large.

- **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 à envoyer des données. Les données sont donc envoyées dès qu'elles sont disponibles.

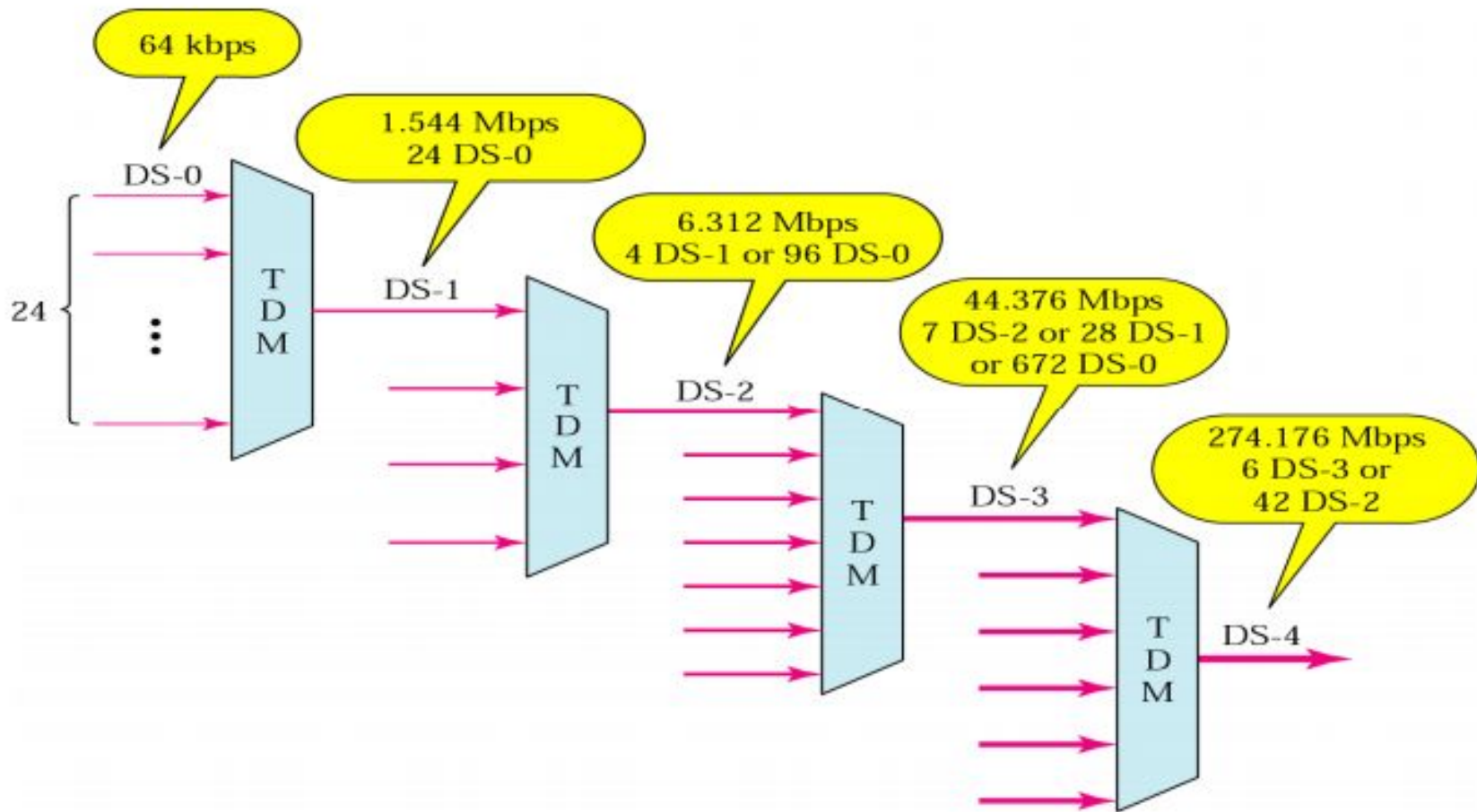




a. Synchronous TDM



b. Statistical TDM



Architecture TDM en téléphonie numérique MIC.

## II.5.4 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 ETTD 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



# Hub

