

Codage et transmission des données(Internet,WLANs,Bluetooth)



Université de M'sila
Département d'Informatique

Spécialité:

Réseaux et Technologies de l'Information et de la Communication

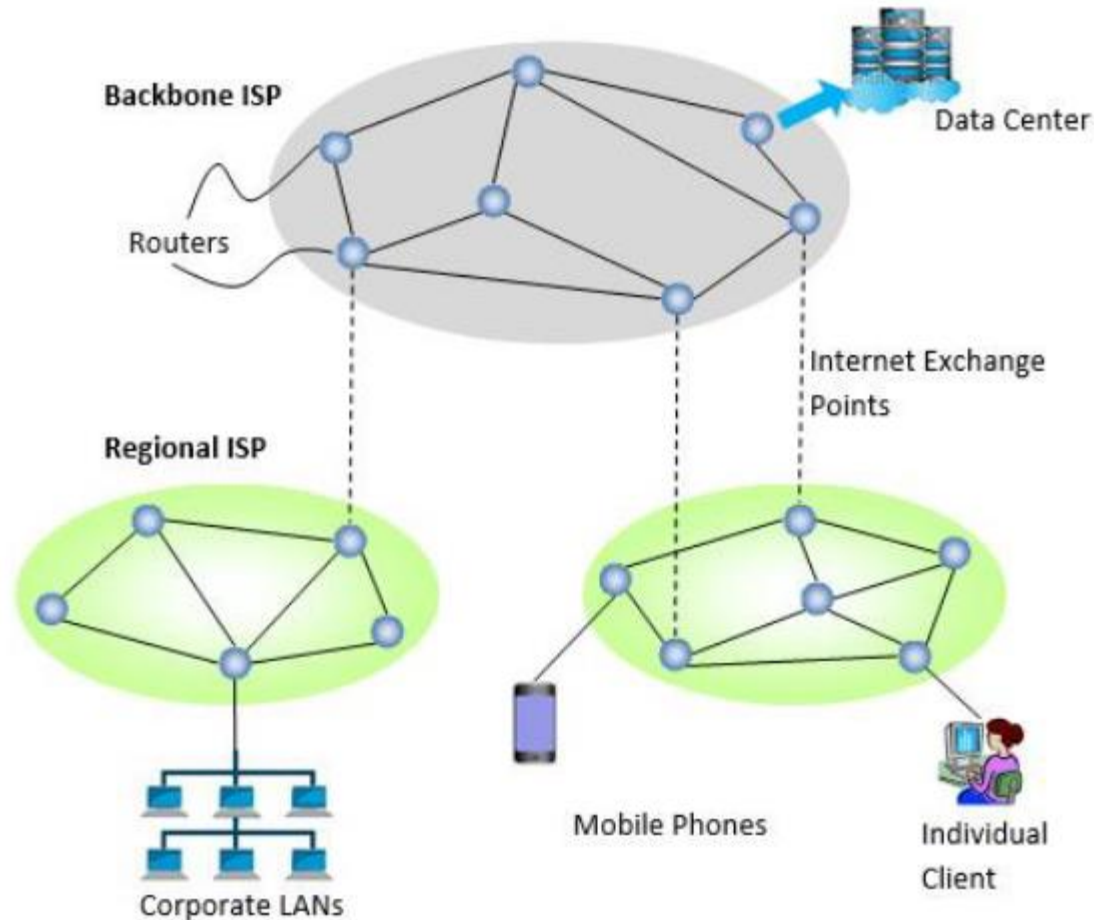
Master 1
2024/2025

MOHAMED BAHACHE

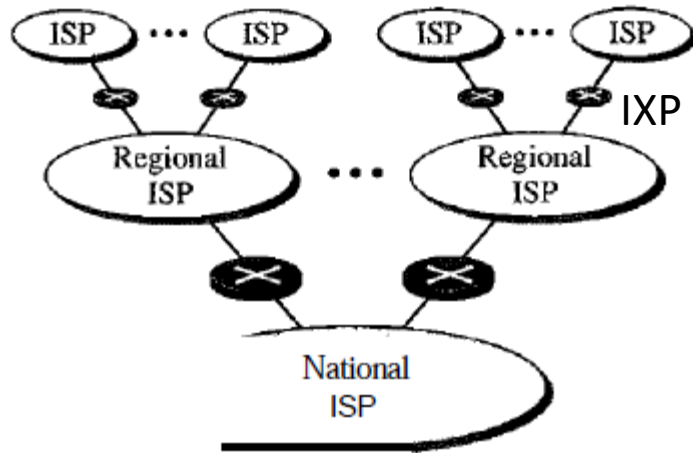
Plan

- ❑ Introduction
- ❑ Les réseaux commutés
- ❑ Le multiplexage
 - FDM
 - WDM
 - TDM
- ❑ Réseaux locaux sans fils(WLANs)
- ❑ Bluetooth
- ❑ La couche physiques des réseaux sans fils
 - FHSS
 - DSSS
 - OFDM

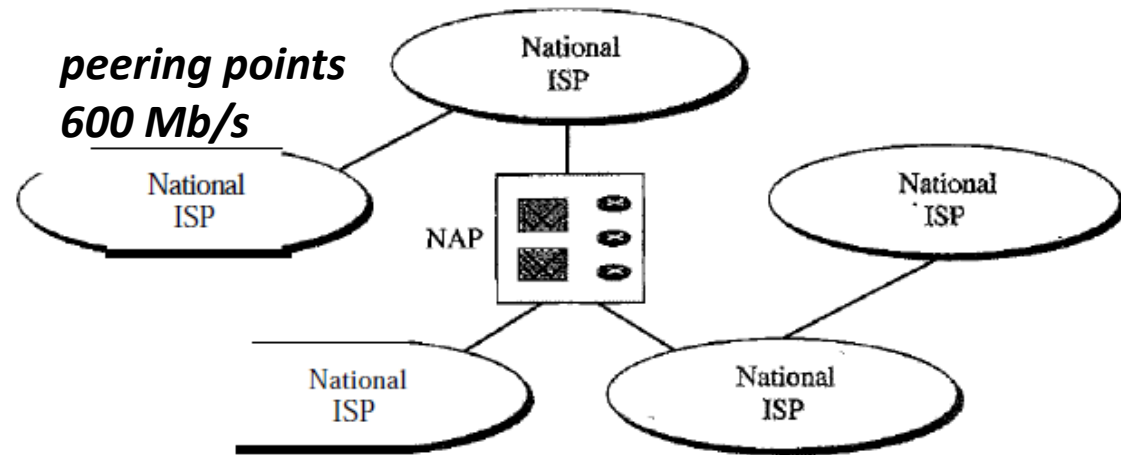
Introduction-Internet



Introduction-Internet

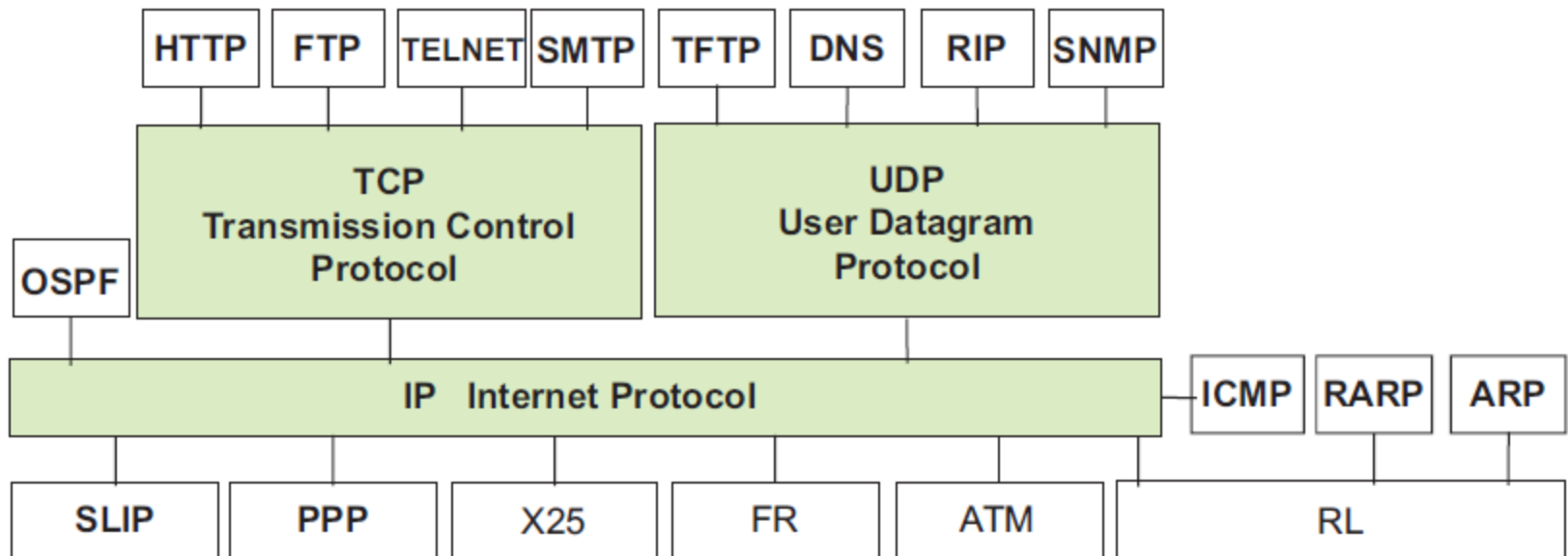


ISP: Internet Service Provider



NAP: National Access Point

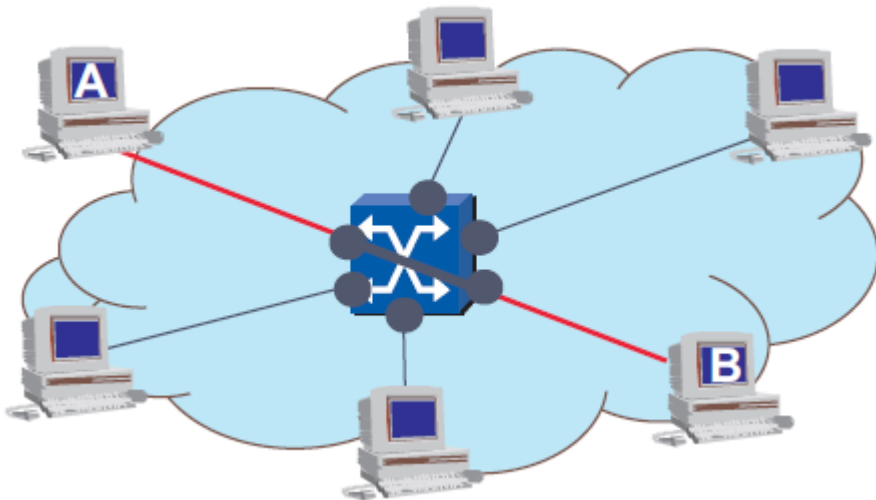
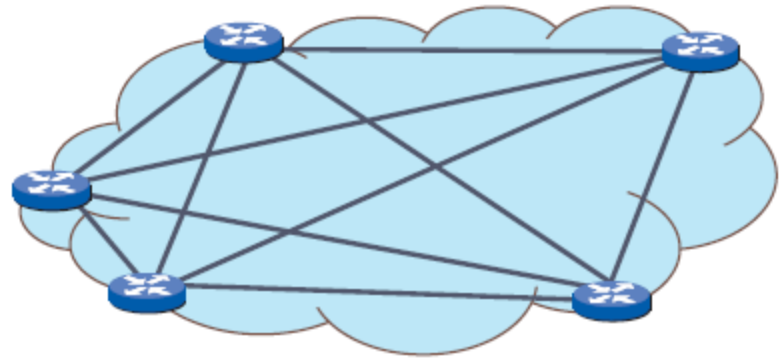
Pile protocolaire (Internet)



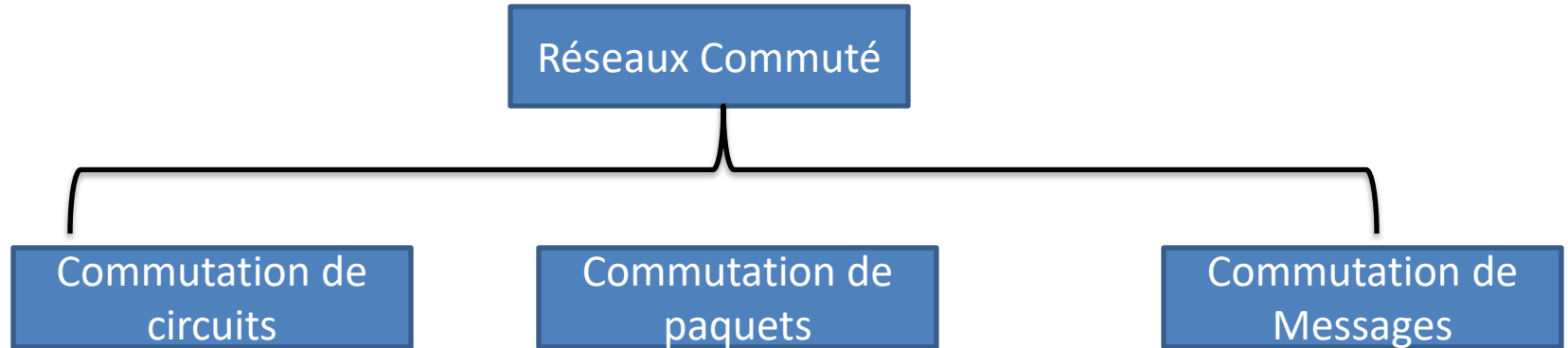
Les réseaux commutés

❑ Le principe de commutation :

$$N(N-1)/2$$



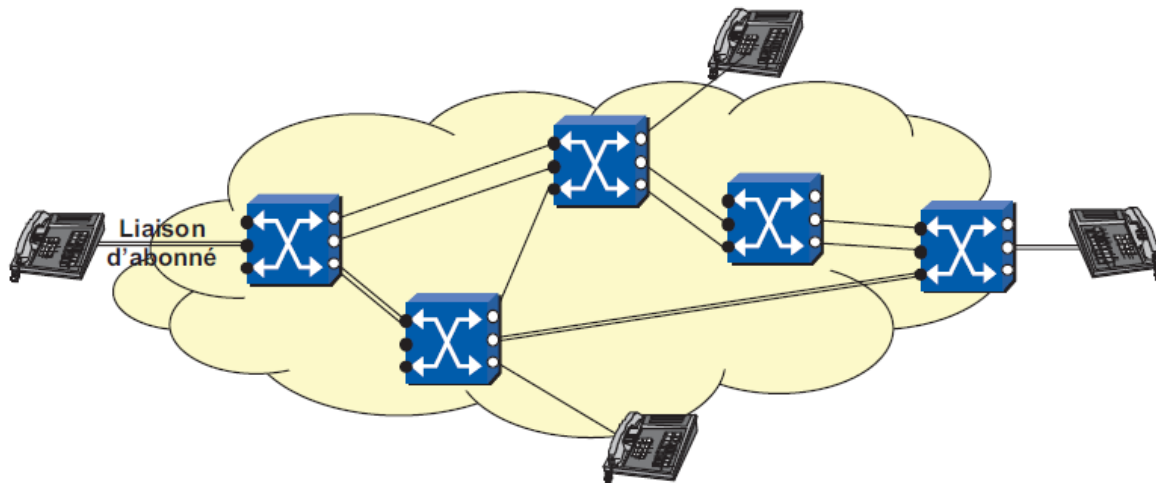
Les types de commutation



La commutation de circuits

❑ La commutation de circuits

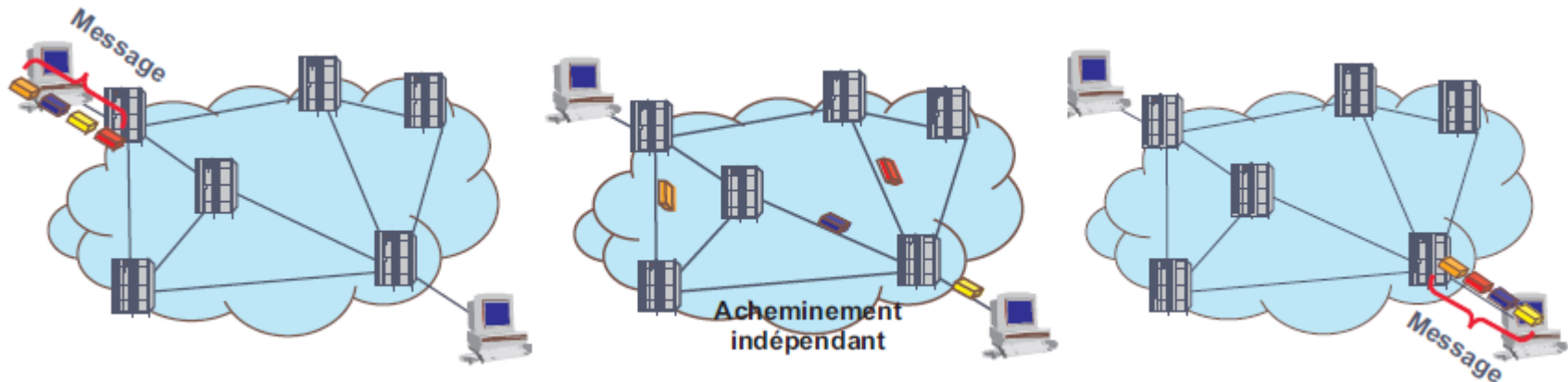
- Est orientée connexion, ce qui signifie qu'un chemin est établi entre la source et la destination avant la transmission .
- le temps d'attente au niveau de Switch est nul.
- Les ressources sont réservés pendant toute la communication.



La commutation de paquets

❑ La commutation de paquets

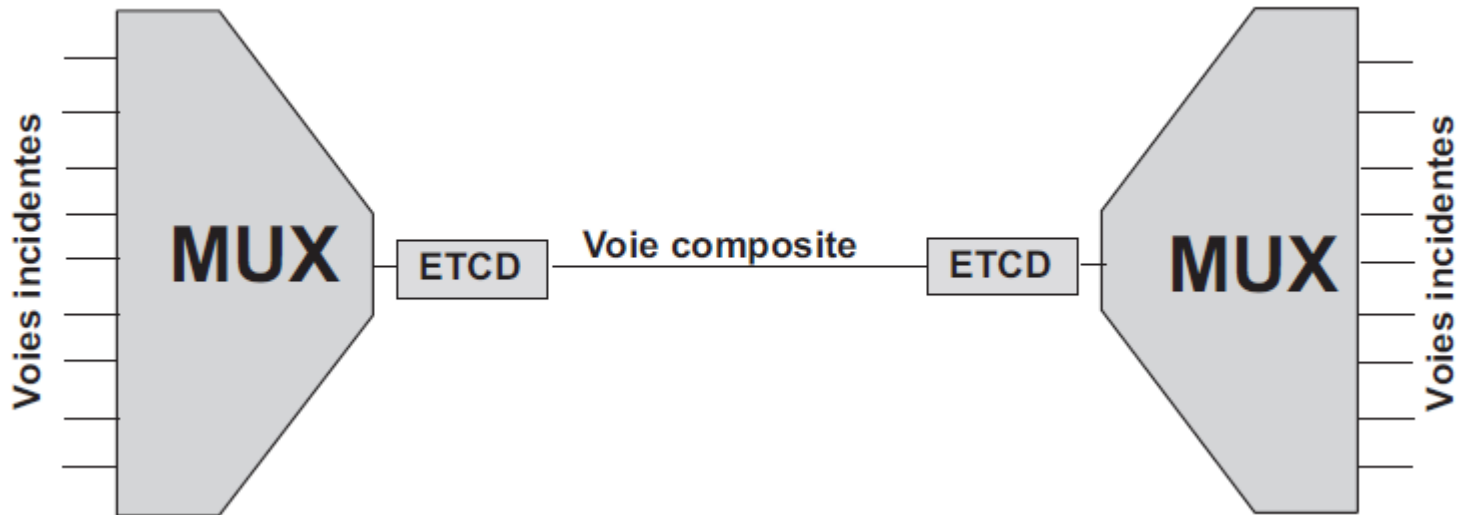
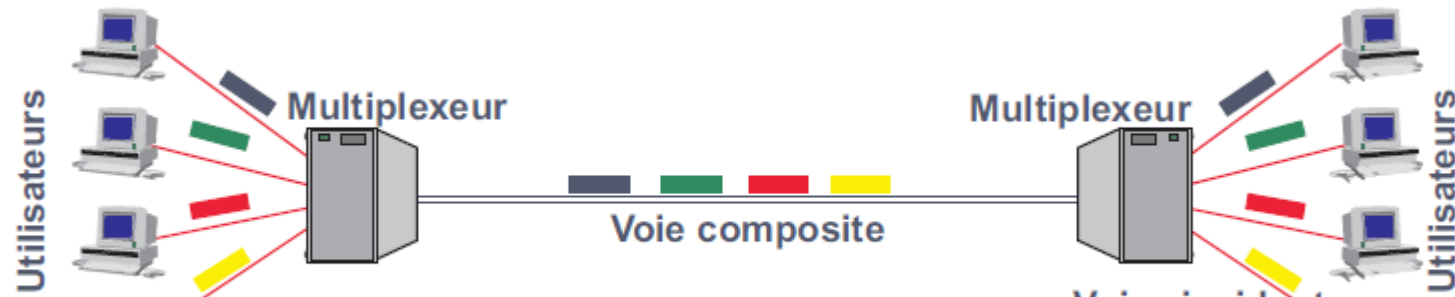
- Le message est découpé en fragments (paquets).
- Chaque paquet est acheminé dans le réseau indépendamment du précédent.
- Il n'y a pas de stockage d'information dans les nœuds intermédiaires.
- Le nœud actuel émet le paquet sur la voie optimale



Com. de paquets vs Com. de circuits

	Com.de circuits	Com.de paquets
Connexion	Oui	Non
Objectif	Voix	Données
Flexibilité	Non	Oui
Ordre	Oui	Non
Couche	Physique	Réseau

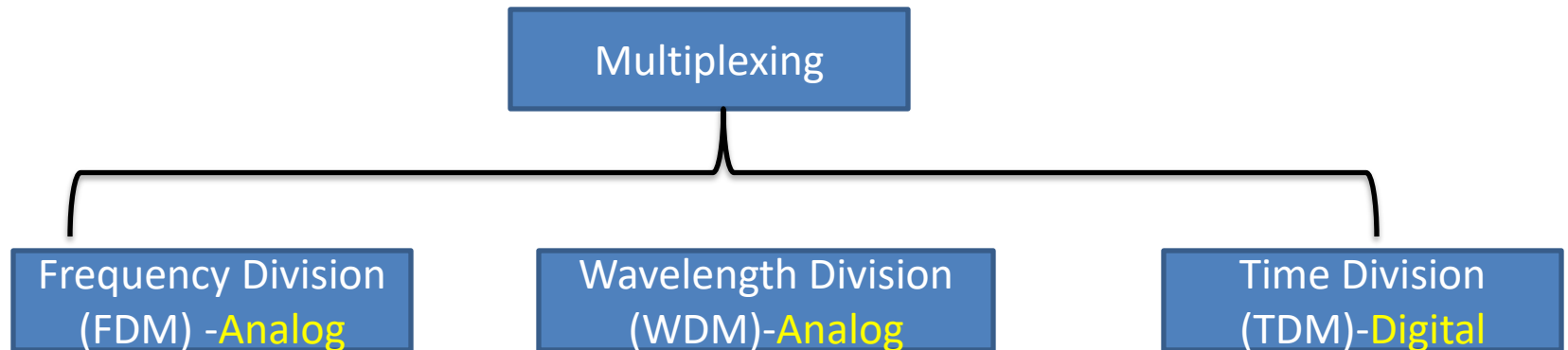
Le Multiplexage



multiplexage fréquentiel ou spatial ;

le multiplexage temporel.

Le Multiplexage-TYPES

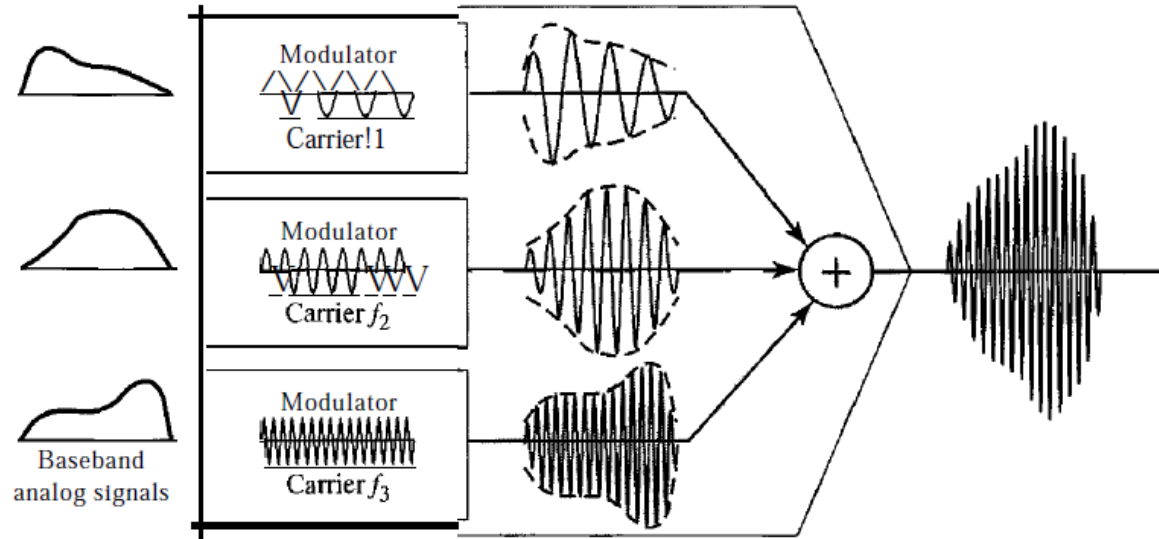


Le Multiplexage-FDM

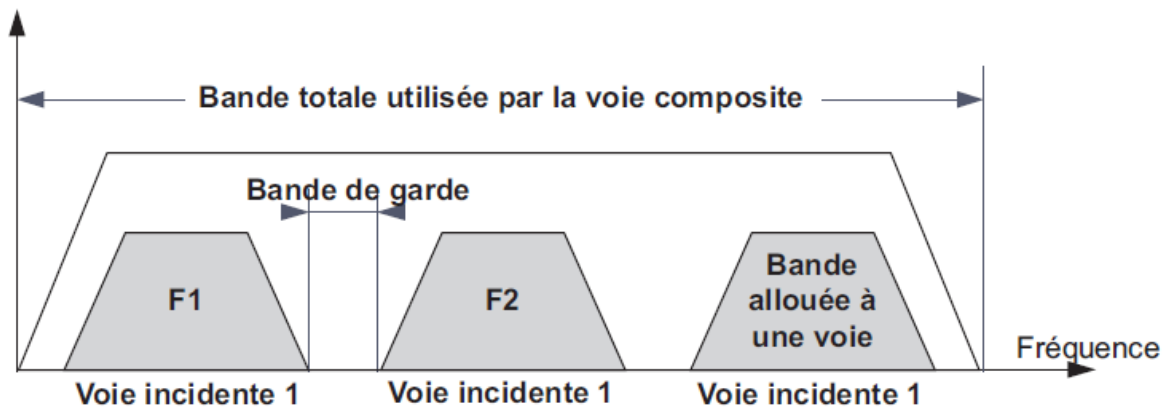
❑ Multiplexage fréquentiel ou spatial (FDM, *Frequency Division Multiplexing*)

- Est une technique de multiplexage analogique, dans le cas où la largeur de bande du support est supérieure à celles des signaux à transmettre.
- Chaque signal module en fréquence une porteuse différente. Les signaux modulés sont combinés en un seul signal pour le transmettre via le support.

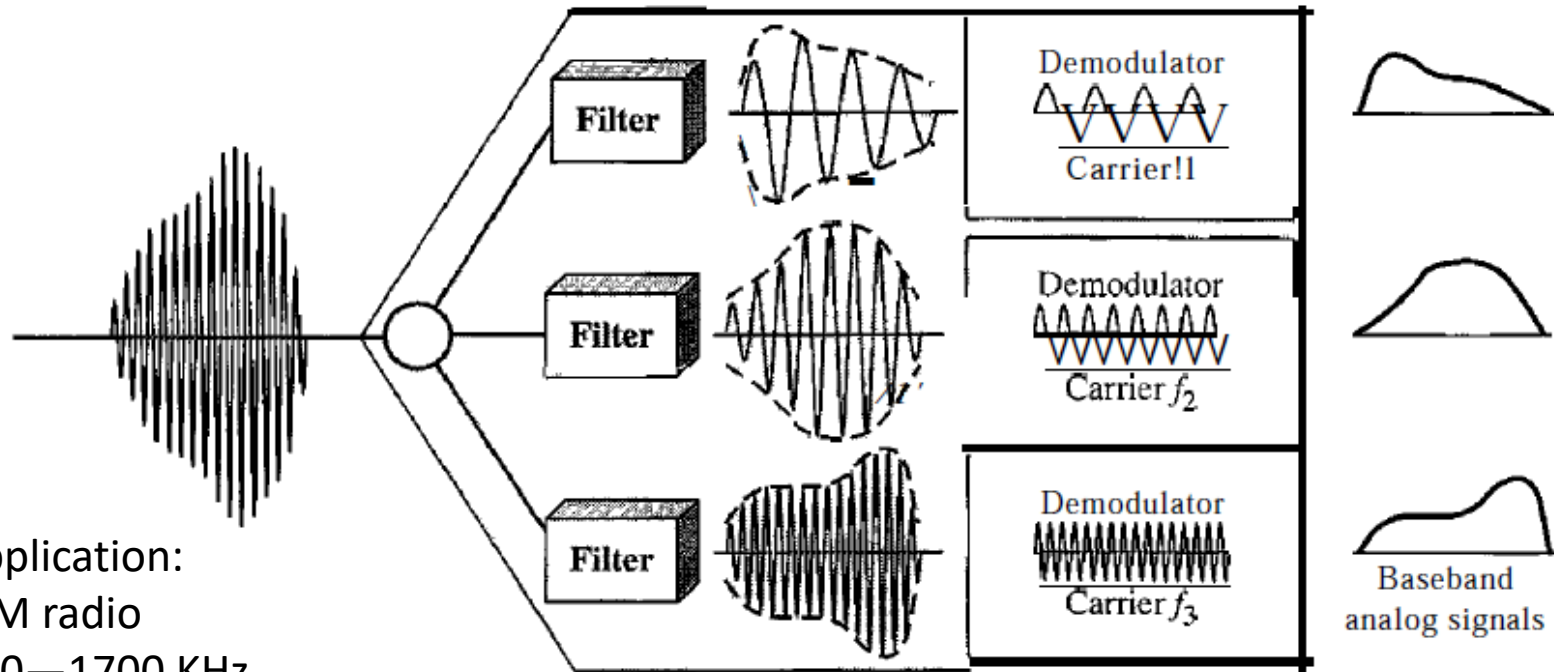
Le Multiplexage-FDM



Multiplexage



Le Multiplexage-FDM



Application:

AM radio

530—1700 KHz

Chaque station utilise 10KHz

FM radio: 88-108MHz

Chaque station utilise

200KHz

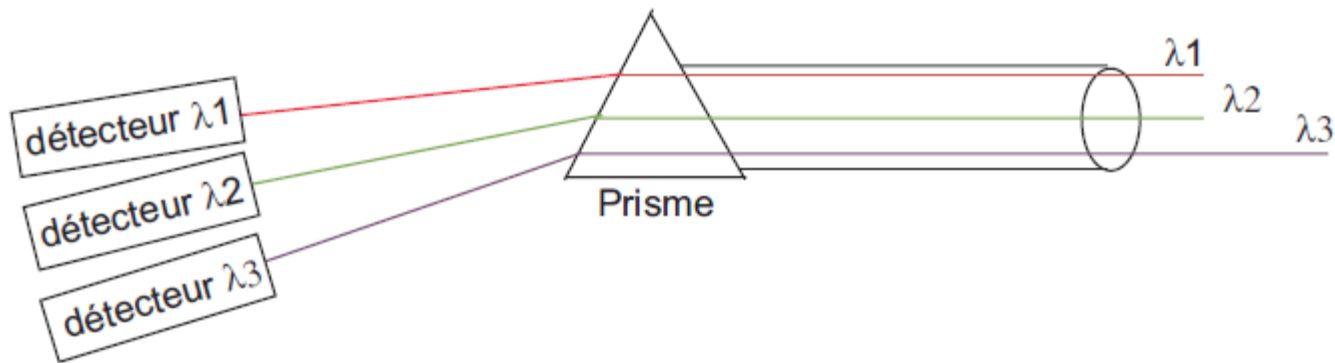
Démultiplexage

Le Multiplexage-WDM

❑ Wavelength-Division Multiplexing (WDM)

- Le FO caractérisé par une large bande passante en comparant avec les supports métalliques.
- Le principe est le même comme FDM, sauf que les signaux sont optiques.
- On combiné différents signaux de différentes fréquences.

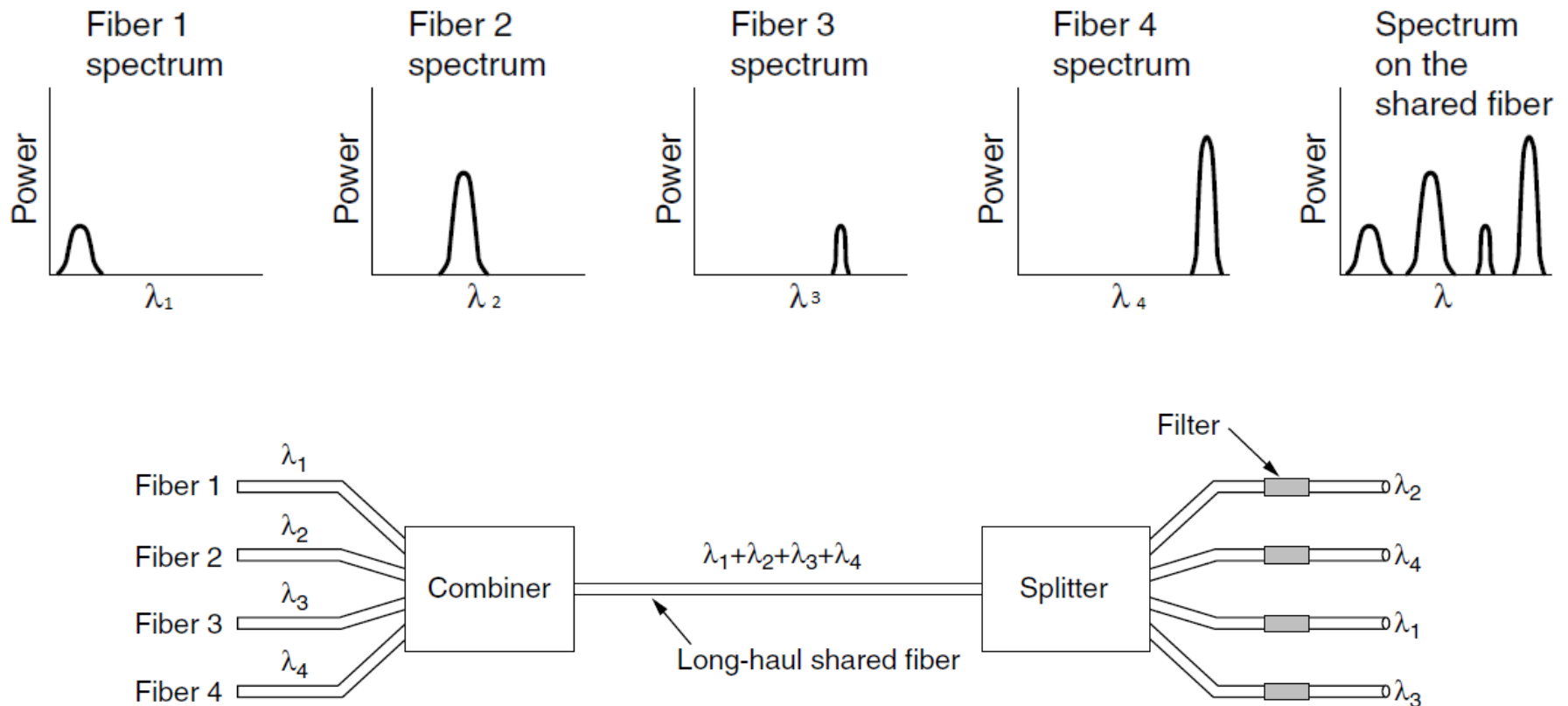
Cette technique est basé sur l'utilisation d'un prisme(prism)



Application : SONET

Le Multiplexage-WDM

❑ Wavelength-Division Multiplexing (WDM)

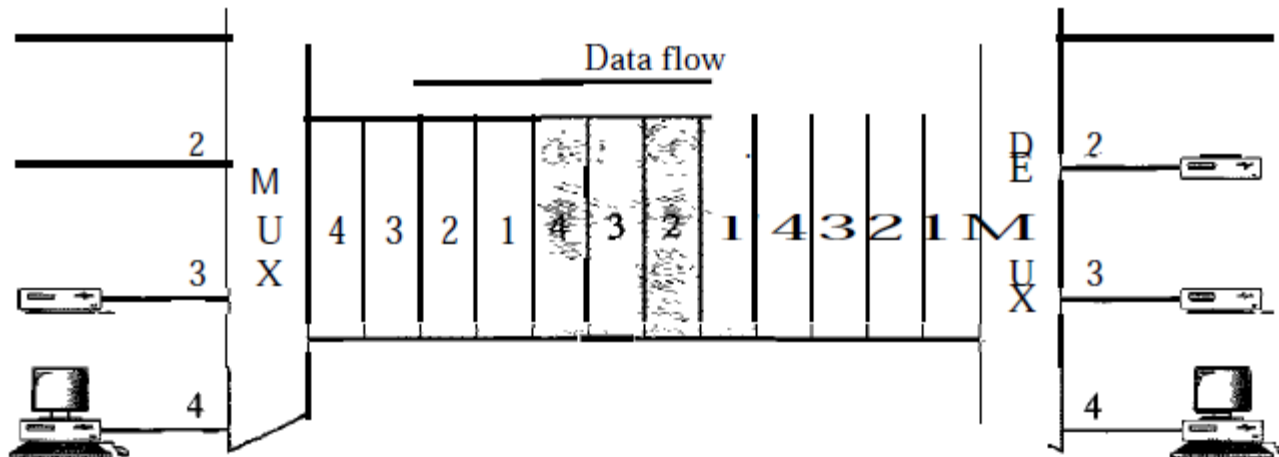


Le Multiplexage-TDM

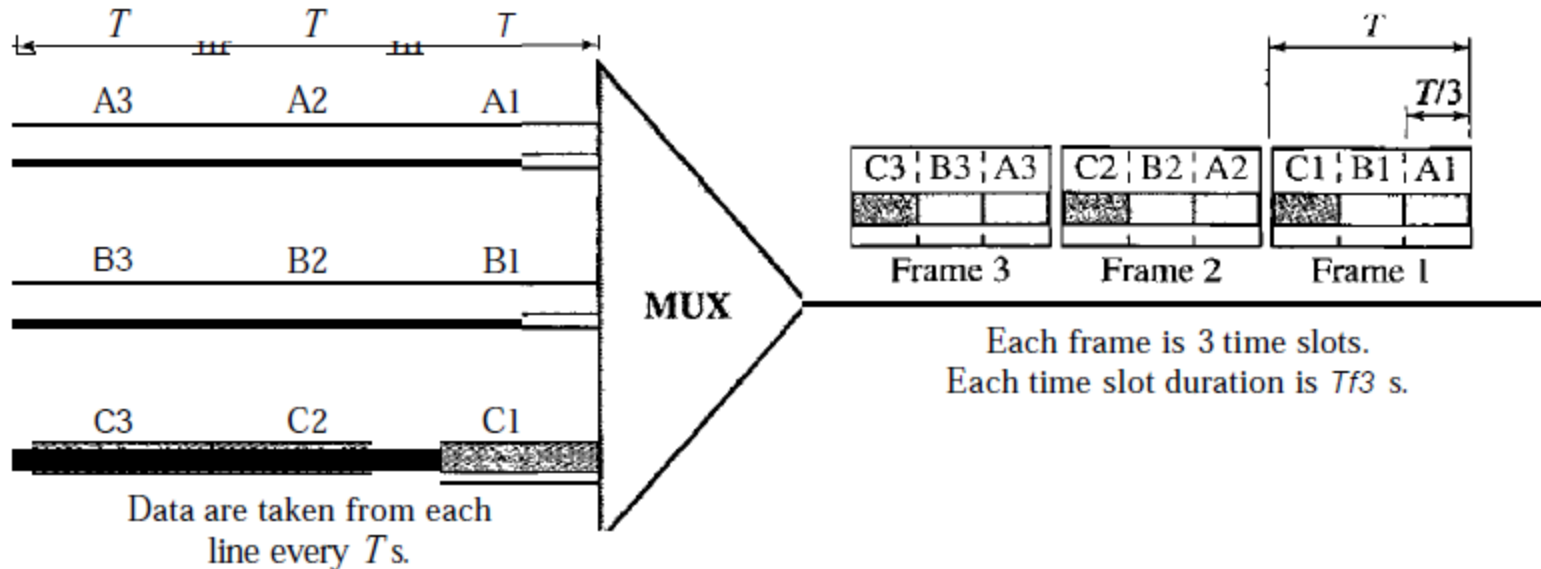
Le multiplexage temporel

Time-division multiplexing (TDM)

Est un processus digital permet de partager la totalité de la bande passante d'un support de transmission entre Plusieurs signaux chaque signal pour une periode du Temps (Time slot), a l'inverse de FDM(partage une portion De la bande)



Le Multiplexage-TDM



Le débit devient sera augmenté (n)fois
Reduit le temps de transmission d'une unité de(n)fois

Les Réseaux locaux sans fils (Wireless LANs)

❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



BSS: Basic Service Set

Infrastructure architecture

Les Réseaux locaux sans fils (Wireless LANs)

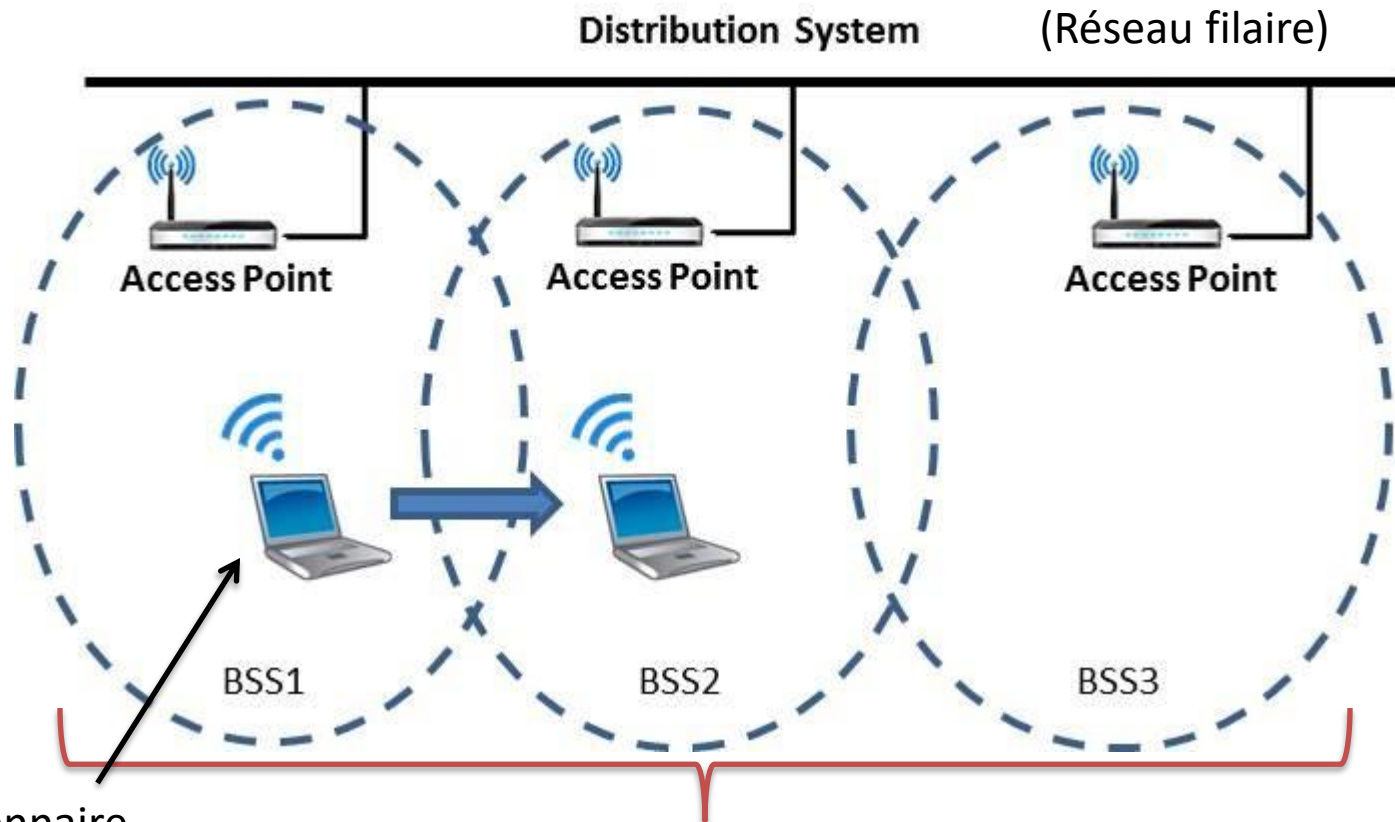
❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



Ad hoc architecture

Les Réseaux locaux sans fils (Wireless LANs)

❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



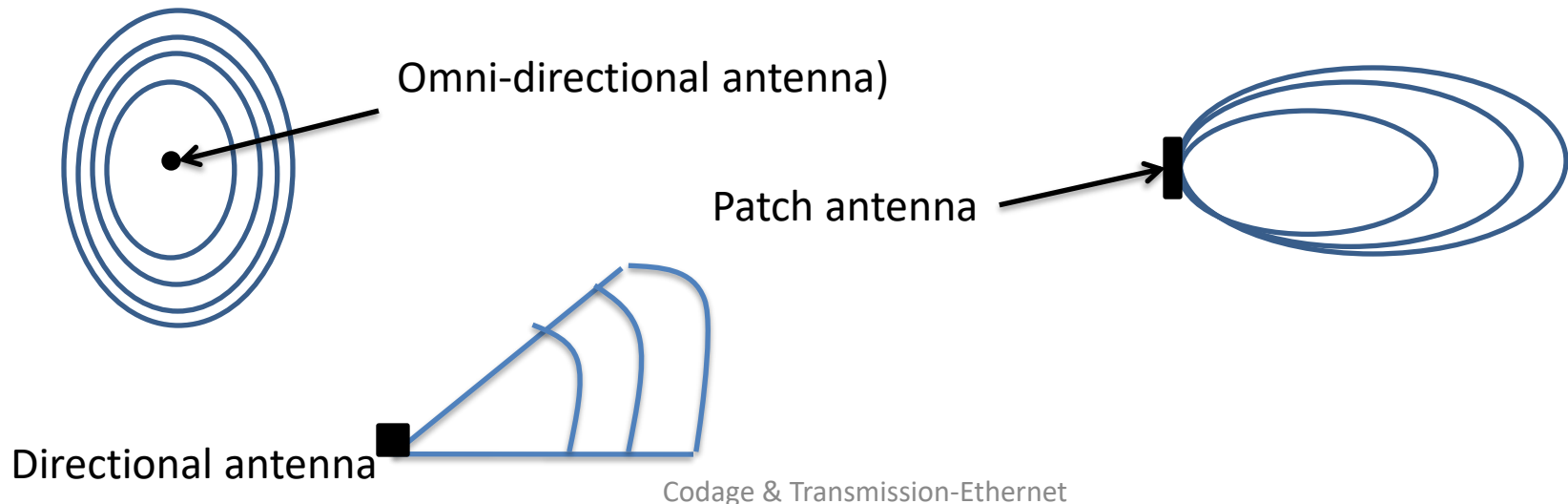
- Stationnaire
- Mobile (BSS->BSS)
- Mobile(ESS->ESS)

ESS: Extended Service Set

Les Réseaux locaux sans fils (Wireless LANs)

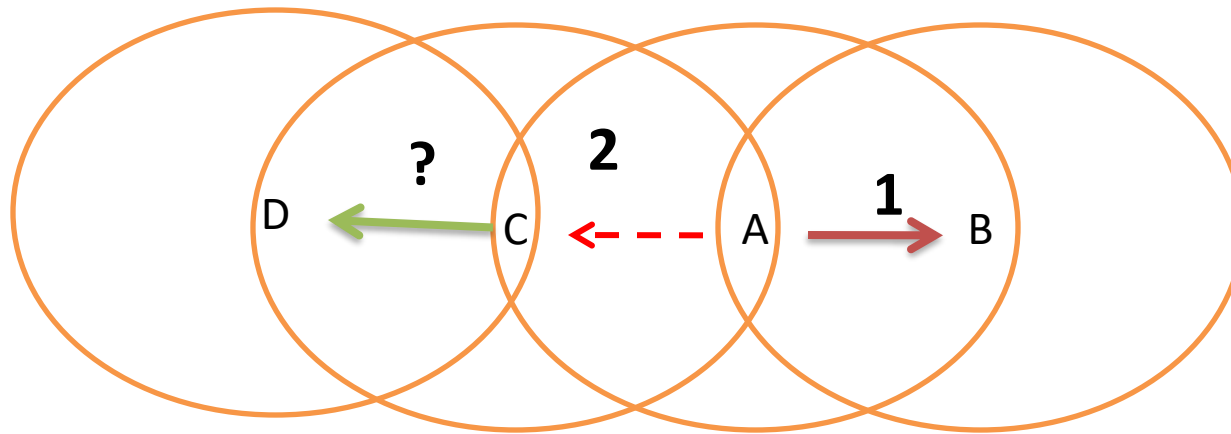
❑ SSID(Service Set Identifier)

- utilisé par la station pour assurer la liaison entre NIC(Network Interface Card) et AP
- SSID définit la zone couverte par l'AP.
- AP diffuse périodiquement des (beacons).



Les Réseaux locaux sans fils (CSMA/CA)

- ❑ Le problème de la Station exposée (Exposed terminal)
A atteint (Reachs) B et C
C atteint A et D.



A et C sont des stations exposées

Les Réseaux locaux sans fils

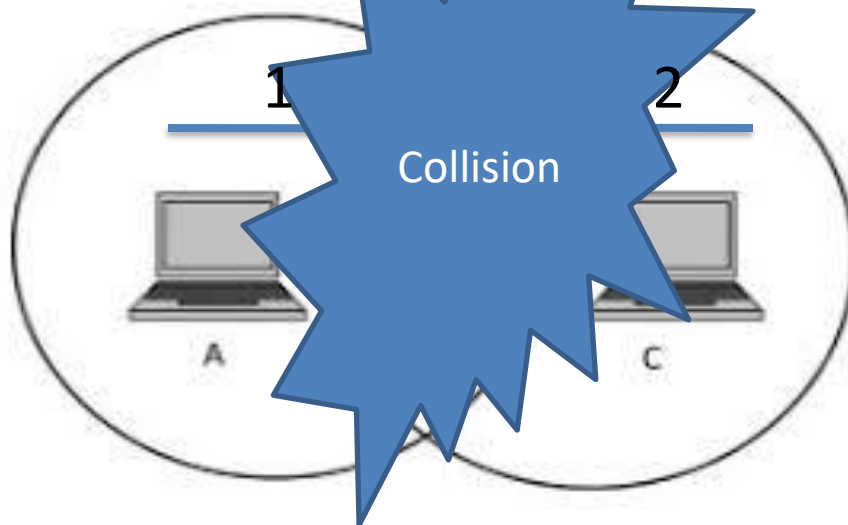
(CSMA/CA)

❑ Le problème de la station caché (Hidden terminal)

La transmission de A atteint B (mais pas C)

La transmission de C atteint B (mais pas A)

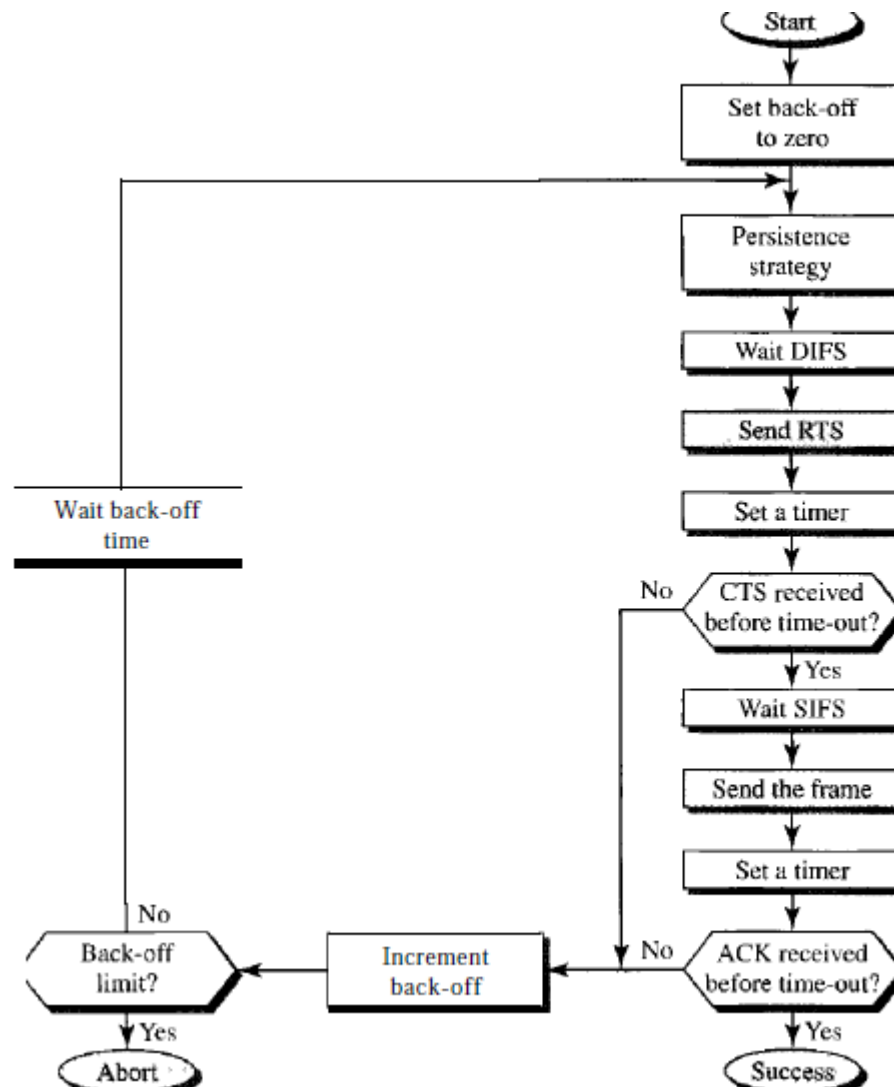
La transmission de B atteint A et C



**Le canal par rapport au C est libre
Après l'écoute.**

Les Réseaux locaux sans fils

(CSMA/CA)



Les Réseaux locaux sans fils

(CSMA/CA)

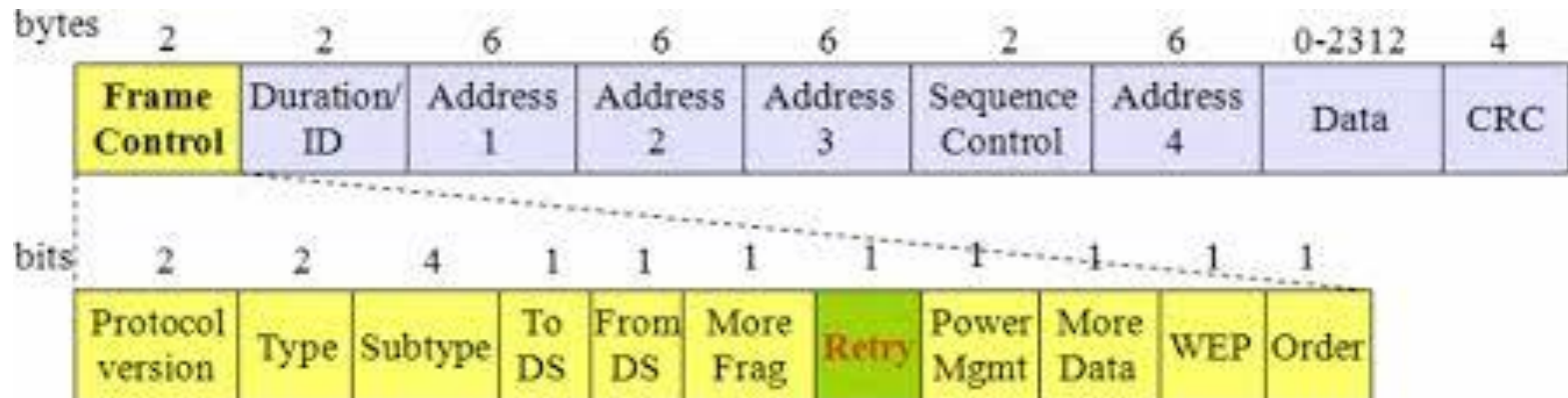
RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)

Parameter	Value for 1Mbps channel bit rate
Slot time	20 μ sec
SIFS	10 μ sec
DIFS	50 μ sec (DIFS = SIFS + 2 $\times$ Slot time)
EIFS	SIFS + PHY_preamble + PHY_header + ACK + DIFS = 364 μ sec
CW_{min}	32
CW_{max}	1024
PHY_preamble	144 bits (144 μ sec)
PHY_header	48 bits (48 μ sec)
MAC data header	28 bytes = 224 bits
ACK	14 bytes + PHY_preamble + PHY_header = 304 bits (304 μ sec)
RTS	20 bytes + PHY_preamble + PHY_header = 352 bits (352 μ sec)
CTS	14 bytes + PHY_preamble + PHY_header = 304 bits (304 μ sec)
MTU*	Adjustable, up to 2296 bytes

Les Réseaux locaux sans fils

La trame

❑ La trame IEEE 802.11



Les Réseaux locaux sans fils

La trame

❑ La trame IEEE 802.11

<i>Field</i>	<i>Explanation</i>
Version	Current version is 0
Type	Type of information: management (00), control (01), or data (10)
Subtype	Subtype of each type
ToDS	Defined later
FromDS	Defined later
More flag	When set to 1, means more fragments
Retry	When set to 1, means retransmitted frame
Pwr mgt	When set to 1, means station is in power management mode
More data	When set to 1, means station has more data to send
WEP	Wired equivalent privacy (encryption implemented)
Rsvd	Reserved

Les Réseaux locaux sans fils

La trame

❑ La trame IEEE 802.11

<i>Subtype</i>	<i>Meaning</i>
1011	Request to send (RTS)
1100	Clear to send (CTS)
1101	Acknowledgment (ACK)

<i>To DS</i>	<i>From DS</i>	<i>Address 1</i>	<i>Address 2</i>	<i>Address 3</i>	<i>Address 4</i>
0	0	Destination	Source	BSS ID	N/A
0	1	Destination	SendingAP	Source	N/A
1	0	Receiving AP	Source	Destination	N/A
1	1	Receiving AP	SendingAP	Destination	Source

Les Réseaux locaux sans fils

Couche physique

RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)

Physical layer							
		802.11 FHSS	802.11 DSSS	802.11 Infrared	802.11a DSSS	802.11a OFDM	802.11g DSSS

<i>IEEE</i>	<i>Technique</i>	<i>Band</i>	<i>Modulation</i>	<i>Rate (Mbps)</i>
802.11	FHSS	2.4 GHz	FSK	1 and 2
	DSSS	2.4 GHz	PSK	1 and 2
		Infrared	PPM	1 and 2
802.11a	OFDM	5.725 GHz	PSK or QAM	6 to 54
802.11b	DSSS	2.4 GHz	PSK	5.5 and 11
802.11g	OFDM	2.4 GHz	Different	22 and 54

Les Réseaux locaux sans fils

Couche physique

RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)

- **SIFS** (Short Interframe Space): temps le plus court , fixé par la couche physique , temps d'alternance émetteur/récepteur)
- **PIFS** (Priority Interframe Space): utilisé par l'AP pour accéder au canal , $PIFS = SIFS + \text{time slot}(78 \text{ micro s})$.
- **DIFS** (Distributed Interframe Space): utilisé par une station pour déclencher une nouvelle transmission, $DIFS = PIFS + \text{time slot}$.
- **EIFS** (Extended Interframe Space): le plus long IFS : utilisé par une station lors de Réception d'un paquet ambiguë.

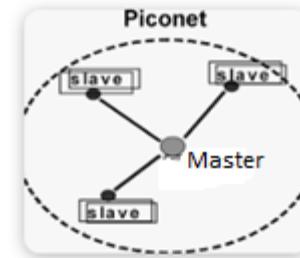
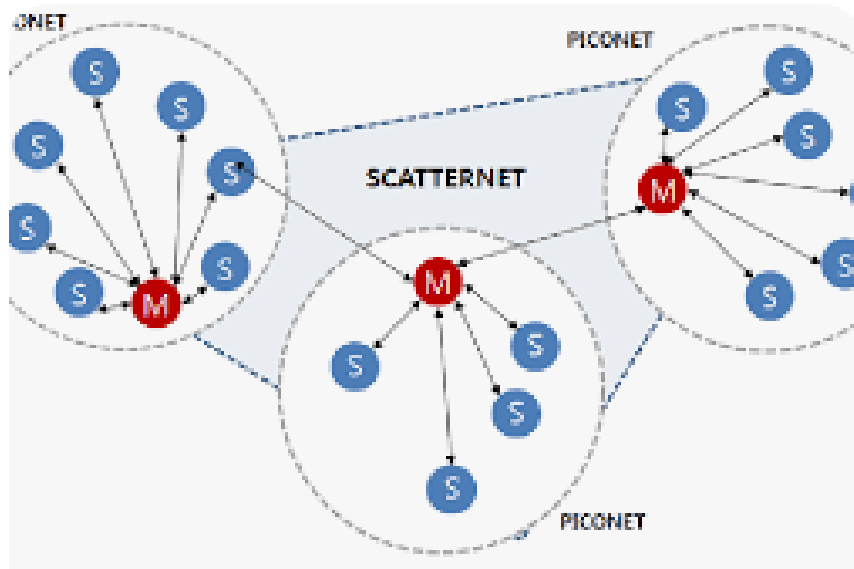
Bluetooth

❑ Bluetooth(802.15.1)

- Technologie permet aux utilisateurs de former un réseaux sans fils (laptop, téléphone, tablette,etc)(en mode Ad hoc).
- débit 720 Kb/s.
- Bande 2.4 GHz (ISM)
- 79 canaux de 1MHz
- Énergie (1 Mw pour 10cm),100mW pour (<100m).
- Unicast/multicast
- Protocole(maitre-esclave/master-slave).
- Jusqu'aux 07 slaves communique avec un seul master (Piconet)
- Plusieurs piconets peuvent communiquer entre eux.(Scatternet)

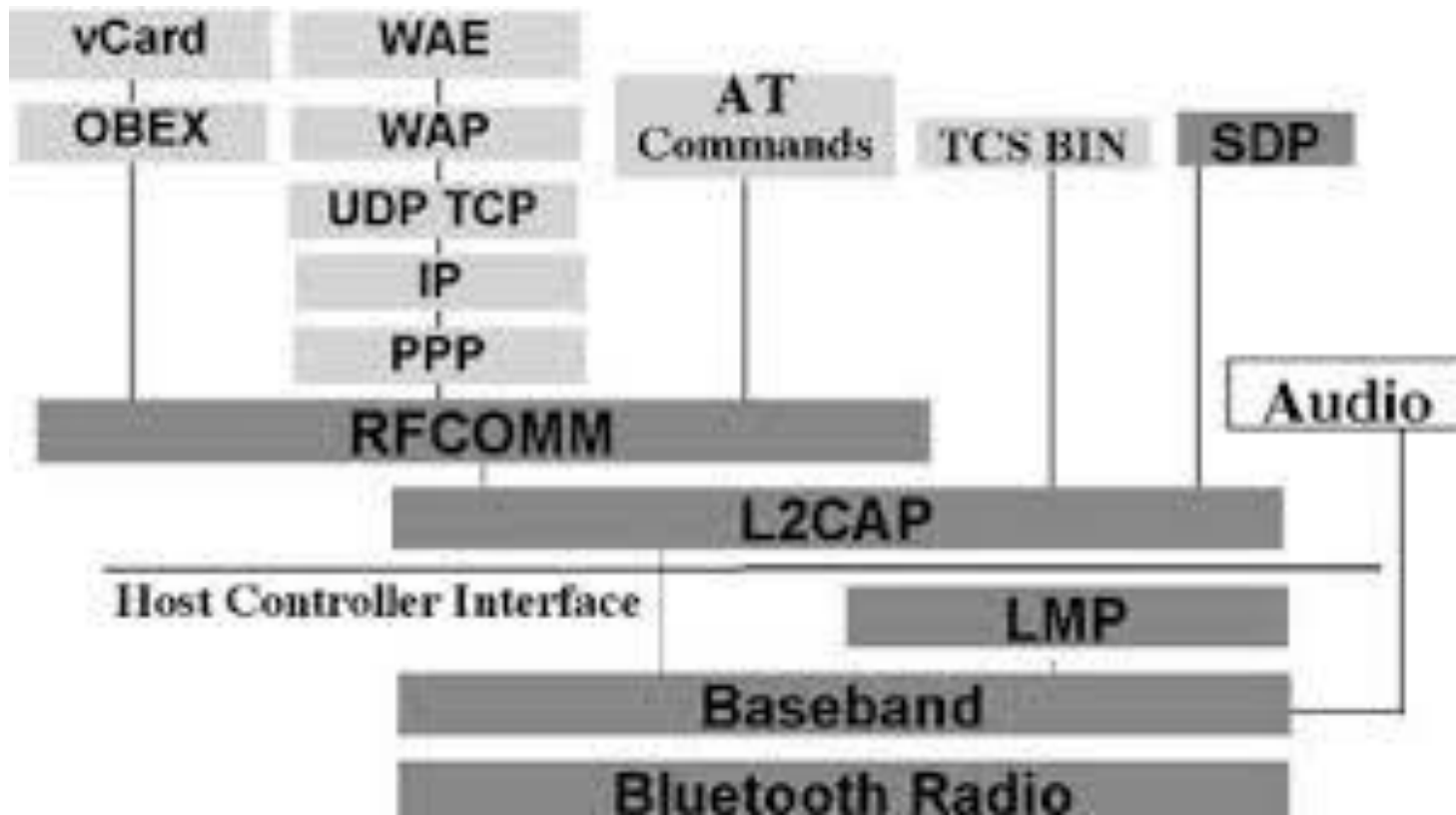
Bluetooth

❑ Bluetooth(802.15.1)



Bluetooth

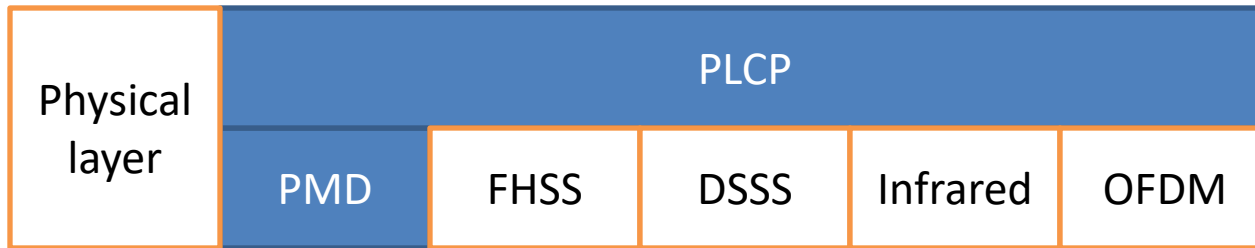
❑ Pile protocolaire



Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



La couche physique contient deux sous couches:

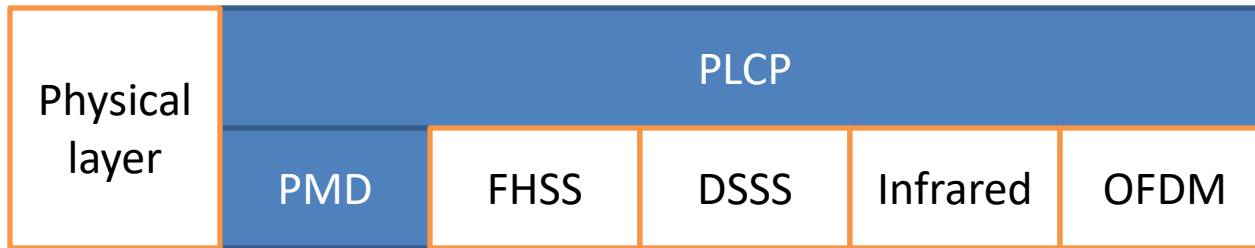
❑ PLCP(Physical layer convergence Procedure)

- La partie écoute au canal(carrier sense CSMA/CA).
- Prépare les unités de données provenant de la sous couche MAC pour la transmission. Le PLCP ajoute des champs nécessaires pour la couche physique aux données reçus de la sous couche MAC, la trame est appelée PPDU(PLCP Protocol Data Unit).

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



La couche physique contient deux sous couches:

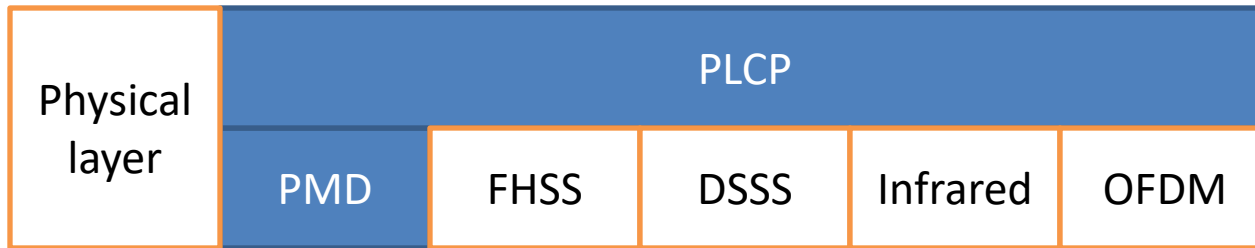
❑ PMD(Physical Medium Dependent)

- Assure la transmission et la réception au niveau de la couche physique via un canal sans fils.
- Effectue la modulation/démodulation pour la transmission.

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ RL sans fils (Wireless Lan-IEEE 802.11)



❑ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

➤ PLCP:

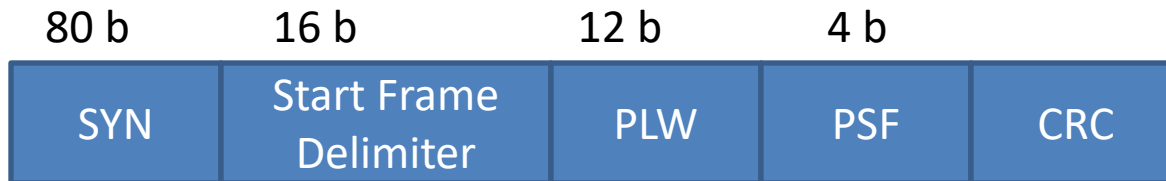


Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

➤ PLCP:



- SYN: une alternance entre 1 et 0, pour synchroniser l'horloge récepteur.
- Start Frame Delimiter: indique le début de la trame (0000110010111101).
- PSDU length Word: indique la taille de PSDU(en octet).
- PLCP Signaling: Débit binaire(ex. 0000 indique 1Mb/s).
- CRC: CCITT CRC-16.

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)

➤ PMD:

➤ Réalise la conversion d'une chaîne numérique vers un signal analogique, puis

➤ Le transmettre dans l'air en utilisant la technique FHSS.

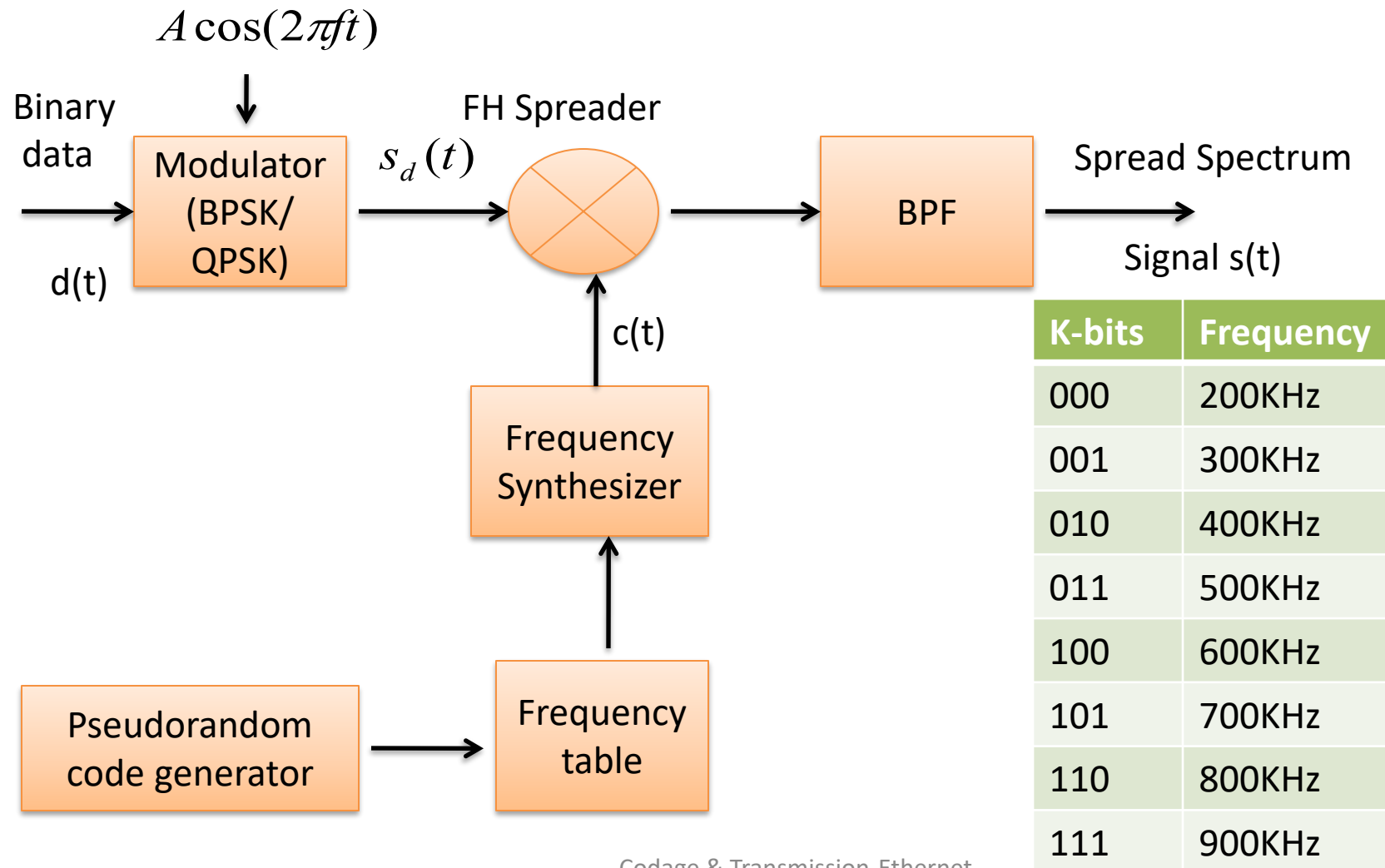
➤ Permet d'augmenter la bande par l'étalement du spectre (spread spectrum), protéger le signal contre (interférence, jamming et interception)

➤ Changer aléatoirement et périodiquement la fréquence selon la séquence PN .

Les Réseaux locaux sans fils

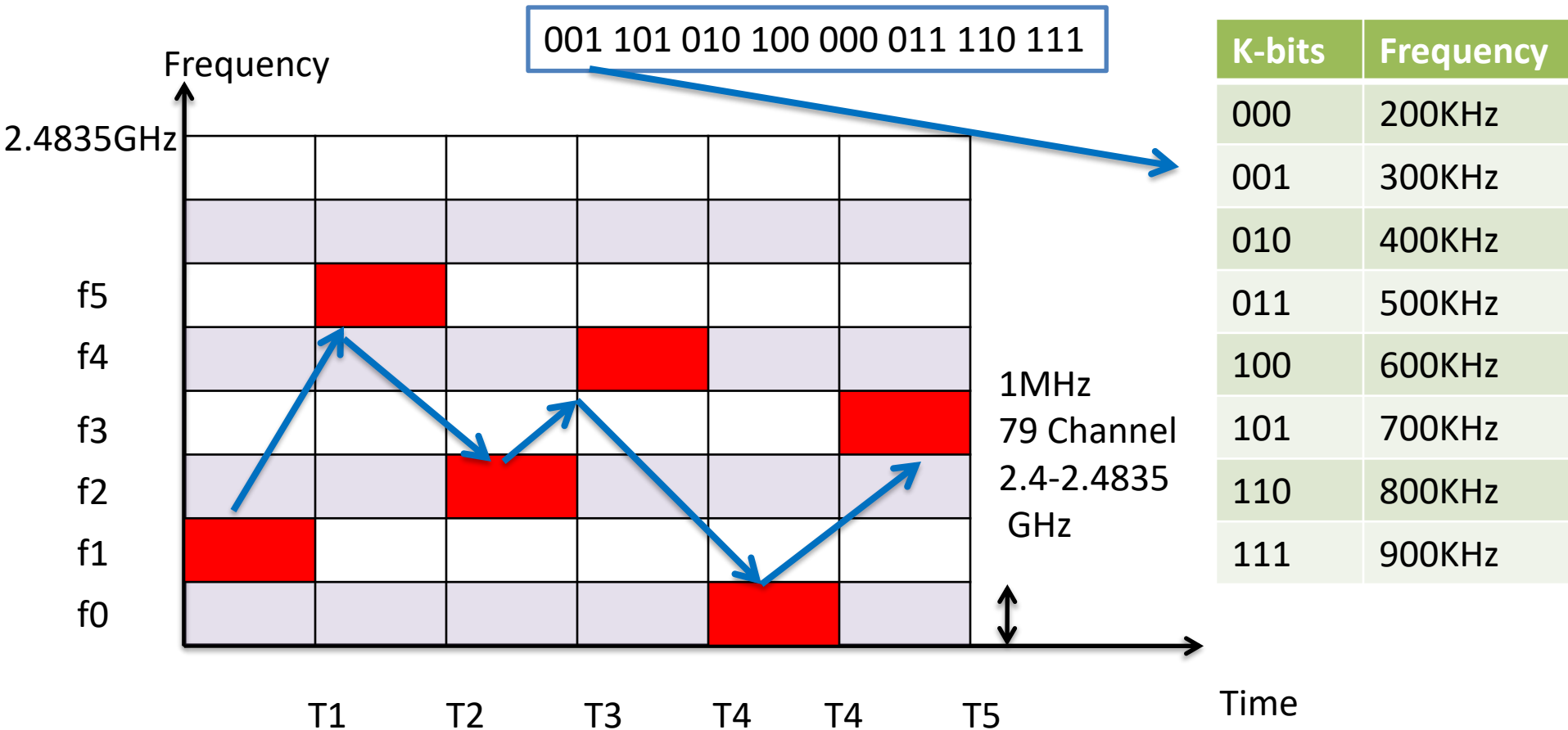
(La couche physique)

Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)



Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)



$$BP_{FHSS} \gg BP$$

Change channel
1600 times per seonde
Time slot: 625micros

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

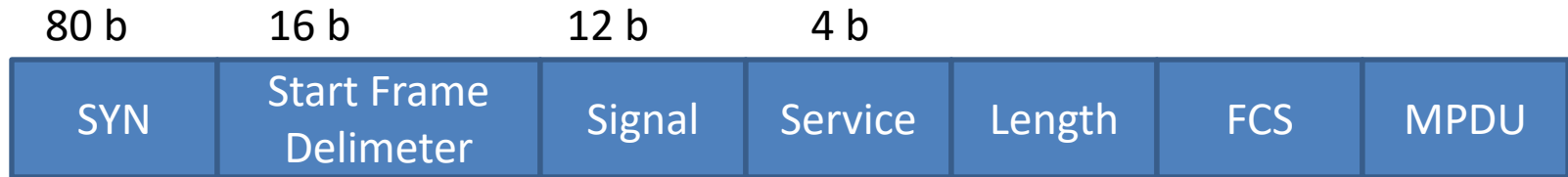
❑ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

- La technique DSSS , augmente aussi le largeur de bande du signal original , mais avec d'autre manière , où
 - On remplace chaque bit de données par une séquence de 11 bits ,
 - Par l'utilisation de PN code (Barker sequence) (+1-1+1+1-1+1+1+1-1-1-1) (NRZ)
- Elle fonctionne sur la bande 2.4GHz-2.8435GHz(802.11b et 802.11g)

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

□ DSSS PLCP

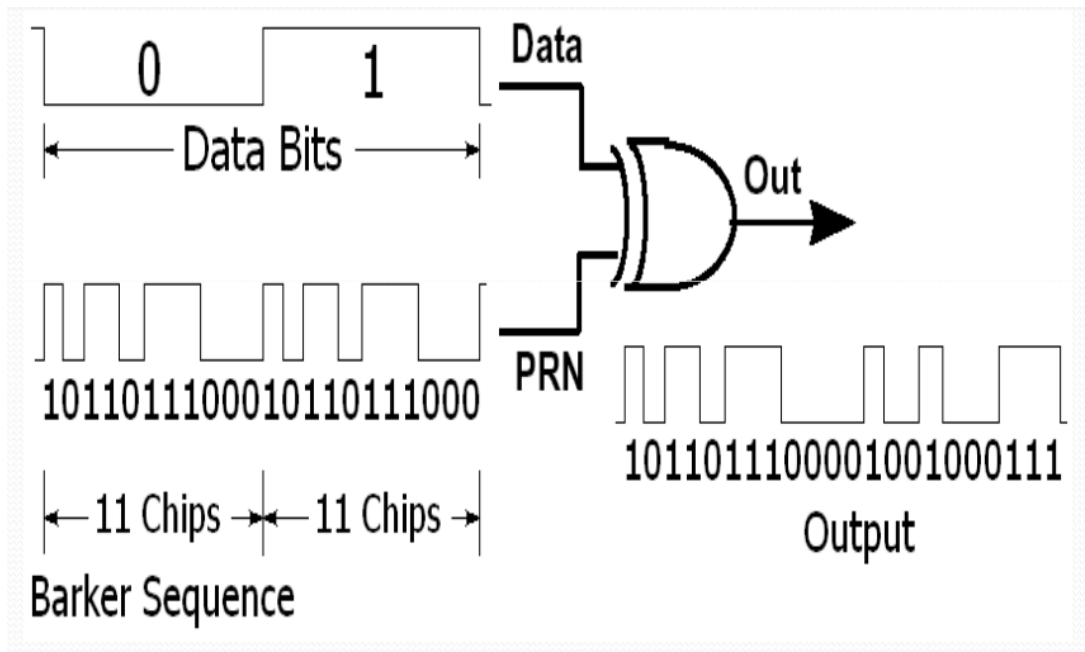


- SYN: une alternance entre 1 et 0, pour synchroniser l'horloge récepteur.
- Start Frame Delimiter: indique le début de la trame (1111001110100000).
- Signal: indique le type de modulation, receptrer doit utiliser pour démodulation
Pour 11Mb/s la valeur du champs est (01101110), 110 en décimal.
- Service: no utilisé (0).
- Length: la longuer de la trame.
- CRC: CCITT CRC-16.

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ DSSS PLCP

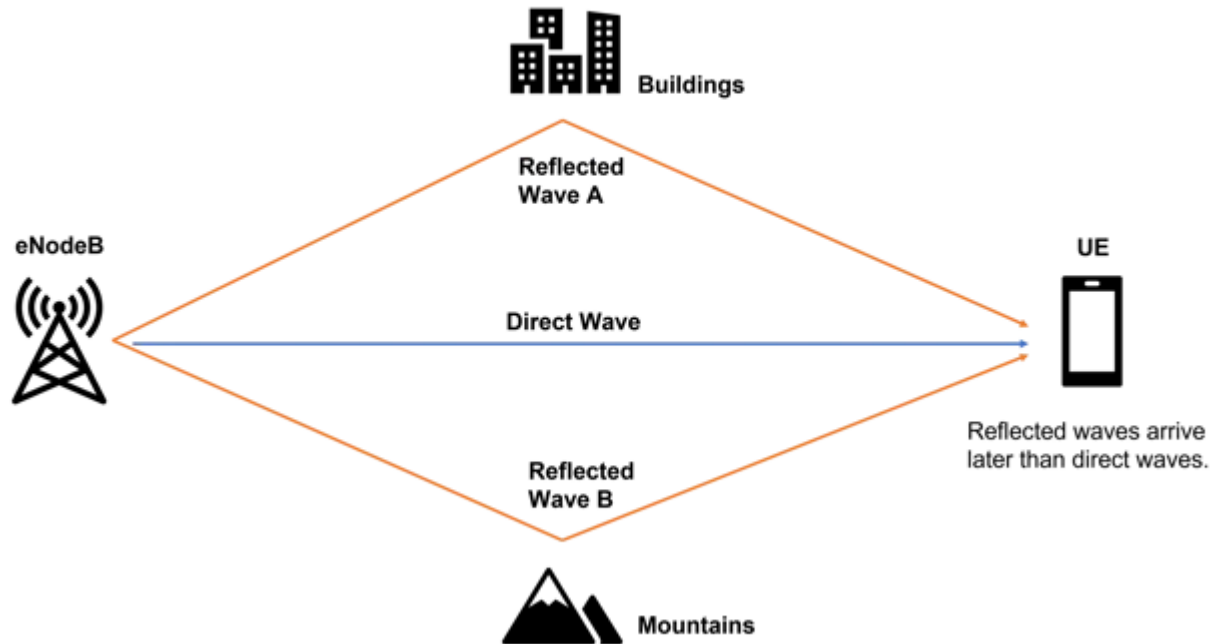


pour 1 and 2 Mbps DSSS PRN code est
11-chip Barker sequence(10110111000.)

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ OFDM

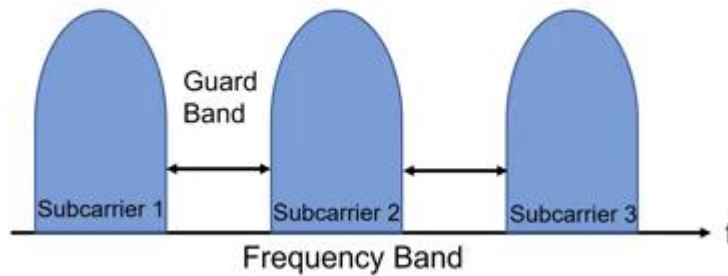


Les Réseaux locaux sans fils

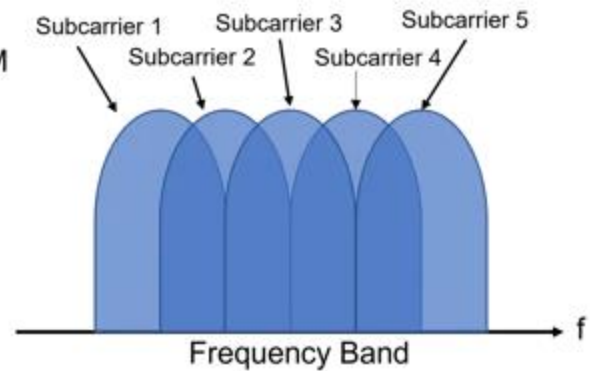
(La couche physique)

❑ OFDM

FDM



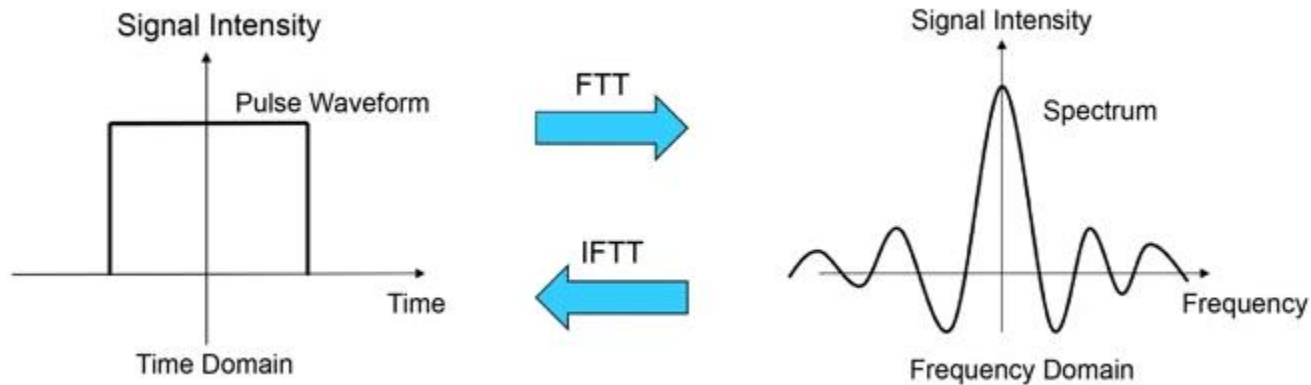
OFDM



Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ OFDM



Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ OFDM

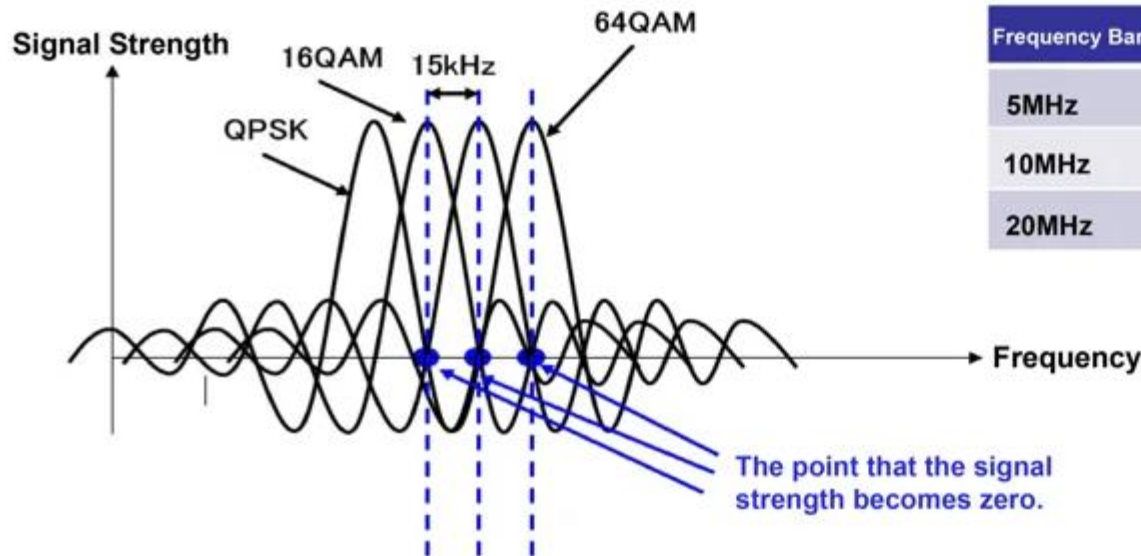
- Placer le peak du signal a une fréquence où les puissance des autres signaux sont nulles (pour supprimer l'interférence)

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ OFDM

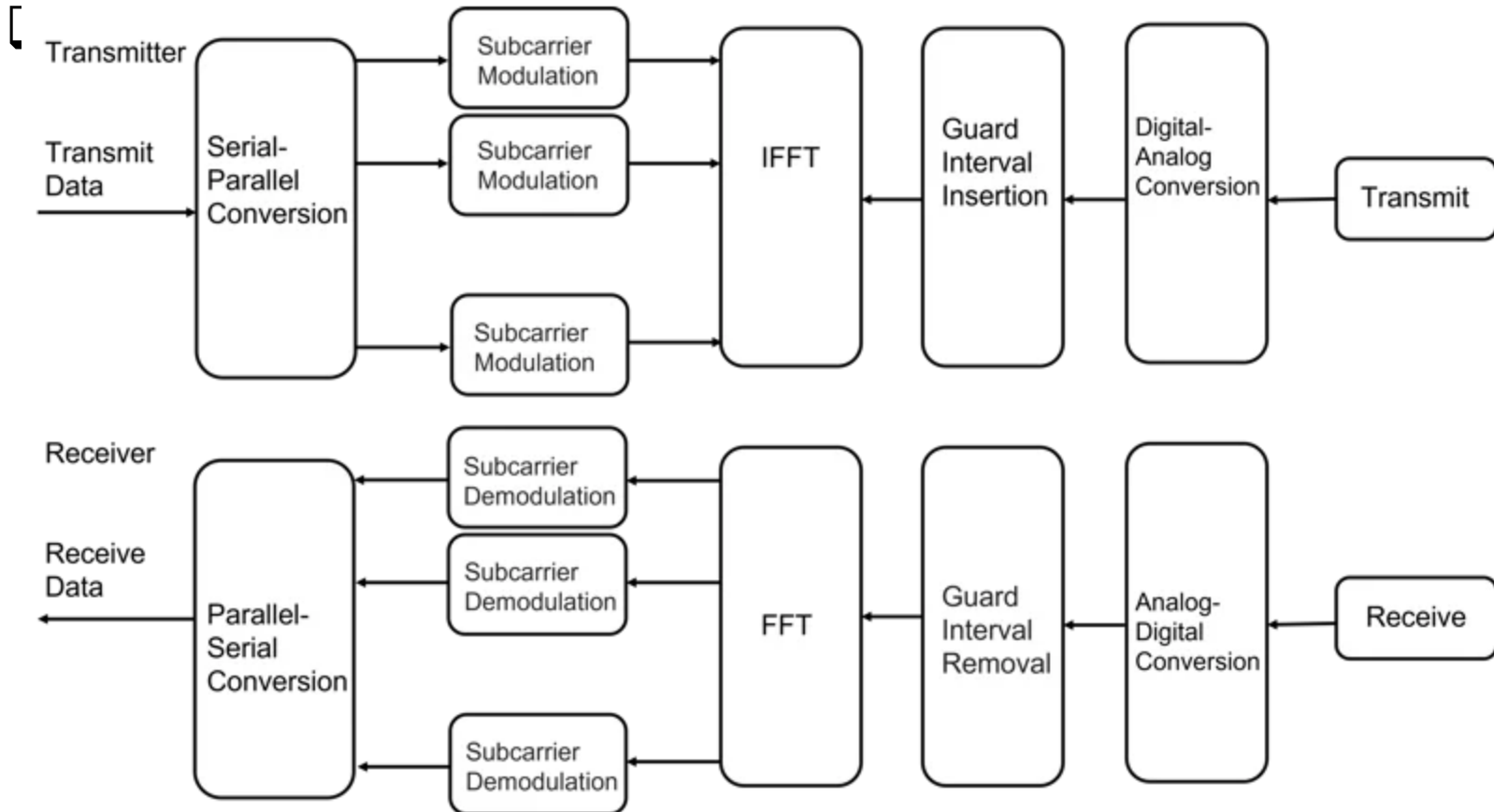
- Placer le peak du signal a une fréquence où les puissance des autres signaux sont nulles (pour supprimer l'interférence)



Frequency Bandwidth	Subcarrier Number
5MHz	300
10MHz	600
20MHz	1200

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)



OFDM Processing Flow

Les Réseaux locaux sans fils

(La couche physique)

❑ OFDM VS FDM

BASIS FOR COMPARISON	FDM	OFDM
Stands for	Frequency Division Multiplexing	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
Basic	Bandwidth dedicated to several sources.	All the sub-channels are assigned to a single data source.
Relationship between the carriers	No relationship exists	Addition of the number of orthogonal carriers
Use of Guard band	Necessary	Not required
Spectral efficiency	Low	High
Effect of interference	Prone to interference.	Negligible susceptance to interferece.

Références

SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 1948, vol. 27, no 3, p. 379-423.

FOROUZAN, Behrouz A. *Data communications and networking*. Huga Media, 2007.

STALLINGS, William. *Wireless communications & networks*. Pearson Education India, 2009.

SERVIN, Claude. *Réseaux et télécoms-4ème édition*. Dunod, 2013.