

Préparation à la licence RADIO-AMATEUR

Classe 2

chapitre 3

ÉMISSION RÉCEPTION

F5KLJ

Radio Club de Haute Saintonge
Domaine de Chailleret – 17500. JONZAC
F5KLJ@ref-union.org

Pour toute remarque concernant ce document, contacter Alain BASSET, F1MMR
F1MMR@wanadoo.fr

Club Culture Loisirs de Jonzac - F5KLJ - Radio-Club de Haute Saintonge

COURS F5KLJ

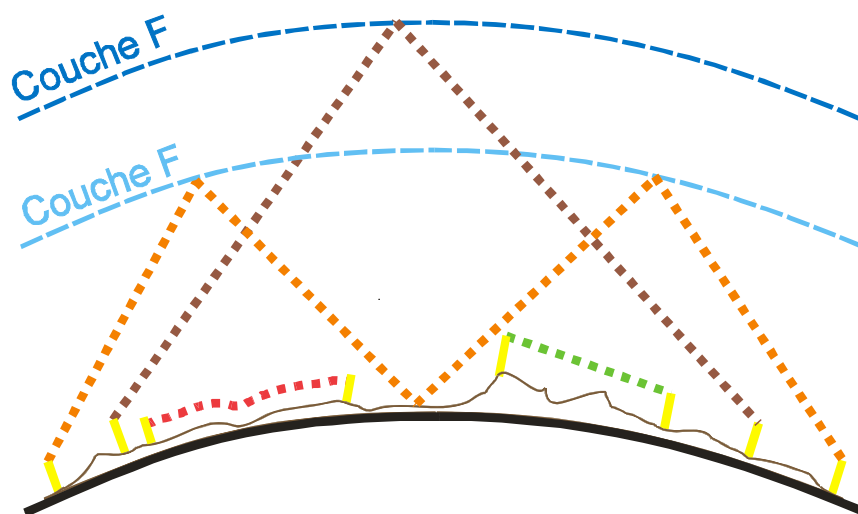
Chapitre 3 – Émission – Réception

- 1 – La propagation
- 2 – Les antennes
- 3 – La Puissance Apparente Rayonnée
- 4 – Les lignes
- 5 – Les différents types de modulation
- 6 – La réception
- 7 – L'émission
- 8 – Les classes d'amplification
- 9 – Les harmoniques
- 10 – Le Rapport d'Ondes Stationnaires

LA PROPAGATION (1)

Les ondes se propagent de différentes façons :

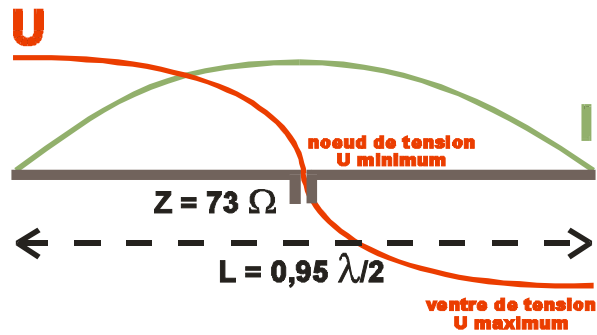
- Ondes directes :** Les antennes sont en "vue" l'une de l'autre
- Ondes de sol :** Les ondes suivent le relief terrestre
- Ondes réfléchies :** Les ondes rebondissent sur les différentes couches ionisées de l'atmosphère (couches E – entre 90 et 130 km - et F – entre 130 et 2.000 km -). Un bond peut faire au maximum 4.000 km à cause de la courbure de la Terre et de l'altitude des couches.



Fréquence	Ondes	Propagation
< 30 kHz	myriamétriques	sol
30 kHz - 300 kHz	kilométriques	directe- sol
300 kHz - 3 MHz	hectométriques	sol - réfléchi
3 MHz - 30 Mhz	décamétriques	réfléchi
30 MHz - 300 MHz	métriques	sol - réfléchi
300 MHz - 3 GHz	décimétriques	directe- sol
3 GHz - 30 GHz	centimétriques	directe
30 GHz - 300 GHz	millimétriques	directe
> 300 GHz	micro-ondes	directe

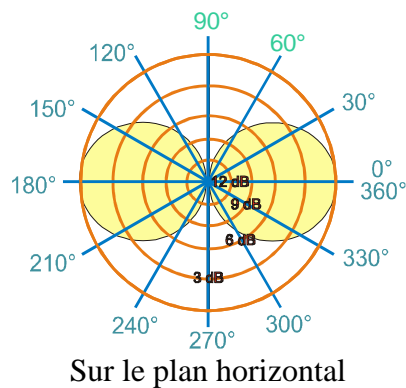
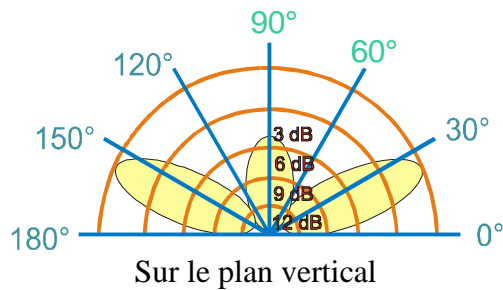
LES ANTENNES (2)

L'antenne $\frac{1}{2}$ onde :

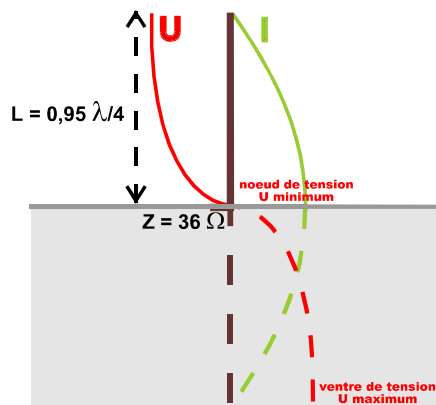


La tension est minimum au centre et maximum aux extrémités

Diagramme de rayonnement de l'antenne $\frac{1}{2}$ onde :



L'antenne $\frac{1}{4}$ d'onde (Ground Plane) :



Elle utilise le sol, qui agit comme un "miroir", comme conducteur. Lorsqu'on ne place pas l'antenne directement sur le sol, on remplace celui-ci par des radian.

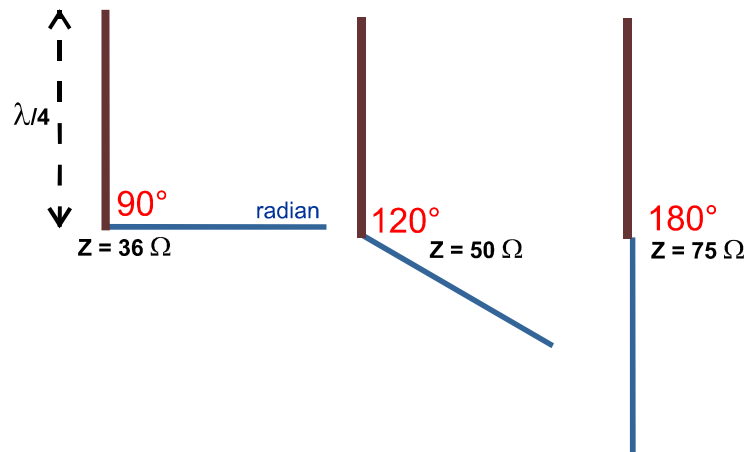
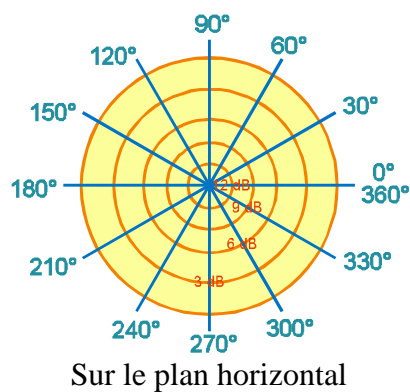
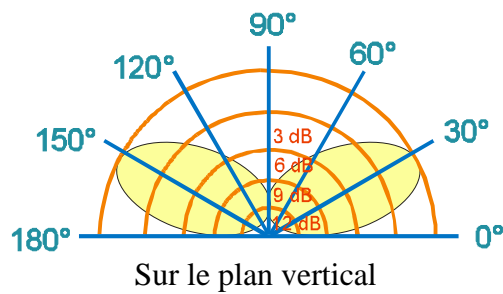
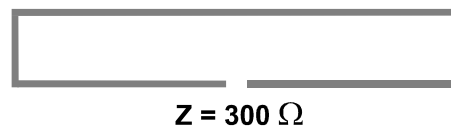


Diagramme de rayonnement de l'antenne ¼ d'onde (GP) :

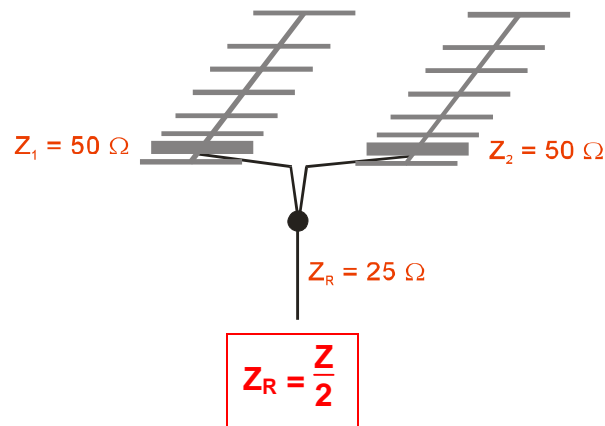


Le doublet demi-onde replié :



Impédance d'antennes couplées en parallèle :

Toutes les antennes couplées doivent avoir la même impédance : $Z_1 = Z_2 = Z$

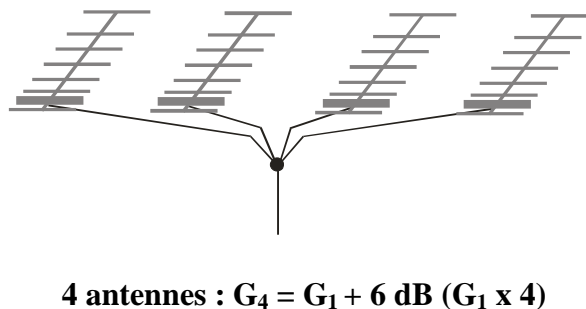
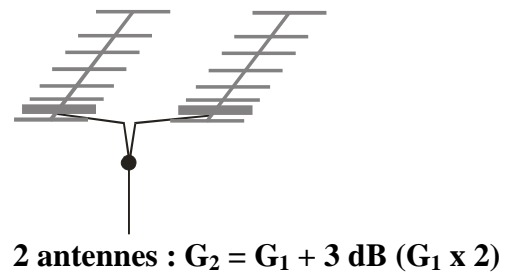
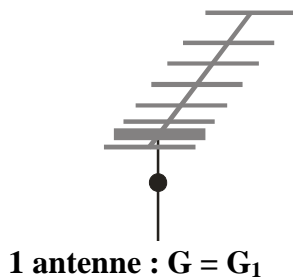


Le gain d'une antenne :

Il se mesure en dB par rapport à :

- l'antenne doublet \rightarrow dB_a
- à l'antenne isotrope (antenne "idéale", c'est-à-dire un "point" qui rayonne et dont le lobe de rayonnement serait une sphère) \rightarrow dB_{iso}

Gain des antennes couplées :



LA PUISSANCE APPARENTE RAYONNÉE (3)

Elle prend comme référence le dipôle

$$PAR = P_{\text{émission}} \cdot G_{\text{antenne}}$$

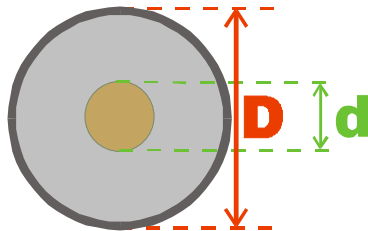
La puissance émission est celle qui est vraiment transmise à l'antenne en tenant compte des pertes dans la ligne d'alimentation.

Il existe aussi la Puissance Isotrope Rayonnée Équivalente, la PIRE :

Elle prend comme référence l'antenne Isotrope

LES LIGNES (4)

Les câbles coaxiaux : lignes d'alimentation asymétriques



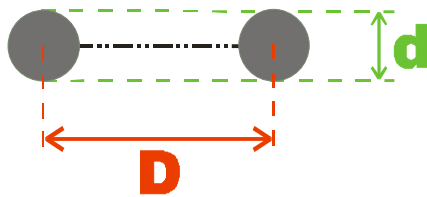
Z : en ohms

D et d : en millimètres

$$Z = 138 \log \frac{D}{d}$$

L'atténuation en dB/mètre (ou en dB/100m) est donnée par le fabricant en fonction de la fréquence d'utilisation.

Les lignes d'alimentation asymétriques :

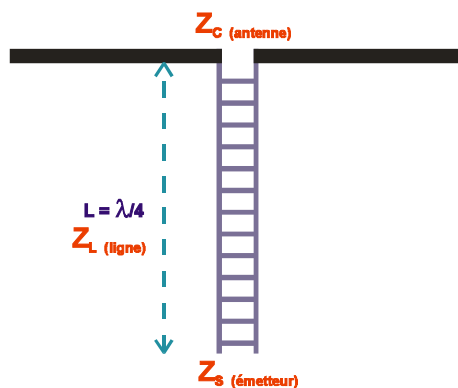


Z : en ohms

D et d : en millimètres

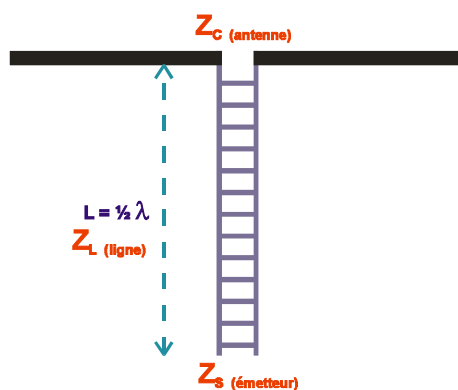
$$Z = 276 \log \frac{D}{d}$$

Ligne 1/4 d'onde : (ou multiple impair)



$$Z_L = \sqrt{Z_C \cdot Z_S}$$

Ligne 1/2 onde : (ou multiple pair)

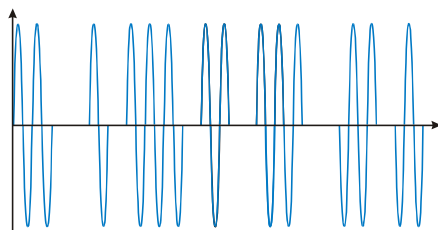


L'impédance de la ligne Z_L est sans importance

$$Z_C = Z_S$$

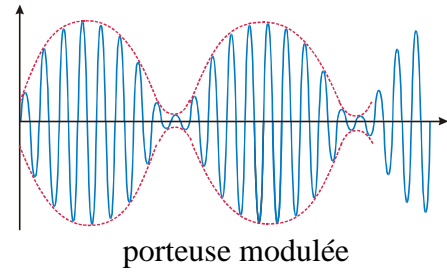
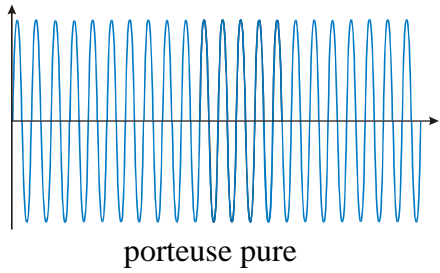
LES DIFFÉRENTS TYPES DE MODULATION (5)

La Modulation par tout ou rien, le morse – CW – A1A - :



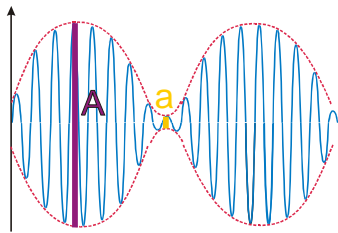
La porteuse n'est pas modulée par de la BF mais par une manipulation par "tout ou rien"

La Modulation d'Amplitude – AM – A3E - :



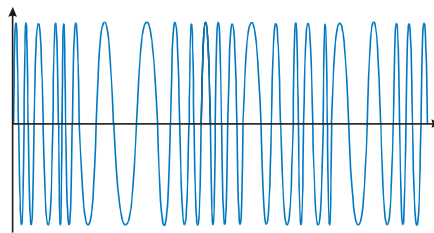
On module l'amplitude de la porteuse en fonction de la BF.

Le taux de modulation en AM :



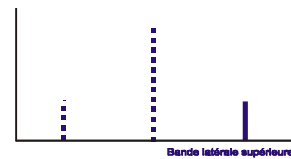
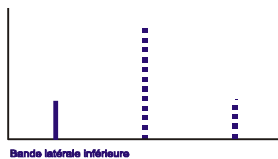
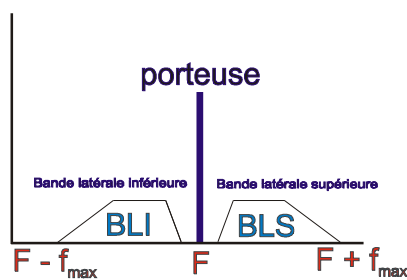
$$t_{\%} = \frac{A - a}{A + a} 100$$

La Modulation de Fréquence – FM – F3E - :



On module la fréquence de la porteuse en fonction de la BF

La Bande Latérale Unique – BLU – J3E - :



On ne transmet qu'une seule bande latérale et on reconstitue à la réception la porteuse et l'autre bande latérale

LA RÉCEPTION (6)

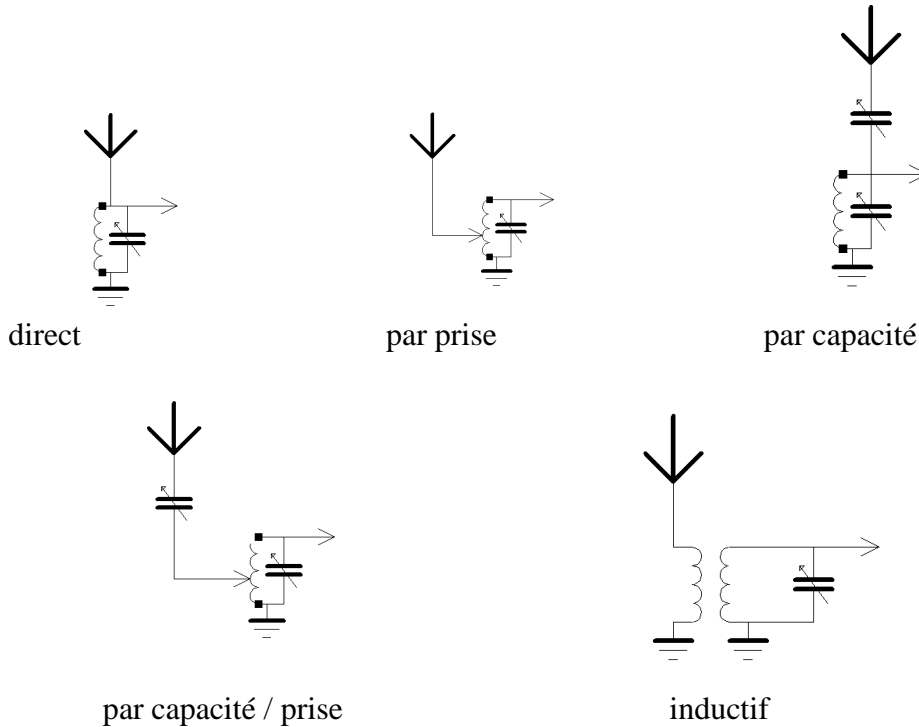
Circuit d'accord : On sélectionne un signal à l'aide d'un circuit LC

Rappel :

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{L\omega}{R}$$

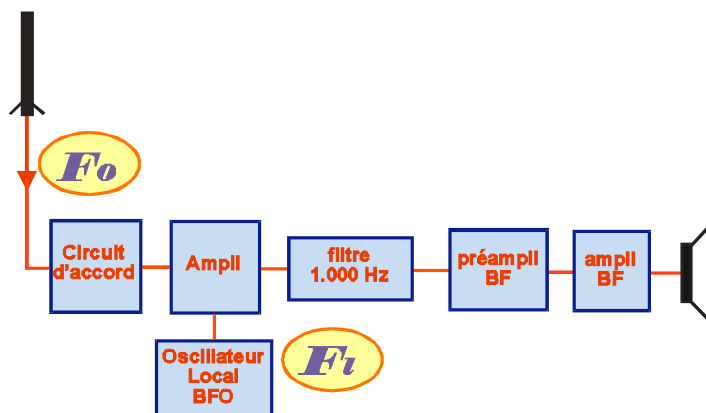
Q doit être très élevé pour avoir B = f_o réduite



Amplificateur HF : amplificateur en tension, soit sélectif, soit à large bande

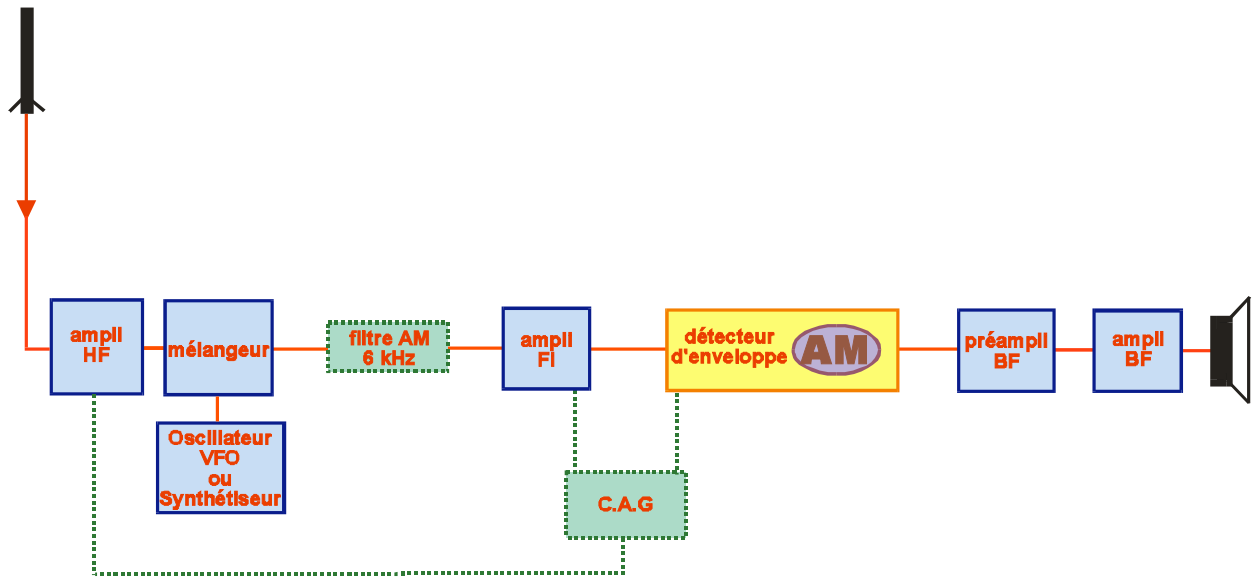
Démodulation - Détection :

Morse (C.W – A1A)



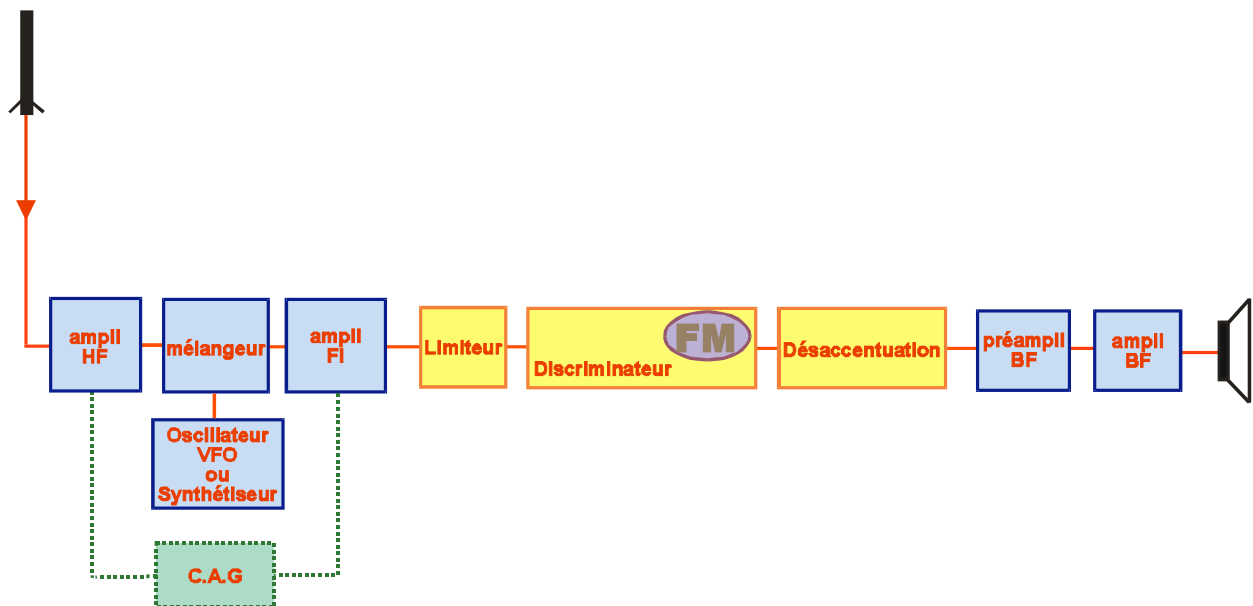
On retient F₀ – F₁ # 1.000 Hz que le filtre laisse passer (1.000 Hz : fréquence "audible")

Modulation d'Amplitude (AM – A3E)



À l'aide d'un **détecteur d'enveloppe**

Modulation de Fréquence (FM – F3E)

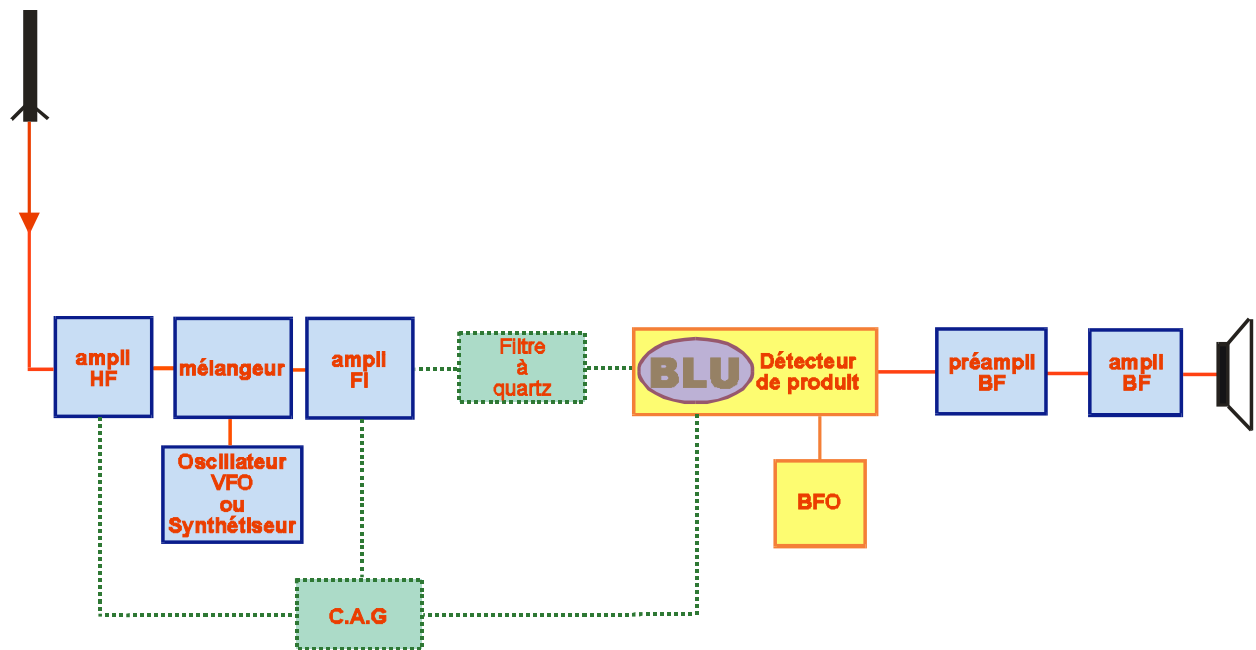


À l'aide d'un **discriminateur**

Bande Latérale Unique (BLU – J3E – R3E)

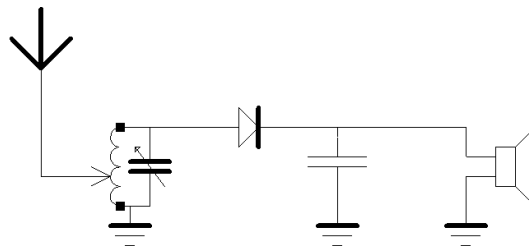
À l'émission, on a supprimé la porteuse et une des bandes latérales.

À la réception on **reconstitue la porteuse** à l'aide d'un **BFO** (Oscillateur de Battement) et on la mélange avec l'onde reçue pour reconstituer l'information Basse Fréquence complète.



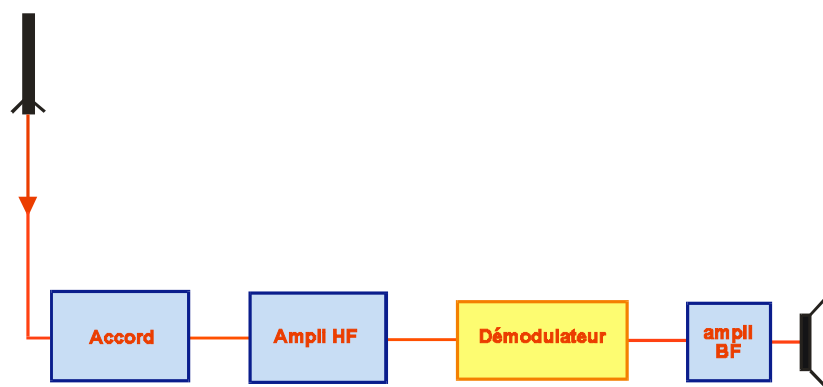
Différents systèmes de réception :

1 – à diode :



en AM – peu sensible - peu sélectif - peu puissant

2 – à amplification directe :



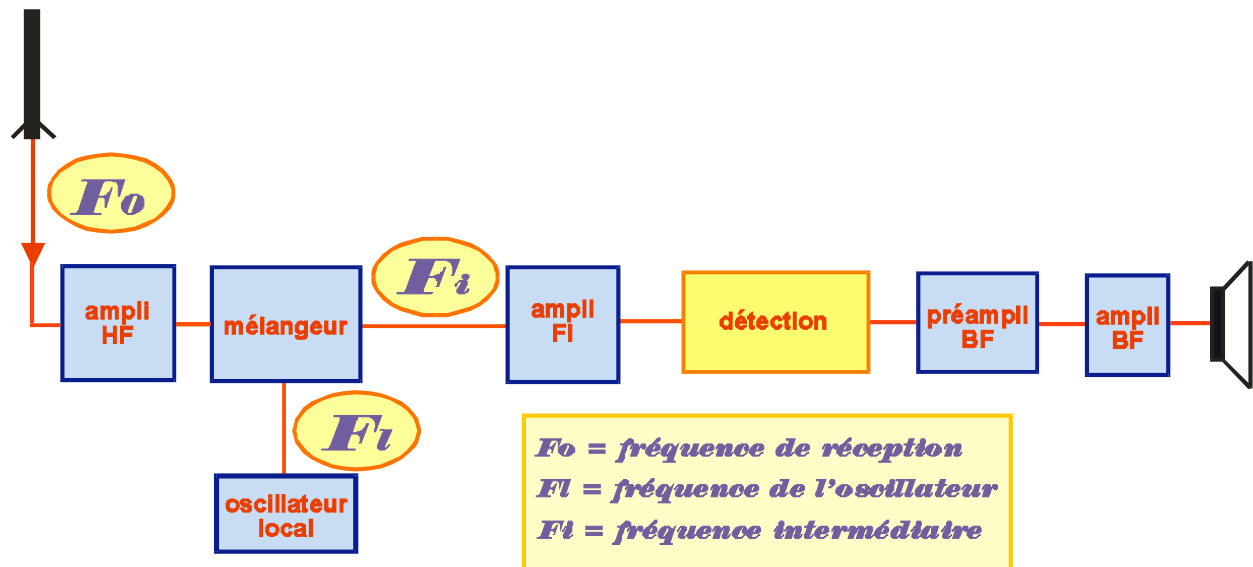
relativement sensible – sélectivité moyenne

Inconvénients : présence de deux amplis → risque d'accrochage (B large)

3 – à changement de fréquence : (hétérodyne)

On transforme la fréquence variable reçue par l'antenne (F_o) en une fréquence fixe, appelée fréquence intermédiaire (F_i) qui sera détectée et amplifiée.

Avantages : C'est toujours la même fréquence que l'on détecte et amplifie. Les circuits suivants sont donc accordés sur une seule fréquence. (Rappel : le gain d'un ampli est inversement proportionnel à la largeur de la bande de fréquence qu'il doit amplifier)



F_o : fréquence variable des émetteurs à recevoir

F_l : fréquence locale, réglable en fonction de l'émetteur désiré (dépend donc de F_o)

F_i : fréquence intermédiaire constante

Exemples : 455 kHz en HF
10,7 MHz en VHF / UHF

$$F_i = F_o \pm F_l$$

Avec un même réglage de F_l on peut donc recevoir deux F_o :

$$\begin{aligned} F_o &= F_l + F_i \rightarrow \text{infradyne} \\ F_o &= F_l - F_i \rightarrow \text{supradyne} \end{aligned}$$

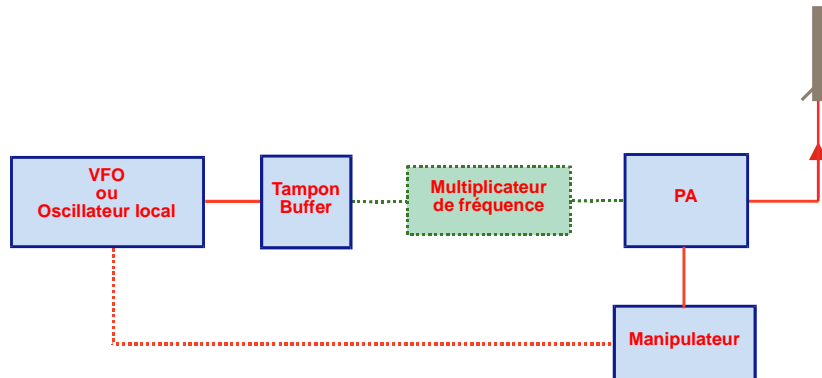
Pour le réglage d'un récepteur sur la 1^{ère} F_o la 2^{ème} F_o constitue la **fréquence image**. Plus la F_i sera grande, plus la fréquence image sera éloignée et donc plus facile à éliminer (à filtrer).

En pratique, on utilise un **double changement** de fréquence :
1^{ère} F_i élevée
2^{ème} F_i basse

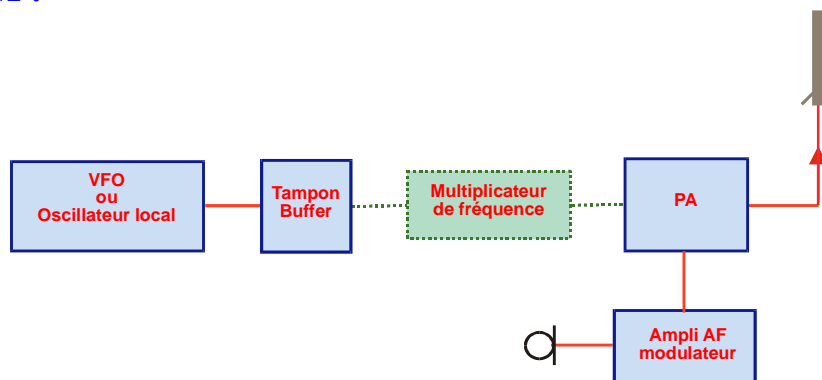
L'ÉMISSION (7)

Les éléments fondamentaux sont l'**oscillateur** et l'**étage de puissance** (le P.A). Un étage tampon, ou **buffer** est obligatoirement placé entre les deux pour éliminer les harmoniques produites par l'oscillateur.

Émetteur CW :

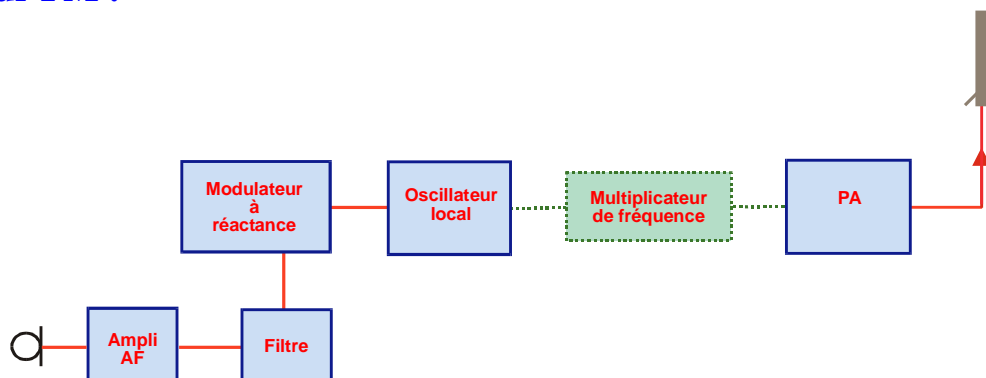


Émetteur AM :



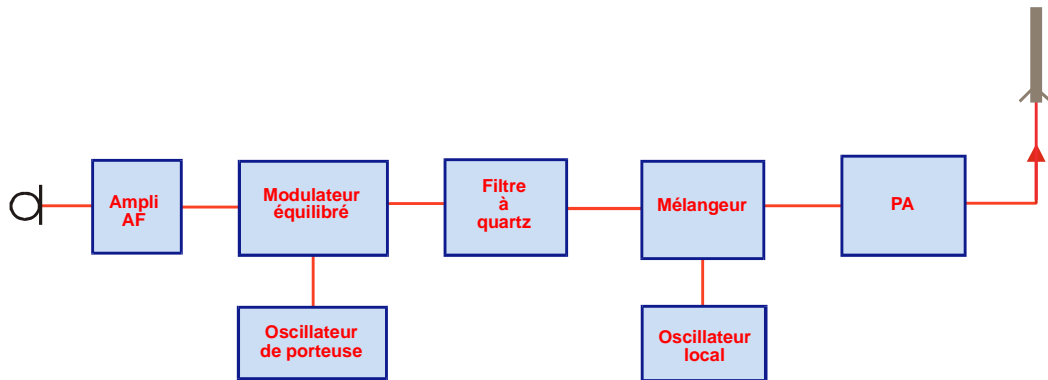
Le courant microphonique est amplifié puis module le PA ou son driver (préampli)

Émetteur FM :



On utilise des **diodes varicaps**. Elles font varier la capacité générale, donc la fréquence de résonance.

Émetteur BLU :

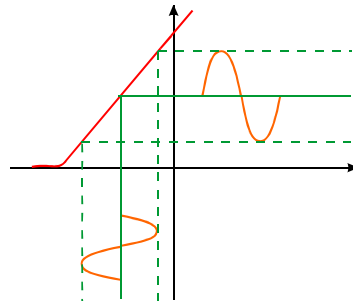


On utilise un oscillateur à fréquence variable (V.F.O) et un mélangeur.

LES CLASSES D'AMPLIFICATION (8)

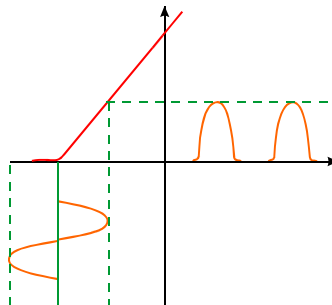
Classe A :

mauvais rendement ($\cong 35\%$)
excellente linéarité
BF / push-pull / HF

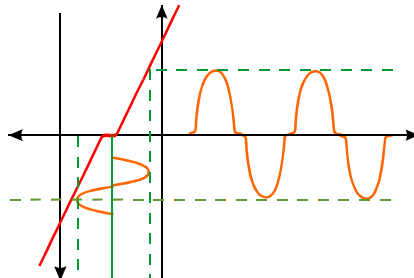


Classe B :

très bon rendement ($\cong 50\%$)
bonne linéarité
HF
Une seule alternance est amplifiée,
il faut donc un montage push-pull



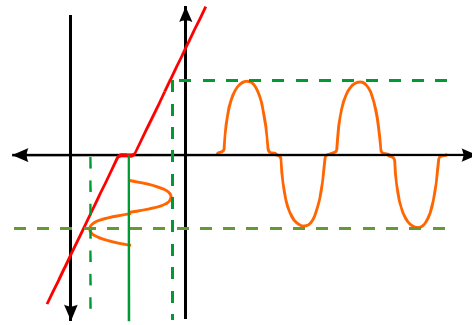
montage push-pull :



+ deux classes intermédiaires

Classe AB₁ :

bon rendement
très bonne linéarité
HF / BF en push-pull

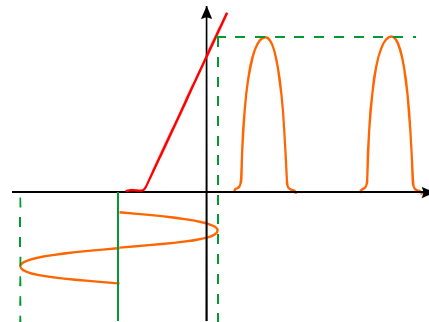


Classe AB₂ :

très bonne linéarité
bon rendement

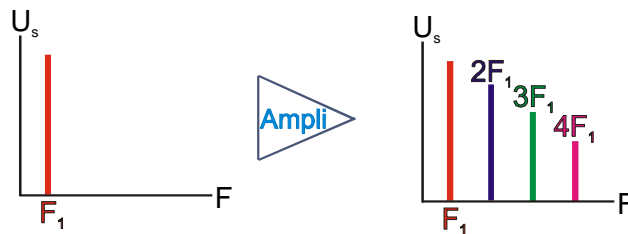
Classe C :

très bon rendement

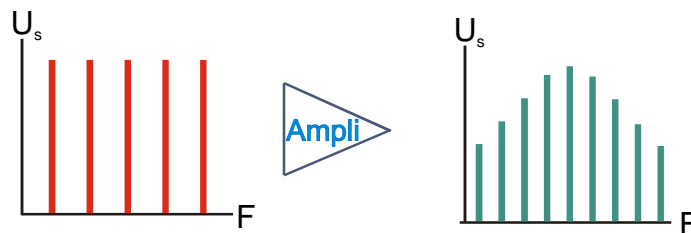


LES HARMONIQUES (9)

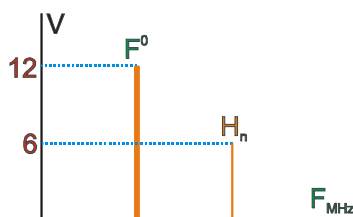
Distorsions d'harmonique :



Distorsions de fréquence :



Taux de distorsion pour une fréquence harmonique :



$$t_{\%} = \frac{100 \cdot V_{Hn}}{V_{F0}}$$

LE RAPPORT D'ONDES STATIONNAIRES (10)

Le Rapport d'Ondes Stationnaires (SWR) :

1 - en fonction des impédances :

Z_C : impédance de la charge (antenne)
 Z_S : impédance de la source (ligne...)

$$\text{ROS} = \frac{Z_C}{Z_S} \text{ ou } \frac{Z_S}{Z_C}$$

C'est toujours le rapport de la plus grande impédance sur la plus petite, le ROS ne pouvant être inférieur à 1

2 - en fonction des puissances directes et réfléchies :

P_d : puissance directe (ou incidente)
 P_r : puissance réfléchie

$$\text{ROS} = \frac{\sqrt{P_d} + \sqrt{P_r}}{\sqrt{P_d} - \sqrt{P_r}}$$

$$\text{ROS} = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_d}}}$$

Le coefficient de réflexion : ρ

U_d : tension directe (ou incidente)
 U_r : tension réfléchie

$$\rho = \frac{U_r}{U_d}$$

$$\rho = \frac{\text{ROS} - 1}{\text{ROS} + 1}$$

d'où

$$\text{ROS} = \frac{1 + \rho}{1 - \rho}$$

Le Taux d'Ondes Stationnaires :

1 - en pourcentage :

$$\text{TOS}_{\text{en \%}} = 100 \cdot \rho$$

d'où

$$\text{TOS}_{\text{en \%}} = 100 \frac{\text{ROS} - 1}{\text{ROS} + 1}$$

$$\text{ROS} = \frac{1 + \text{TOS}}{1 - \text{TOS}}$$

2 - en fonction des tensions directes et réfléchies :

U_d : tension directe (ou incidente)

U_r : tension réfléchie

$$\text{TOS} = 100 \frac{U_r}{U_d}$$

3 - en fonction des puissances directes et réfléchies :

P_d : puissance directe (ou incidente)

P_r : puissance réfléchie

$$\text{TOS} = \frac{P_d + P_r}{P_d - P_r}$$

Puissance réfléchie en % de la puissance directe :

$$P_r \text{ (en \% de la puissance directe)} = 100 \cdot \rho^2$$