

TD4-2

Les éléments d'un système de
transmission radioélectrique

Généralités

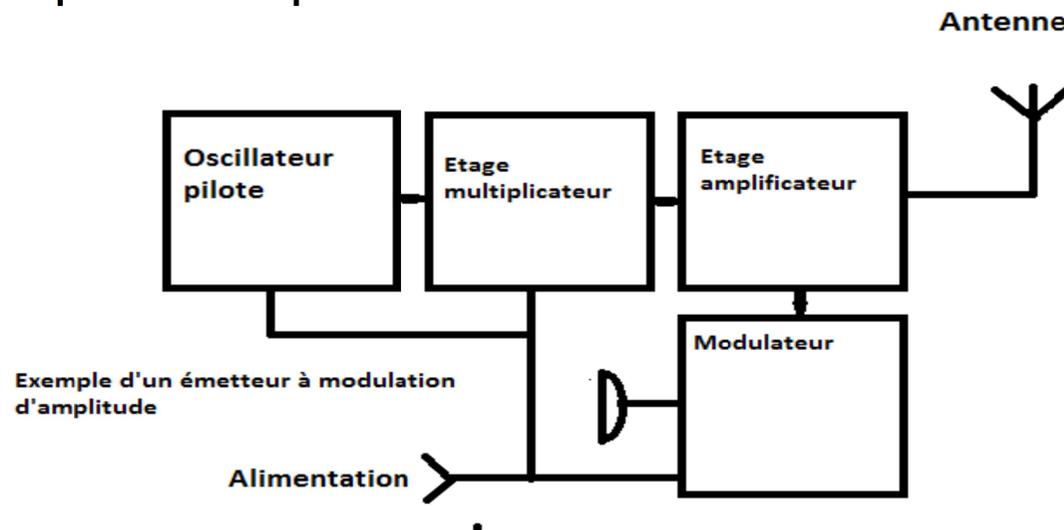
Emetteurs, récepteurs

Antennes

1- EMETTEUR:

Il faut d'abord générer la fréquence de travail, qu'on appellera "porteuse", puisqu'elle va porter l'information jusqu'au récepteur. On verra dans le TD suivant, le détail des différents montages en fonction des types de modulation désirée (Amplitude, fréquence, phase, télégraphie). Dans les schémas suivants, on obtiendra la fréquence finale soit par multiplication de fréquence, soit par mélange avant de l'amplifier et de la transmettre à l'élément rayonnant.

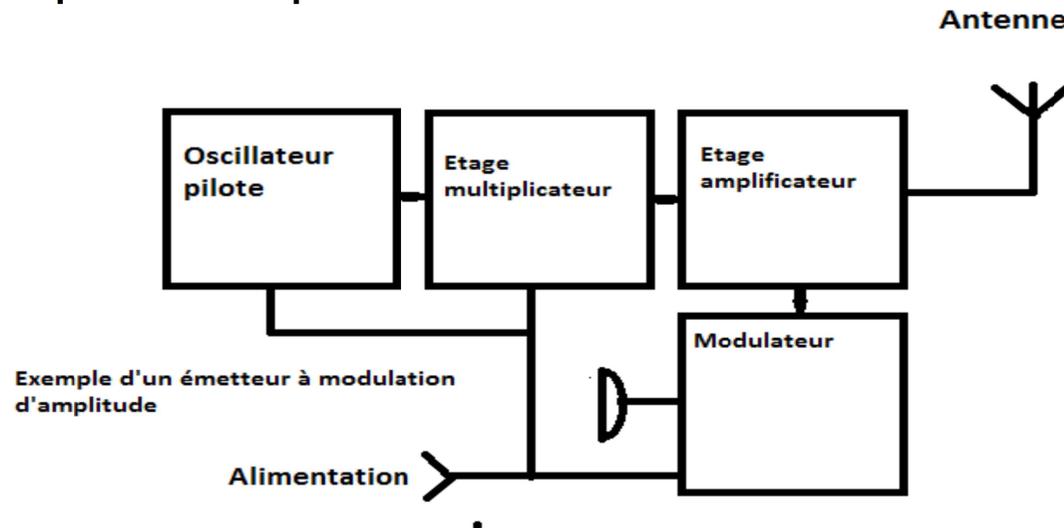
A- Système par multiplication:



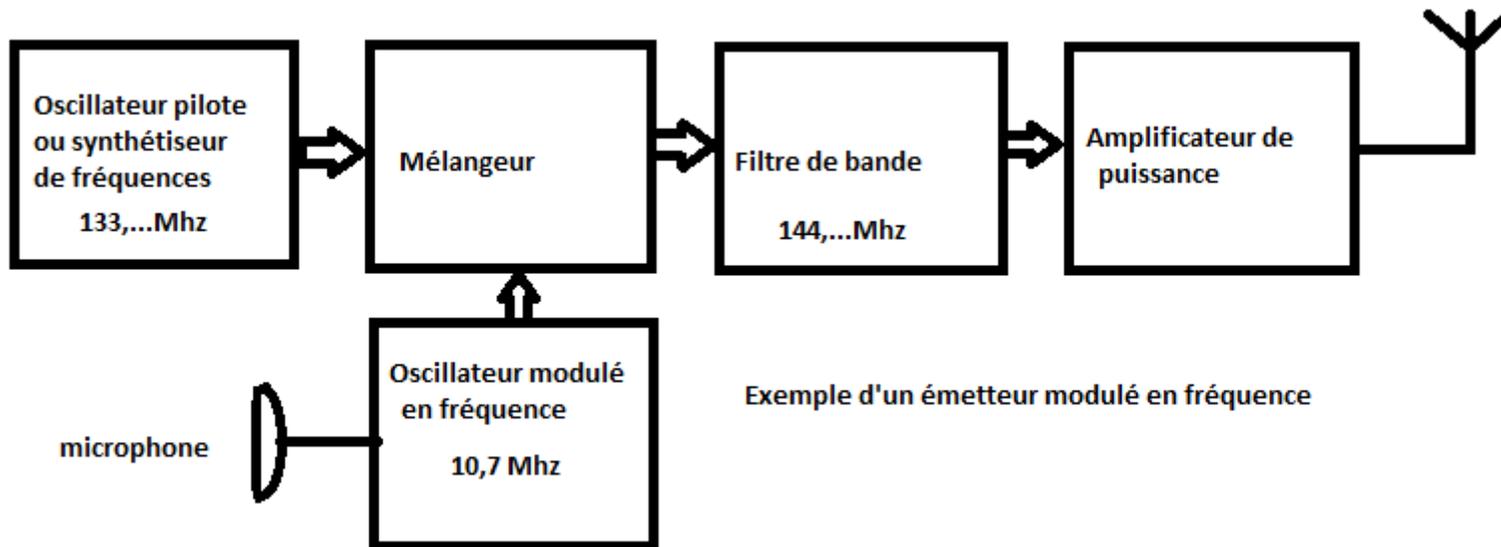
1- EMETTEUR:

Il faut d'abord générer la fréquence de travail, qu'on appellera "porteuse", puisqu'elle va porter l'information jusqu'au récepteur. On verra par la suite, le détail des différents montages en fonction des types de modulation désirée (Amplitude, fréquence, phase, télégraphie). Dans les deux schémas qui suivent, on obtiendra la fréquence finale soit par multiplication de fréquence, soit par mélange avant de l'amplifier et de la transmettre à l'élément rayonnant.

A- Système par multiplication:



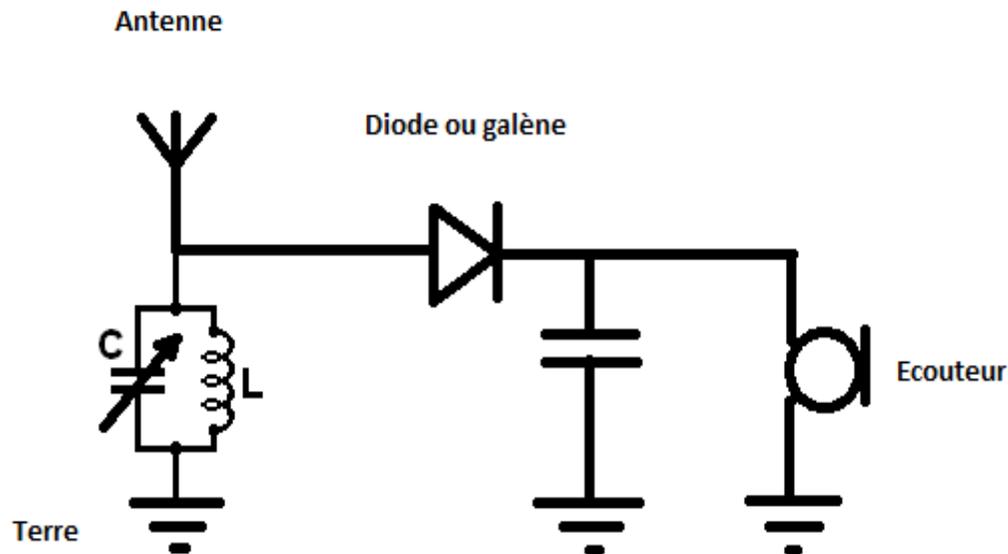
B- Système par mélange de fréquences:



2- RECEPTEUR:

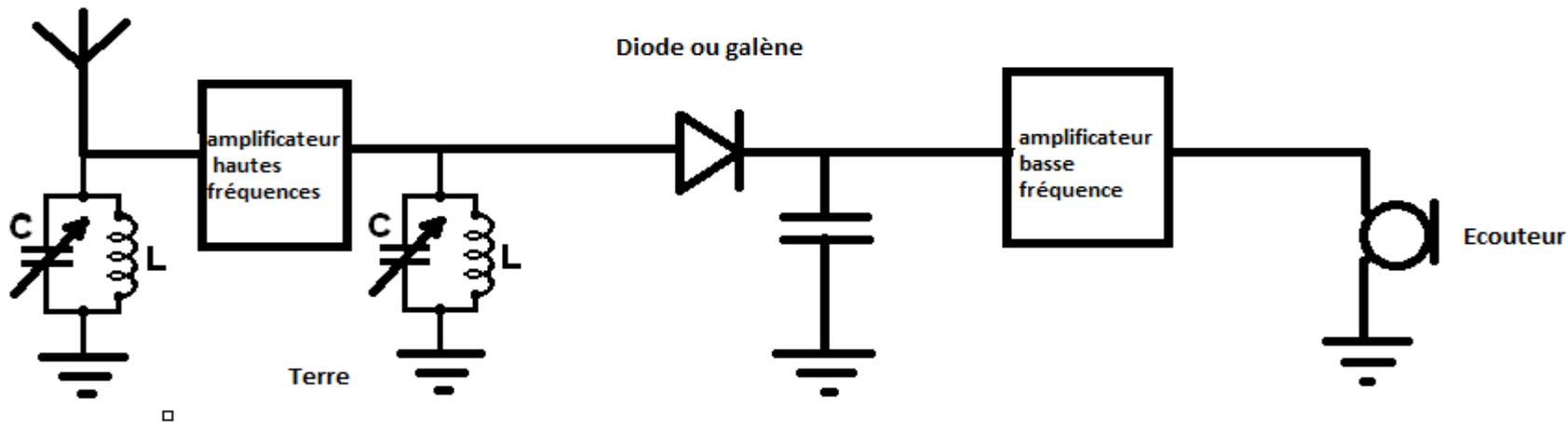
A: Le plus simple, récepteur type "à galène":

L'antenne est directement reliée au détecteur d'amplitude, dont l'élément principal était dans les années 1920 un cristal de sulfure de plomb dit galène; Plus tard, cet élément a été remplacé par la diode au germanium, bien plus performant dans la détection d'amplitude. Il est évident que ce récepteur sommaire sans amplificateur, devait se situer assez près de l'émetteur de radiodiffusion:



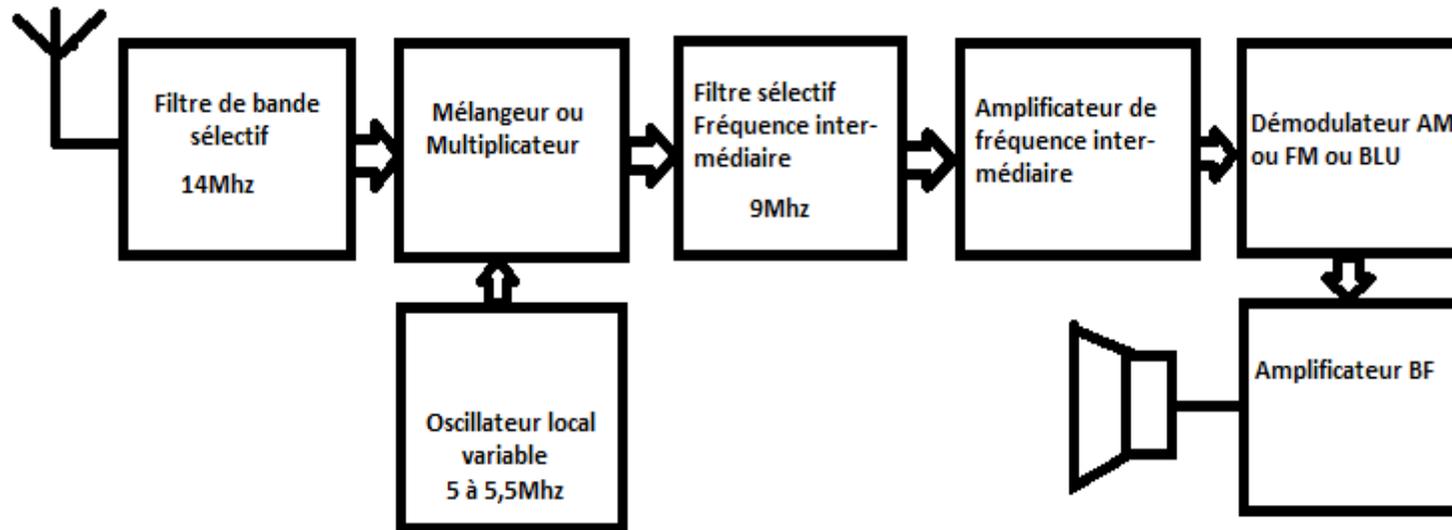
B- Récepteur à amplification directe:

On utilise le schémas précédent, mais pour augmenter la sensibilité, on rajoute entre l'antenne et le détecteur un ou plusieurs amplificateurs haute fréquence. La faiblesse de ce type de récepteur est son manque de sélectivité. L'apparition de multiples émetteurs de radiodiffusion dans les années 1935 a mis en lumière ses limites. C'est le récepteur superhétérodyne qui l'a supplanté.



4- Récepteur super hétérodyne:

Pour améliorer la sélectivité et la sensibilité, on va transposer la fréquence d'entrée sur une fréquence intermédiaire fixe, bien plus basse, avec une bande passante étroite. Cette sélectivité sera assurée par une série de circuits accordés, ou par un filtre à quartz, suivi d'un amplificateur. La démodulation suivra cet étage. L'avantage de ce principe est que l'on reporte la sélectivité de l'étage de fréquence intermédiaire sur le signal d'entrée. Son principal défaut du fait de la transposition, est la possibilité d'entendre la fréquence image, si le circuit d'accord d'entrée du récepteur n'est pas assez sélectif. (cf. au TD précédent).

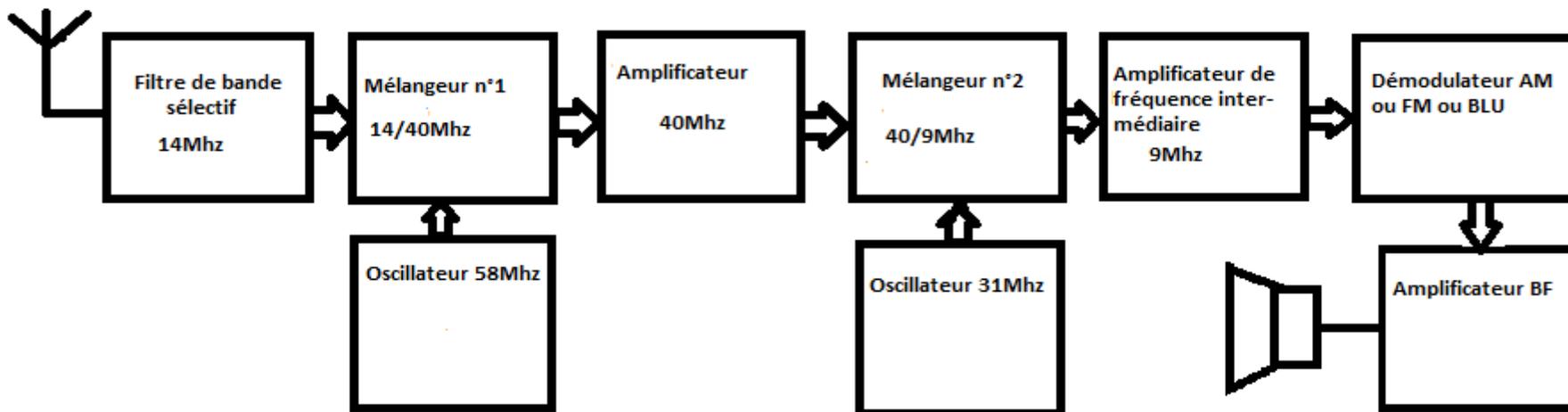


Pour éviter la réception de la fréquence image, la solution récente consiste à utiliser une valeur élevée de la première fréquence intermédiaire et de plus au-dessus de la fréquence d'entrée du récepteur. Alors la fréquence image se trouvera très éloignée de l'entrée et sera rejetée par le filtre passe-bande implanté après l'antenne. Pour garder une sélectivité acceptable, le signal issu de la première translation va en subir une deuxième, sur une fréquence beaucoup plus faible, laquelle sera plus facile à filtrer.

Exercice pratique:

Soit un récepteur sur la bande des 20 mètres (14MHz), la 1^{er} F.I. sera sur 40Mhz, la deuxième F.I. sera sur 9 Mhz, donnez la valeur du premier oscillateur local et celle de la fréquence image.

Réponse: $F_{ol}=58\text{Mhz}$ et $F_{im.}=72\text{Mhz}$



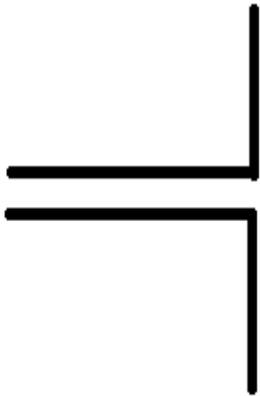
Les antennes: ce TD va décrire rapidement tous les types d'antennes courantes utilisées dans le domaine radioamateur et professionnel. On verra dans le TD 8 une étude plus poussée des différents types.

1- Antennes omnidirectionnelles:

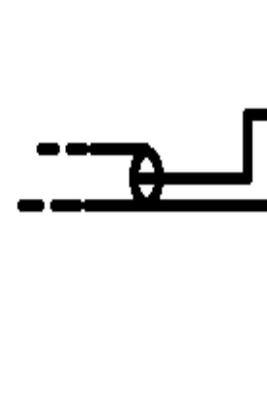
A- Le dipôle demi-onde vertical:

Le dipôle est une antenne demi-onde alimentée par le centre. Son champ électrique en polarisation verticale est circulaire, c'est-à-dire qu'il est constant à distance égale. Pour des problèmes de dimensions verticales prohibitives en ondes courtes (3 à 30 Mhz), ce type d'aérien sera plutôt utilisé en VHF et souvent visible le long de pylônes, soit seul, soit en groupement.

Alimentation
symétrique

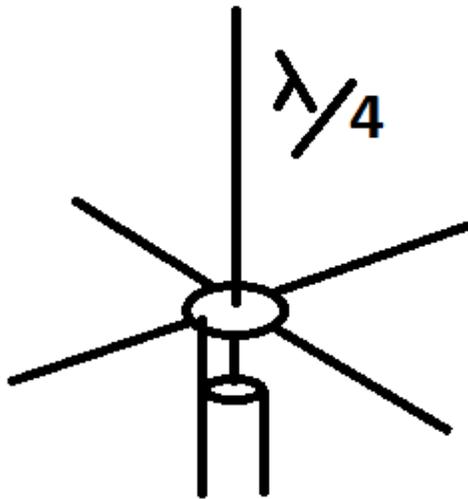


Alimentation
asymétrique
coaxiale

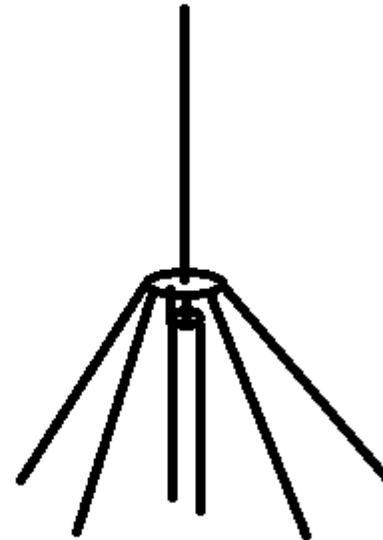


B: L'antenne quart-d'onde ground-plane:

Dérivée de la précédente, c'est en fait la moitié du dipôle, la partie basse est remplacée par un plan de sol artificiel, composé de plusieurs brins appelés rads, qui peuvent être horizontaux ou inclinés à 45° et de longueur égale au quart d'onde. Le brin vertical reste inchangé. Dans la cas d'un sol très conducteur, l'élément rayonnant sera posé à même le sol. Cette antenne est intéressante en ondes courtes à cause de son lobe de rayonnement favorable aux liaisons "longue distance".



Cable coaxial

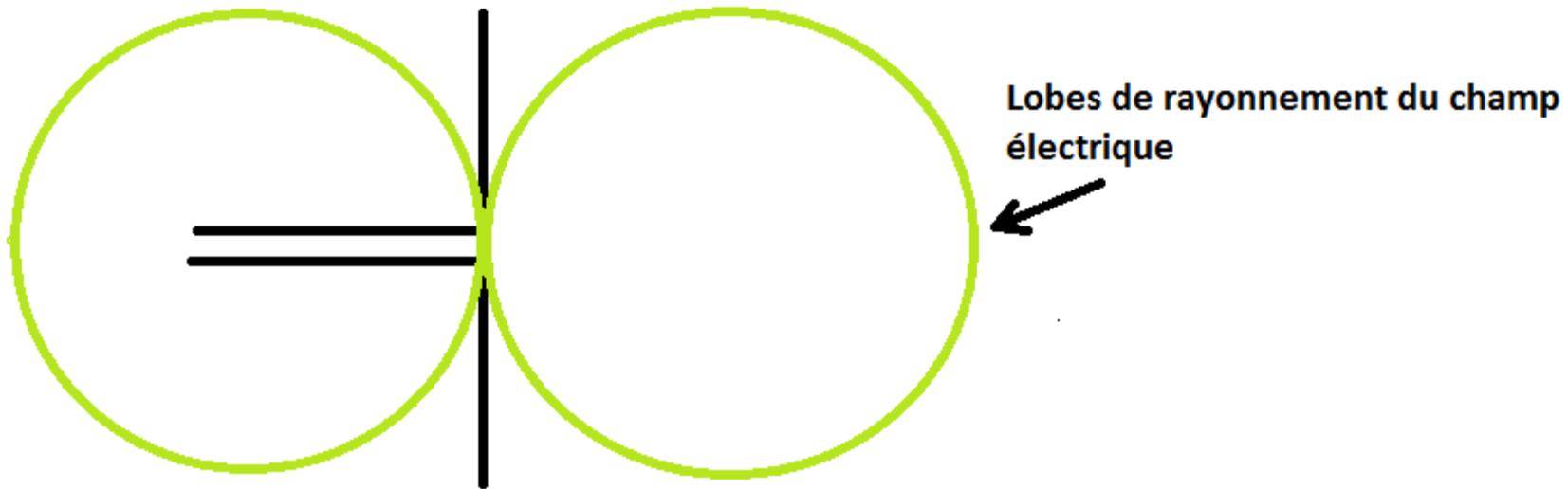


cable coaxial

2- Antennes directionnelles:

A- Antenne demi-onde dipôle horizontal:

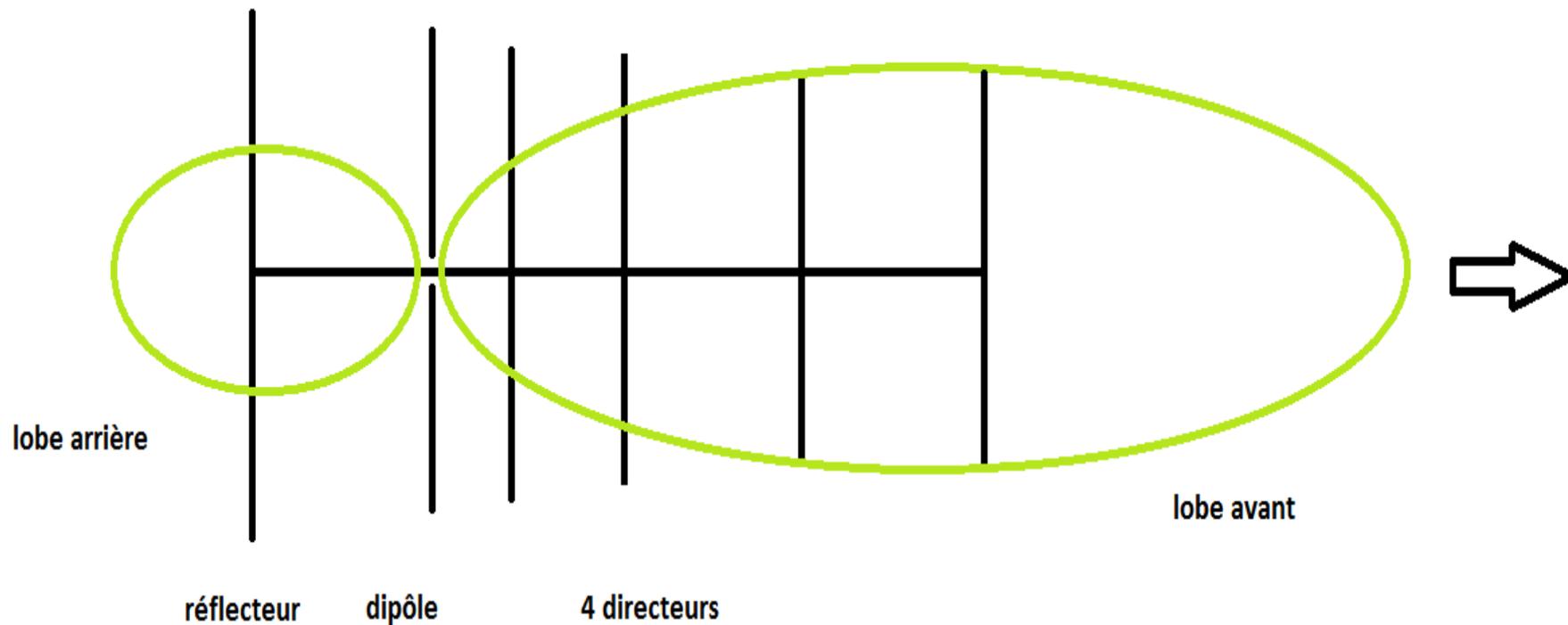
Le même dipôle vu précédemment est mis en polarisation horizontale. Son lobe de rayonnement correspond à deux cercles de chaque côté du dipôle, d'où son effet bi-directionnel. On voit que le rayonnement est nul dans l'axe des brins du dipôle.



Dipole demi-onde horizontal vu de dessus

B- Antenne Yagi appelée communément antenne "rateau":

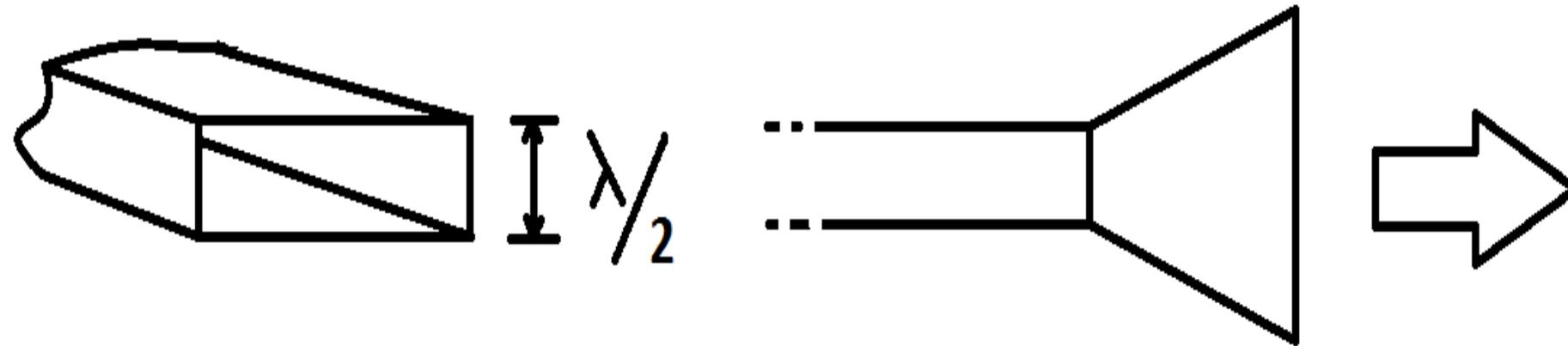
Du nom de son inventeur, lequel s'est aperçu qu'en rajoutant des éléments parasites dans le plan du dipôle, le lobe s'étire du côté des éléments les plus courts appelés directeurs, et inversement il se rétracte du côté de l'élément le plus long appelé réflecteur. C'est le genre d'antenne très utilisée en télévision terrestre. Plus on rajoute d'éléments, plus le lobe avant se resserre ce qui augmente le gain par effet de concentration de l'énergie dans la direction avant.



Antenne YAGI

3- Antenne cornet:

Ce type d'antenne en forme d'entonnoir est alimentée par une ligne de transmission appelée "guide d'onde", qui est en fait un tuyau métallique de section rectangulaire. La dimension du petit coté correspond à un quart d'onde. On voit de suite que ce type d'aérien sera utilisé en hyperfréquence (à partir de 3 Ghz et au-dessus). Il sera surtout utilisé pour illuminer une parabole.

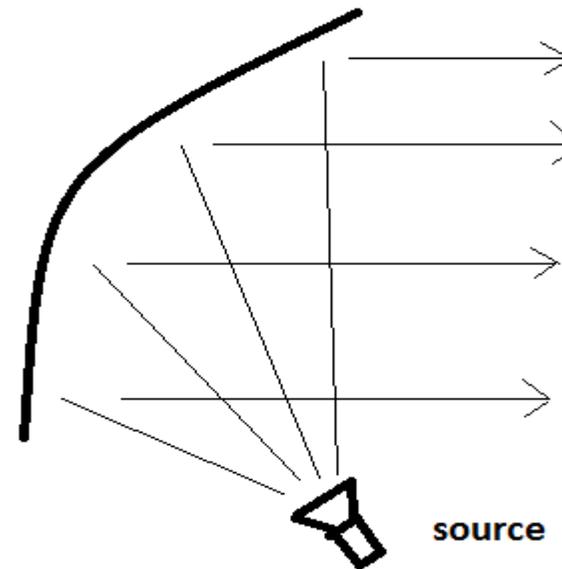
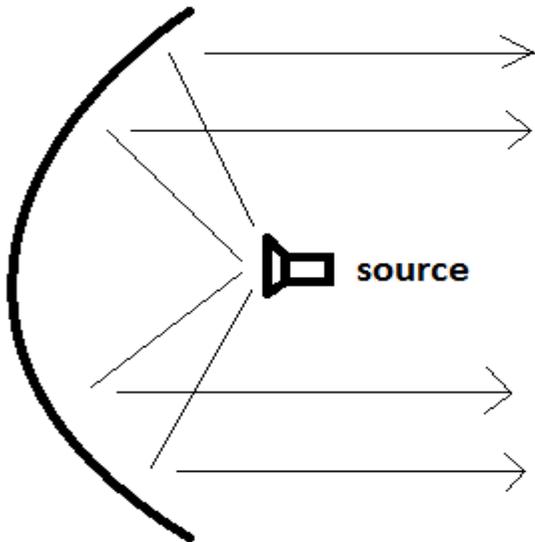


Section de guide d'onde

**Antenne cornet à l'extrémité
d'un guide d'onde**

4- Antenne parabolique:

Similaire au réflecteur optique, la parabole sera illuminée par une source, qui peut être un dipôle, une antenne yagi, ou même un cornet. L'énergie de la source se réfléchira sur la parabole et sera diffusée dans une direction unique, par effet de concentration. Plus la dimension de la parabole sera importante par rapport à la longueur d'onde, plus l'angle du rayonnement sera étroit, et plus l'énergie sera concentrée, comme dans l'antenne yagi, mais avec un gain largement supérieur. Cet effet de gain est utilisable tant en émission qu'en réception.



Antennes paraboliques

Exercice:

Le petit coté d'un guide d'onde mesure 10,6 mm.

Trouvez la plage de fréquences utilisable pour ce type de ligne de transmission.

Réponse: autour de 10 Ghz, plus précisément centrée sur 10,71 Ghz.

On pourra l'utiliser entre 8,5 Ghz et 12 Ghz.