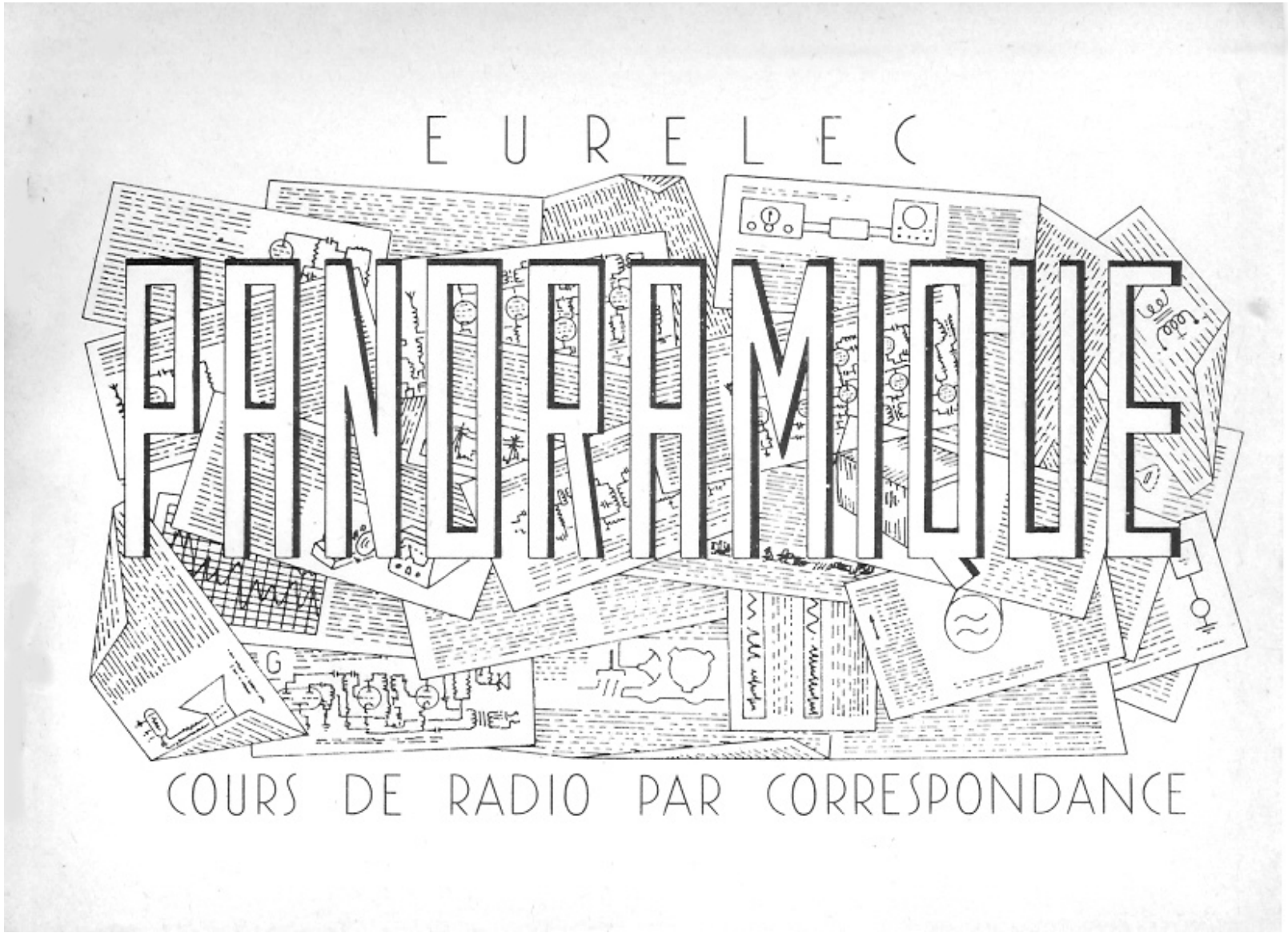

EURELEC
PANORAMIQUE
COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

Document Eurelec.net – Janvier 2005

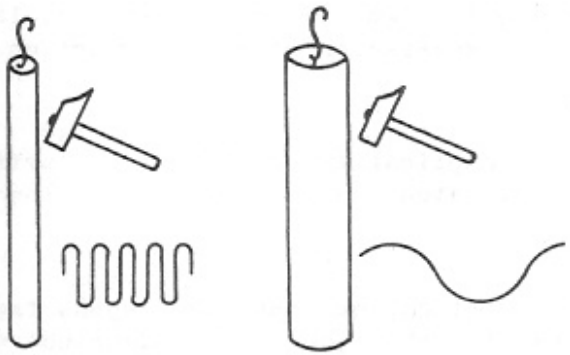
DEUXIEME PANORAMIQUE

TRANSMISSION ET RECEPTION RADIO

Cette deuxième leçon Panoramique a, comme argument principal, la radioélectricité et traite des principes de la transmission et de la réception des ondes électro-magnétiques.

De nombreux exemples et dessins explicatifs, serviront à clarifier vos notions sur les phénomènes intéressant l'émission, la réception et le fonctionnement des circuits caractéristiques.

Vous y trouverez certaines répétitions, que dans les leçons théoriques suivantes, vous aurez à examiner en détail: cette leçon veut donner une vision panoramique de ces problèmes et, à la différence des leçons théoriques, suit un cours bien plus rapide parce qu'elle a surtout un caractère d'information.



Ce panoramique est divisé en 4 parties qui sont respectivement:

A- Le son et la production des signaux B.F.

B- Les ondes électro-magnétiques et leur propagation

C- La modulation et la transmission de l'onde modulée,

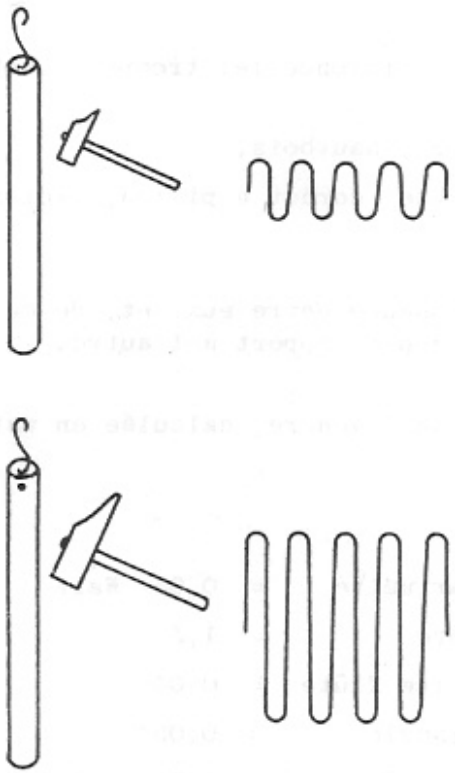
D- La réception.

A- SON ET PRODUCTION DES SIGNAUX

BASSE FREQUENCE

Le son, la voix, tous les bruits, sont constitués par des ondes sonores qui se propagent dans l'air et qui, recueillies par les oreilles, sont captées par le tympan, puis transmises aux organes sensitifs du cerveau.

Chaque son a, pour grandeurs caractéristiques sa fréquence et son intensité.



En frappant un tube de petit diamètre, on obtiendra une fréquence élevée ; en frappant un tube de grand diamètre on obtiendra un son grave.

Si, au lieu d'un petit marteau, on emploie un maillet bien plus grand la fréquence du son émis reste constante, alors que l'amplitude, c'est-à-dire l'intensité, change.

La même chose se produit avec tous les autres générateurs de son ou de bruits.

La fréquence des sons audibles par l'oreille humaine est comprise entre 30 et 15.000 périodes par seconde avec la subdivision suivante:

GRAVE- entre 50 et 800 périodes par seconde

MEDIUM- entre 800 et 2.000 périodes par seconde

AIGU- entre 2.000 et 15.000 périodes par seconde.

Les instruments de musique qui constituent l'orchestre ont une gamme spécifique de sons.

SONS GRAVES = Timbale, grosse caisse, contrebasse, violoncelle, trompette bouchée, basson,

SONS MEDIUM = Piano, violoncelle, trombone, tambour, hautbois,

SONS AIGUS = Flûte, clavecin, clarinette, trompette, cornet à piston, violon, cymbales, triangle.

Ces sons ont une différence de puissance entre eux, et, de ce fait, une intensité sonore supérieure ou inférieure,l'un par rapport à l'autre.

Le tableau qui suit donne la puissance sonore, calculée en watt à 1 m. de distance:

Grande timbale	= 25	Watts			
Saxophone bas	= 0,29	Watt	Clarinette	= 0,05	Watt
Basson	= 0,2	"	Flûte	= 1,5	"
Trombone	= 6,4	"	Petite flûte	= 0,04	"
Trompette	= 0,3	"	Triangle	= 0,05	"
Cor Français	= 0,05	"	Piano "forte"	= 0,27	"

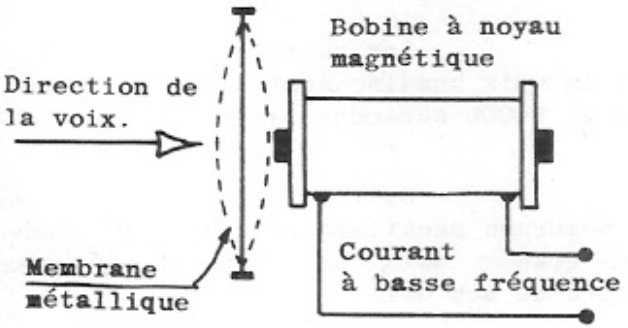
En parlant devant une membrane pouvant librement osciller, la fréquence des oscillations imprimées à la membrane est fonction de la note émise: la membrane oscillera alors plus ou moins c'est-à-dire, oscillera avec une fréquence variable.

Les oscillations émises par la voix humaine sont comprises entre 100 et 9.000 périodes par seconde.

Si la voix est plus forte, la membrane oscillera avec une amplitude plus grande, mais conservera la fréquence propre du son émis.

La membrane pourra, ainsi, osciller avec une fréquence et une amplitude variables.

Si l'on dispose devant la membrane métallique, une bobine de fil avec noyau magnétique, les oscillations de la membrane feront varier le champ magnétique dans la bobine,et le courant induit variera avec la même loi d'oscillation.

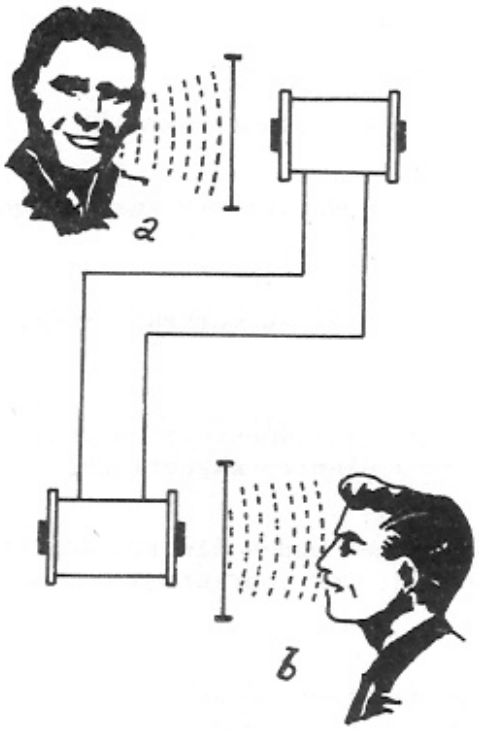


En conséquence, le courant à la sortie de la bobine reproduit exactement en fréquence et en amplitude, celles du son, de la musique ou de la voix qui est à l'origine de la vibration de la membrane.

Le phénomène est réversible, c'est-à-dire qu'en faisant circuler dans la bobine un courant variable, la membrane sera plus ou moins attirée et oscillera suivant l'amplitude et la fréquence du courant, en provoquant une compression de l'air, donc un son.

En associant les deux bobines

Document Eurelec.net – Janvier 2005



à des membranes, on obtient un téléphone élémentaire: en parlant devant la membrane "a", il s'induit un courant dans la bobine qui traverse la ligne, parcourt la bobine "b" et produit des variations de champ magnétique qui détermine les vibrations de la membrane "b".

Par conséquent la personne qui est placée en "b" pourra entendre les sons émis par "a".

Le courant qui va de "a" vers "b" et inversement, (le fonctionnement est réversible), est un courant B.F. variable de faible valeur,

Document Eurelec.net – Janvier 2005

(environ quelques mA) et d'une fréquence comprise entre 100 et 9.000 périodes, s'il s'agit d'une voix humaine.

Ce téléphone fonctionne sans batterie ni pile , les deux bobines ayant des noyaux magnétiques qui constituent de véritables transformateurs d'énergie.

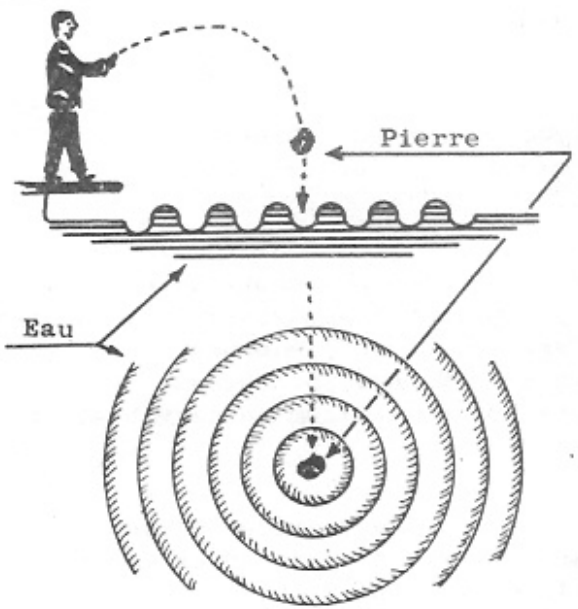
Ils transforment l'énergie sonore, qui frappe la membrane, en une énergie électrique proportionnelle.

L'énergie électrique, à son tour, fait vibrer la membrane réceptrice et se transforme, à nouveau, en énergie sonore.

Le téléphone nécessite des fils qui relient l'émetteur au récepteur; la radio au contraire utilise comme "support" des ondes électro-magnétiques.

En effet, dans les transmissions radio, les ondes électro-magnétiques peuvent être considérées comme des fils qui transportent les courants B.F.: on les nomme LIGNES HERTZIENNES.

C'est-à-dire que les ondes électro-magnétiques, établissent la liaison entre émetteur et récepteur, tandis que le courant B.F. reproduit la variation de l'énergie sonore transmise: Voix, bruit ou musique.



B- LES ONDES ELECTRO-MAGNETIQUES ET LEUR PROPAGATION

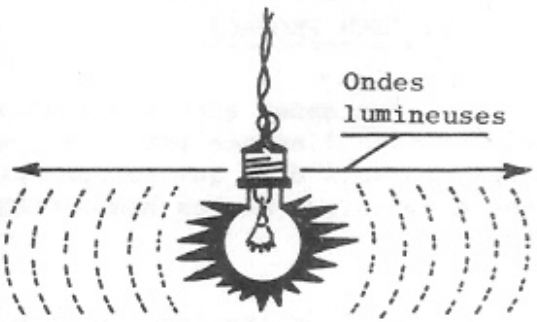
Les ondes électro-magnétiques se propagent dans l'espace par l'intermédiaire des courants H.F. qui parcourent l'antenne d'émission. On les nomme **COURANTS PORTEURS**.

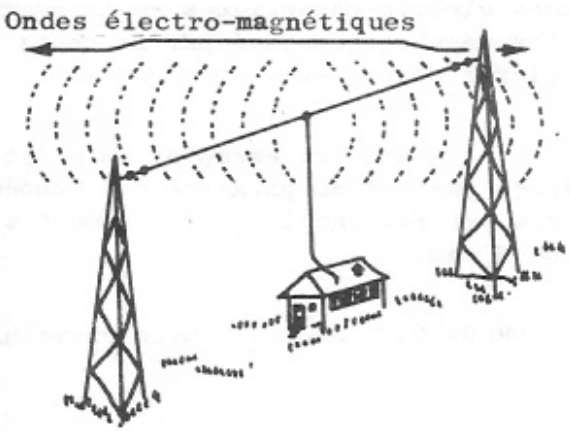
Si l'on imagine l'espace autour de l'antenne comme une étendue d'eau, les ondes électro-magnétiques se propagent comme les vagues produites par la chute d'une pierre dans l'eau.

Dans cet exemple, en effet, les vagues partent du point où est tombée la pierre, et rayonnent circulairement sur la nappe d'eau.

Les ondes électro-magnétiques se **PROPAGENT**, dans l'espace environnant, de la même façon que les ondes lumineuses.

La vitesse des ondes électro-magnétiques est très grande, voisine de celle de la lumière, c'est-à-dire 300.000 Km à la seconde; les ondes acoustiques





sont, au contraire, bien plus lentes 340 m. à la seconde dans l'air.

Les ondes électro-magnétiques sont des vagues ou vibrationsde l'éther; l'on admet que l'éther constitue l'univers.

Les ondes électro-magnétiques comme toutes les grandeurs alternatives ont deux paramètres caractéristiques: la fréquence et l'amplitude. La fréquence correspond au nombre de périodes par seconde, l'amplitude à la valeur du maximum de la vibration d'une alternance.

La longueur d'onde est la distance en mètres entre deux maxima successifs de même polarité.

La vitesse des ondes électro-magnétiques dans un milieu homogène étant constante, la longueur d'onde est inversement proportionnelle à la fréquence: En augmentant la fréquence, on diminue la longueur d'onde et vice versa.

Les ondes électro-magnétiques sont classées comme suit:

Ondes		Longueur d'onde en mètres	Fréquence en Kilohertz
Longues	= G.O.	600 - 2.000	500 - 150
Petites (moyennes)	= P.O.	200 - 600	1.500 - 500
Courtes	= O.C.	30 - 200	10.000 - 1.500
Très courtes	= O.T.C.	3 - 30	100.000 - 10.000
Ultra-courtes	= O.U.C.	0,3 - 3	1.000 MHz - 100 MHz
Micro-ondes	= hyperfréquences	λ < 0,3	f > 1.000 MHz

(Les fréquences supérieures à 1.000 MHz sont dénommées hyperfréquences.)

Document Eurelec.net – Janvier 2005

Voici quelques stations d'émission radio en:

GRANDES ONDES

Nom de la station	Puissance	Longueur d'onde en mètres	Fréquence en Kilohertz
Droitwich (Angleterre) station étalon		1.500	200
Motale (Suède) station étalon		1.570	191
France 1	500 Kw	1.829	164
Europe N°1	200 Kw	1.647	182
Luxembourg	500 Kw	1.293	232

Document Eurelec.net – Janvier 2005

PETITES ONDES

Nom de la station	Puissance	Longueur d'onde en mètres	Fréquence en Kilohertz
Andorre	60 Kw	300,6	998
France II	150 Kw	347	863
France III	100 Kw	280	1.070
France V	150 Kw	306	980
	50 Kw	362	829
Monte-Carlo	400 Kw	205	1.463

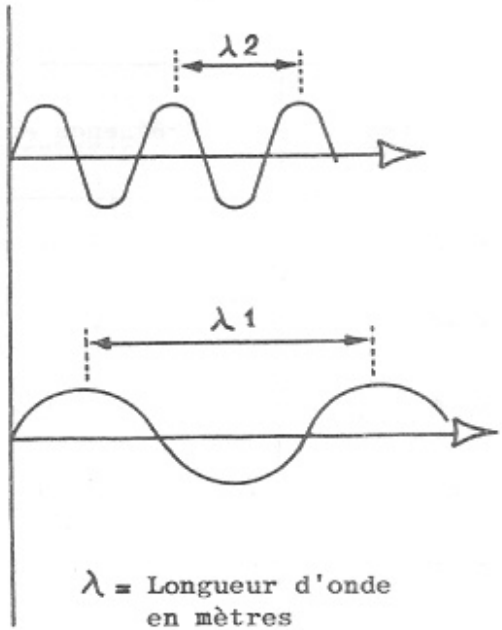
ONDES COURTES

Nom de la station	Puissance en Kw	Longueur d'onde en mètres	Fréquence en Kilohertz
Andorre	25	50,22	5.972
France V	50	25,35	11.835
Luxembourg	6	19,54	15.350
	50	49,26	6.090
Monte-Carlo	25	49,71	6.035
	25	42,02	7.139

Document Eurelec.net – Janvier 2005

MODULATION DE FREQUENCE OU FREQUENCE MODULEE

Stations	W en Kw	λ en mètres	Fréquence en MHz
Paris	5 Kw	3,12	96,1
Bordeaux	0,25 Kw	3,06	98,1
Caen 1	12 Kw	3,14	95,6
Mulhouse	12 Kw	3,23	92,8
Nancy	0,25 Kw	3,09	96,9
Strasbourg	2 Kw	3,16	95,0
Toulouse	0,25 Kw	3,28	91,5



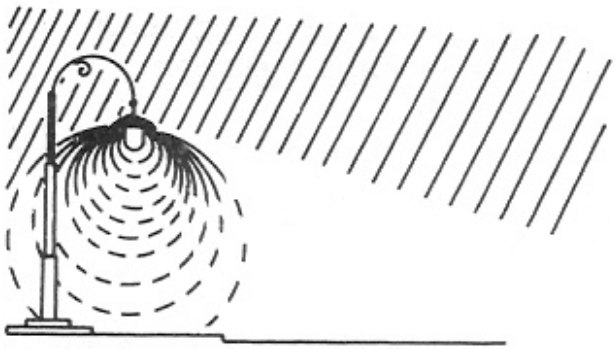
λ = Longueur d'onde
en mètres

λ1 > λ2
f2 > f1

Indépendamment de la fréquence, une station émettrice peut être plus ou moins puissante, selon la surface qu'elle doit couvrir, ou selon la nature géographique du terrain.

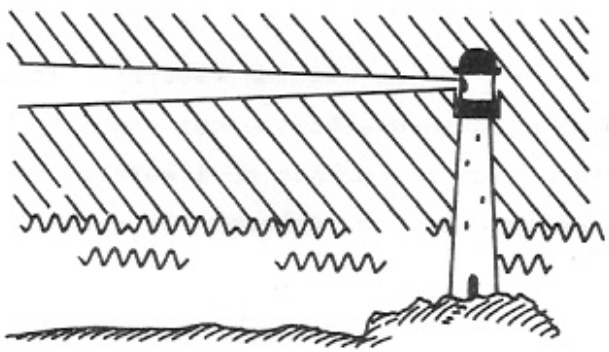
La puissance des stations est exprimée en kilowatts; par exemple:

France 1 : a une puissance de 500 kilowatts.



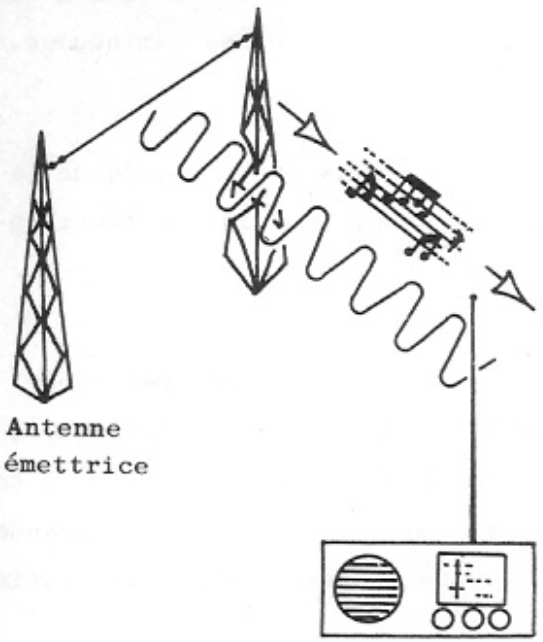
Considérons le cas d'une lampe. Elle émet des ondes lumineuses.

Plus la puissance de la lampe est grande, plus la surface illuminée est grande.



Une antenne émettrice rayonne des ondes électro-magnétiques; plus haute sera l'antenne, plus fort sera le courant qui y circule et plus grande sera la surface desservie par la station.

C- MODULATION ET TRANSMISSION DE L'ONDE H.F MODULEE

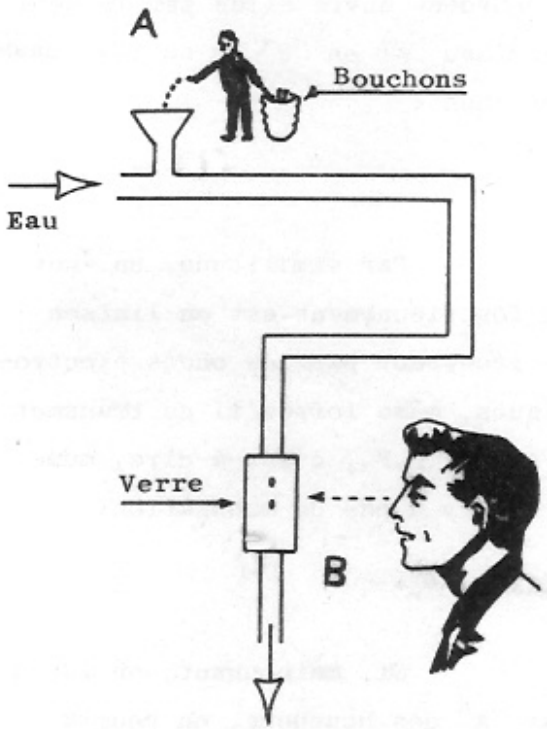


L'onde électro-magnétique est le moyen permettant la transmission à distance du son ou de la parole,

Le courant B.F., provenant du microphone, constitue le signal que l'on veut transmettre.

La station émettrice rayonne l'onde électro-magnétique qui établit la liaison avec les points de l'espace, et sur cette onde, on superpose le signal B.F.

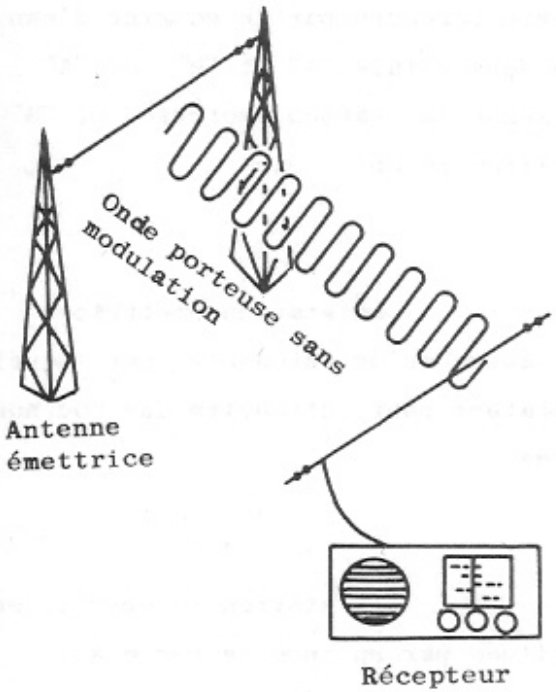
Cette superposition s'appelle **MODULATION.**



Supposons que nous ayons un tuyau parcouru par un courant d'eau entre deux points "A" et "B", où "A" représente la station émettrice et "B" la station réceptrice.

La station émettrice n'est autre qu'un entonnoir, par lequel l'opérateur peut introduire des bouchons colorés.

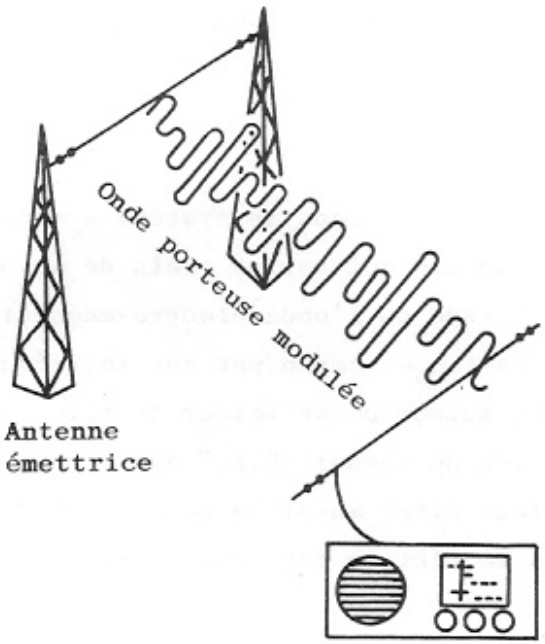
La station réceptrice est constituée par un tube de verre à travers lequel l'opérateur peut voir les bouchons en suspension dans l'eau qui circule.



Lorsque "A" n'envoie pas de bouchons, les deux parties "A" et "B" sont raccordées entre elles par le seul courant d'eau, et en "B" on ne voit passer aucun bouchon .

Par similitude, un émetteur en fonctionnement est en liaison avec le récepteur par les ondes électromagnétiques, même lorsqu'il ne transmet pas le signal B.F., c'est-à-dire, même lorsqu'il n'y a pas de modulation.

Si, maintenant, on introduit par "A" des bouchons, on pourra



les voir en "B" et recevoir, dans un certain sens, le signal transmis par "A".

Le courant d'eau porte alors le signal.

L'onde électro-magnétique modulée, quant à elle, transporte le signal B.F. à travers l'espace; le récepteur, en assure la reproduction, qu'il soit : son, bruit, ou voix.

L'onde électro-magnétique est nommée **PORTEUSE.**

Document Eurelec.net – Janvier 2005

Onde porteuse non modulée

Signal basse fréquence

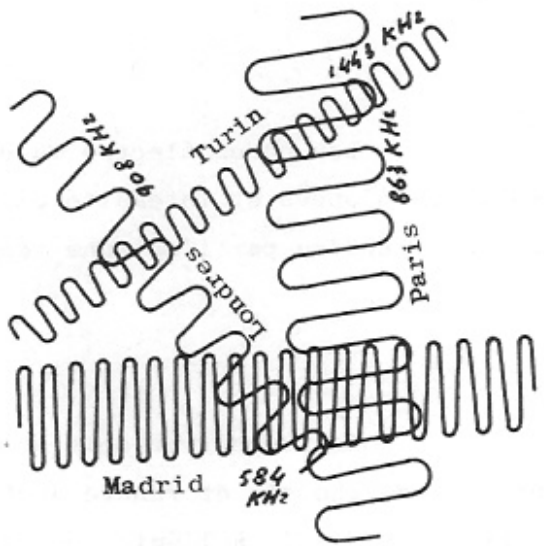
Onde porteuse mod. en amplitude

Onde porteuse mod. en fréquence

Dans la modulation d'amplitude, l'onde modulée a une amplitude variable en fonction du signal "B.F." que l'on transmet.

Dans le système à modulation de fréquence qui est en train de se développer, l'amplitude de l'onde électro-magnétique est constante, cependant que la fréquence varie, autour de sa valeur de repos, en fonction du signal "B.F." que l'on transmet (il faut citer aussi la modulation de phase et la modulation par impulsion).

L'on nomme la fréquence de repos ou fréquence zéro: F_o



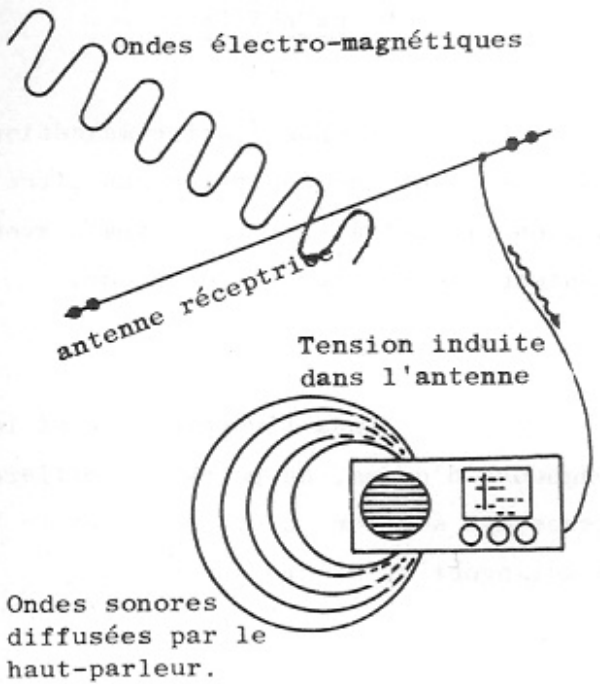
Ondes électro-magnétiques différentes qui se croisent dans l'espace.

D- RECEPTION

L'onde électro-magnétique issue de l'antenne émettrice constitue un lien virtuel à travers l'espace avec l'antenne de l'appareil récepteur.

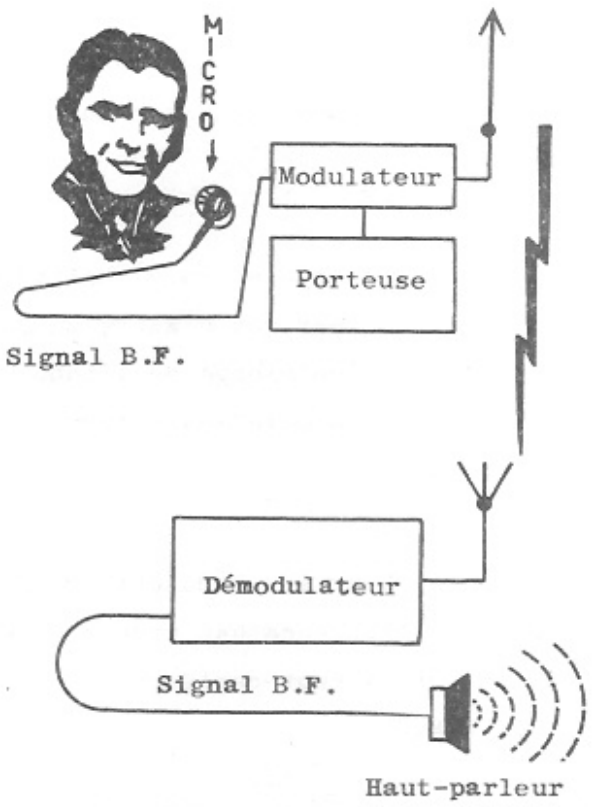
Dans l'espace, toutes les longueurs d'ondes, de puissance différente issues des stations d'émissions radio se mélangent et se croisent.

Document Eurelec.net – Janvier 2005



Les ondes électro-magnétiques de longueurs d'ondes et intensité différentes sont captées par l'antenne réceptrice.

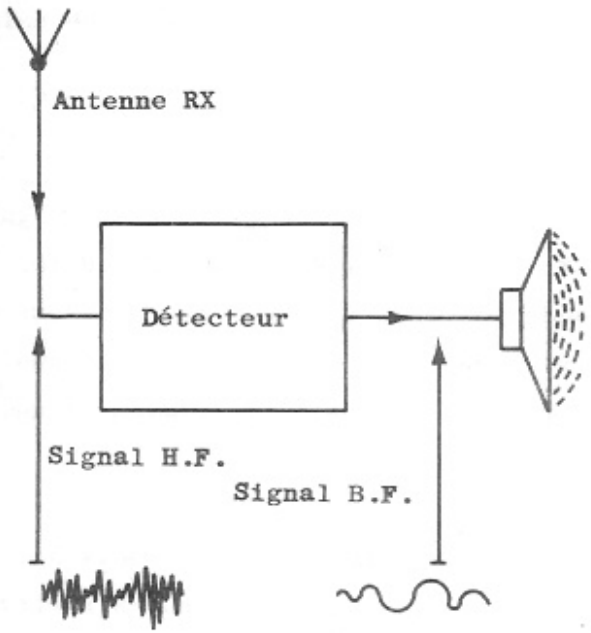
Le récepteur doit sélectionner l'onde choisie et rendre audible le signal "B.F." qui, à l'émission, avait modulé l'onde.



Le fonctionnement du récepteur est pratiquement l'inverse de celui de l'émetteur.

Dans l'émetteur le signal "B.F." qui arrive du micro va moduler l'onde porteuse qui est rayonnée sous forme d'une onde "H.F." par l'antenne qui produit l'onde électro-magnétique.

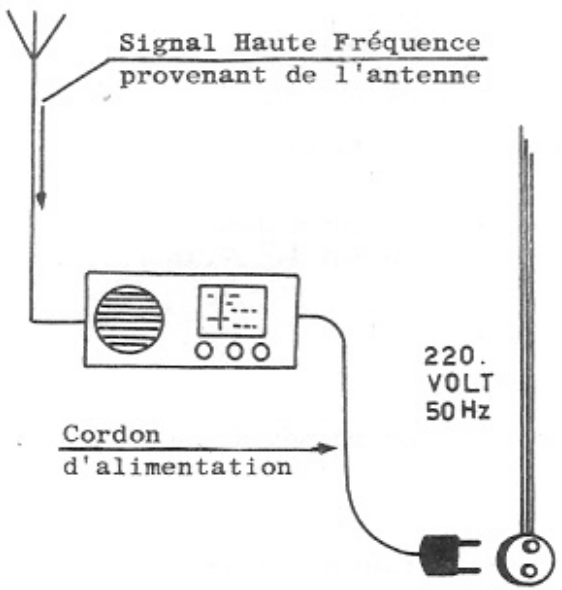
Les liens virtuels à travers l'espace sont obtenus à partir des signaux "H.F." qui fonctionnent comme de véritables conducteurs pour les signaux "B.F.".



Inversement, l'onde électro-magnétique "H.F." modulée par la "B.F.", induit une tension de même fréquence dans l'antenne, qui la transmet au récepteur.

La modulation d'amplitude est reproduite de part et d'autre du zéro de l'amplitude: l'enveloppe de l'onde qui représente la modulation s'annule par conséquent.

Pour les modulations de fréquence, la fréquence est trop élevée pour actionner le haut-parleur:seule passe la "B.F.".



Puissance nécessaire
environ 50 - 70 Watts

Les circuits radio étant constitués par des tubes électroniques, il faut fournir une certaine énergie à leur fonctionnement. Outre la production d'un courant "H.F.", il est donc nécessaire de disposer d'une tension d'alimentation: habituellement celle-ci est prélevée sur le secteur industriel ou, dans les récepteurs portatifs, par des piles ou de petits accumulateurs.

La découverte des transistors, utilisés à la place des tubes, a permis une réduction sensible de l'alimentation.

=-=-=-=-=-=-=-=-=

COURS DE R A D I O

Panoramique 2
- Groupe 25 -

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA THEORIQUE 22

1- Non

2- Oui, s'il ne possède PAS D'AIMANT PERMANENT pour le retour au zéro.

3- C'est une résistance que l'on met en parallèle avec un ampèremètre pour étendre sa gamme d'utilisation.

4- C'est une résistance que l'on met en série avec un voltmètre pour étendre son domaine d'utilisation, ou bien une résistance que l'on met en série avec un milliampèremètre pour l'employer comme voltmètre.

5- Le meilleur est le microampèremètre de 100 µ A

6- La valeur maximum de la tension qu'il peut mesurer.

7- Le circuit constitué de redresseurs dont l'association permet de redresser les deux alternances.

8- Ohmmètre à résistance parallèle.

9- Le voltmètre à bobine mobile avec redresseur, le voltmètre à noyau plongeur sans aimant, le voltmètre à lampe.

10- Le voltmètre à lampe.

Panoramique 2
- Groupe 25 -

COURS DE R A D I O

EXERCICES DE REVISION SUR LA 2ème LECON PANORAMIQUE

1- Qu'est ce qui relie à travers l'espace l'antenne d'émission et l'antenne de réception ?

2- Pour quelle raison faut-il moduler l'onde porteuse ?

3- Pourquoi emploie-t-on une onde porteuse pour transmettre à distance un signal acoustique ?

4- Comment les ondes électro-magnétiques se propagent-elles ?

5- Pourquoi, dans les récepteurs faut-il faire la détection du signal porteur "H.F." ?