

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

VERSION NON OFFICIELLE MAIS CORRIGEE !
Dernière mise à jour le 14 juillet 2015

Avant propos

Etre radioamateur et pouvoir émettre a toujours été lié à une licence, à la réussite d'un examen.

Jadis, il n'existait qu'une seule licence, avec une partie technique, une partie réglementation et une épreuve sur la connaissance du code Morse.

Mais l' **UIT**¹ (l' Union Internationale des télécommunications) a estimé, à un moment donné, que la connaissance du Morse n'était pas absolument obligatoire si on n'émettait pas sur les bandes inférieures à 30 MHz. C'est ainsi que dans les années 1970 on a vu apparaître des indicatifs ON1. Le même examen, mais sans le Morse.

La licence était délivrée par un pays et n'était valable que dans ce pays. Voyager ou prendre des vacances à l'étranger posait la question de l'obtention d'une licence provisoire, on parlait alors de réciprocité des licences de radioamateur.

Dans les années 1985 les radioamateurs ont ensuite obtenu une reconnaissance réciproque, entre pays européens, de l'examen de radioamateur et la possibilité de pouvoir utiliser leur licence à l'étranger. Cette licence s'appelle la licence HAREC. La **licence CEPT**², est basée sur le certificat **HAREC** que certains appellent la licence complète.

En Belgique, la licence HAREC permet d'utiliser 24 bandes de fréquences avec des puissances variant de 50 à 1500 watts. Vous pourrez aussi modifier des appareils commerciaux et construire des appareils de votre propre conception.

La licence CEPT et le certificat HAREC sont reconnus dans un grand nombre de pays, ce qui signifie que vous pourrez aussi utiliser une station de radioamateur dans de nombreux pays (46) pays de la Communauté Européenne ainsi que dans d'autres pays (Etats-Unis, ...).

Nous n'aborderons pas la licence HAREC ici, mais nous ne pouvons que vous recommander de passer aussi vite que possible la licence HAREC.

En 2003, l'UIT a complètement supprimé l'obligation de la connaissance du Morse tant pour les services maritimes que pour les autres services et donc aussi pour le service amateur.

¹ Voir <http://www.itu.int/fr/Pages/default.aspx> et <http://life.itu.int/radioclub/ars.htm>

² La Recommandation T/R 61-01 concerne l'emploi de sa station de radioamateur à l'étranger <http://www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/TR6101.pdf> tandis que le Rec. T/R 61-02 décrit le programme de la licence HAREC <http://www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/TR6102.pdf>

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

En 2003, encore est venu l'idée de la licence de base ON3, une licence avec un examen simplifié pour pouvoir faire de la radio avant de passer l'examen HAREC.

Introduction

Le but de ce manuel est de vous préparer à présenter et à réussir l'examen en vue de l'obtention de la licence de base de radioamateur.

Cet examen comporte deux parties :

1. **L'épreuve pratique** : L'épreuve pratique est organisée par une association de radioamateurs reconnue par l' IBPT (Institut Belge des services Postaux et des Télécommunications). Dans cette épreuve, on évalue les connaissances élémentaires nécessaires pour utiliser une station de radioamateur et à la réalisation d'un contact. En cas de réussite, le candidat reçoit une attestation qui lui permet de se présenter à l'examen théorique (voir ci-après).
2. **L'examen théorique** : L'examen théorique a lieu dans les locaux de l' IBPT à Bruxelles. Il consiste en 25 questions à choix multiple. Les questions se rapportent aussi bien à la législation concernant les radioamateurs qu'aux matières techniques, à la sécurité et aux dispositions à prendre pour éviter les perturbations.

Ce manuel est réalisé de sorte qu'il ne soit pas nécessaire d'avoir des connaissances préalables. Savoir faire quelques calculs élémentaires et un peu de bon sens suffisent pour en entamer l'étude.

On peut facilement maîtriser la partie théorique de ce manuel, mais on peut aussi suivre le cours théorique d'une douzaine d'heures dans une des sections locales de l'

UBA - Union royale belge des amateurs-émetteurs

Suivre un tel cours présente de nombreux avantages. Par exemple poser des questions à l'instructeur et avoir les informations pratiques nécessaires pour l'épreuve pratique. De plus, vous aurez un contact direct avec le monde des radioamateurs, qui pourront continuer à vous aider une fois l'examen réussi. Vous trouverez plus d'informations sur le site Internet <http://www.uba.be/fr/acceuil> ou plus en détails sur la page <http://www.uba.be/fr/actualites/licences/la-licence-de-base>

Dans ce manuel, le but à atteindre est décrit exactement comme indiqué par l' IBPT.

A la fin de chaque chapitre, les points à connaître sont regroupés et encadrés, ils portent la mention "A retenir". Les objectifs à atteindre sont donc répartis en 2 niveaux :

- **Savoir (ou connaître)** veut dire que l'on reconnaît quelque chose et que l'on peut l'adapter à la question ou à la situation. Il n'est pas nécessaire de savoir pourquoi et comment, ni de connaître plus en détail les fondements. La matière complémentaire (le comment et le pourquoi) ne fait pas partie de l'examen.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

- **Comprendre** (ou **savoir utiliser**) nécessite une connaissance plus détaillée du sujet, il s'agit de comprendre pourquoi c'est ainsi et de comprendre où et quand c'est applicable.

De plus, vous trouverez quelques explications complémentaires dans des cadres qui portent la mention "Notes", mais ceci ne fait pas partie de la matière d'examen.

Et enfin vous trouverez d'autres informations dans les annexes, les annexes ne doivent pas être connues pour l'examen, mais c'est pourtant là aussi une mine d'informations.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 1 : La nature du radio amateurisme

1.1. Qu'est-ce qu'un radioamateur ?

Qu'est-ce que le radio amateurisme?

On pourrait peut-être reprendre la définition de l'UIT. L'Union Internationale de Télécommunication qui est la plus haute instance en matière de télécommunications. C'est elle qui définit notre statut de radioamateur et c'est elle qui fixe quelques conditions "générales". L'UIT a par exemple édité le Règlement des Radiocommunications dont l'Article 1 dit ceci :

*Le service d'amateur est un service de **radiocommunication** qui a pour objet **l'instruction individuelle, l'intercommunication et les études techniques**, effectué par des amateurs, c'est-à-dire par des personnes dûment autorisées, s'intéressant à la technique de la radioélectricité à titre uniquement personnel et sans intérêt pécuniaire.*

On notera ici 4 mots importants :

- la **radiocommunication**, c'est-à-dire que nous allons utiliser des ondes radio, des ondes électromagnétiques, tout ce qui n'utilise pas des ondes électromagnétiques ne saurait être qualifié de radio amateur,
- l' **instruction individuelle**, c'est le fait d'essayer de comprendre comment fonctionne la radio,
- l' **intercommunication**, c'est le fait d'utiliser la radio pour communiquer avec d'autres radioamateurs³,
- et **les études techniques**, c'est le fait d'expérimenter, de construire, de chercher des solutions, d'essayer de nouvelles techniques, c'est le fait d'aller encore plus loin dans la compréhension des phénomènes de la radio.

Le service radioamateur est un service que l'on exerce de façon individuelle, personnelle, et c'est aussi un service non commercial. C'est la raison pour laquelle on trouve le mot *amateur*, celui qui aime la radio est un **radioamateur**.

En réalité le radio amateurisme est un hobby qui comprend une multitude d'activités centrées sur la radio.

Et cela va nous permettre d'établir une conversation par la voie radio avec d'autres personnes qui sont aussi radioamateur. On va pouvoir échanger des idées, échanger des images.

Les radioamateurs abordent des sujets variés, mais souvent il s'agit de technique et de propagation. Les radioamateurs peuvent aussi parler de sujets plus personnels tels que leur profession, leur famille et leur environnement. On restera bien entendu dans

³ On dira "c'est faire des QSO ..."

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

les généralités. Toutefois, des sujets traitant de politique ou de religion ne sont pas admis de même que ceux relatifs à la vie privée. Les stations des radioamateurs ne peuvent jamais être utilisées à des fins commerciales.

Les radioamateurs sont appréciés par les autorités publiques car ils constituent un potentiel d'opérateurs et d'experts en matière de communication par radio. Ces experts peuvent aussi intervenir en cas d'urgence, de catastrophes naturelles, de naufrage ou d'inondations. La plupart des radioamateurs sont organisés pour rendre ce genre de service au public.

Comme les ondes se propagent à de grandes distances, il est important d'utiliser sa station de radioamateur avec précautions en appliquant des règles précises. Ceci évitera des problèmes à d'autres utilisateurs du spectre radio et à d'autres radioamateurs. Ces règles se divisent en deux parties : les conditions de la licence et le plan de fréquences.

- Les **conditions d'utilisation de la licence** sont définies par un document de l'IBPT. Il est important de le lire, car il contient les règles essentielles selon lesquelles vous pouvez faire fonctionner une station de radioamateur.
- Le **plan de fréquences** (ou bandplanning) est moins strict, c'est plutôt un code de bonne conduite. Chaque pays peut rédiger son propre plan de fréquences, mais il doit certainement tenir compte des règles internationales. Le plan de fréquences détaille les parties de bandes qui sont utilisées pour chaque type d'activité. Même si le plan de fréquences n'est pas imposé par la loi, il est fortement recommandé que vous le suiviez scrupuleusement, comme le font d'ailleurs la plupart des radioamateurs. Le plan de fréquences est tel que chaque type d'activité a sa propre plage de fréquences. On examinera le bandplanning au chapitre 8.

A retenir :

Savoir que le but du radio amateurisme est d'étudier la technique de la radio et des télécommunications par la voie radio, que tout aspect commercial est interdit, de même que parler de questions relatives à la politique, à la religion ou à des sujets trop personnels (vie privée).

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 2 : Les conditions d'obtention de la licence

2.1. La licence de radioamateur

Pour pouvoir utiliser une station de radioamateur, il faut posséder une licence de radioamateur et la licence s'obtient en réussissant un examen organisé par l' **IBPT** (l'Institut Belge des services Postaux et des Télécommunications). On trouvera sur le site de l' IBPT⁴ toutes les informations sur la législation et la réglementation.

Il existe deux licences :

- la **licence HAREC** dont le programme est conforme à la Recommandation CEPT T/R 61-02
- la **licence de base**, uniquement reconnue en Belgique, avec un programme d'examen plus simple, mais offrant moins de possibilités.

A retenir :

- connaître les différentes classes de licences de radioamateurs en Belgique.
- savoir qu'il existe aussi une licence d'un degré supérieur qui donne plus de privilèges.
- savoir que la licence de base obtenue en Belgique n'est pas valable dans un autre pays.
- retenir bien le cheminement : examen de radioamateur → réussite = certificat d'opérateur → demande d'autorisation de détenir et de faire fonctionner une station de radioamateur → licence et indicatif. Ensuite seulement vous pourrez acquérir du matériel et émettre.

⁴ Voir <http://www.ibpt.be/fr/consommateurs/radio/radioamateurs>

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

2.2. Les indicatifs

L'indicatif de votre station sera indiqué sur votre licence et celle-ci vous sera octroyée par l'IBPT.

Notez bien le raisonnement : un indicatif est attribué à une station et cette station est opérée par une personne qui a prouvé ses capacités en passant un examen à l' IBPT.

Un indicatif est unique ! Votre indicatif ne changera pas lorsque vous renouvellez annuellement votre licence, mais il changera lorsque vous obtiendrez une licence CEPT.

Les premières lettres (ou chiffres), au début de l'indicatif déterminent le pays. Ces premières lettres (ou chiffres) sont appelées **préfixe**. Les indicatifs radioamateurs belges commencent par les lettres :

ON , OO , OP , OQ , OR , OS ou OT

En principe, et pour les stations individuelles, le préfixe utilisé en Belgique est **ON**.

Toutefois, pour des occasions spéciales, les autres préfixes peuvent être attribués.

Ce préfixe est suivi du chiffre "3" qui caractérise la licence de base. Vous recevrez donc l'indicatif **ON3** suivi d'un suffixe. Ce **suffixe** est constitué d'un chiffre et de 2 ou 3 lettres déterminés par l'IBPT mais l' IBPT nous donne également la possibilité de choisir, on peut donc faire une proposition à l' IBPT et si l'indicatif demandé est libre vous obtiendrez cet indicatif.

L'adresse où est installée la station est indiquée sur la licence.

Toutefois, un radioamateur peut demander à l' IBPT

- de pouvoir utiliser sa station en **mobile**, c.-à-d. dans un véhicule. Le radioamateur doit alors ajouter **/M** à son indicatif, et lors d'un contact en phonie, il dira par exemple "ici ON7PC **barre de fraction mobile**",
- lorsque ce véhicule est un **navire** ou un **bateau**, le radioamateur doit alors ajouter **/MM** à son indicatif, il dira par exemple "ici ON7PC **barre de fraction maritime mobile**",
- de pouvoir utiliser sa station en **portable**, c.-à-d. se "balader" avec sa station. Il est évident que ceci implique d'avoir un émetteur-récepteur avec des batteries incorporées ou de transporter ces batteries dans un sac à dos, par exemple. Le radioamateur doit alors ajouter **/P** à son indicatif et, lors d'un contact en phonie, il dira par exemple "ici ON7PC **barre de fraction portable**",
- de pouvoir utiliser sa station en tant que station fixe à un autre endroit que celui indiqué sur la licence, c'est ce qu'on appelle une adresse **alternative**. Le radioamateur doit alors ajouter **/A** à son indicatif et, lors d'un contact en phonie, il dira par exemple "ici ON7PC **barre de fraction alpha**"

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

Les indicatifs des radioamateurs belges commencent donc par **ON**, suivi d'un chiffre et suivi d'une, de deux ou de trois lettres. Ce chiffre permet de connaître le type de licence.

ON0 est utilisé pour les stations automatiques c.-à-d., les relais et les balises

ON1 était attribué à des radioamateurs qui ne pouvaient utiliser que les fréquences supérieures à 30 MHz (50-52 MHz, 144-146 MHz, 430-440 MHz, etc.). Plus aucune nouvelle licence de ce type n'a été accordée après août 2003.

ON2 est attribué à des radioamateurs qui ont réussi l'examen d'aspirant radiotéléphoniste

ON3 est attribué à des radioamateurs qui ont réussi l'examen pour la licence de base

ON4, ON5, ON6, ON7 et **ON8** sont attribués à des radioamateurs qui ont réussi l'examen HAREC (= examen complet).

ON9 est utilisé pour des licences de réciprocité, c.-à-d. des licences données à des radioamateurs étrangers qui résident en Belgique.

A l'occasion d'événements particuliers, les radioamateurs belges peuvent obtenir un préfixe spécial (par exemple OR, OS, OQ, etc.).

De plus, des stations clubs qui participent à des concours internationaux peuvent obtenir un indicatif court commençant par **OT** ou **OR**, suivi d'un chiffre et d'une seule lettre.

Les autres pays ont d'autres préfixes. Une liste des principaux préfixes est donnée à l'annexe 6, et pour les autres préfixes il faudra consulter par exemple <http://www.arri.org/files/file/dxcclist.txt>

Quelques exemples :

- indicatifs belges : ON1IQ, ON1MAR, ON2LBU, ON4CCP, ON4LCW, ON4GO, ON4MAX, ON4UBA, ON5GQ, ON5OO, ON6AH, ON6QR, ON7LX, ON7ZV, ON8RA, ON9CEG, etc ...
- indicatifs qui ne sont pas attribués en Belgique ou qui sont simplement faux : ONA4BC, UA3WW, O7CYD, W3LPL, ONE2C, EA6PZ, O55XY, DJ0LJ, 7J1AAI, OH2BH, G2BFO, JA3RNC, W4RI, OZ3DX, OM1KC, F6CRP, RA9LZ, LY6M, 3B8FQ, DL4MFC, K1ZZ, ...

Lors des transmissions (communications), il faut donner son indicatif :

- au **début** et à la **fin** mais, si les émissions sont constituées de courts allers-retours, la série d'émissions est considérée comme une seule émission
- et au moins une fois toutes les **5 minutes**

Notez enfin que l'indicatif est l'indicatif complet. Si l'indicatif est ON7PC, il n'est pas "légal" de le raccourcir en "7PC" ! Donc lors d'une communication (voir plus loin) "6QR de 7PC" n'est pas la forme correcte !

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

A retenir :

- savoir de quoi les indicatifs belges sont constitués : le préfixe ON, le chiffre 3 et un suffixe de 2 ou 3 lettres.
- savoir comment il faut s'identifier (au début, à la fin et une fois au moins toutes les 5 min.).

2.3. Les conditions d'obtention de la licence

Une licence de radioamateur offre beaucoup de privilèges mais, il y a aussi des obligations et des interdits à respecter, entre autres :

- un radioamateur ne peut établir des communications qu'avec d'autres radioamateurs.
 - si vous entendez une station qui n'a pas d'indicatif radioamateur, c'est probablement parce qu'elle n'est pas une station de radioamateur. Mieux vaut s'abstenir de la contacter !
 - si vous entendez une station qui a un indicatif bizarre que vous ne retrouvez pas dans les callbooks⁵, ou qu'il n'a pas été annoncé (revues de radioamateurs, sites Internet, etc.) comme indicatif rare ou spécial, c'est probablement parce que ce n'est pas une station de radioamateur. Mieux vaut s'abstenir de la contacter !
- un radioamateur ne peut pas utiliser de code secret. Toutefois, il peut utiliser le code Q et toutes les abréviations généralement utilisées par les radioamateurs et publiées dans des listes.
- il est également interdit de faire des émissions de radiodiffusion et de transmettre un programme de musique.
- il est interdit de transmettre de faux messages de détresse.
- une station de radioamateur ne peut être utilisée que par une personne licenciée. Cette personne est en général le propriétaire de la station. Elle peut être aussi un autre radioamateur en visite chez le propriétaire qui donne l'autorisation d'utiliser la station.
- un radioamateur ne peut écouter, d'une manière générale, que les émissions qui lui sont destinées.

⁵ Les callbooks sont des répertoires d'indicatifs publiés périodiquement par les associations ou des éditeurs au niveau mondial. D'autres callbooks existent sur Internet par exemple <http://hamcall.net/call> ou <http://www.grz.com/> ou bien d'autres.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

En Belgique, on peut détenir un **scanner**, mais on ne peut pas l'utiliser pour écouter n'importe quelle station. On ne peut écouter que:

- les émissions de radiodiffusion en Ondes Longues, en Ondes Moyennes, sur les bandes Ondes Courtes (120m , 90m , 75m , 60m , 49m , 41m , 31m , 25m , 22m , 19m , 16m , 15m , 13m et 11m).
- les émissions dans la bande FM (87,5 à 108 MHz).
- les émissions de télévision dans les bandes B I , B III et B IV-V.
- les émissions sur les fréquences de la bande PMR446 (PMR = Personal Mobile Radio) : ce sont des petits émetteurs-récepteurs à faible puissance (0,5 W) destinés à établir des liaisons à courte portée dans la bande des 446 MHz
- les émissions de radioamateurs : voir fréquences plus loin.

Par conséquent, il est interdit d'écouter les autres fréquences telles que les communications entre bateaux, les communications aériennes, les communications des services de police, de pompiers, de taxis ou d'autres firmes, sans l'accord formel et écrit des utilisateurs de ces fréquences.

Le fait d'avoir dans la mémoire d'un scanner (ou d'un VFO) des fréquences interdites est considéré comme infraction.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

2.4. L' IBPT = L'autorité de contrôle

L'IBPT est l'autorité de tutelle, c'est elle qui délivre la licence, c'est elle qui délivre l'indicatif et c'est à elle qu'il faut signaler les changements d'adresse.

C'est également l'IBPT qui est chargé de contrôler l'utilisation du spectre des fréquences. Pour cette raison, l'IBPT peut venir contrôler et inspecter les stations des radioamateurs. Le radioamateur doit donner libre accès à sa station et répondre aux questions des agents de l' IBPT.

Les agents de l'IBPT ne doivent pas être accompagnés d'une autre autorité et ils ne sont pas tenus d'annoncer leur visite. Les agents de l' IBPT présentent généralement leur carte d'officier de police judiciaire.

En cas de perturbation, l'IBPT peut interdire l'utilisation de la station ou lui imposer des mesures spéciales. Si le problème est plus sérieux, l'IBPT peut aussi dresser un procès verbal ou confisquer une station qui n'est pas en ordre ou qui est en contravention avec la réglementation.

A retenir :

- savoir que les changements d'adresses doivent être communiqués à l'IBPT.
- savoir que l'IBPT a le droit de contrôler la station, d'imposer des mesures et de confisquer une station qui n'est pas en ordre.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

2.5. Le livre journal ou "logbook"

Tout radioamateur est tenu de garder un **livre journal**, ce qu'on appelle aussi parfois un logbook, dans lequel il inscrira :

- la date et l'heure⁶ de chaque émission
- l'indicatif du correspondant
- la bande de fréquences utilisée et la classe d'émission
- le nom des visiteurs qui ont utilisé la station

Le livre journal peut être tenu sur papier ou de façon électronique. Le livre journal doit aussi être présenté lors des contrôles de l'IBPT. Il doit être conservé pendant au moins deux ans.

Le livre journal comportera par exemple les colonnes suivantes :

Date	Heure	Indicatif	bande de fréquences ou fréquence (MHz)	classe d'émission (= mode)	nom du visiteur	remarque (nom + QTH)	RST reçu	RST donné	QSL reçue	QSL envoyée

Vous aurez remarqué, qu'on a ajouté des colonnes (en bleu), ces colonnes ne sont pas obligatoires, mais les radioamateurs ont pris l'habitude de les utiliser pour noter le nom et le QTH de la station correspondante, le rapport RST est aussi noté, de même que le fait d'avoir envoyé et reçu la carte QSL.

Chaque contact (chaque QSO) doit être noté dans le livre journal.

Il n'est pas nécessaire de garder un livre journal pour une station mobile ou portable.

A retenir :

- comment tenir son livre journal ou logbook.

⁶ Le règlement dit "l'heure", mais ne précise pas si c'est l'heure de début ou l'heure de fin. Certains radioamateurs notent l'heure de début et l'heure de fin. Toutefois en cas de concours, l'échange est tellement rapide, qu'une seule heure est suffisante.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

Pour désigner la classe d'émission, on utilise une abréviation ou un symbole, ainsi :

J3E ou SSB	désigne la modulation phonie à bande latérale unique où on distingue encore la LSB et l'USB.
F3E ou FM	désigne la modulation de fréquence
A1A ou CW	désigne la télégraphie Morse
A3E ou AM	désigne la modulation d'amplitude
	+ d'autres pour des types de transmissions plus complexes.

Ces abréviations (en gras) devront être reprises dans le livre journal.

Notes:

Les droits et devoirs des radioamateurs sont décrits dans plusieurs textes légaux :

- la Loi du 13 juin 2005 concernant les **communications électroniques**, y compris les radiocommunications, mais seuls quelques articles concernent les radioamateurs et doivent être connus,
- l'Arrêté Royal du 18 décembre 2005, modifié le 15 juillet 2013, concernant les **radiocommunications privées**, mais seuls quelques articles concernent les radioamateurs et doivent être connus, et,
- l'Arrêté Ministériel du 9 janvier 2001 concernant les **radioamateurs**.

Pour la licence de base, il suffira de bien connaître les points exposés ci-dessus, toutefois pour le certificat HAREC (qui est requis pour obtenir la licence complète) il faudra connaître ces lois en détail.

La matière d'examen est également disponible dans un manuel qui peut être téléchargé gratuitement.

(pour la licence de base : <http://www.ibpt.be/fr/consommateurs/radio/radioamateurs/examens/licence-de-base-de-radioamateur-syllabus> et pour la licence HAREC <http://www.ibpt.be/fr/consommateurs/radio/radioamateurs/examens/examen-harec-2007-1->)

Ces informations sont également disponibles sous forme papier auprès de l'Institut (IBPT) au prix de 5 euros. Prenez contact avec l' IBPT au +32 (0) 2 226 88 57 pour connaître les modalités exactes.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

2.6. Bandes de fréquences, modes de transmission et puissance autorisés.

Un radioamateur doit connaître très exactement les fréquences qu'il peut utiliser, c'est pourquoi, le tableau ci-dessous est **EXCESSIVEMENT** IMPORTANT. Il précise les bandes radioamateurs, les limites de fréquences et la puissance maximum autorisée pour un radioamateur possédant une licence de base.

bande	fréquences (MHz)	puissance maximum (W)	modes de transmission
80 m	3,500 à 3,700	50	Tous les modes sauf ATV et DATV c-à-d que sont permis : Téléphonie Télégraphie (Morse) Transmissions numériques (RTTY, PSK, etc ...) Fac-similé (FAX) Télévision à balayage lent (SSTV), etc ...
40 m	7,000 à 7,100		
30 m	10,110 à 10,150		
20 m	14,000 à 14,085 14,250 à 14,350		
17 m	18,080 à 18,168		
15 m	21,040 à 21,100 21,320 à 21,350		
12 m	24,900 à 24,990		
10 m	28,040 à 29,700		
6 m	50,125 à 52,000		
2 m	144 à 146		
70 cm	430 à 440		

(*) mis à jour selon les dernières décisions de l' IBPT (15 mai 2012).

Une remarque sur la puissance :

- en VHF-UHF la plupart des émetteurs-récepteurs commerciaux pour l'utilisation en portable ont une puissance de 5 Watts ou moins et la plupart des émetteurs-récepteurs commerciaux pour l'utilisation en mobile ont une puissance de 45 à 50 Watts. Ici donc pas de problème.
- en HF (bandes décamétriques), il n'existe que peu ou pas d'émetteurs qui ont une puissance de 50 Watts, mais l' IBPT admet que vous utilisiez un émetteur du double, donc 100 Watts (mais pas un watt de plus) et que vous réduisiez la puissance à 50 Watts. Vous ne pouvez donc jamais émettre avec plus de 50 Watts !

Si vous mémorisez difficilement ce tableau, faites une copie que vous mettrez près de votre émetteur-récepteur, de façon à être sûr d'émettre dans "vos" bandes. Avec le temps vous finirez par le connaître par cœur !

Par ailleurs, le bandplanning détaillé est repris en détails dans l'annexe 1.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 3 : Les bases techniques

Voir note⁷

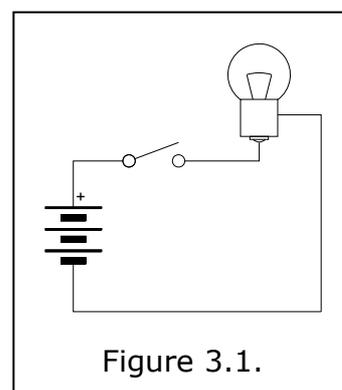
3.1. Electricité : unités et grandeurs⁸

Il y a de l'électricité (presque) partout, et vous ne vous en rendez compte que par ses effets.

On se souviendra de cette expérience qui consiste à frotter une règle en plastique avec un morceau de tissu. On constate que la règle attire ensuite de petits morceaux de papier. En fait, par frottement, la règle arrache des électrons au tissu : elle se charge alors négativement. Par influence, la répartition des charges des morceaux de papier, électriquement neutres, se modifie : les charges positives sont attirées par la règle, et les charges négatives sont repoussées. Ce type d'électricité s'appelle **électricité statique**. La charge électrique élémentaire est celle de l'électron.

Mais ce qui nous intéressera plus ici c'est lorsque ces charges se déplacent. Elle engendre alors un courant, et ce courant, par exemple pourra faire briller une lampe. C'est ce qui se passe lorsqu'on utilise une lampe de poche, on a alors un circuit électrique élémentaire avec une source de tension (la pile), un interrupteur, une ampoule et quelques petits bouts de conducteurs ou de fils pour réaliser le circuit.

L'électricité se manifeste par divers effets, les effets thermiques, les effets magnétiques, les effets chimiques (électrolyse).



3.2. La Tension ou le Voltage

La force électrique est appelée **tension**, la tension se mesure en **Volts (V)**. On dit que l'unité de tension est le volt. La tension est symbolisée par la lettre **V** mais parfois aussi par la lettre **U**. Elle peut être mesurée avec un appareil appelé **voltmètre**.

La tension est la force qui met en mouvement les électrons (l'électricité) dans un circuit. D'ailleurs on l'appelle aussi **force électromotrice** ou f.é.m. en abrégé.

Cette force peut être forte ou faible en fonction de la source. Une simple pile produit une tension assez faible (1,5 V), c'est la raison pour laquelle les lampes de poches ne sont pas très puissantes. On peut obtenir une plus forte tension en mettant plusieurs piles. C'est la raison pour laquelle il faut beaucoup de piles de 1,5 V dans les lampes de poches puissantes de même que dans les voitures téléguidées.

⁷ Pour les curieux ... voir <http://www.courstechinfo.be/Hard/sommaire.html>

⁸ La numérotation des paragraphes ne suit pas exactement celle du syllabus, ceci est dû à des raisons purement pédagogiques. Il nous a paru en effet nécessaire d'expliquer certaines choses avant d'autres.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Tous les émetteurs-récepteurs destinés au mobile sont alimenté en 12 Volts ou plus exactement 13,8 V ce qui est la tension fournie par l'alternateur qui charge la batterie. Donc on a une tension qui varie ici entre 13,8 V et 12 V ou parfois moins si la batterie est déchargée ...

La tension peut aussi être délivrée par un distributeur d'électricité. Elle est disponible sur nos prises de courant. En Belgique, la tension fournie par les prises de courant est bien plus élevée. Elle est de 240 V.

Cette tension permet de toutes sortes d'applications domestiques, elle permet de faire chauffer les aliments sur une taque de cuisson ou dans un four, elle permet de chauffer les locaux, ou d'éclairer les locaux, elle permet de faire tourner les 10 kg du tambour d'une machine à lessiver, etc ... Cette tension est assez élevée et pourrait dans certains cas tuer une personne qui entre en contact avec elle.

La distribution de l'énergie électrique se fait avec des tensions encore beaucoup plus élevées allant de 5.000 V à 400.000 V !

3.3. Le Courant

Le passage de l'électricité dans un fil s'appelle **courant**, le courant se mesure en **Ampères (A)**. On dit que l'unité de courant électrique est l'ampère. Le courant est symbolisé par la lettre **I**. Il se mesure avec un appareil appelé **ampèremètre**.

Lorsque nous sommes en présence de courants importants, il faut utiliser des conducteurs de grand diamètre (de gros fils) : en regardant le diamètre des fils, nous pouvons avoir une idée de l'importance du courant. Comme des fils de plus gros diamètre coûtent plus cher et pèsent plus lourd, les constructeurs n'en mettent que la quantité vraiment nécessaire. Ainsi, le câble fin de votre radio réveil est justifié parce que ce radio réveil ne consomme que très peu de courant. Par contre, le gros câble de la cuisinière électrique indique que cet appareil consomme beaucoup de courant.

3.4. La Résistance

L'électricité rencontre une certaine opposition à passer dans les fils et dans l'appareil (la charge). Cette opposition s'appelle la **résistance**. La résistance, comme son nom le suggère si bien, est une mesure de la façon dont l'appareil résiste au passage du courant. Une forte résistance fera que le courant ne passe pas facilement. Imaginez une résistance comme un obstacle qui essaye d'empêcher le courant de passer.

Une autre façon d'exprimer la même idée est de dire que quelque chose qui a une faible résistance est un bon **conducteur** de l'électricité, tandis que quelque chose qui a une forte résistance est un mauvais conducteur. Si la résistance est tellement grande qu'il est pratiquement impossible qu'il y passe du courant, on parle d' **isolant**. Remarquez que nous avons dit "pratiquement impossible" car, si nous augmentons très fortement la tension, il passera malgré tout un peu de courant dans l'isolant.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

La résistance se mesure en **Ohms** qui est symbolisée par la lettre grecque Ω (prononcez "oméga"). La résistance est symbolisée par la lettre **R**. Une résistance peut être mesurée avec un appareil appelé **ohmmètre**.

3.5. Les multiples et sous multiples

Dans le monde scientifique et technique, il est courant de travailler avec des mesures qui sont très grandes ou très petites. On doit alors utiliser des unités dérivées pour ne pas être obligé d'écrire des nombres avec beaucoup de zéros.

Considérons un instant l'unité de poids, c.-à-d. le gramme. Un gramme représente une très petite quantité, et, dans la vie courante, on utilise plutôt le kilogramme. Un kilogramme vaut mille grammes. Toutefois le pharmacien, lorsqu'il fait des préparations utilise plutôt des milligrammes. Un milligramme vaut un millième de gramme.

Il existe ainsi beaucoup de façons d'énoncer des multiples ou sous-multiples pour de très grandes ou de très petites valeurs. Pour la licence de base, nous devons en connaître trois :

- le préfixe **milli** qui signifie millième, ou 1/1000 ou 0,001, et s'écrit "**m**" comme par exemple $100 \text{ mV} = 100 \times 0,001\text{V} = 0,1\text{V}$ ou $5 \text{ mA} = 5 \times 0,001\text{A} = 0,005\text{A}$
- le préfixe **kilo** qui signifie mille et s'écrit "**k**", comme par exemple $1 \text{ kV} = 1\ 000 \text{ Volts}$, et $27 \text{ k}\Omega = 27\ 000\Omega$
- le préfixe **méga** qui signifie million et s'écrit "**M**", comme par exemple $26 \text{ M}\Omega = 26\ 000\ 000 \Omega$

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

3.6. La loi d' Ohm

La loi d'Ohm s'énonce comme suit : "Le courant qui passe dans un circuit est directement proportionnel à la tension appliquée à ses bornes et inversement proportionnel à la résistance du circuit".

Cela vous paraît-il compliqué ? En réalité, ce ne l'est pas, c'est juste un peu de bon sens. Si la tension (V) est la force qui fait circuler le courant (I), alors il est logique que plus cette force est grande, plus le courant est fort. C'est exactement ce que dit la première partie de la loi d'Ohm. Voyons à présent la deuxième partie.

Nous avons déjà dit qu'il faut considérer une résistance comme quelque chose qui s'oppose au passage du courant. Plus cette force d'opposition (cette résistance) est grande, plus le courant est faible. C'est la deuxième partie de la loi d'Ohm.

La loi d'Ohm établit une relation entre la tension (U), le courant (I) et la résistance (R). En fait, cette relation mathématique est très simple :

$$\text{Tension} = \text{Courant} \times \text{Résistance} \quad \text{ou} \quad \boxed{U = I \times R}$$

Souvent en mathématique, le signe multiplié (x) est omis, de sorte que l'on écrit souvent $U = I R$

Le triangle est un bon aide mémoire et est plus facile à utiliser qu'apprendre la formule par cœur. Il nous permet de voir ce qu'il faut faire pour calculer une valeur : cachez simplement ce que vous voulez calculer et le triangle vous montre ce qu'il faut faire.

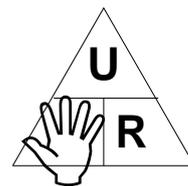


Mémorisez bien la position des trois lettres U, I et R .

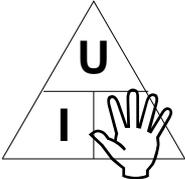
Quelques exemples pour bien comprendre le fonctionnement de ce triangle :

1. Une batterie de 5 V est connectée à une lampe dont la résistance est de 20 Ω. Quel est le courant qui y passe ?

Si nous voulons calculer le courant, nous cachons la lettre I et le triangle montre V/R donc $I = V/R$ donc $I = 5 \text{ V} / 20 \text{ } \Omega = 0,25 \text{ A}$



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

<p>2. Une pile est connectée à une ampoule de 300Ω. On a mesuré un courant de $0,02 \text{ A}$. Quelle est la tension de la pile ?</p> <p>Si nous voulons calculer la tension (V), nous cachons la lettre V et le triangle nous montre I R donc $V = I R$ donc $V = 300 \Omega \times 0.02 \text{ A} = 6 \text{ V}$</p>	
<p>3. Une batterie de 6 V est connectée à un moteur. Le courant que l'on a mesuré est de $0,15 \text{ A}$. Quelle est la résistance du moteur ?</p> <p>Si nous voulons calculer la résistance (R), nous cachons la lettre R et le triangle nous montre V / I donc $R = 6 \text{ V} / 0,15 \text{ A} = 40 \Omega$</p>	

Etait-ce difficile ? Oui ? Non ? La bonne nouvelle est que ce ne sera jamais plus compliqué que cela !

Exercices complémentaires (à faire à la maison comme devoir) :

- 1) $R = 10 \Omega$, $U = 5 \text{ V}$, $I = ?$
- 2) $R = 30 \Omega$, $U = 12 \text{ V}$, $I = ?$
- 3) $R = 1\text{k}\Omega$, $U = 5 \text{ V}$, $I = ?$
- 4) $R = 100 \Omega$, $I = 20 \text{ mA}$, $U = ?$
- 5) $R = 5 \Omega$, $I = 8 \text{ A}$, $U = ?$
- 6) $I = 3 \text{ A}$, $U = 15 \text{ V}$, $R = ?$
- 7) $U = 15 \text{ V}$, $I = 3 \text{ mA}$, $R = ?$
- 8) $I = 0,7 \text{ A}$, $U = 14 \text{ V}$, $R = ?$

De la loi d'Ohm ($U = I \times R$), on doit bien retenir que dans un circuit avec un générateur (par exemple une pile) et une résistance, si la résistance augmente, le courant diminue et inversement !

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

3.7. La puissance

La puissance est la mesure de l'énergie qu'un appareil électrique fournit ou consomme par unité de temps. Cette puissance peut être mise en oeuvre de plusieurs façons, et souvent la puissance électrique est convertie en chaleur. Le filament d'une lampe est une résistance et, lorsque du courant la traverse, le filament devient chaud puis très chaud; on dit qu'il est incandescent et c'est ainsi qu'il brille. Notez qu'une lampe à incandescence de puissance plus élevée brille plus fort qu'une lampe de plus faible puissance. Ceci est dû au fait qu'il y a plus d'énergie convertie en chaleur (et donc aussi en lumière) que dans une lampe de puissance moins élevée.

Notez que la conversion de l'énergie électrique en chaleur se manifeste chaque fois qu'un courant passe dans une résistance. Tous les fils (tous les conducteurs) ont une certaine résistance et c'est la raison pour laquelle ils chauffent lorsqu'on essaie d'y faire passer trop de courant.

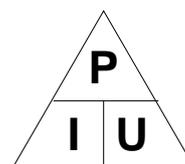
La puissance est mesurée en **Watts**, abrégé par la lettre **W**, tandis que la puissance est symbolisée par la lettre **P**.

On peut calculer la puissance de la façon suivante :

$$\text{Puissance} = \text{Tension} \times \text{Courant} \quad \text{ou} \quad \boxed{P = U \times I}$$

comme précédemment le symbole "x" de la multiplication peut être omis, ce qui donne $P = U I$

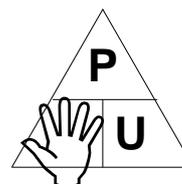
Nous avons aussi un triangle aide-mémoire que nous pouvons utiliser comme pour la loi d'Ohm. En cachant l'élément que nous voulons calculer, nous obtenons la formule à utiliser.



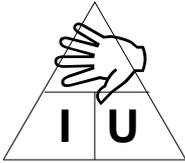
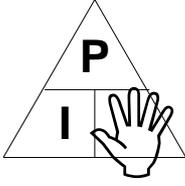
Nous constatons que la tension et le courant sont reliés à la puissance. Dans le cas des ampoules à incandescence, avec une même tension, une lampe de puissance supérieure doit consommer plus de courant qu'une lampe de puissance inférieure. Voyons comment utiliser le triangle avec quelques exemples.

1. Quel est le courant pris par une lampe de 100 W, si la tension du réseau est de 230 V ?

Nous voulons calculer le courant (I). Nous cachons donc I et le triangle montre que : $I = P / V = 100 \text{ W} / 230 \text{ V} = 0,44 \text{ A}$



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

<p>2. Une lampe à incandescence est connectée à une batterie de 12 V et le courant est de 0,5 A. Quelle est la puissance consommée par cette lampe ?</p> <p>Nous voulons calculer la puissance (P). Nous cachons donc P et le triangle montre que : $P = I \times V = 0,5 \text{ A} \times 12 \text{ V} = 6 \text{ W}$</p>	
<p>3. Un moteur consomme 1495 W et un courant de 6,5 A. Quelle est la tension d'alimentation ?</p> <p>Nous voulons calculer la tension (V). Nous cachons donc V et le triangle montre que : $V = P / I = 1495 \text{ W} / 6,5 \text{ A} = 230 \text{ V}$</p>	

Ceci n'était pas vraiment plus difficile que la loi d'Ohm que nous avons vue précédemment. D'un point de vue mathématique, nous ne verrons rien de plus compliqué, au contraire, cela va devenir plus simple !

Exercices complémentaires (à faire à la maison comme devoir) :

- 1) $U = 5 \text{ V}, I = 2 \text{ A}, P = ?$
- 2) $U = 5 \text{ V}, I = 2 \text{ mA}, P = ?$
- 3) $U = 1 \text{ V}, P = 10 \text{ W}, I = ?$
- 4) $U = 0,5 \text{ V}, P = 10 \text{ W}, I = ?$
- 5) $I = 15 \text{ A}, P = 300 \text{ W}, U = ?$
- 6) $I = 150 \text{ mA}, P = 3 \text{ W}, U = ?$
- 7) $U = 15 \text{ V}, I = 3 \text{ mA}, P = ?$
- 8) $I = 0,7 \text{ A}, U = 14 \text{ V}, P = ?$

En principe les calculs qu'on vous demandera de faire ne sont pas très compliqués, on ne vous demandera jamais de diviser 5,85268 par 675,64. L'IBPT vous demandera des choses simples, comme $3/0,15$ Vous ne pourrez pas utiliser votre propre machine à calculer, mais vous pourrez utiliser la machine à calculer de l'ordinateur sur lequel vous ferez votre examen.



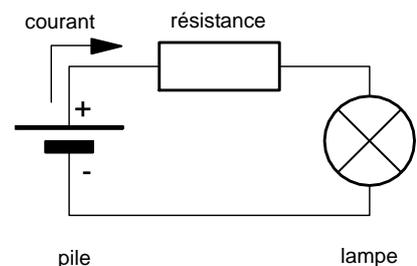
Habituez-vous donc à utiliser la machine à calculer de Windows.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

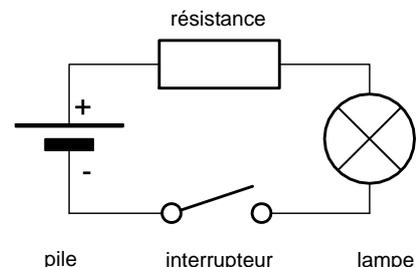
3.8. Les circuits électriques

Lorsque nous raccordons plusieurs éléments électriques, nous obtenons un circuit. Le circuit comporte les différents composants, l'alimentation et les différentes connexions entre eux. Nous utilisons des symboles standardisés dans les dessins de manière à comprendre facilement les circuits dessinés par d'autres personnes.

Dans la figure ci-contre, nous avons une pile connectée à une lampe à incandescence et à une résistance. Le courant sort de la batterie à travers un fil vers la lampe. Le courant passe dans le filament de la lampe puis vers le fil puis, vers la résistance puis, encore par un fil vers la batterie. Il doit exister un chemin sans interruption entre la borne +, en passant par la lampe, la résistance pour arriver à la borne -, pour que le courant puisse passer.



Si ce chemin est interrompu, le courant ne passera pas. C'est ainsi que fonctionne un interrupteur. Il coupe simplement le chemin entre les deux bornes de la batterie de sorte qu'aucun courant ne puisse passer. Voici donc notre nouveau schéma, avec un interrupteur.

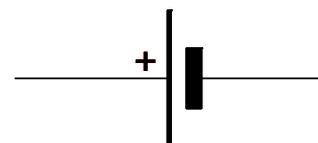


Nous n'allons pas chaque fois indiquer le nom des composants, le dessin devrait suffire à lui seul.

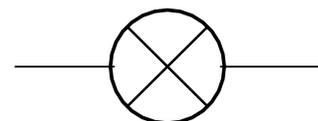
Une pile et son symbole.

Lorsqu'on regarde la pile, la petite "bosse" au-dessus est la borne positive (+) et est représentée par la ligne la plus longue dans le symbole.

Remarquez que si on sait où se trouve le +, on sait automatiquement où se trouve le -. Il n'y a donc pas besoin de le dessiner.



Une lampe à incandescence et son symbole.



Pour interrompre le courant, on emploie un interrupteur. Le symbole de l'interrupteur est représenté ci-contre.



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Une résistance et son symbole.

Les bandes colorées sur le corps de la résistance permettent de connaître sa valeur. Dans le cours, pour la licence complète, on apprend à lire ce code de couleurs.



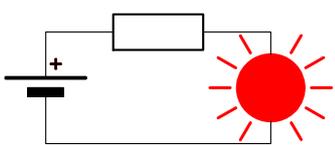
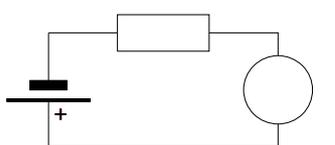
Une résistance possède une valeur spécifique qui limite le passage du courant dans un circuit.

Rappelons-nous la loi d'Ohm : plus la résistance est élevée, plus le courant est faible. Si nous augmentons la résistance dans le circuit, l'ampoule va briller moins fort ; si nous la diminuons, l'ampoule va briller plus fort. Les résistances sont utilisées dans presque tous les montages électroniques pour limiter les courants à des valeurs déterminées.

3.9. La polarité

Si on raccorde une ampoule à une batterie, il ne faut pas tenir compte de la façon dont on connecte les fils. Quelle que soit la manière dont on connecte les fils, l'ampoule brillera.

Par contre, certains composants ne fonctionnent correctement que s'ils sont connectés d'une certaine façon à la pile (ou à la batterie). Ceci est dû au fait qu'il y a une polarité à respecter : les deux connexions de la batterie que nous avons désignées par positif (+) et négatif (-) sont appelées les pôles de la batterie.

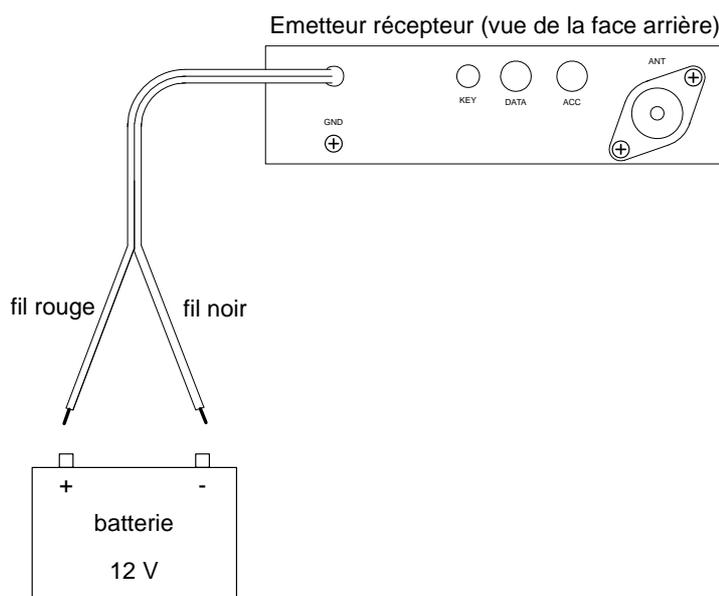
<p>Une diode LED est un élément polarisé, dans un sens la LED brille, dans l'autre elle ne brille pas. C'est précisément la raison pour laquelle les fils de connexion d'une LED sont de longueurs inégales.</p>	 <p>La LED brille !</p>	 <p>La LED reste éteinte !</p>
--	---	---

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Un émetteur-récepteur de radioamateur est composé de centaines d'éléments polarisés et il est important de respecter la polarité.

Le fil rouge se connecte TOUJOURS à la borne +, tandis que le fil noir se connecte TOUJOURS à la borne -.

Si on ne respecte pas ces polarités, on risque des dégâts très importants d'où l'intérêt de faire très attention avant de connecter l'émetteur-récepteur.



A retenir :

- une source de tension (batterie) possède une certaine tension qui peut faire circuler un courant électrique dans un circuit.
- la résistance du circuit détermine le courant : plus la résistance est élevée, plus faible sera le courant.
- l'unité de tension est le volt (V) , l'unité de courant est l'ampère (A) et l'unité de résistance est l'ohm (Ω).
- la relation entre tension, courant et résistance est donnée par $U = I \times R$ (loi d'Ohm).
- la relation entre la puissance, la tension et le courant est donnée par $P = U \times I$.
- dans beaucoup de cas, il est important de tenir compte de la polarité, parfois c'est sans importance (une ampoule par exemple).
- connaître les symboles représentant une batterie, une résistance, un interrupteur et une lampe
- retenir milli (m), kilo (k) et méga (M).

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

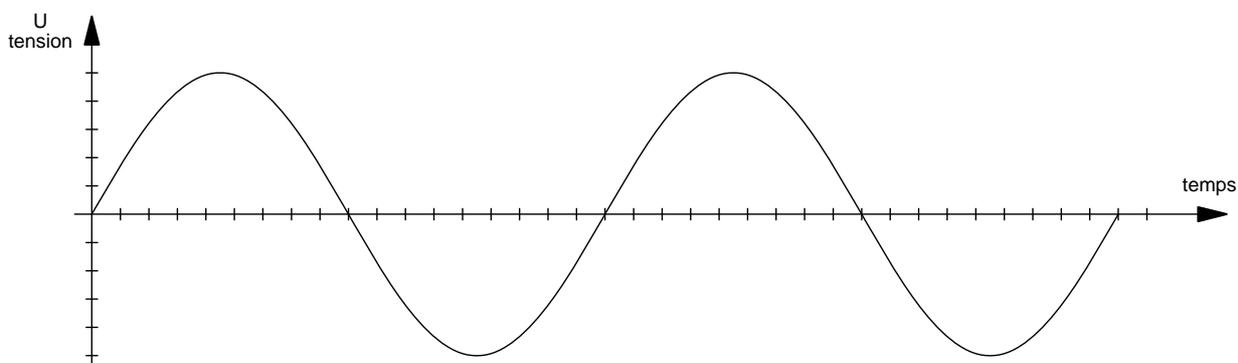
3.10. Le courant continu (DC) et le courant alternatif (AC)

Dans le circuit, la batterie fait circuler le courant dans une seule direction, du + vers le -. On appelle cela du courant continu (en anglais, Direct Current ou DC). Une pile ou un accumulateur produit du courant continu grâce à une réaction chimique à l'intérieur de l'élément.

L'électricité qui provient du secteur ("la prise de courant") est différente, la polarité change en permanence (plusieurs fois par seconde) et on l'appelle courant alternatif (en anglais Alternating Current ou AC).

Le courant alternatif est beaucoup plus facile à générer que le courant continu. Le courant alternatif peut facilement être transformé d'une tension vers une autre. Dans un générateur, une bobine qui tourne dans un champ magnétique génère un courant alternatif. Lorsque la bobine passe dans le flux dans un sens, elle sera le siège d'une tension, tandis que lorsque la bobine passe dans le flux dans l'autre sens, elle sera le siège d'une tension en sens inverse. Dans les équipements radio, les signaux sinusoïdaux sont générés par des oscillateurs.

La représentation typique d'un courant alternatif est donnée par la figure ci-dessous. Cette forme est connue sous le nom de **sinusoïde**. Remarquez que le passage d'une polarité à l'autre se fait en douceur. La sinusoïde passe par un maximum, puis diminue, passe par zéro, change de polarité et continue à augmenter vers la polarité opposée.



Certains équipements (ou composants) électroniques fonctionnent aussi bien en AC qu'en DC, une ampoule à incandescence est un bon exemple : peu importe la polarité, l'ampoule brillera toujours. Mais la plupart des équipements ou des composants doivent être alimentés en respectant la polarité, c'est le cas des composants électroniques tels que les transistors, les circuits intégrés, et les tubes. Ces composants fonctionnent avec un courant dans un sens et pas dans l'autre. Des circuits spéciaux sont utilisés pour passer du courant alternatif au courant continu. Beaucoup d'appareils sont utilisés avec une alimentation qui convertit le 230 V alternatif en 13,8 V continu.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

3.11. La fréquence

Lorsque nous avons à faire à du courant alternatif, il est intéressant de connaître sa valeur maximale. Il est aussi intéressant d'en connaître la fréquence. La fréquence mesure combien de fois la sinusoïde change de polarité. La fréquence est mesurée en cycles par seconde. Cette unité est appelée **hertz (Hz)**. En Europe, le réseau 230 V est à 50 Hz. Il y a donc 50 cycles complets par seconde. Un cycle est la différence de temps entre deux points identiques sur la sinusoïde.

Les sons sont formés de signaux alternatifs. Ce sont les molécules d'air qui vibrent en formant des ondes sinusoïdales. Dans les haut-parleurs, ce sont des signaux sinusoïdaux qui vont produire les pressions acoustiques qui finalement vont résulter en sons. L'oreille humaine est capable d'entendre des sons qui vont de **100 Hz à 15 kHz**, voire 20 kHz. La limite supérieure dépend d'un individu à l'autre et tend à diminuer avec l'âge. De même, une exposition prolongée à des sons de forte intensité va réduire la limite supérieure. Il faudra en tenir compte lorsque nous utilisons des casques. Cette gamme de fréquence est appelée **Audio Fréquence** ou **AF**.

La plupart des sons naturels sont des mélanges de plusieurs fréquences. Pour les communications par radio, on utilise uniquement la plage de fréquences de **300 à 3000 Hz**. C'est dans cette plage que se trouve la plupart de sons de la voix. Couper tout ce qui est en dessous de 300 Hz ou tout ce qui est au-dessus de 3000 Hz n'aura pas d'influence sur l'intelligibilité. Afin d'augmenter l'efficacité de la transmission, on peut même encore réduire cette bande. Ceci est le cas de la BLU (SSB) où le son peut être relativement rude.

Les fréquences radio sont produites en envoyant du courant électrique dans une antenne. La fréquence de ces signaux est bien plus élevée que celle des signaux audio. Cette gamme de fréquences est appelée **Radio Fréquence** ou **RF**.

Les fréquences radio sont subdivisées en bandes, ainsi,

- entre 300 kHz et 3 MHz, on parle de **Medium Frequency** ou **MF**,
- entre 3 MHz et 30 MHz, on parle de **High Frequency** ou **HF**, mais dans la littérature française on trouve aussi le terme **décamétrique**,
- entre 30 MHz et 300 MHz, on parle de **Very High Frequency** ou **VHF**, et
- entre 300 MHz et 3000 MHz, on parle de **Ultra High Frequency** ou **UHF**.

A retenir :

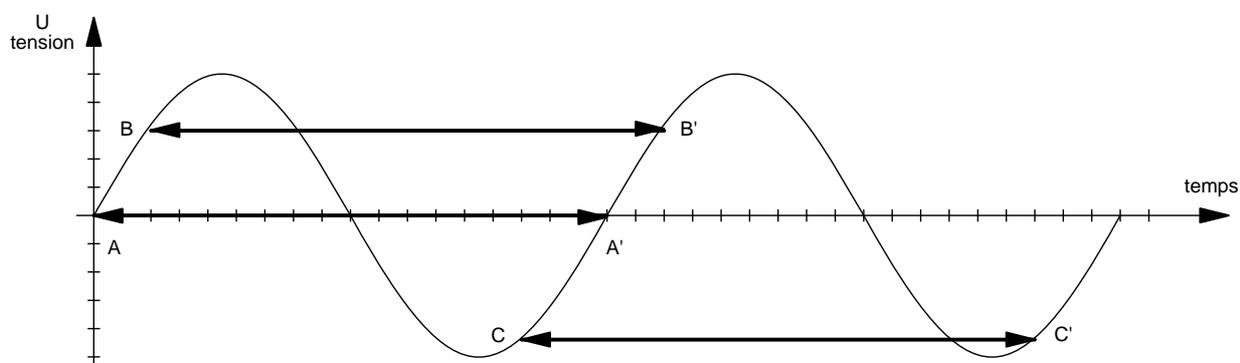
- les significations CC et CA (DC et AC en anglais).
- les significations de AF et de RF.
- la représentation d'un signal sinusoïdal.
- le fait qu'une sinusoïde est générée par un oscillateur.
- la fréquence du secteur (50 Hz).
- nos oreilles entendent de 100 Hz à 15 kHz. Pour la parole, on transmet de 300 Hz à 3 kHz.
- HF : 3 MHz à 30 MHz
- VHF : 30 MHz à 300 MHz
- UHF : 300 MHz à 3000 MHz

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

3.12. La longueur d'onde

La longueur d'onde est la distance qui sépare deux points identiques sur une onde, c'est la longueur d'un cycle. Imaginez des vagues sur un étang et imaginez en faire une vue en coupe. Les vagues ressemblent à des sinusoides. Leur longueur d'onde sera la distance entre les sommets. Les ondes radio se propagent de manière similaire en traversant l'espace. Il serait pratique de voir les ondes radio comme nous voyons les ondes à la surface de l'eau, mais malheureusement il n'en est pas ainsi ! La longueur d'onde est donnée par la lettre grecque λ (on appelle cette lettre **lambda**). La longueur d'onde se mesure en mètres.

Sur le graphique ci-dessous, les lignes A-A', B-B' ou C-C' mesurent une longueur d'onde.



Remarquez que, lorsque la longueur d'onde devient plus grande, la fréquence diminue.

La formule pour calculer la longueur d'onde en fonction de la fréquence est

$$f = 300 / \lambda$$

et inversement pour calculer la fréquence :

$$\lambda = 300 / f$$

Dans ces 2 formules, f est exprimé en Mégahertz (MHz) et λ , en mètres (m).

Quelques exemples :

- 1) si $f = 2$ MHz, alors $\lambda = 300 / 2 = 150$ m
- 2) si $\lambda = 6$ m, alors $f = 300 / 6 = 50$ MHz
- 3) si $f = 150$ MHz, alors $\lambda = ?$
- 4) si $\lambda = 30$ m, alors $f = ?$

Lorsque nous parlons de bande de fréquences et, que nous voulons désigner les fréquences entre **14,000 et 14,350 MHz**, on pourrait dire "la bande des 14 MHz", mais il est plus courant de dire la "**bande des 20 m**". Remarquez que 14 MHz correspond très exactement à 21,428 m. Souvent on a donc arrondi la valeur réelle de la longueur d'ondes pour désigner la bande. C'est une question d'habitude.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

3.13. Les autres utilisateurs

Nous partageons le spectre radio avec beaucoup d'autres utilisateurs. Ces utilisateurs sont répartis en "**services**". On reconnaît ainsi la radiodiffusion, les services maritimes, l'aviation, les militaires et les radioamateurs. Chacun des groupes d'utilisateurs se voit allouer des segments de fréquences différentes ou des bandes⁹. Dans certains cas, des services peuvent même partager la même bande. C'est le cas, par exemple, de la bande 70 cm (430 à 440 MHz) qui est attribuée au service radioamateur avec le statut primaire. Mais, cette bande peut aussi être utilisée pour les applications ISM (Industrial, Scientific and Medical) de même que pour des appareils à courte portée (télécommande, ouvre-porte, etc.). Pour savoir si une bande est partagée ou non, il faut regarder les tables de fréquences.

Il existe trois **statuts** pour les bandes :

- des bandes **primaires et exclusives** ou **PEX** : ces bandes sont attribuées aux radioamateurs et ils en sont les seuls utilisateurs
- des bandes **primaires** ou **P** : dans ce cas, la bande est attribuée aux radioamateurs mais d'autres utilisateurs peuvent également l'utiliser. Ces utilisateurs sont secondaires et n'ont pas de prérogatives.
- des utilisateurs **secondaires** ou **S** : un utilisateur doit toujours vérifier si la fréquence n'est pas utilisée et, si c'est le cas, l'utilisateur primaire a priorité.

Reprenons donc le tableau des fréquences et ajoutons-y la colonne statut :

bande	fréquences (MHz)	statut	puissance max. (W)	modes de transmission
80 m	3,500 à 3,700	P	50	Tous les modes sauf ATV et DATV c-à-d que sont permis : Téléphonie Télégraphie (Morse) Transmissions numériques (RTTY, PSK, etc ...) Fac-similé (FAX) Télévision à balayage lent (SSTV)
40 m	7,000 à 7,100	PEX		
30 m	10,110 à 10,150	S		
20 m	14,000 à 14,085 14,250 à 14,350	PEX		
17 m	18,080 à 18,168	PEX		
15 m	21,040 à 21,100 21,320 à 21,350	PEX		
12 m	24,900 à 24,990	PEX		
10 m	28,040 à 29,700	PEX		
6 m	50,125 à 52,000	S		
2 m	144 à 146	PEX		
70 cm	430 à 440	P		

A retenir :

- la relation entre fréquence et longueur d'onde.
- il existe plusieurs utilisateurs du spectre des fréquences, chaque utilisateur a ses propres fréquences mais, parfois, des bandes de fréquences sont attribuées à plusieurs services.

⁹ Pour plus de détails voir le site www.ibpt.be puis aller dans Télécoms / Gestion des Fréquences / Plan des Fréquences / Tables

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

conseiller de débiter par le début, donc des appareils d'entrée de gamme.

Et à coté de ces marques vous en trouverez aussi d'autres.

Ces firmes existent depuis des décennies. Vous trouverez sur <http://www.rigpix.com/> les photos de tous ces appareils de même qu'une description succincte.



IC-7200 de ICOM

Lorsque nous auront fini le cours nous reviendront sur le choix d'un équipement à l'annexe 8.

De la même manière en cherchant sur Internet vous trouverez des transceivers VHF-UHF "mobiles", donc destiné en premier à être installé à bord d'un véhicule ou des transceivers VHF-UHF "portables", qui fonctionnent donc sur accu et qui sont destiné à être utilisé en les portant en main.

Tout cela est une question de goût et de couleur, et comme vous savez cela ne se discute pas. C'est aussi une question de choix personnel, une question de budget. Toutefois avant de faire voter choix vous pourrez encore demander conseil dans votre radioclub.

Bien que la plupart des équipements soient des transceivers (émetteur et récepteur intégrés dans un même boîtier), nous allons étudier l'émetteur séparément du récepteur. Pour la licence de base, nous ne devons pas étudier le fonctionnement en détail, mais nous devons comprendre la fonction de chacun des blocs.

Les dessins dans cette section sont exactement les mêmes que ceux utilisés lors de l'examen. Il est donc conseillé aux candidats d'étudier convenablement les schémas et de s'y familiariser.

4.1. Un émetteur simple

L'émetteur est l'équipement qui va générer le signal radio. Comme nous l'avons dit précédemment, les ondes radio peuvent se propager à de très grandes distances et le risque de produire des interférences est élevé. Pour cette raison, il est important de bien comprendre comment fonctionne un émetteur.

Pour transmettre, on doit tout d'abord fabriquer un signal à la bonne fréquence. Ceci est réalisé par un générateur de fréquences encore appelé **oscillateur**. Il est important que cette partie soit conçue et fabriquée avec beaucoup de soins. L'oscillateur doit générer un signal à la bonne fréquence. Si ce n'est pas le cas, le radioamateur avec qui vous voulez communiquer ne vous recevra pas, et vous pourrez causer des interférences à un autre utilisateur. Il est aussi possible qu'un oscillateur qui fonctionne mal produise un signal en dehors de la bande radioamateur. Ce signal incorrect peut même empêcher un autre utilisateur de recevoir le signal que,

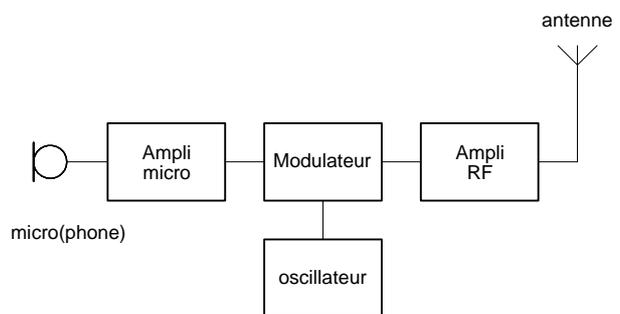
Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

lui, désire entendre. Ceci peut être extrêmement dérangeant si on perturbe un service de secours. Tout ceci est une infraction aux conditions de votre licence. C'est pour cette raison que le détenteur d'une licence de base ne peut pas construire lui-même son émetteur-récepteur, mais qu'il doit acheter un appareil commercial qui a été approuvé. Un appareil approuvé correspond à des normes qui ont été fixées par les instances officielles. Ceci garantit qu'un équipement, utilisé correctement, n'émettra pas de signaux en dehors des bandes radioamateurs.

L'émetteur le plus simple est celui dans lequel les signaux sont commutés "on" et "off" avec une sorte d'interrupteur. Le code Morse (CW) est transmis de cette façon. Une clef Morse agit comme un interrupteur qui va enclencher l'émetteur "on" et "off" pour transmettre de l'information. On peut ainsi transmettre des lettres, des chiffres et des signes de ponctuation. Il est évident que celui qui transmet et celui qui reçoit doivent tous deux connaître le code Morse. Si nous voulons transmettre quelque chose de plus compliqué, comme la voix ou une image, il faut utiliser un montage qui ajoute ce signal au signal radio. Un tel montage est appelé **modulateur**.

Les signaux que nous avons créés ne sont pas assez forts pour réaliser des radiocommunications, nous devons donc les amplifier. Ceci se fait dans un **amplificateur RF**. Les signaux amplifiés sont ensuite envoyés vers l'**antenne**.

composants) mais on en explique les fonctions.



Tous ces éléments sont connectés ensemble selon le schéma ci-dessous. Ce genre de dessin est appelé **schéma bloc**. Chaque fonction est représentée par un bloc (un rectangle), on ne détaille pas ce qu'il y a à l'intérieur (le schéma avec des

Les symboles que nous devons apprendre sont donc :

bloc	microphone	antenne

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

A retenir :

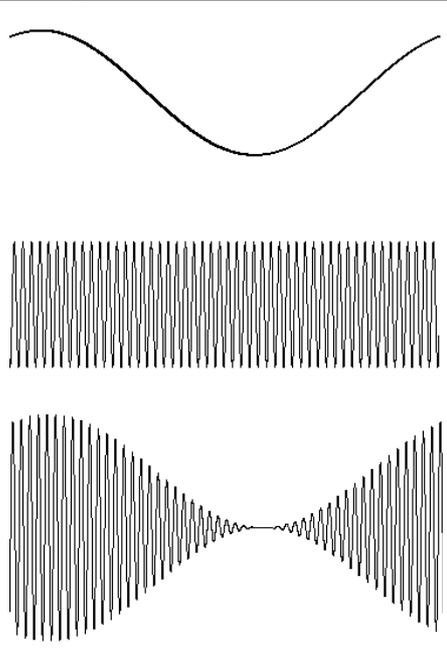
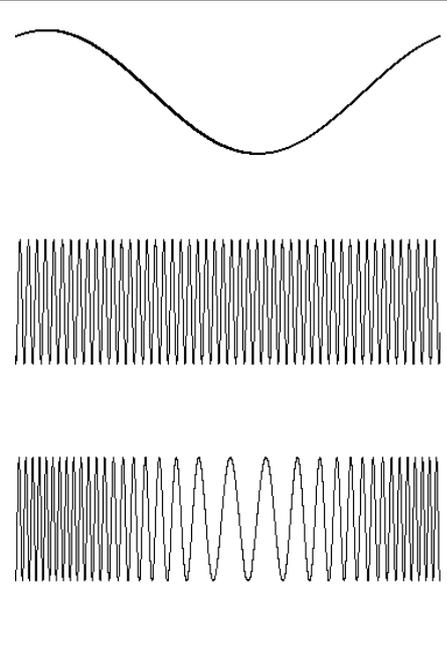
- les éléments que l'on trouve dans un émetteur (microphone, ampli microphone, générateur de fréquence ou oscillateur, modulateur, ampli RF) et leurs interconnexions.
- que le générateur local va déterminer la fréquence d'émission et qu'un mauvais réglage pourrait nous amener à transmettre en dehors des bandes radioamateurs et donc à gêner d'autres utilisateurs du spectre.
- que dans le modulateur, on module une porteuse avec un signal vocal ou des données.
- l'amplification RF se produit dans le dernier étage.
- les symboles d'un micro et d'une antenne.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

4.2. La modulation d'amplitude (AM) et la modulation de fréquence (FM)

Le signal de base produit par un émetteur sans signal audio est appelé porteuse. On peut transmettre de l'information en coupant la porteuse, en la mettant « on » ou « off » (comme en Morse).

Mais, on peut aussi transmettre la voix, des images ou des données venant d'un ordinateur. Une porteuse, (c.-à-d. un signal alternatif) est caractérisée par son amplitude et sa fréquence. Si on fait varier son amplitude en fonction de l'information à transmettre, on obtient de la **modulation d'amplitude** ou **AM**. De façon similaire, si on fait varier sa fréquence en fonction de l'information à transmettre, on obtient de la **modulation de fréquence** ou **FM**.

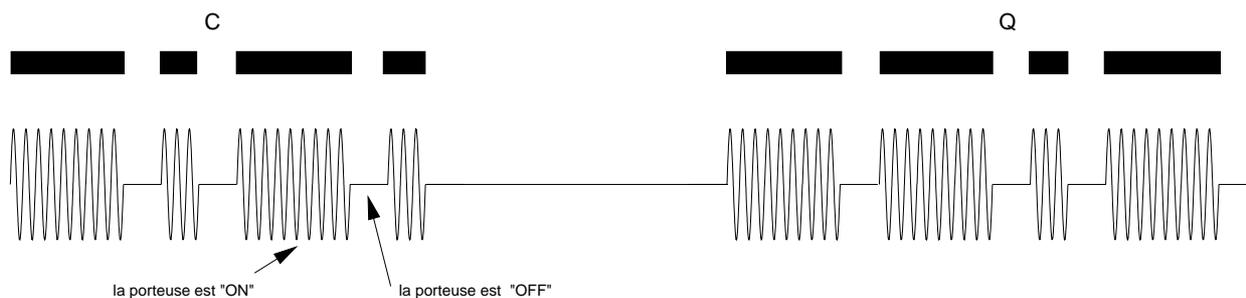
modulation d'amplitude (AM)	modulation de fréquence (FM)
Les figures ci-dessous représentent : <ul style="list-style-type: none">• le signal à basse fréquence c.-à-d. l'information• la porteuse dont la fréquence est beaucoup plus élevée que le signal à basse fréquence,• le signal modulé	
	
L'amplitude de la porteuse (donc sa puissance) varie dans le temps et varie avec l'amplitude du signal d'entrée. La fréquence de la porteuse reste constante.	Ici, l'amplitude de la porteuse reste constante. La fréquence varie (légèrement) avec le signal d'entrée. La variation de fréquence, appelée excursion, est généralement TRES faible par rapport à la fréquence de la porteuse mais, on a exagéré le dessin pour faire mieux comprendre.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

4.3. La Télégraphie (CW)

Comme nous l'avons déjà dit, la porteuse est interrompue au rythme des points et des barres du code Morse. Le Morse est la modulation la plus simple qui soit : en cas de détresse, on peut faire du Morse en mettant deux bouts de fils de cuivre ensemble !

Nous avons représenté ci-dessous les lettres C et Q transmises en Morse. Ces deux lettres mises ensemble (CQ) sont synonymes de "appel à tous".

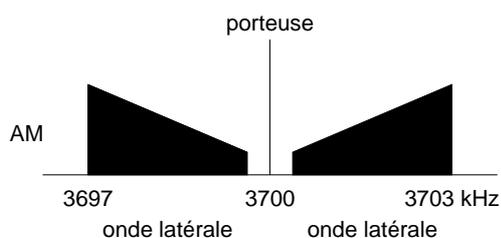


Le Morse n'est plus utilisé par les services militaires et maritimes, mais il est encore fort utilisé par les radioamateurs particulièrement en HF. L'épreuve de Morse n'est plus obligatoire pour l'obtention d'une licence de radioamateur.

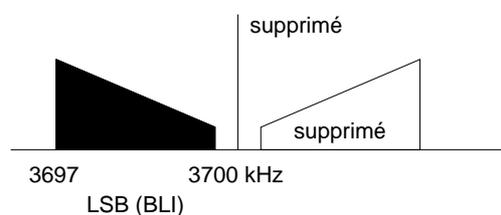
4.4. La Bande Latérale Unique (SSB ou BLU)

Presque tout le trafic vocal (phonie) en HF se fait en BLU. En réalité, un signal AM est composé :

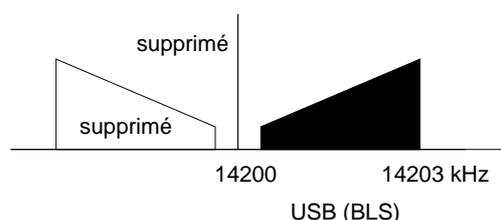
- d'une **porteuse** qui contient beaucoup d'énergie, mais qui ne sert pas à grand-chose (puisqu'elle ne contient pas d'information utile), et,
- de deux **ondes latérales** qui contiennent chacune une copie de l'information. Ces deux ondes latérales sont aussi appelées les "bandes latérales".



Pour augmenter l'efficacité de l'émission, on peut supprimer (par filtrage) la porteuse et une des bandes latérales. On obtient ainsi de la **SSB** (Single SideBand) ou **BLU** (Bande Latérale Unique)



Les radioamateurs ont pris comme convention de supprimer la bande latérale supérieure pour les fréquences inférieures à 10 MHz et donc de conserver la bande latérale inférieure. En d'autre termes, **en dessous de 10 MHz**, on utilise de la **LSB** (Lower SideBand ou bande latérale inférieure). Ce qui a été supprimé est



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

représenté en pointillé ci-contre.

Inversement, **au-dessus de 10 MHz**, on utilise l'**USB** (Upper SideBand ou Bande Latérale Supérieure).

La BLU utilise moins de bande passante que l'AM et, de ce fait, est plus efficace et utilisée principalement pour les contacts en phonie à longue distance.

Au niveau du récepteur, on devra réinsérer une porteuse avant de pouvoir démoduler. De ce fait, l'accord du récepteur doit être très précis : un petit décalage de la fréquence d'accord peut rendre la voix totalement inintelligible.

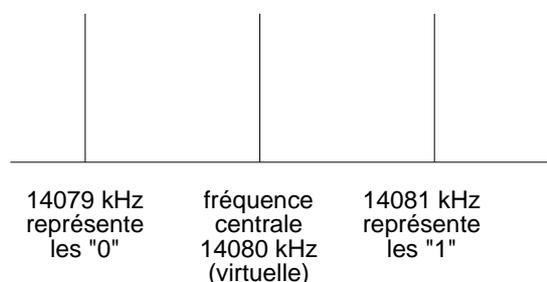
Ci-après, on trouvera un tableau de conversion des termes et des abréviations :

en français		en anglais	
Bande Latérale Unique	BLU	Single SideBand	SSB
Bande Latérale Inférieure	BLI	Lower Sideband	LSB
Bande Latérale Supérieure	BLS	Upper Sideband	USB

4.5. La modulation FSK ou Frequency Shift Keying

Ce mode de modulation est utilisé pour la transmission d'informations numériques. La FSK consiste en deux tonalités qui représentent les 1 et les 0 des données numériques.

La FSK peut être utilisée pour la RTTY (radio-télétype) grâce à laquelle on peut transmettre un texte par la voie radio. La FSK peut aussi être utilisée pour des signaux numériques plus complexes, par exemple du Packet Radio. Enfin, on peut transmettre des images couleurs numériques ou des programmes d'ordinateur.



Un petit tableau de conversion et d'abréviations :

en français		en anglais	
Modulation par Déplacement de Fréquence	MDF	Frequency Shift Keying	FSK
Télétype ou téléimprimeur		Radio TeleType	RTTY

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

A retenir :

- la modulation est produite en agissant soit sur l'amplitude soit sur la fréquence
- pour la parole, on emploie de l'AM, de la BLU ou de la FM
- pour transmettre des données numériques, on emploie un modem
- comprendre les termes porteuse, signal audio et signal modulé
- savoir reconnaître les formes d'un signal AM, d'un signal FM et d'un signal CW

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

4.6. La surmodulation

Un signal d'entrée trop important peut produire des pointes dans un signal AM et des passages en dessous de la ligne zéro. Le signal que l'on va démoduler aura beaucoup de distorsion. Ce signal ne sera pas agréable pour celui qui doit l'écouter et de plus, il peut produire des signaux parasites dans le canal voisin. Ces canaux voisins sont aussi appelés canaux adjacents.

Un signal FM modulé trop fortement va également produire des interférences sur les canaux adjacents. Si vous utilisez un relais, le système peut même être incapable de retransmettre votre signal.

Si vous utilisez une fréquence près des extrémités de la bande (au début ou à la fin), et si vous surmodulez, le signal peut même aller en dehors de la bande radioamateur. Il faut se rappeler que ce fait constitue une infraction.

La cause principale de surmodulation est un réglage incorrect du gain du microphone. Si vous changez de microphone, il faudra refaire le réglage. Si vous utilisez un TNC (Terminal Node Controller ou modem) , vous devrez aussi refaire ce réglage.

Crier dans le microphone ou rire aux éclats peut aussi produire des effets de surmodulation.

A retenir :

- une modulation excessive en AM ou en SSB va produire de la distorsion et peut produire une largeur excessive du spectre émis.
- une modulation FM excessive va conduire à déborder du canal et va produire des perturbations.
- pour éviter les perturbations, il faut régler convenablement le gain du microphone.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

4.7. Un récepteur simple

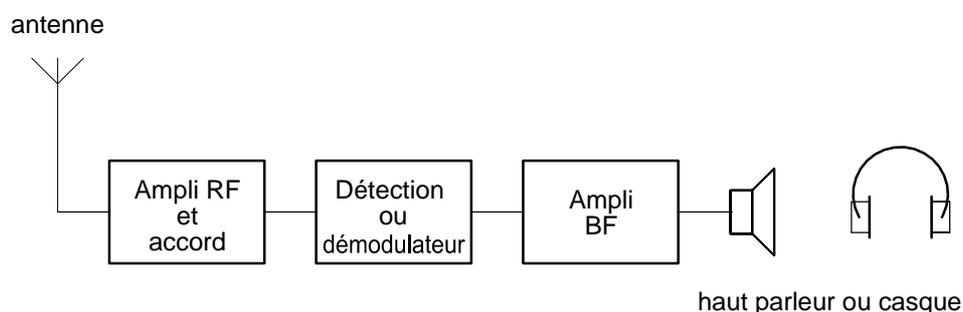
Comme nous l'avons signalé précédemment, il est courant de voir l'émetteur et le récepteur intégrés dans un même boîtier. Toutefois, les radioamateurs peuvent aussi avoir un récepteur séparé, ce sera par exemple un récepteur de meilleure qualité. Un récepteur peut être très bon marché ou très cher en fonction de ses performances et de sa complexité. Un récepteur simple peut être facilement construit à peu de frais et constitue un excellent projet de départ.

La fonction d'un récepteur est de sélectionner un signal parmi la grande quantité de signaux disponibles et d'en extraire le signal de la porteuse. Ce signal peut être du Morse, de la voix, des images ou des données numériques.

L'**antenne** est connectée par un câble à un **amplificateur RF** qui a pour but d'augmenter l'amplitude du signal et de l'amener à un niveau raisonnable. Le circuit d'accord sélectionne la bonne fréquence. Ce circuit d'accord comporte essentiellement un condensateur et une bobine dans un circuit appelé "circuit accordé". Dans les récepteurs plus anciens, l'accord se faisait manuellement à l'aide d'un condensateur variable, mais dans les récepteurs modernes on emploie des circuits intégrés complexes pour réaliser cette fonction. La faculté de capter un signal de très faible amplitude s'appelle la **sensibilité** et la faculté d'extraire un signal parmi beaucoup d'autres s'appelle la **sélectivité**.

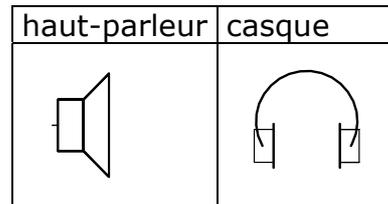
Le signal désiré est ensuite appliqué à un **détecteur**. Le type de détecteur dépend du type de modulation utilisé. Souvent plusieurs détecteurs sont présents et sont sélectionnés par l'utilisateur. La fonction du détecteur est de reconstituer le signal original. Souvent, ce signal est de l'audio mais, il peut aussi s'agir de vidéo ou de données numériques.

Le signal ainsi extrait est amplifié dans un **amplificateur audio** afin d'avoir assez d'amplitude (ou de puissance) pour pouvoir attaquer un haut-parleur ou un casque. Un signal numérique extrait d'un signal radio doit aussi être amplifié avant d'être envoyé vers l'ordinateur ou vers une interface spécialisée (TNC).



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Le symbole à droite du schéma est le symbole d'un haut-parleur. Souvenez-vous que le symbole à gauche est celui d'une antenne. Nous avons donc deux nouveaux symboles à retenir :



A retenir :

- les éléments que l'on trouve dans un récepteur (antenne, ligne d'alimentation, accord et ampli RF, détecteur ou démodulateur, ampli audio, haut-parleur ou casque) et leur interconnexion.
- que l'accord se fait dans le premier étage du récepteur.
- que la détection ou la démodulation se fait dans le deuxième étage et que c'est là que le signal d'origine est reconstitué
- que le troisième (dernier) étage est l'amplificateur audio.
- le symbole d'un haut parleur et d'un casque.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 5 : Antennes et Lignes de transmission

Pour transmettre ou recevoir un signal, nous devons connecter notre émetteur ou notre récepteur à une antenne. L'antenne est connectée à l'émetteur ou au récepteur par un câble appelé ligne de transmission ou feeder.

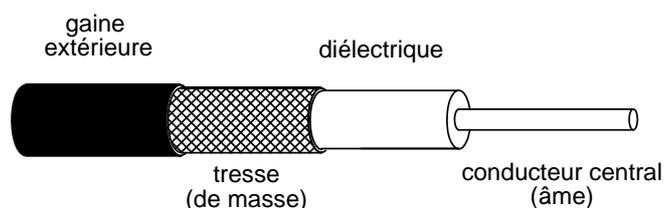
5.1. Les lignes de transmission ou feeders

Dans la plupart des cas, l'émetteur-récepteur (ou le transceiver) est à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une habitation alors que l'antenne est à l'extérieur.

La ligne de transmission est le câble qui raccorde l'antenne à l'émetteur ou au récepteur.

Lorsqu'on est en émission, le câble doit pouvoir supporter une certaine puissance et il ne doit pas présenter des pertes importantes. Lorsqu'on est en réception, le câble doit acheminer le très petit signal capté par l'antenne et l'envoyer au récepteur sans capter d'autres signaux (des parasites par exemple).

Pour ces raisons, la ligne de transmission la plus utilisée est le **câble coaxial** qui se compose d'un conducteur central plein (monobrin) ou multibrin encore appelé "**âme**", entouré d'un isolant appelé diélectrique, lui-même recouvert d'une **tresse** métallique. Le rôle de cette tresse est de maintenir le signal à l'intérieur du câble et à éviter qu'il ne rayonne. La tresse de masse doit donc bien couvrir le câble. Cette tresse est protégée par une gaine extérieure, souvent en PVC.



Afin de continuer cette structure coaxiale jusqu'à l'émetteur ou jusqu'au récepteur, nous utiliserons un connecteur qui présente également une structure coaxiale. Un connecteur possède un contact intérieur, un isolant et le corps du connecteur qui va servir à prolonger la tresse. Le contact central doit être connecté au conducteur central du câble coaxial et le corps du connecteur à la tresse. Ces connexions sont assurées soit par une soudure soit par un sertissage.

Les deux connecteurs les plus utilisés sont le connecteur **PL259** et le connecteur **BNC**.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base



Remarque : le connecteur châssis qui correspond au PL259 est connu sous l'appellation **SO239**.

A retenir :

- une ligne d'alimentation sert à raccorder une antenne à un émetteur (ou à un récepteur).
- seuls les câbles prévus à cet effet peuvent être utilisés.
- le câble coaxial, grâce à ses qualités de blindage, est le plus utilisé.
- la connexion entre le câble et l'émetteur et entre le câble et l'antenne doit se faire au moyen des connecteurs appropriés.
- les connecteurs les plus courants sont le PL259 et le BNC. Savoir les reconnaître.
- la tresse de masse doit être bien connectée pour éviter des rayonnements vers l'extérieur ou vers l'intérieur.

5.2. Les antennes

L'antenne a pour rôle de transformer le signal électrique en ondes électromagnétiques (communément "ondes radio"). Lorsque nous sommes en émission, les signaux électriques sont générés dans l'émetteur, passent par la ligne de transmission et arrivent à l'antenne où ils sont transformés en ondes électromagnétiques. Inversement, en réception, les ondes électromagnétiques sont transformées en signaux électriques dans l'antenne et sont acheminés au récepteur par la ligne de transmission.

Il existe plusieurs types d'antennes. Chaque type d'antenne a ses caractéristiques spécifiques, et pour les besoins de la licence de base, nous n'examinerons que quatre types : le dipôle, l'antenne verticale, l'antenne long fil et l'antenne Yagi. Chacune de ces antennes a des caractéristiques particulières, et il faut parfois choisir l'antenne en fonction d'autres éléments qui n'ont rien à voir avec la technique, tels que l'espace disponible ou l'impact visuel. Lorsque vous aurez plus d'expérience, vous pourrez choisir d'autres antennes plus performantes.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Les antennes sont généralement construites pour UNE fréquence en particulier. Les dimensions physiques de l'antenne sont liées à la longueur d'onde (λ). Ainsi, un dipôle pour la bande des 80 m (3,5 MHz) sera beaucoup plus grand qu'un dipôle pour la bande des 6 m (50 MHz).

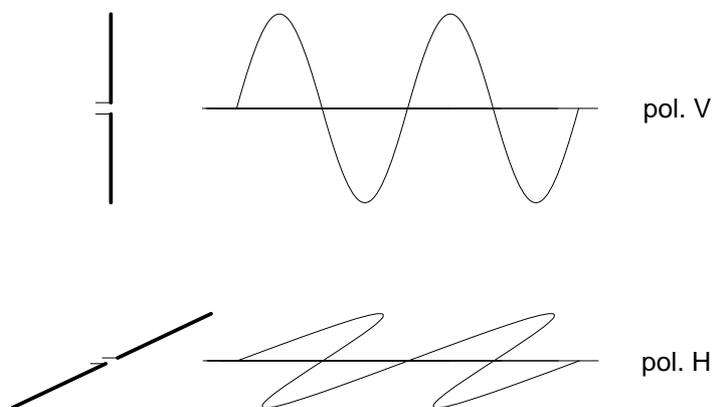
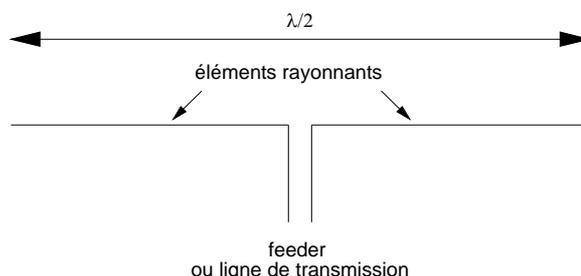
A retenir :

- une antenne transforme un signal électrique en ondes radio et vice-versa.
- comprendre pourquoi les dimensions des antennes sont aussi variées.
- comprendre pourquoi ces antennes fonctionnent sur le même principe.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

5.3. Le dipôle demi onde

Un dipôle demi onde consiste en un conducteur ("un fil") d'une longueur égale à $\lambda/2$ (lisez "lambda demi") et coupé en son milieu. C'est en son milieu que le dipôle est alimenté. Un dipôle ne présentera un faible ROS¹⁰ sur la ligne de transmission et ne rayonnera de façon efficace que s'il mesure exactement $\lambda/2$ pour la fréquence considérée et si les deux morceaux sont exactement de la même longueur.



En VHF (50 MHz et au-delà) le dipôle est souvent monté verticalement. Dans cette configuration, le dipôle rayonne (et reçoit) de façon uniforme quelle que soit la direction.

On dit qu'un dipôle vertical rayonne de façon **omnidirectionnelle**. Un tel dipôle est une bonne antenne pour le trafic local.

Pour des fréquences plus basses, le dipôle est souvent monté horizontalement pour une raison de facilité.

Un dipôle horizontal rayonne perpendiculairement à son axe. Il rayonne très peu dans la direction du fil. On dit que le dipôle horizontal rayonne de façon **bidirectionnelle**. Il est évident qu'il faudra tenir compte de cette caractéristique au moment où on va installer le dipôle.

¹⁰ Voir plus loin lorsqu'on étudiera l'adaptation.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

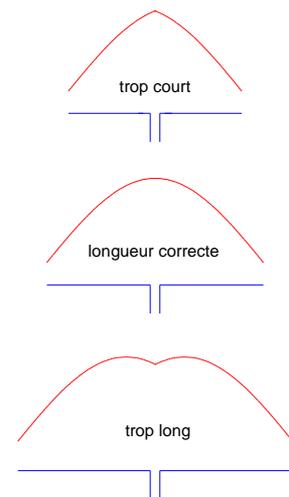
La résonance est un phénomène que nous rencontrons souvent : la corde d'une guitare fournit une certaine fréquence lorsqu'elle est pincée, lorsqu'on frappe un verre en cristal, il apparaît aussi une fréquence bien déterminée.

Ces sons dits "de résonance" dépendent de la longueur de la corde ou de la grandeur du verre.

Les antennes ont aussi des fréquences de résonance qui dépendent de leurs dimensions : plus les dimensions de l'antenne sont grandes, plus basse est la fréquence de résonance.

L'évolution du courant dans un dipôle a une allure sinusoïdale et, le courant aux deux extrémités est nul (il est évident qu'au bout du fil, il ne peut plus y avoir de courant). Cette situation ne peut se présenter que si la longueur est exactement une demi-onde et uniquement à ce moment-là, l'antenne fonctionnera de façon efficace.

Sur la bande des 20 m par exemple, la fréquence centrale est 14,175 MHz. Si on calcule la longueur d'onde (λ) on trouve 21,164 m : le dipôle ($\lambda/2$) devra donc mesurer 10,582 m, c.-à-d. que chaque brin devra mesurer 5,291 m. Nous verrons au chapitre 8 comment ajuster cette valeur dans la pratique.

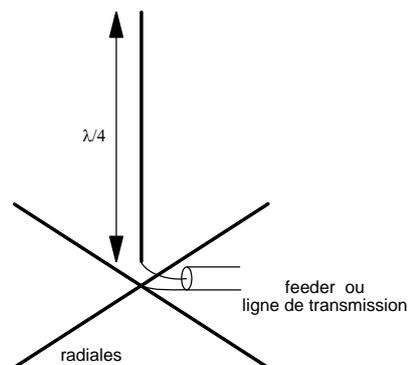


Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

5.4. Le quart d'onde vertical et la $5/8 \lambda$

L'antenne de la figure ci-contre est une antenne quart d'onde verticale. Elle est constituée d'un élément vertical qui mesure $\lambda/4$ (lisez "lambda quart"). Pour alimenter cette antenne de façon efficace, il est souhaitable que sa longueur soit exactement $\lambda/4$ pour la fréquence considérée.

Le rayonnement de l'antenne est égal dans toutes les directions et perpendiculairement à l'élément. C'est une antenne omnidirectionnelle. Les ondes sont dirigées légèrement au-dessus du plan horizontal. Il n'y a pas de rayonnement dans le sens du fil (dans la direction du ciel).

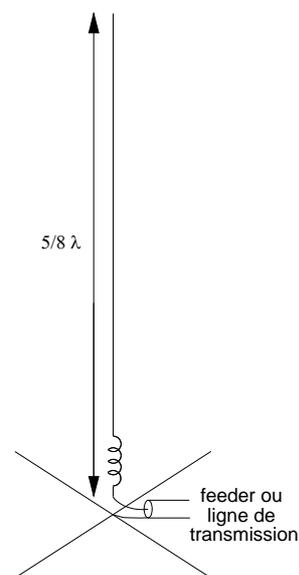


Cette antenne possède aussi des éléments horizontaux appelés **radiales** qui constituent un plan de masse pour l'antenne. Le plan de masse ainsi formé agit comme un miroir pour les ondes.

Le nombre de radiales peut être de 3, 4 ou plus. Les radiales peuvent aussi être légèrement repliées vers le sol : ceci permet d'obtenir un meilleur ROS.

L'antenne $5/8 \lambda$ (lisez "cinq huitième de lambda") est un développement de la quart d'onde. Dans ce cas, la longueur physique (mécanique) de l'antenne sera de $5/8 \lambda$. Cette antenne est très utilisée en VHF et en UHF. Sur les bandes décimétriques, on peut construire des $5/8 \lambda$ pour des longueurs d'onde allant jusqu'à 20 m; pour les fréquences inférieures (40, 80 et 160 m) cela devient beaucoup plus difficile du point de vue de la construction mécanique.

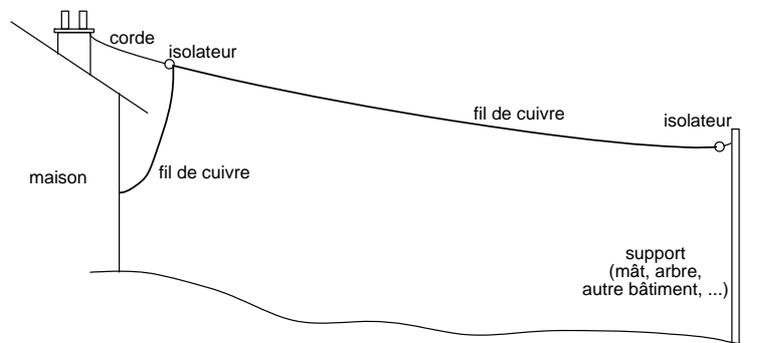
Cette antenne est également omnidirectionnelle, mais le fait d'avoir une antenne plus longue fait que le rayonnement se fait plus à l'horizontale : il y a beaucoup moins d'énergie envoyée vers le ciel. La bobine au pied de l'antenne est nécessaire pour obtenir un fonctionnement correct du système d'antenne et de ligne de transmission.



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

5.5. L'antenne long fil

Cette antenne est très souvent utilisée pour les fréquences basses (décamétriques) ou lorsque l'espace est limité. Un fil d'une certaine longueur est suspendu entre deux supports. Ces supports sont, par exemple, une maison et un arbre ou un mât dans le fond du jardin. Un côté de ce fil est connecté à l'émetteur (ou au récepteur). Le signal est donc appliqué à cette extrémité.



Une telle antenne est souvent utilisée pour couvrir plusieurs bandes de fréquences et n'est pas une demi onde, ni un quart d'onde. Elle ne peut être connectée directement à l'émetteur. Il faut y inclure un équipement appelé boîte de couplage (ou coupleur d'antenne).

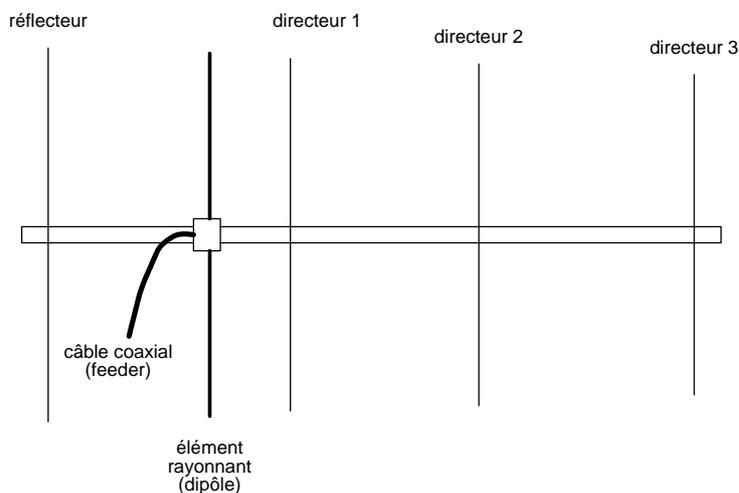
Comme le fil est connecté à l'émetteur, il rayonne aussi à l'intérieur de la maison et des interférences avec des appareils électroniques sont possibles.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

5.6. L'antenne Yagi

L'antenne Yagi est une antenne directionnelle. On l'appelle aussi parfois "beam", ce qui signifie qu'elle concentre la puissance rayonnée dans une direction spécifique. Cela signifie aussi qu'elle ne va recevoir que des signaux provenant d'une seule direction. L'exemple le plus courant d'antenne Yagi est l'antenne de TV.

Sur la figure, la grosse ligne noire est un dipôle demi onde. Il est monté sur un tube horizontal appelé "boom". C'est le radiateur. Le câble coaxial est connecté à ce dipôle.

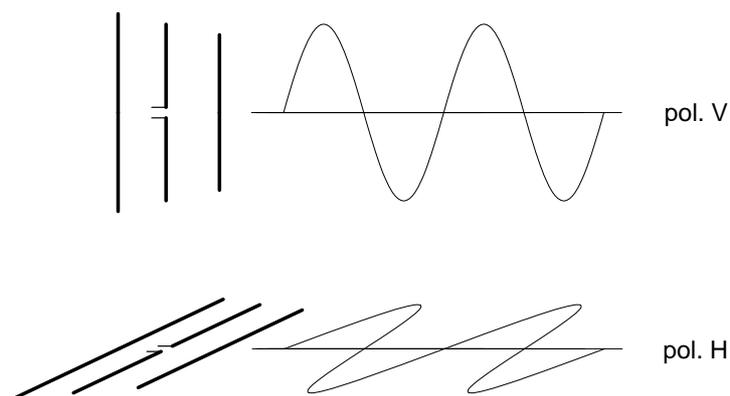


Le boom supporte aussi les autres éléments. Ces éléments consistent en un réflecteur qui est plus long que le dipôle et un ou plusieurs directeurs qui sont plus courts que le dipôle. Le maximum de signal est émis dans la direction des directeurs.

L'énergie est concentrée par les directeurs. Plus le nombre de directeurs est grand, plus l'effet de concentration est grand et plus l'énergie est concentrée sous un faible angle. Cette action est similaire à celle du réflecteur dans une lampe de poche qui concentre l'énergie lumineuse dans un pinceau de lumière et produit plus de lumière qu'une ampoule seule.

L'effet de concentration de l'antenne va permettre d'envoyer le signal RF bien plus loin qu'on ne pourrait le faire avec une antenne omnidirectionnelle telle qu'une antenne verticale. Evidemment, on ne peut faire cela que dans une seule direction. C'est la raison pour laquelle les radioamateurs utilisent des antennes Yagi avec un moteur de façon à pouvoir la faire tourner.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base



Une antenne Yagi est montée horizontalement ou verticalement. Ceci détermine la **polarisation** des ondes.

En VHF-UHF, les antennes doivent être dirigées l'une vers l'autre et elles doivent avoir la même polarisation.

En HF, la propagation ionosphérique modifie la polarisation de façon aléatoire et par conséquent, on ne sait plus tenir compte d'une polarisation d'antenne.

L'antenne Yagi et quelques autres antennes, ont donc cette faculté de concentrer l'énergie rayonnée dans une direction précise. Par rapport à une antenne omnidirectionnelle, un niveau plus important sera obtenu dans cette direction. Tout se passe donc comme si la station d'émission avait plus de puissance. Cette augmentation apparente de la puissance est appelée **gain de l'antenne** et cette valeur est donnée par le constructeur. Le gain est généralement donné en dB (prononcez "débé") ou "décibels".

La **puissance apparente rayonnée (PAR)** d'une station est le produit de la puissance réelle (mesurée à l'antenne) par le gain de l'antenne :

$$\text{PAR} = \text{puissance de l'émetteur} \times \text{gain d'antenne}$$

La PAR peut être considérée comme la puissance qu'il faudrait mettre sur une antenne omnidirectionnelle pour obtenir le même résultat du côté récepteur.

Exemple : On a un émetteur de 10 W et une antenne dont le gain est de 5 (5 fois) .
Quelle est la PAR ?

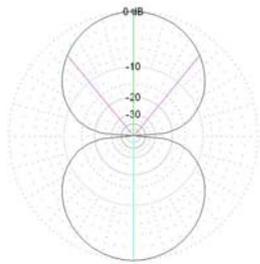
Réponse : $10 \text{ W} \times 5 = 50 \text{ W PAR}$.

Même si la puissance de sortie de l'émetteur n'est que de 10 Watts, cette antenne rayonnera "comme ci" l'émetteur était de 50 Watts.

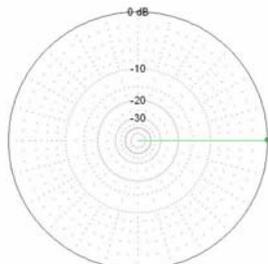
Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

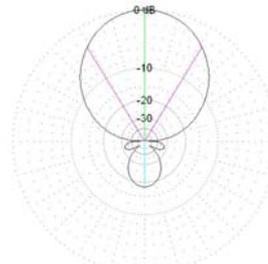
La manière dont une antenne rayonne se traduit dans son **diagramme de rayonnement**. Une antenne peut présenter une directivité soit dans son plan horizontal (encore appelé **azimut**) ou dans le plan vertical (appelé **élévation**). Quelques exemples de diagrammes de rayonnement dans le **plan horizontal** :



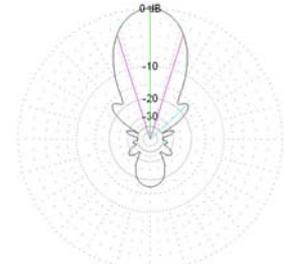
Dipôle horizontal



Quart d'onde ou $5/8\lambda$

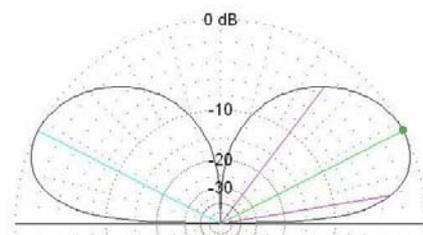


Yagi 3 éléments

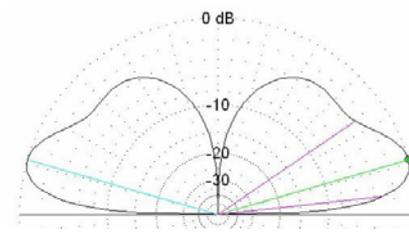


Yagi 11 éléments

Le diagramme de rayonnement dans le **plan vertical** est également très important, car la concentration dans ce plan contribue au gain de l'antenne. C'est ainsi qu'une antenne $5/8\lambda$ présente un gain par rapport à une antenne $1/4\lambda$ et ce, malgré le fait que ces 2 antennes sont toutes les deux omnidirectionnelles.



Quart d'onde



$5/8\lambda$

A retenir :

- reconnaître une antenne dipôle, une antenne quart d'onde, une $5/8\lambda$, une Yagi, une antenne long fil.
- comprendre pourquoi un dipôle doit mesurer une demi onde.
- comprendre qu'une quart d'onde et une $5/8\lambda$ sont des antennes omnidirectionnelles.
- comprendre et expliquer qu'une Yagi est une antenne directive et que son gain provient de la concentration de signal dans une direction.
- la polarisation de l'onde émise correspond à l'orientation de l'antenne (une antenne verticale émet des ondes polarisées verticalement).
- la PAR = la puissance émise x le gain de l'antenne.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

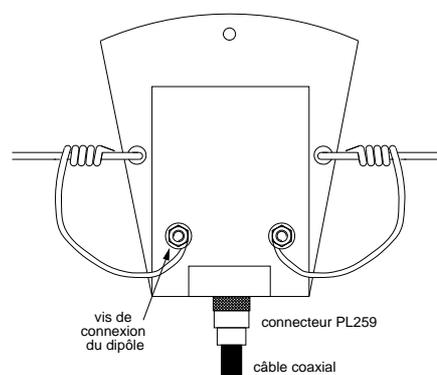
5.7. Antennes symétriques et asymétriques

Si nous regardons le dessin du dipôle, nous constatons qu'il y a deux connexions, une pour chaque partie (chaque brin) de l'antenne. Le courant RF va circuler dans chacun des "bras" de l'antenne; on dit que l'antenne est **symétrique**. Un dipôle serait donc mieux alimenté par une ligne de transmission symétrique (une "échelle à grenouille" par exemple) : le courant passe dans les 2 conducteurs de la ligne. Comme les deux courants sont égaux et de sens opposé, les champs produits se compensent et la ligne ne rayonne pas. Si, par contre, on utilise une ligne asymétrique (un câble coaxial), la symétrie de l'antenne est bouleversée et la ligne de transmission peut rayonner.

L'antenne verticale que nous avons rencontrée précédemment est raccordée au conducteur central du câble coaxial et le blindage (la tresse) est connecté à la terre ou au plan de masse. On dit que cette antenne est asymétrique. Une antenne **asymétrique** est donc mieux alimentée par une ligne d'alimentation asymétrique tel qu'un câble coaxial.

Il est souhaitable d'utiliser un **balun** (balanced-to-unbalanced), appelé aussi "symétriseur", pour connecter une antenne symétrique à une ligne de transmission asymétrique (comme le câble coaxial) et vice-versa.

Le dessin ci-contre représente un balun. Il s'agit d'un boîtier hermétique et isolant. Le balun se trouve au milieu du dipôle. On y trouve des trous pour fixer les 2 fils du dipôle et pour éventuellement le suspendre. On y trouve aussi 2 vis pour connecter le dipôle et une sortie pour un connecteur PL259 et son câble coaxial.



5.8. L'adaptation de l'antenne et le ROS ou SWR

Une ligne d'alimentation est caractérisée par son impédance caractéristique. On trouve ainsi des câbles coaxiaux à 50 Ω et des câbles coaxiaux à 75 Ω . La plupart des émetteurs et des antennes sont prévus pour 50 Ω ., on prendra donc des câbles coaxiaux à 50 Ω .

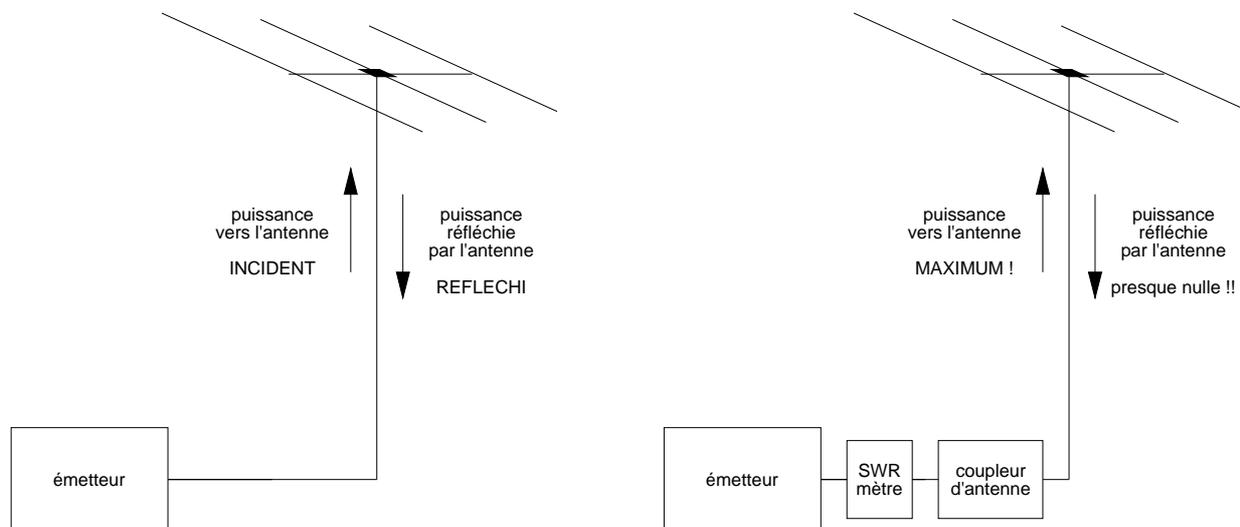
Le problème est un peu plus délicat en ce qui concerne l'antenne et la ligne de transmission. Si l'impédance caractéristique de l'antenne est différente de l'impédance caractéristique de la ligne d'alimentation, une partie de la puissance arrivant à l'antenne sera réfléchiée vers la source, c.-à-d. vers l'émetteur. Ceci pourrait endommager l'émetteur.

Le signal qui va de l'émetteur à l'antenne (signal incident) et celui qui va de l'antenne vers l'émetteur (signal réfléchi) vont produire des ondes stationnaires avec des maxima et des minima tout au long de la ligne de transmission.

On définit ainsi le **rapport d'ondes stationnaires** ou **ROS** comme le rapport entre l'amplitude maximale de l'onde stationnaire et l'amplitude minimale de cette onde

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

stationnaire. Plus le ROS est faible (plus il se rapproche de 1), meilleure est l'adaptation.



On donne souvent le ROS sous la forme 1,2:1 (lisez "un virgule deux sur un") : le "1" représente la valeur minimale de l'onde stationnaire et le "1,2" sa valeur maximale.

Un rapport d'ondes stationnaires (ROS) :

inférieur à 1,2 est considéré comme très bon	
inférieur à 1,5 est considéré comme bon	
égal ou supérieur à 2 est considéré comme mauvais	et requiert un coupleur d'antenne
égal ou supérieur à 3 est considéré comme TRES mauvais	et requiert un arrêt immédiat

Un petit tableau de conversion et d'abréviations :

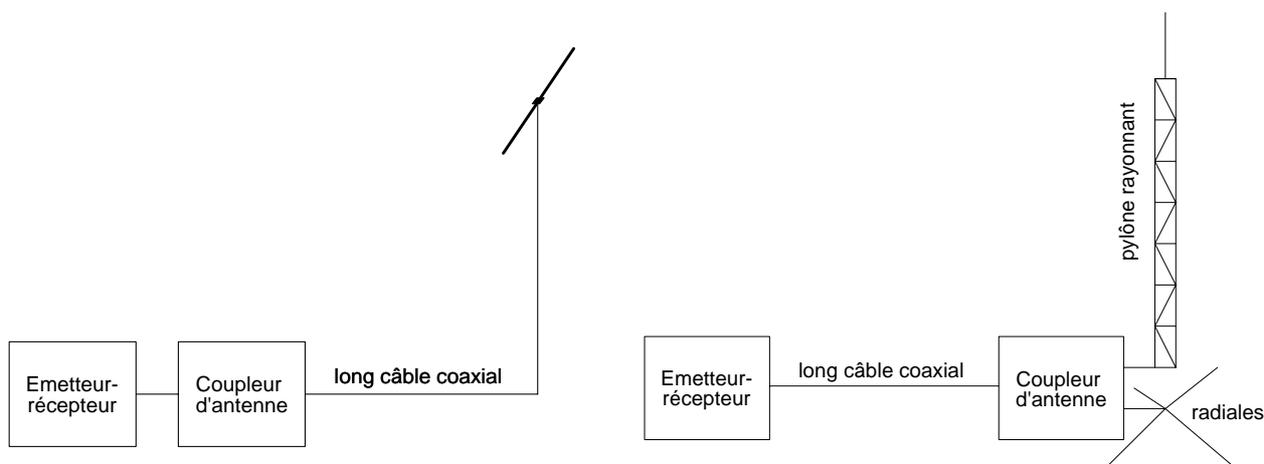
en anglais		en français	
Standing Wave Ratio	SWR	rapport d'ondes stationnaires	ROS

Pour des raisons de facilité, les radioamateurs ont l'habitude de mesurer le ROS à la sortie de l'émetteur alors qu'il serait plus correct de le mesurer au niveau de l'antenne.

Si le ROS n'est pas correct, on peut inclure un dispositif pour adapter l'impédance de l'antenne à l'impédance de la ligne de transmission. Ce dispositif s'appelle un **coupleur d'antenne** ou **boîte de couplage**.

Pour les mêmes raisons, les radioamateurs ont l'habitude de mettre le coupleur d'antenne à la sortie de l'émetteur (figure de gauche), alors qu'il serait plus correct de corriger le ROS au niveau de l'antenne (figure de droite). C'est d'ailleurs ce que l'on fait pour des pylônes rayonnants.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

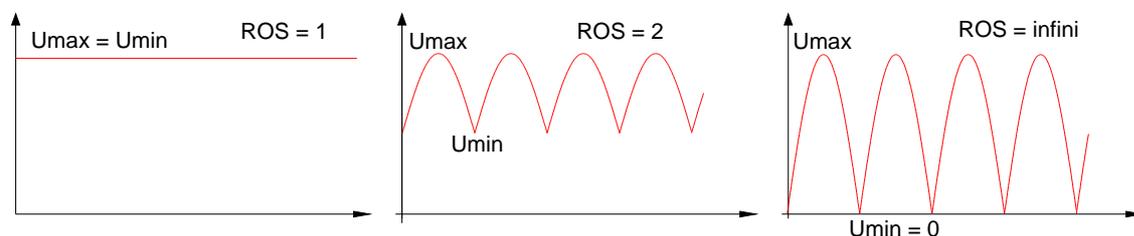


Des coupleurs d'antennes automatiques sont intégrés dans les transceivers modernes. Ils sont souvent limités à compenser une désadaptation dans une faible plage.

Notes:

Le **Rapport d'Ondes Stationnaires (ROS)** ou **Standing Wave Ratio (SWR)** est le rapport entre l'amplitude maximale de l'onde stationnaire et son amplitude minimale.

La tension fournie par l'émetteur (donc aussi la puissance) se propage dans la ligne de transmission vers l'antenne. Si l'antenne n'est pas adaptée, une partie de cette tension (donc aussi de la puissance) sera réfléchiée et ira en sens inverse (de l'antenne vers l'émetteur). Ces deux tensions combinées produisent des ondes stationnaires qui présentent des maxima et des minima.



Un ROS de 1 signifie qu'il n'y a pas de puissance réfléchiée et un ROS infini indique que toute la puissance est réfléchiée. Deux petites formules intéressantes :
 $ROS = U_{max}/U_{min}$ et $P_r(\%) = (ROS-1)^2 / (ROS + 1)^2$

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

5.9. L'antenne factice ou "Dummy Load"

Si on veut tester son émetteur sans rayonner de la puissance dans l'espace, on utilise une antenne factice encore appelée "dummy load".

Une antenne factice se comporte comme une antenne idéale. Elle est blindée pour éviter tout rayonnement. Une antenne factice est une résistance qui peut absorber la puissance (maximale) de l'émetteur. Elle présente un ROS de 1:1 sur une très grande plage de fréquences.

Trois caractéristiques importantes :

- la valeur de la charge, en pratique c'est TOUJOURS 50 Ω
- la puissance maximale que la charge peut dissiper : si votre émetteur peut fournir 10 W, l'antenne fictive devra pouvoir dissiper 10 W (mais 25 W seraient mieux).
- la plage de fréquences pour laquelle la charge est conçue.

A retenir :

- la différence entre antennes symétriques et asymétriques.
- le balun permet de passer de symétrique en asymétrique.
- une antenne doit être utilisée pour la fréquence pour laquelle elle a été construite.
- l'émetteur doit être raccordé à un système d'antenne correctement adapté. Un système d'antenne mal adapté peut endommager l'émetteur.
- si une antenne n'est pas adaptée à l'impédance de la ligne de transmission, elle n'est pas efficace.
- on peut compenser un système d'antenne mal adapté à l'aide d'un coupleur d'antenne.
- un ROS mètre ou un SWR mètre indique si l'antenne est bien adaptée à l'impédance de la ligne de transmission.
- un ROS élevé est le signe d'un défaut à l'antenne ou au câble et non à l'émetteur.
- une antenne factice est une résistance blindée utilisée pour tester l'émetteur sans rayonner.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 6 : La propagation

6.1. Le rayonnement

Les ondes radio se propagent en ligne droite à partir de l'antenne. Tout comme la lumière, les ondes radio peuvent être bloquées, réfléchies ou réfractées par les objets qu'elles rencontrent. Quand la distance de l'antenne augmente, l'intensité des ondes radio diminue. Cette diminution va aboutir à des niveaux qui sont inférieurs au niveau du bruit de fond et la réception ne sera plus possible.

La manière dont les ondes radio se comportent lorsqu'elles ont quitté l'antenne s'appelle la **propagation**.

A retenir :

- les ondes radio se déplacent en ligne droite, sauf si elles sont réfléchies ou réfractées.
- les ondes radio s'affaiblissent au fur et à mesure qu'elles se propagent.

6.2. L'environnement

Lorsque les ondes radio se propagent, elles vont rencontrer des bâtiments, des collines, des forêts et d'autres objets. Tous ces objets auront une influence sur les ondes radio. Ces effets dépendent essentiellement de 3 facteurs : la longueur d'onde, la densité et la conductivité des objets rencontrés.

Les ondes radio à fréquence basse sont moins influencées par les obstacles physiques que celles à fréquence plus élevée. Un petit immeuble est insignifiant pour une longueur d'onde de 80 m, mais pas une haute montagne. De façon similaire, la plus petite maison peut être un obstacle pour des longueurs d'ondes de 2 m ou de 70 cm.

Des structures très conductrices telles que des hangars métalliques ou des cheminées métalliques, des châteaux d'eau métalliques sont toujours mises à la terre pour éviter les problèmes de foudre. Inévitablement, ceci va bloquer les signaux radio. Seuls les signaux radio dont la longueur d'onde est nettement supérieure à leurs dimensions sont capables de les traverser. Notez que les constructions en béton comportent aussi beaucoup de fer, ces barres de fer ont le même effet qu'une structure en tôles, elles vont atténuer le signal.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

6.3. La portée

La portée dépend de plusieurs facteurs.

La **puissance de l'émetteur** est un facteur important, mais ce n'est pas le plus important. Les ondes radio obéissent à ce qu'on appelle une "fonction inversement proportionnelle au carré de la distance". Ce qui veut dire que chaque fois que la distance est doublée, le signal reçu est divisé par quatre. Pour augmenter la portée, il faudra donc augmenter, de façon appréciable, la puissance.

L'**environnement** est aussi un facteur important. Comme nous l'avons déjà dit précédemment, les immeubles et le terrain peuvent atténuer le signal de façon significative, ce qui va réduire sa portée. Ceci est particulièrement remarquable pour les VHF-UHF où la portée est presque limitée à la vue optique.

Si nous choisissons une **antenne à gain**, notre PAR va augmenter considérablement, ce qui va relever considérablement la portée. Mais, le gain d'antenne va aussi jouer son rôle à la réception et, en choisissant une antenne de réception avec un certain gain, on va pouvoir entendre des stations plus lointaines.

La localisation de l'antenne est un autre paramètre qui va affecter la portée. Plus l'antenne est haute, moins il y a de chance d'avoir des obstacles entre l'émetteur et le récepteur. De plus, la ligne d'horizon est plus éloignée. Ceci est particulièrement vrai pour les bandes VHF-UHF.

Les pertes dans le trajet dépendent aussi de la fréquence. Les ondes radio de fréquences basses sont moins atténuées.

6.4. La propagation en VHF-UHF

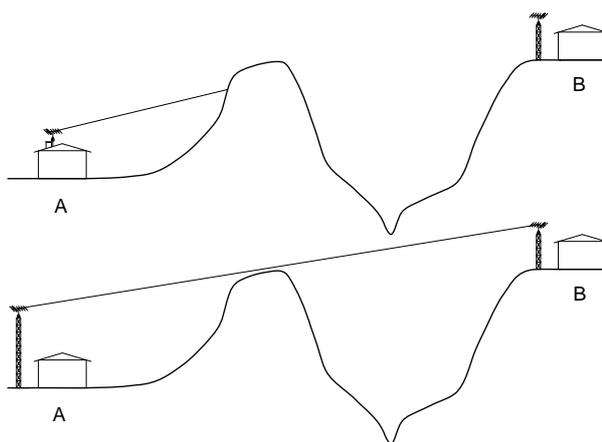
Les ondes radio sont plus atténuées par des obstacles denses que par des obstacles de moindre densité. Les ondes radio en VHF et UHF sont fortement atténuées par les murs, mais une fenêtre qui est grande en comparaison avec la longueur d'onde introduira moins d'atténuation. Vous aurez probablement déjà constaté qu'un récepteur radio FM fonctionne mieux devant une fenêtre que derrière un mur.

Toutes les ondes radio vont être atténuées lorsqu'elles passent à travers un mur. Dans certains cas cette atténuation peut être importante au point de ne plus permettre une réception correcte. La réception est toujours meilleure lorsqu'il y a visibilité directe. C'est la raison pour laquelle, les antennes de réception TV sont toujours montées sur le toit. C'est aussi la raison pour laquelle les émetteurs de TV sont montés sur de très grands mâts.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Sur la figure ci-contre, les ondes radio de l'émetteur A ne peuvent pas être reçues par un récepteur B. En augmentant la hauteur de l'antenne d'émission ou de réception, le signal pourrait être reçu.

Dans le premier cas, on dit qu'il n'y a pas vision directe, tandis que dans le deuxième cas, il y a vision directe.



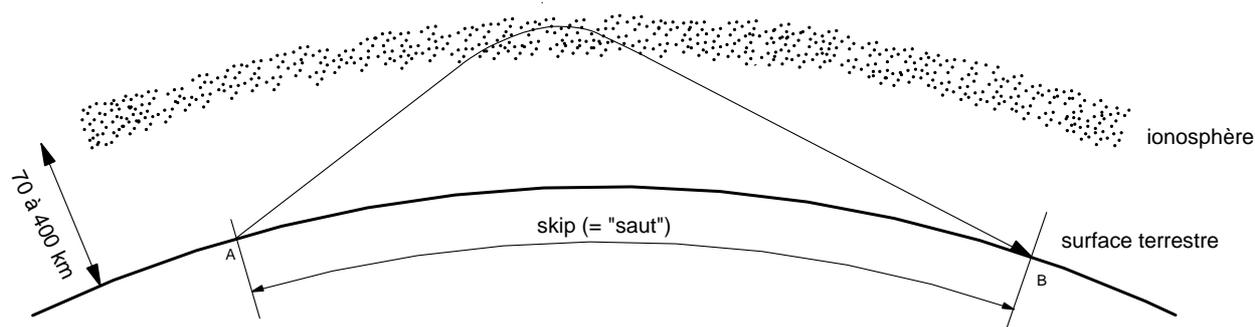
A retenir :

- les ondes radio se propagent en ligne droite SAUF en cas de réflexion et réfraction.
- les ondes radio s'atténuent lorsqu'elles se propagent.
- en VHF-UHF les collines et les bâtiments forment des zones d'ombres.
- en VHF-UHF les ondes pénètrent (ou sortent) mal dans les bâtiments.
- en VHF-UHF, la portée dépend.
 - de la hauteur des antennes
 - de la visibilité directe
 - de la puissance d'émission
 - de la fréquence utilisée (plus la fréquence est élevée, plus faible est la portée)
 - en VHF-UHF la portée n'est pas beaucoup plus grande que la ligne d'horizon.
- une antenne extérieure fonctionne mieux qu'une antenne intérieure.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

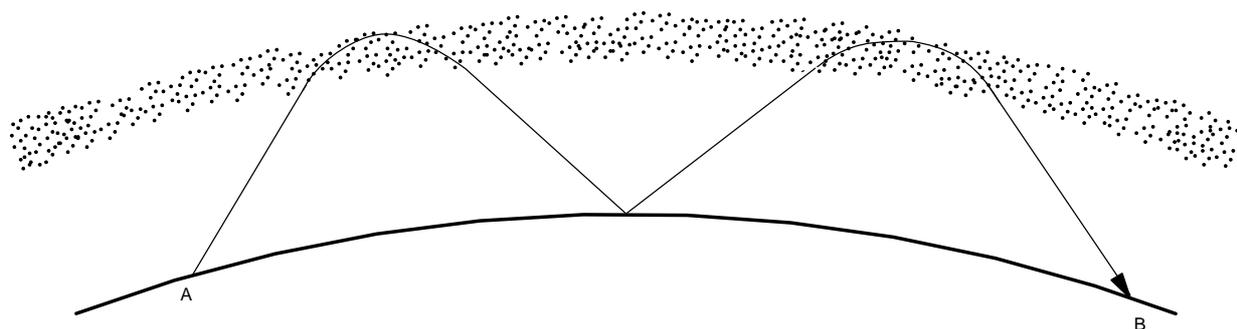
6.5. La propagation en HF – Rôle de l'ionosphère

L'ionosphère est le nom donné à des couches de gaz de l'atmosphère terrestre qui se trouvent entre 70 et 400 km au-dessus de la surface terrestre. Ces couches sont chargées de particules électriques (elles sont ionisées) par le rayonnement solaire. Cette ionisation leur permet de réfléchir des ondes radio vers la surface terrestre. Comme le degré d'ionisation dépend du rayonnement solaire, les conditions vont changer en fonction de la journée et aussi en fonction des différentes saisons.



Toutes les ondes radio ne sont pas affectées par l'ionosphère. Seules certaines fréquences en dessous d'une certaine valeur seront affectées. Les fréquences supérieures passeront au travers de l'ionosphère et iront dans l'espace. La fréquence maximale sur laquelle une propagation par réflexion ionosphérique peut avoir lieu, s'appelle la Fréquence Maximale Utilisable ou **MUF** (Maximum Usable Frequency). La MUF varie en fonction de l'ionisation et peut être prédite.

Si l'onde radio est réfléchiée par l'atmosphère, elle va pouvoir aller beaucoup plus loin que la portée optique. Dans certains cas les réflexions peuvent être multiples. Des sauts de 400 km sont possibles. Ce phénomène est connu sous le nom de **skip**. Les communications radio dans le monde entier sont possibles grâce à ce phénomène.



La propagation ionosphérique ne se produit que dans les bandes HF. Il est très rare que la MUF affecte la propagation sur les bandes VHF.

Il y a toutefois d'autres modes de propagation.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

A retenir :

- l'ionosphère contient des gaz ionisés à des hauteurs variant de 70 à 400 km.
- pratiquement toutes les communications en HF sont basées sur des réflexions sur l'ionosphère.
- en HF, la propagation à l'échelle mondiale dépend de la manière dont l'ionosphère réfléchit les ondes radio.
- la propagation en HF dépend de la fréquence, du moment du cycle solaire, de la saison et de l'heure.

Notes:

Contrairement aux ondes VHF-UHF, les ondes HF sont réfléchies par l'ionosphère. Le rayonnement solaire ionise différentes couches et, en fonction du degré d'ionisation, les ondes sont soit réfléchies soit réfractées, soit encore, elles traversent ces couches.

En dehors du moment de la journée et de la saison, le moment du cycle solaire (dont la durée est de 11 ans) joue un grand rôle. Ces phénomènes sont très complexes et très fluctuants. D'une façon simplifiée, on pourrait résumer les conditions de propagation de la manière suivante :

Sur **160 m**, seules des liaisons locales sont possibles pendant le jour (quelques dizaines de km). Pendant la journée, en effet, la couche D absorbe ces fréquences. Pendant la nuit, cette couche disparaît et donc l'absorption disparaît aussi. Pendant la nuit, des liaisons à grande distance sont possibles. Toutefois, étant donné la grande longueur d'onde, les antennes sont également très grandes, il faut pouvoir disposer de beaucoup de place.

La bande des **80 m** permet des liaisons locales de l'ordre de 500 km pendant la journée. C'est ici aussi la couche D qui absorbe les ondes et empêche les liaisons à grande distance. Pendant la nuit, on peut faire des liaisons beaucoup plus grandes. Ici aussi, vu la longueur d'onde, les dimensions des antennes restent imposantes.

Sur les bandes **40 m et 30 m**, la couche D est encore influente mais, des liaisons sont possibles sur environ 1.000 km. Depuis le coucher jusqu'au lever du soleil, cette bande est idéale pour les contacts intercontinentaux. Ces deux bandes sont aussi moins influencées par le cycle solaire (11 ans) et ce sont des bandes idéales pour des contacts longue distance pendant la nuit.

La bande des **20 m** est considérée, par beaucoup, comme la meilleure bande pour les grandes distances. Cette bande est pratiquement utilisable de jour comme de nuit. Elle est toutefois fermée pendant les nuits du minimum solaire.

Les bandes **17 m et 15 m** sont fortement influencées par le cycle solaire. Pendant les maxima du cycle solaire, ces bandes sont utilisables de jour comme de nuit. Pendant les minima du cycle solaire, seules des liaisons nord-sud sont possibles.

Les bandes **12 m et 10 m** sont encore plus dépendantes du cycle solaire. Pendant les maxima du cycle solaire, on peut réaliser de superbes liaisons. Mais, en contrepartie, cette bande n'est pas utilisable pendant les minima du cycle solaire.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 7 : Compatibilité Electromagnétique (CEM)

7.1. Les causes d'interférences

L'émetteur d'une station de radioamateur engendre un champ électromagnétique dans l'environnement immédiat et ce champ électromagnétique est bien supérieur à celui qui s'y trouvait sans la station du radioamateur.

Tout conducteur, tout morceau de fil exposé à ce champ peut capter des signaux car il agit comme une antenne. Les signaux ainsi captés peuvent avoir des effets imprévisibles et non souhaités.

Dans le but de maîtriser efficacement les problèmes de CEM, nous devons connaître les 3 raisons qui causent des interférences.

7.1.1. L'induction directe

Lorsque le champ électromagnétique est très puissant, il va créer à l'intérieur même des appareils électroniques (récepteurs radio et TV, magnétoscopes,...) des signaux tellement importants qu'ils vont surcharger les étages d'entrée et "écraser" les signaux que ces appareils devraient normalement traiter.

7.1.2. L'induction sur les câbles d'interconnexions

Les signaux radio que nous (radioamateurs) produisons peuvent aussi induire des tensions dans les câbles d'antennes, dans les câbles de raccordement des haut-parleurs, dans le câble entre un téléviseur et un magnétoscope ou dans celui de raccordement d'un téléphone.

7.1.3. L'induction sur le secteur et la mise à la terre.

Les signaux radio que nous (radioamateurs) produisons peuvent aussi induire des tensions dans les câbles secteur et dans les mises à la terre. Ceci est particulièrement vrai dans des installations d'immeubles collectifs où la mise à la terre parcourt un long chemin et où plusieurs mises à la terre sont réunies avant d'arriver à "la vraie terre".

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

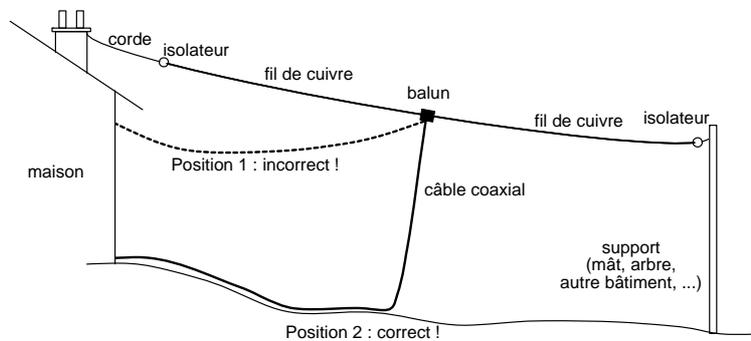
7.2. Les antennes et les problèmes de CEM

Comme nous avons dit précédemment, sur les bandes VHF-UHF, les problèmes de CEM sont essentiellement liés à la réception directe par l'antenne de réception d'un téléviseur. Il est donc judicieux de monter les antennes d'une station de radioamateur le plus loin possible des antennes TV et radio.

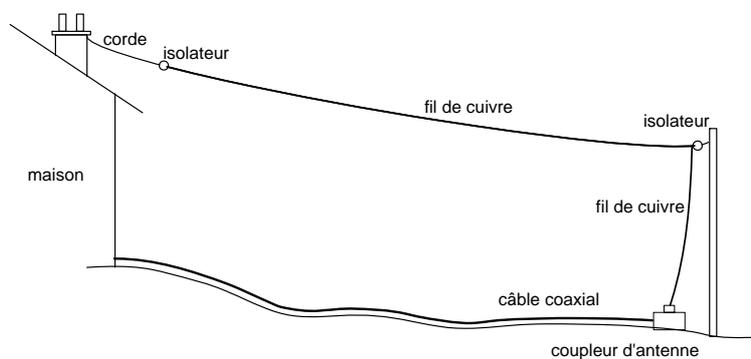
Si nous considérons le cas d'une antenne beam, il faudra veiller à ce qu'elle ne soit pas dirigée vers ces dernières. Aux fréquences HF, les chemins par lesquels les ondes radio peuvent produire des interférences sont plus difficiles à maîtriser. La distance entre les antennes et les appareils susceptibles d'être perturbés devra être plus importante.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Une antenne symétrique, comme un dipôle, donne moins de problèmes qu'une antenne asymétrique comme un long fil. Donc, si nous utilisons un câble coaxial, il faudra aussi prévoir un balun. La ligne d'alimentation devra s'écarter directement du dipôle en formant un angle droit et ne pas revenir parallèlement à un des brins du dipôle. Si on ne tient pas compte de cette règle, un courant HF est induit dans la tresse du câble coaxial et le câble pourra à son tour rayonner d'où problèmes de CEM. Toutefois, on peut réduire ces problèmes en glissant des cylindres de ferrite autour du câble coaxial.



Dans certains cas, la limitation d'espace peut contraindre à utiliser une antenne long fil. Au point d'alimentation de cette antenne, il y a une très forte tension et un très grand courant. Ceci peut produire des problèmes de CEM par le secteur (220 V) ou par les lignes téléphoniques. Une solution consiste à alimenter l'antenne par l'autre bout (le bout le plus éloigné). Comparez cette disposition avec celle donnée au chapitre 5.



Pour les bandes HF, il est nécessaire d'avoir une bonne terre. Ceci sera détaillé dans une autre section.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

7.3. Les modes de transmissions et CEM

La probabilité d'avoir des problèmes de CEM dépend de la puissance utilisée et du mode de transmission. Plus la puissance est grande, plus le risque est élevé.

Les modes où la puissance de sortie est constante comme la FM ou les modes numériques tels que le PSK présentent moins de risques. Les modes où la puissance de sortie varie présentent plus de risques. La CW pose un peu moins de risques que l'AM ou la BLU. Ces deux derniers sont des modes à grand risque. En CW, le fait d'avoir un émetteur qui aplanit les transitions brutales du signal peut réduire les problèmes de CEM.

7.4. L'immunité et l'utilisation de filtres

L'immunité est la propriété d'un appareil qui permet de résister aux interférences et de continuer à fonctionner correctement. Les fabricants de matériel électrique sont maintenant obligés de s'assurer que le matériel qu'ils vendent respecte la directive de la commission européenne. Ceci devrait leur garantir une immunité jusqu'à un certain niveau.

Mais que signifie "immunité jusqu'à un certain niveau"? Dans une habitation ordinaire, les équipements sont soumis à plusieurs signaux radio, aux signaux des stations GSM, aux signaux des émetteurs de radiodiffusion, mais aucun de ces signaux n'est aussi fort que le signal d'un radioamateur qui habite juste à côté. Comme nous l'avons signalé précédemment, l'intensité des ondes électromagnétiques diminue très vite quand la distance augmente. C'est pour cette raison que les émetteurs de radiodiffusion, même s'ils sont extrêmement puissants, ne produisent pas de signaux très forts. Il n'est donc pas surprenant de voir que certains appareils peuvent parfois manquer d'immunité vis-à-vis des signaux des radioamateurs.

Ce sont les fabricants qui, lors de la conception des appareils, permettent de garantir une certaine immunité. Toutefois, on peut augmenter l'immunité en ajoutant un filtre à l'extérieur de l'appareil. Des tores ferrites ou des "clamps" peuvent être ajoutés sur les câbles d'alimentation par exemple. On peut aussi mettre un filtre dans le câble d'antenne du téléviseur.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

Une des façons de combattre les interférences est d'inclure un filtre. L'endroit et le type de filtre dépendent essentiellement de la voie par laquelle le signal radio pénètre et affecte l'équipement électronique :

- via le **cordon secteur** : le filtre laissera passer la fréquence du secteur (50 Hz) et bloquera tous les signaux HF/VHF/UHF.
- via les câbles des **haut-parleurs** ou le **câble téléphonique** : le filtre devra laisser passer toutes les fréquences en dessous de 15 kHz et bloquer tous les signaux HF/VH//UHF. Une solution consiste à placer des ferrites autour des câbles. Certaines de ces ferrites se clipsent autour du câble, ce qui facilite le montage.
- via le câble d'antenne d'un **récepteur radio OL ou OM** : le filtre devra laisser passer les fréquences entre 100 kHz et 1,6 MHz et bloquer tout le spectre HF/VHF et UHF.
- via le câble d'antenne d'un **récepteur OC** : étant donné que les bandes amateurs sont intercalées dans les bandes de radiodiffusion, le problème ne peut être résolu facilement. Heureusement, il y a peu d'écouteurs des OC et la probabilité d'interférence est faible.
- via le câble d'antenne d'un **récepteur FM** : la bande FM (87,5 à 108 MHz) étant entre la bande 50 MHz et les bandes 144 et 430 MHz, il faut utiliser un filtre qui ne laisse passer que la bande 87,5 à 108 MHz et qui supprime toutes les autres bandes.
- via le câble d'antenne d'un **récepteur TV** : les bandes TV sont situées entre 47 et 862 MHz, et il faudra utiliser des filtres spécifiques qui bloquent la bande de fréquence radioamateur qui cause des perturbations.
- réception TV par la **télédistribution** : un problème supplémentaire est l'emploi des inter bandes et nos bandes amateurs (144 et 430 MHz) tombent dans ces inter bandes. Si les câbles de télédistributions étaient en parfait état, il ne devrait pas y avoir de problème, mais ceci n'est malheureusement pas toujours le cas.



filtre pour le secteur



filtre pour ligne téléphonique



filtre pour émetteur HF

Des filtres sont disponibles auprès des revendeurs de matériel radio et TV. Pour la licence de base, nous n'utiliserons que des filtres commerciaux. Mais, lorsque nous connaîtrons mieux la radio et lorsque nous aurons étudié la matière pour la licence complète, nous pourrons construire nos propres filtres.

7.5. Conséquences relationnelles (sociales)

Malheureusement, il y a souvent des motifs de disputes entre voisins et les problèmes de CEM en est un. Si on traite ces problèmes avec tact et diplomatie, on pourra très certainement trouver une solution. Vous allez ainsi éviter la confrontation, des ennuis et des frais. Nous allons vous donner quelques conseils pour résoudre ces problèmes de CEM à l'amiable :

- dès que vous êtes averti d'un problème, arrêtez IMMEDIATEMENT vos émissions.
- n'oubliez pas que le radio amateurisme est un hobby et qu'il passe après d'autres priorités.
- demandez à voir et à constater le problème.
- demandez au voisin de vous assister pour pouvoir porter un jugement.
- il est parfois intéressant de montrer que votre propre téléviseur n'est pas affecté. Mais n'utilisez pas cet argument pour refuser de régler le problème chez les voisins.
- essayez d'avoir une troisième personne indépendante pour appuyer votre cause, si le problème est indiscutablement chez le voisin. L'UBA a un EMC manager, demandez-lui conseil.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

- ne sous-estimez pas le problème, ne promettez rien trop vite et n'admettez pas trop vite que vous êtes en faute.
- n'apportez pas hâtivement des modifications à votre installation ou à celle du voisin.
- soyez sûr d'avoir un logbook bien tenu à jour. Il vous servira à établir des relations entre les effets et les causes et vous permettra de résoudre plus vite le problème.
- demandez à votre voisin de noter les heures des brouillages.

Dans des cas difficiles, il peut être nécessaire de demander l'appui de l'Institut belge des postes et télécommunications (IBPT). Vous pouvez aussi donner les détails, les adresses et numéros de téléphone de l'IBPT. Expliquez à votre voisin que les problèmes d'interférences sont de la compétence de l'IBPT et qu'il est normal, qu'en cas de problème, on fasse appel à cet organisme.

L'IBPT inspectera certainement en premier lieu votre installation pour voir si elle est en ordre de fonctionnement et si vous remplissez les conditions de la licence. Vous traiterez cette visite avec beaucoup d'attention et de respect, comme si c'était vos parents ou grands-parents. L'IBPT vous indiquera comment résoudre le problème ou vous indiquera quelle est votre erreur. Il est de votre intérêt de coopérer avec l'IBPT : si votre attitude est correcte, vous pourrez apprendre beaucoup des agents de l'IBPT.

Lorsque l'agent de l'IBPT aura inspecté votre station et l'équipement perturbé du voisin, il vous dira si votre station est en ordre ou non. Il vous donnera probablement des indications pour résoudre le problème.

Visitez le site de l'IBPT <http://www.ibpt.be> ou contactez l'IBPT par courriel à ncs-fr@ibpt.be, par téléphone au n° 02/226.88.00 ou par FAX au 02/226.88.02.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 8 : Procédures

Cette partie constitue la matière de l'examen pratique pour l'obtention la licence de base

8.1. Introduction

La licence de base exige aussi que vous puissiez démontrer votre aptitude à connecter les éléments d'une station de radioamateur et à utiliser correctement cette station.

Même si ceci va être expliqué dans les pages qui vont suivre, ce n'est que par la pratique que vous pourrez vous familiariser avec les différents réglages de votre émetteur-récepteur ainsi qu'avec les tonalités des différents modes de modulation. Pour cette raison, ce qui est décrit, ici est un aperçu de cette partie du programme. Ce que nous verrons ici consiste en quelques règles, formulées en "faites" et "ne faites pas". Mais, la partie la plus importante consiste à apprendre, par le geste, à apprendre en manipulant un émetteur-récepteur.

Cette section pratique est la clef de voûte du programme de la licence de base.

Votre façon de procéder devra être irréprochable. Le radioamateur qui obtient son certificat et donc sa licence, doit être capable d'utiliser sa station dans des circonstances normales et doit avoir assez de pratique pour opérer seul sa station. Il doit aussi être capable d'apprendre de nouvelles choses. Certains points de cette section (7.7 à 7.13) doivent pouvoir faire l'objet de démonstration de savoir-faire par des exercices pratiques "sur l'air".

Il est important que le candidat utilise une antenne fictive pour tous les réglages préliminaires.

8.2. Plans de fréquences

En plus des limites de la bande (voir § 2.6), les plans de fréquences sont des recommandations pour un bon usage des bandes, c'est un code de bonne conduite. Les plans sont établis par chaque pays en tenant compte de leurs besoins propres et en suivant aussi les recommandations internationales. Un plan de bandes détaille comment chaque bande est utilisée pour chacun des modes de transmission. Bien que le plan de bandes ne soit pas une matière inscrite dans la loi (l'Arrêté Ministériel), il est fortement recommandé que vous suiviez les plans de fréquences comme le font d'ailleurs tous les radioamateurs licenciés. Il est établi de sorte que chaque type d'activité y trouve sa place.

Tous les plans de bandes, avec leurs détails, sont disponibles sur le site de l'UBA et dans l'annexe 1. Comme nous l'avons déjà dit plus haut, il est important de les respecter en tout temps et en particulier durant l'examen. Il n'est pas nécessaire de connaître le plan de fréquences par cœur puisque vous aurez une copie du plan de fréquences sous la main. Bien qu'il y ait des exceptions, tous les plans de fréquences HF ressemblent au plan de la bande 20 m et tous les plans de fréquences VHF et UHF ressemblent au plan de la bande 2 m.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Pour l'examen pratique vous devrez connaître les plans de fréquences 20 m et 2 m.

8.2.1. Plan de fréquences pour la bande 20 m

14.000 – 14.070	CW
14.000 – 14.060	CW : segment de préférence utilisé pour les concours (contests)
14.070 – 14.099	Modes numériques et CW
14.099 – 14.101	Balises (International Beacon Plan)
14.101 – 14.112	Modes numériques de préférence, phonie et CW
14.112 – 14.125	Phonie et CW
14.125 – 14.300	Phonie, segment de préférence utilisé pour les concours (contests), CW
14.230	Fréquence d'appel SSTV et FAX
14.300 – 14.350	Phonie et CW

Explications :

- le bas de la bande est toujours réservé **EXCLUSIVEMENT** à la télégraphie (CW)
- le haut de la bande est mixte, phonie et télégraphie, mais les stations en télégraphie sont rares
- les modes numériques (RTTY, Packet Radio, PSK31, et autres) sont toujours situées entre le segment exclusivement télégraphie et le segment phonie et télégraphie.
- les radioamateurs n'émettent **jamais** dans les segments des balises, ceux-ci sont exclusivement réservés à l'étude de la propagation donc, tout le monde écoute les balises.
- pour laisser un peu de place aux autres utilisateurs, les radioamateurs qui participent aux concours sont priés de n'utiliser que certains segments.
- les plans des autres bandes HF (de 160 m à 10 m) ressemblent fort au plan de la bande 20 m

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.2.2. Plan de fréquences pour la bande pour 2 m

144.000 à 144.035	EME (liaison Terre-Lune-Terre), SSB et CW
144.035 à 144.150	CW
144.150 à 144.400	SSB (c.-à-d. phonie BLU)
144.400 à 144.500	Balises
144.500 à 144.800	Tous modes
144,800 à 144.990	Modes numériques
145.000 à 145.1875	Fréquences d'entrée des relais (canaux espacés de 12,5 kHz)
145.200 à 145.6875	Canaux simplex FM (canaux espacés de 12,5 kHz)
145.600 à 145.7875	Fréquences de sortie des relais (canaux espacés de 12,5 kHz)
145.800 à 146.000	Satellites

Explications :

- le bas de la bande est réservé **EXCLUSIVEMENT** à la télégraphie (CW)
- puis vient la partie BLU phonie
- puis les balises (les radioamateurs n'émettent **jamais** dans les segments des balises !) La balise belge ON0VHF est sur 144,418 MHz et elle est située à Louvain-La-Neuve
- puis le segment tous modes
- puis le segment réservé aux modes numériques (essentiellement Packet Radio)
- puis le segment des relais qui, pour des raisons de facilité est divisé en canaux
- et enfin, un segment réservé aux communications via satellites

Si un radioamateur vous fait une remarque sur l'emploi des bandes, consultez alors les plans de fréquences avec attention et s'il a raison, tenez-en compte pour le futur !

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.3. Ecoutez d'abord !

Ecouter pendant un certain temps va certainement vous apprendre une multitude de choses. C'est pour cette raison que posséder un récepteur décamétrique et **écouter** est tellement important pour un radio amateur. Ecouter, vous permettra de régler la fréquence sur une émission (ceci est particulièrement vrai en BLU). Vous apprendrez aussi quelle bande est ouverte, à quel moment de la journée et à quelle période de l'année. Vous saurez aussi à quoi vous attendre lorsque vous-mêmes allez émettre.

Cela peut paraître évident, mais avant de d'entamer une émission, il faut toujours écouter un peu afin de vérifier si la fréquence est bien libre. Il se peut que deux stations soient en communication, mais que vous n'en entendiez qu'une seule parce que l'autre est hors de votre portée. Il faut donc s'assurer qu'il y ait eu suffisamment de "blanc" dans votre émission afin qu'une station qui aurait été brouillée involontairement, puisse se manifester.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.4. L'alphabet phonétique

L'alphabet phonétique est donné dans l'Annexe 14 des Recommandations de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) et dans l'Annexe 2, Chapitre 4 de l'Arrêté Ministériel du 9 janvier 2001. Cet alphabet doit être utilisé pour épeler les indicatifs et il doit être connu (par cœur) pour l'examen pratique.

LETTRES à transmettre	MOT DE CODE	PRONONCIATION du mot de code
A	Alfa	AL FAH
B	Bravo	BRA VO
C	Charlie	TCHAR LI ou CHAR LI
D	Delta	DEL THA
E	Echo	EK O
F	Fox-trot	FOX TROTT
G	Golf	GOLF
H	Hotel	HO TELL
I	India	IN DI AH
J	Juliett	DJOU LI ETT
K	Kilo	KI LO
L	Lima	LI MAH
M	Mike	MA IK
N	November	NO VE MM BER
O	Oscar	OSS KAR
P	Papa	PAH PAH
Q	Quebec	KÉ BEK
R	Romeo	RO ME O
S	Sierra	SI ER RAH
T	Tango	TANG GO
U	Uniform	YOU NI FORM ou OU NI FORM
V	Victor	VIK TOR
W	Whiskey	OUISS KI
X	X-ray	EKSS RE
Y	Yankee	YANG KI
Z	Zoulou	ZOU LOU
		Les syllabes accentuées sont en caractères gras.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.5. Le rapport et le code RST

Un rapport est donné sous forme de 2 ou 3 chiffres basés sur le code RST comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Pour la téléphonie (la transmission des signaux vocaux), on utilise uniquement la lisibilité (R) et la force du signal (S). La force du signal est lue sur le récepteur grâce à un appareil de mesure appelé S-mètre.

R	
"Readability" Compréhensibilité	
R1	illisible
R2	à peine lisible
R3	lisible avec difficulté
R4	lisible
R5	parfaitement lisible

S	
"Signal Strength" Force du signal	
S1	trop faible
S2	très faible
S3	faible
S4	médiocre
S5	moyenne
S6	bonne
S7	assez forte
S8	forte
S9	très forte

T	
"Tone" Tonalité	
T1	ronflement
T2	
T3	rude
T4	
T5	gazouillement
T6	
T7	faible bruit
T8	
T9	note pure

Certaines stations ont l'habitude de donner "59" quelle que soit la force du signal reçu. Ceci n'est pas correct, il vaut mieux donner un rapport exact.

Dans le monde des radio amateurs on parle de **rapport** ou de **report** en anglais, mais on n'utilise pas les mots "Radio" ou "Santiago" qui appartiennent au vocabulaire des ci-bistes.

8.6. Premiers appels

La forme de l'appel dépend de la fréquence. Sur les bandes 2 m et 70 cm, il existe des canaux d'appels préférentiels. Demandez au radio club quelles sont les fréquences habituelles. En décimétrique, l'appel se fait en fonction du plan de fréquences.

La forme de l'appel dépend aussi du mode. Pour cet examen, nous ne verrons que la téléphonie.

Une partie de l'épreuve consiste à faire un simple contact, ce qui implique :

Que vous connaissiez les procédures, c.-à-d. comment appeler, ce qu'il faut échanger comme information, comment échanger le rapport et comment terminer le contact.
Que vous soyez capable d'utiliser correctement les différents réglages de votre émetteur-récepteur, ceci comporte essentiellement le VFO (bouton d'accord), le volume et le squelch. Dans ces manipulations, on doit inclure la lecture du ROS de l'antenne et le réglage du coupleur d'antenne et le réglage de l'antenne.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.7. Procédure en HF et en SSB

Une des difficultés de la BLU (SSB) est qu'une petite erreur de fréquence peut déformer le signal jusqu'à le rendre incompréhensible. L'accord précis est donc absolument indispensable. Trouver la bonne fréquence demande un peu de temps. Sur les bandes décamétriques, il n'y a pas de fréquence d'appel spécifique. Il faudra donc parcourir toute la bande pour trouver un autre radioamateur qui appelle. Supposons que nous ne trouvons aucune autre station en train d'appeler, nous allons choisir une fréquence libre et lancer notre appel.

L'appel doit être suffisamment long pour qu'un radioamateur qui écoute puisse s'accorder correctement sur votre fréquence. Il faudra donc répéter plusieurs fois l'appel. Il est d'usage de demander si la fréquence est libre.

Imaginez que votre indicatif est **O N 3 K V J** , dites par exemple :

"Ici Oscar November Trois Kilo Victor Juliet, est-ce que la fréquence est occupée ? "¹¹

S'il n'y a pas de réponse dans les 5 secondes environ, vous pouvez lancer un appel plus long:

"CQ, CQ, CQ, CQ. de Oscar November Trois Kilo Victor Juliet, Oscar November Trois Kilo Victor Juliet, Oscar November Trois Kilo Victor Juliet ... qui lance appel CQ et qui repasse à l'écoute. "¹²

S'il n'y a pas de réponse, vous pouvez continuer à appeler après quelques secondes de pause. Si quelqu'un vous répond, utilisez le bouton RIT ou le bouton CLARIFIER pour vous accorder sur la fréquence de votre correspondant, mais ne corrigez jamais le VFO sinon vous modifierez votre fréquence d'émission.

Lorsque vous répondez à quelqu'un, les deux indicatifs doivent être donnés de façon très claire, de façon à ce que la station qui appelle puisse vérifier si son indicatif a été correctement noté, par exemple :

O N 3 K V J i c i W D 9 Z Z

"Oscar November Trois Kilo Victor Juliet, ici Whiskey Delta Neuf Zulu Zulu "¹³

¹¹ Puisque beaucoup de contacts se font en anglais, nous allons donner les traductions ci-après : **"This is Oscar November Three Kilo Victor Juliet, is the frequency in use?"**

¹² en anglais : "CQ, CQ, CQ, CQ. This is Oscar November Three Kilo Victor Juliet calling, Oscar November Three Kilo Victor Juliet, Oscar November Three Kilo Victor Juliet ... calling CQ and standing by."

¹³ en anglais : " Oscar November Three Kilo Victor Juliet, This is Whiskey Delta Nine Zulu Zulu Zulu"

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Dés que le contact est établi, il n'est plus nécessaire de répéter les indicatifs, une seule fois suffit. Il faudra le répéter au début et à la fin de la transmission et au moins une fois toutes les 5 minutes, comme indiqué par la loi (Arrêté Ministériel).

Certains radioamateurs utilisent les mots "break" ou "over" pour vous laisser l'occasion de répondre à une question qui demande une réponse simple (un OUI, un NON ou une autre information très courte). Mais dans des conditions normales, on évitera d'utiliser les mots "break" et "over".

Sur les bandes décamétriques, vous serez souvent en communication avec des radioamateurs dont la langue maternelle n'est pas l'anglais, il est donc nécessaire de communiquer de façon claire, en ne parlant pas trop vite, en n'utilisant que des mots simples et en évitant des mots d'argot. Pour commencer la conversation, donnez votre nom, votre localisation et le rapport. Le rapport est représenté par 2 chiffres selon un code appelé RST.

"WD9ZZZ de ON3KVJ, bonsoir, mon nom est Michel, et je suis à Namur, Namur, environ à 50 km au sud de Bruxelles" ¹⁴

Remarquez que l'on ne donne pas de nom de village, mais des noms de grande ville que l'on peut retrouver dans les atlas, avec une indication de la distance et de la direction ("50 km au Sud de Bruxelles").

Remarquez aussi que les noms difficiles (pour un étranger) sont répétés et parfois épelés selon l'alphabet international.

Votre correspondant vous répondra par

"ON3KVJ de WD9ZZZ, Bonjour Michel ! Ma localisation est Danville, Danville dans l'état de l'Illinois. Votre signal est 59 , 59" ¹⁵

Beaucoup de contacts consisteront en de tels échanges, mais vous pouvez continuer et donner des détails de votre station, ce qu'on appelle les "conditions de travail" (l'émetteur, l'antenne). On donne parfois aussi la profession et la météo.

En général on donne donc :

- une formule : **bonjour** ou **bonsoir**,
- on **remercie** pour l'appel ou pour la réponse
- on donne le rapport (**RST**)
- on donne la localisation (**QTH**)
- on donne le **nom**
- et on parle de sa station

¹⁴ en anglais : "WD9ZZZ de ON3KVJ, good evening, name here is Michel, location is Namur, Namur, about 50 kilometers south of Brussels"

¹⁵ ou en anglais "ON3KVJ de W9DZZ, hello Michel. My location is Danville, Danville in the state of Illinois. Your signal here is 5 9, 5 9 "

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

- on peut aussi parler de sa profession (sans entrer dans les détails) ou d'autres hobbies ou d'autres choses sans grande importance ("Je suis en train d'étudier pour devenir informaticien ...", "Ce matin j'ai travaillé dans mon jardin ...", "Je dois quitter maintenant car je dois partir...", etc.)

Dans la dernière transmission, il est recommandé de donner les deux indicatifs en épelant phonétiquement de sorte qu'une station à l'écoute puisse vous identifier et se préparer à vous appeler.

Enfin pour terminer

"Ici ON3KVJ qui termine avec WD9DZZ et ON3KVJ reste à l'écoute".¹⁶

N'oubliez pas que certaines stations sont en train d'écouter et attendent patiemment leur tour de sorte qu'il est intéressant de donner certaines indications sur ce qui va se passer.

La loi belge et les règles que se sont fixé les radioamateurs préconisent de ne jamais aborder des sujets politiques, religieux ou des sujets qui pourraient offenser le correspondant ou ceux qui écoutent.

N'oubliez pas de noter immédiatement dans votre livre journal :

- la date et l'heure de vos émissions
- l'indicatif d'appel de la station correspondante (ici WD9DZZ)
- la bande de fréquence utilisée
- la classe d'émission utilisée (SSB, CW, FM ou un autre type de modulation)

¹⁶ ou en anglais : "This is ON3KVJ signing clear with WD9DZZ and ON3KVJ is now standing by for a call."

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.8. Procédure en VHF/UHF et en SSB

La procédure et l'appel sont les mêmes en BLU et en décimétrique. Toutefois, il existe une fréquence d'appel (144,300 et 432,200 MHz). Lorsqu'il n'y a pas de trafic, on peut appeler sur la fréquence d'appel puis changer de fréquence.

D'autres radioamateurs se mettent légèrement au-dessus ou en dessous, de 3 à 10 kHz de la fréquence d'appel.

Afin de localiser les stations on utilise un groupe de lettres et de chiffres, tel que JO20EU que l'on appelle le WW-locator (World Wide Locator). Cela permet de définir à quelques km près où se trouve la station et la distance entre vous et votre correspondant. Ce système est trop complexe à expliquer ici, mais il suffira de demander cette information dans votre radio-club pour trouver de l'aide.

8.9. Procédure en VHF/UHF et en FM

Nous allons d'abord examiner les contacts en direct, les contacts via relais seront examinés plus tard.

La plupart des radio clubs ont des habitudes et ont défini des fréquences de rendez-vous.

Comme la FM ne présente pas les problèmes de la BLU, les appels CQ sont beaucoup plus courts qu'en BLU. On dira donc

"CQ CQ CQ, ici ON3KVJ qui lance appel"

Notez que nous n'avons pas épilé l'indicatif. Il y a deux bonnes raisons à cela : tout d'abord parce qu'il n'y a pas cette difficulté d'accord comme en SSB et parce que ces appels sont en général des appels locaux qui s'adressent normalement à des radioamateurs parlant la même langue que vous. Toutefois, il se pourrait que l'on soit amené à épiler l'indicatif si le correspondant ne comprend pas bien ou si les conditions sont difficiles.

Dès que le contact est établi, on doit quitter la fréquence afin de donner la possibilité à d'autres d'utiliser cette fréquence d'appel. Une des deux stations fera une proposition. Notez que chaque fois que vous changez de fréquence vous devez vous identifier.

"ON3KVJ ici ON7ABC"

"ON7ABC, on passe sur 145.550 ? "

La plupart des conversations que vous entendrez en FM sont des "parlotes". Toutefois, si les conditions sont bonnes, on peut entendre des stations très lointaines et le recours à l'anglais peut, à nouveau, devenir nécessaire.

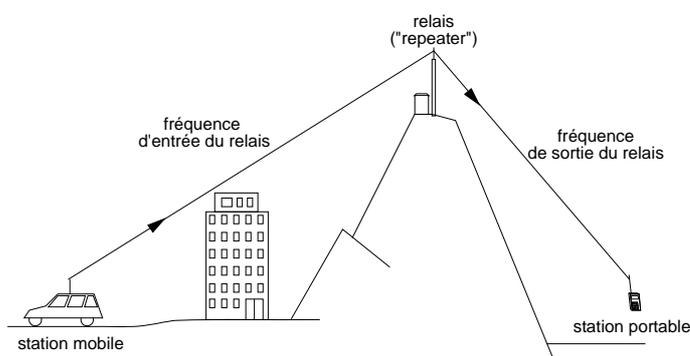
Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.10. Les stations relais

8.10.1. A quoi servent les relais ?

Une station relais permet aux radioamateurs qui ont une station mobile (c.-à-d. installée dans un véhicule) ou portable de communiquer entre eux et d'étendre considérablement la portée atteinte sans relais. Un relais permet aussi aux radioamateurs d'une région de rester en contact. Le relais est installé sur un point favorable, c'est-à-dire un point haut permettant de couvrir une zone relativement large.

Un relais possède deux fréquences : une fréquence d'**entrée** et une fréquence de **sortie**. Un radioamateur qui veut utiliser une station relais transmet sur la fréquence d'entrée du relais et écoute sur la fréquence de sortie. L'émetteur-récepteur doit donc être programmé pour fonctionner sur 2 fréquences différentes et pour commuter automatiquement.

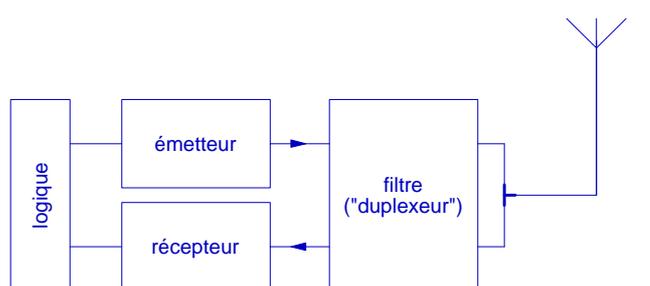


La différence entre la fréquence d'émission et la fréquence de réception s'appelle le "shift". D'une façon générale, tous les relais 2 m ont un shift de 600 kHz, alors que tous les relais 70 cm en Belgique ont un shift de 1,6 MHz.

Notes:

Une station relais comporte un émetteur et un récepteur. Elle comporte aussi un circuit qui va commander la logique de fonctionnement. Afin d'utiliser une seule antenne, il faut encore un filtre à cavité appelé "duplexeur".

Un relais est souvent construit par un radio club. C'est l'investissement d'un ou plusieurs radioamateurs qui permet à une communauté de bénéficier des facilités d'un relais. Il est donc logique de participer financièrement et selon ses moyens à ce genre de projet.



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.10.2. Comment utiliser un relais ?

Tout d'abord, les fréquences d'émission et de réception doivent être programmées dans votre transceiver. En principe on programme la fréquence de réception et le shift, c-à-d la différence entre fréquence d'émission et fréquence de réception. Le changement de fréquence (émission/réception) se fait alors automatiquement.

Renseignez-vous donc au radio club pour savoir quelle est la fréquence du relais local.

Pour pouvoir utiliser un relais, il faut l'ouvrir. Il existe deux méthodes

L'ouverture par **CTCSS** : on envoie pour cela une tonalité en permanence, cette tonalité se trouve en dessous de 300 Hz (entre 67 et 254 Hz), donc en dehors du spectre 300 à 300 Hz et elle est filtrée pour ne pas être audible. On l'appelle parfois aussi "subtone". On a attribué des fréquences différentes de CTCSS pour les différents relais. Si vous n'avez pas la bonne tonalité vous ne pourrez pas transmettre via le relais. Renseignez-vous auprès de votre section pour avoir tous les détails. Le CTCSS accompagne donc en permanence votre émission. Lisez aussi le manuel de votre transceiver à ce propos.

L'autre méthode (plus ancienne) utilise une **tonalité à 1750 Hz** que l'on transmet juste au début pendant 1 à 2 secondes. Dès que le récepteur du relais détecte cette fréquence, il "ouvre le relais" c'est-à-dire qu'il enclenche l'émetteur. Après avoir envoyé votre 1750 Hz pendant 1 à 2 secondes environ, repassez en réception. Vous allez constater que le relais s'est mis en fonctionnement et qu'il transmet son indicatif. Attendez que l'indicatif soit donné pour repasser en émission et pour lancer votre appel. Lisez aussi le manuel de votre transceiver à ce propos. Si le récepteur du relais ne reçoit pas de signal pendant 10 secondes ou plus, il coupe l'émetteur et le relais attend un nouveau signal à 1750 Hz. Si le récepteur est actif pendant plus de 3 minutes, il coupe également le relais, ceci assagit les bavards.

Et pour le reste, le contact se déroule comme en FM.

N'oubliez pas :

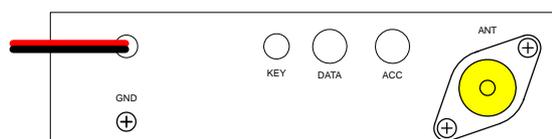
- que plusieurs personnes sont à l'écoute du relais, ayez donc une procédure irréprochable.
- si vous pouvez entendre votre correspondant en direct, il vaut mieux quitter le relais et passer sur un canal simplex
- l'emploi des relais n'est pas interdit aux stations fixes, mais la priorité est donnée aux stations mobiles et portables.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

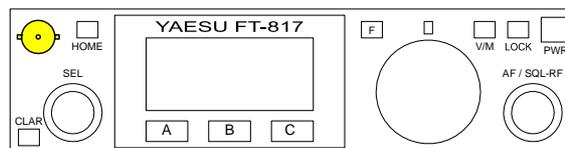
8.11. L'émetteur-récepteur HF

Dans cette section, nous allons considérer l'exemple du Yaesu FT-817 qui est un émetteur typiquement fait pour la licence de base. Il est alimenté en 13,8 V. Nous allons examiner les commandes :

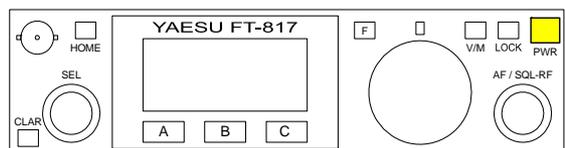
Identifions la face arrière, on y trouve :
le connecteur d'antenne du type PL259
l'alimentation 13,8 V
la vis de mise à la terre



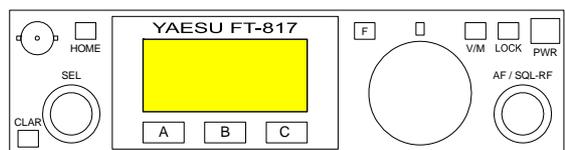
Sur la face avant, on trouve un autre connecteur d'antenne, celui-ci ne sert qu'aux bandes 50, 144 et 432 MHz. Il s'agit d'un connecteur BNC.



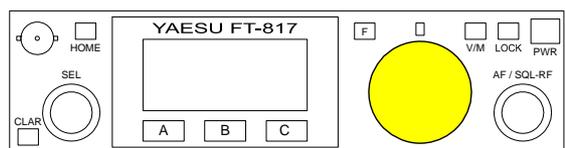
Sur la face avant, on trouve aussi le bouton PWR pour mettre l'appareil en service. Dès la mise en fonctionnement du transceiver, des indications apparaîtront sur l'écran.



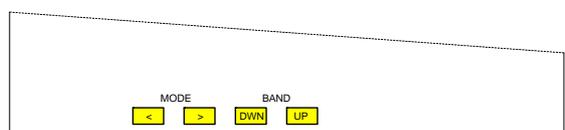
L'écran central indique :
le VFO A ou B ou la mémoire
le mode (USB, LSB, CW, FM,...)
la fréquence
le S-mètre, la puissance émise ou le ROS
des indicateurs divers



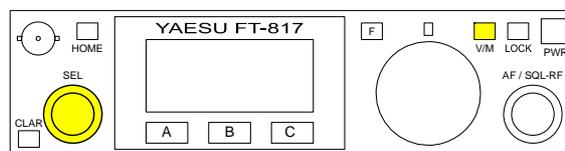
Le bouton d'accord de l'émetteur-récepteur est aussi appelé VFO. C'est en général le plus gros bouton d'un transceiver. L'affichage LCD indique la fréquence.



Vous trouverez aussi deux boutons BAND pour changer de bande. Ces deux boutons permettent de parcourir les différentes bandes radioamateur 1,8 - 3,5 - 7 - 10 - 14 - BC - 18 - 21 - 24 - 28 - 50 - 88 - 108 - 144 - 430. En plus, deux autres boutons permettent de changer le mode de modulation. LSB - USB - CW - CWR - AM - FM - DIG - PKT

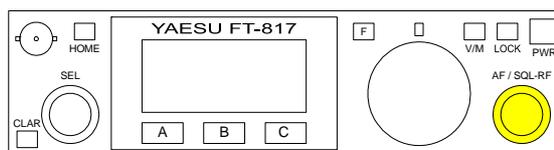


Le bouton V/M permet de passer du VFO aux mémoires. Habituellement, les mémoires sont utilisées pour mémoriser les canaux des relais 144 et 430 MHz ou pour les canaux simplex que l'on utilise régulièrement. En HF, le VFO est pratiquement toujours utilisé.



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

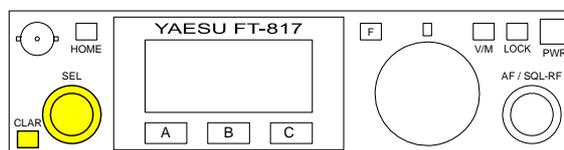
AF / SQL et RF – Ce sont deux boutons concentriques. Le bouton AF ajuste le niveau audio, c'est le volume du haut-parleur. Le bouton le plus près de la face avant est le bouton de squelch.



Le squelch (silencieux) ne s'utilise qu'en FM : en partant de la position minimale (tourné tout à fait à gauche), tournez le bouton lentement vers la droite jusqu'à ce que le souffle soit coupé. Ce point est le réglage correct du squelch.

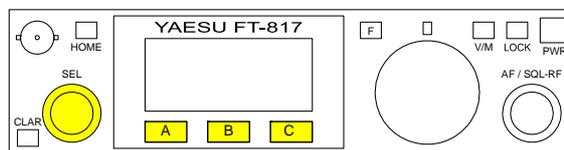
Le gain RF ne s'utilise qu'en HF en présence de signaux puissants.

Le CLARifier (ou RIT) s'emploie pour corriger un petit décalage entre la fréquence d'émission et de réception. Appuyez d'abord sur le bouton carré avant de toucher au réglage.

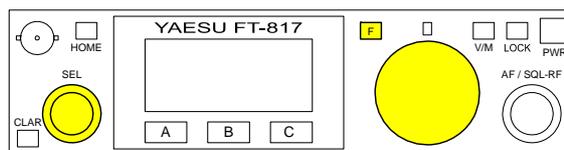


Un bon conseil ; pendant un contact, ne touchez JAMAIS à votre fréquence d'émission (VFO) mais corrigez la éventuellement avec le CLAR.

Les boutons A, B et C et le bouton SEL permettent de modifier les paramètres principaux. Il est souhaitable de consulter le manuel car les commandes peuvent être assez complexes.



On peut aussi définir d'autres paramètres grâce au menu : appuyer sur [F] pendant plus d'une seconde, utiliser [SEL] pour choisir les fonctions, utiliser le bouton du [VFO] pour choisir la valeur. Il est souhaitable de consulter le manuel car les commandes peuvent être assez complexes

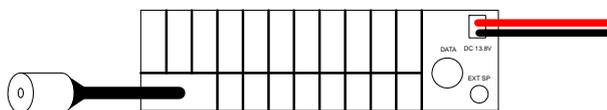


Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

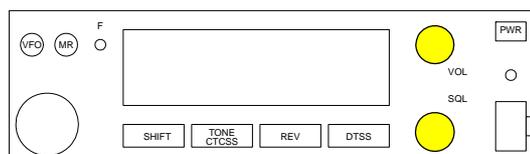
8.12. L'émetteur-récepteur VHF/UHF

Nous allons analyser un TM-251 de KENWOOD. Il s'agit d'un émetteur-récepteur classique destiné à être utilisé en mobile.

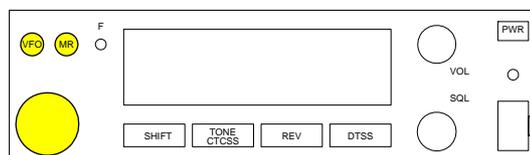
Identifions la face arrière, on y trouve :
un petit morceau de câble terminé par un connecteur de type SO239
deux fils pour l'alimentation à 13,8 V



On distingue, sur la face avant, le réglage du volume et celui du squelch



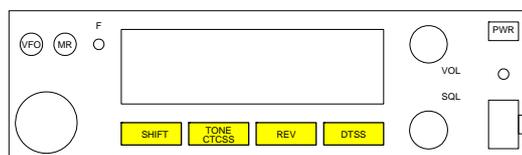
On distingue aussi deux boutons VFO et MR (Memory Recall) ainsi que le bouton de sélection de la fréquence ou de la mémoire



SHIFT permet d'avoir ou non le décalage pour les relais

TONE CTCSS pour l'envoi de la tonalité (émission) et la mise en service du silencieux (réception). Si 1750 est sélectionné comme CTCSS, alors une pression sur TONE CTCSS enverra du 1750 Hz.

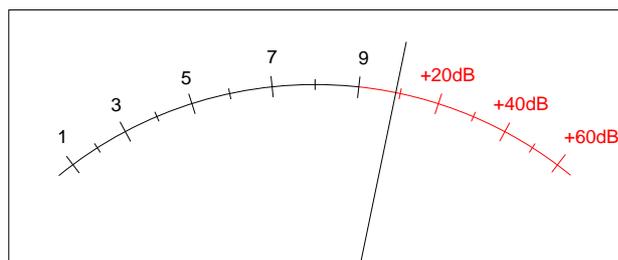
REV permet d'écouter sur la fréquence d'entrée du relais. Si le signal est audible, on pourra éventuellement passer en simplex (sans relais)



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.13. Le S-mètre

Un des éléments du rapport est la force des signaux (le "S" de RST). Le S provient de Strength comme la force du signal. Les transceivers sont équipés d'un S-mètre qui donne une indication proportionnelle à la force du signal reçu. Il existe des S-mètres équipés d'appareils à aiguille et des S-mètres utilisant un bar graphe sur un affichage LCD.



S-mètre à aiguille



S-mètre du type bar graphe

Le S-mètre est étalonné en points "S", un signal S9 est un signal très confortable. Entre 2 points S il y a une différence de 6 dB (2 x en tension soit 4 x en puissance). Au-delà de S9, le S-mètre est étalonné en S9+20, S9+40, et S9+60dB.

"Donner le rapport" consiste à lire la valeur indiquée par le S-mètre et à la communiquer à son correspondant en disant "*votre signal est S- 'quelque chose' ici*".

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.14. Le ROS-mètre ou SWR-mètre

Il existe deux types de ROS-mètre :
le premier utilise un simple appareil de mesure (un simple microampèremètre)
le second utilise un appareil avec 2 aiguilles, ce dernier est le plus courant.

Nous allons voir comment procéder pour lire le ROS d'une antenne :

Un ROS-mètre avec un appareil de mesure ordinaire (c.-à-d. avec une seule aiguille) se présente comme ci-contre :

connectez le ROS-mètre entre l'émetteur et l'antenne. Le connecteur marqué ANTENNA doit être raccordé à l'antenne et le connecteur marqué TCVR ou TRANSCIEVER doit être connecté à l'émetteur. Si on ne connecte pas correctement le ROS mètre, la lecture ne sera pas correcte !

prédisposez l'émetteur en basse puissance
mettez le ROS-mètre sur Forward (parfois abrégé en FWD)

tournez le bouton "CAL" jusqu'à ce que le ROS mètre dévie à fond d'échelle
commutez sur la position "Reflected" (REFL) ou "SWR", la valeur du ROS peut maintenant être lue.
dans le cas de la figure ci-contre, le ROS serait de 1,3

Le ROS mètre devra être calibré avant chaque lecture, car la puissance varie un peu.

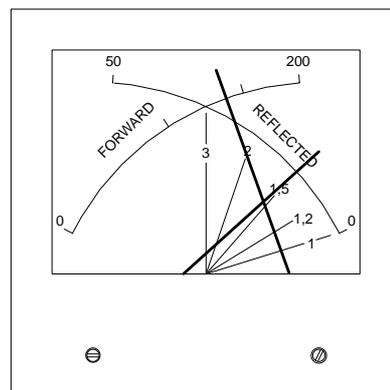
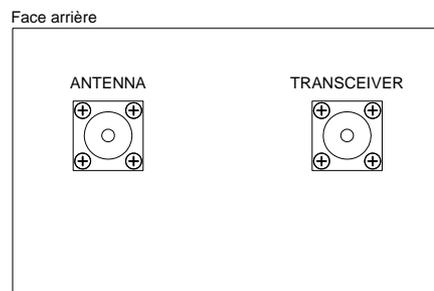
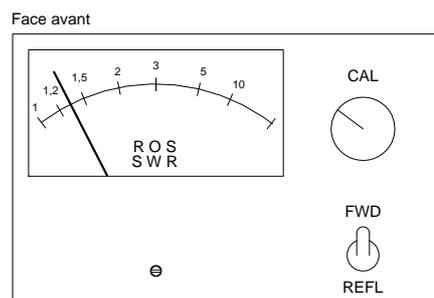
ROS-mètre à 2 aiguilles encore appelé ROS-mètre à aiguilles croisées:

connectez le ROS-mètre entre l'émetteur et l'antenne. Connectez bien le câble d'antenne sur le connecteur marqué ANTENNA et le câble vers l'émetteur sur le connecteur marqué TRANSCIEVER.

prédisposez l'émetteur en basse puissance
les deux aiguilles se croisent dans un secteur où l'on peut mesurer le ROS.

dans le cas de la figure, on dira que le ROS est de 1,5.

Remarquez que la puissance, dans le sens direct, est représentée par une des aiguilles et qu'il faut la lire sur l'échelle FORWARD, tandis que la puissance réfléchiée est indiquée par l'autre aiguille sur l'échelle REFLECTED.



Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Caractéristiques importantes :

- la puissance maximale que le ROS mètre peut mesurer
- la plage de fréquences pour laquelle il est conçu.

8.15. Le coupleur d'antenne

Le coupleur d'antenne ou la boîte de couplage va permettre d'adapter le système d'antenne à l'émetteur. Un tel coupleur peut se présenter comme ci-dessous.

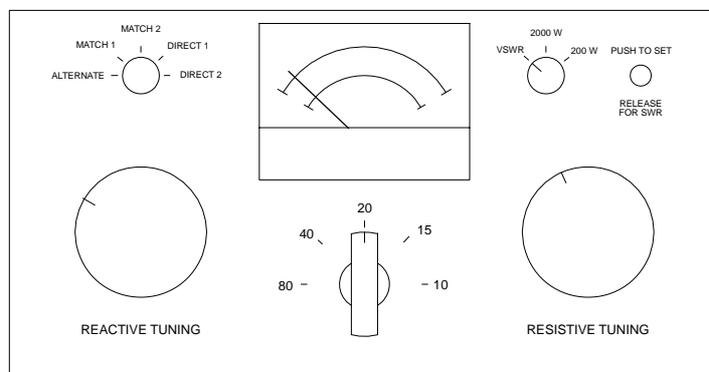
On remarque le ROS-mètre incorporé. Cet appareil peut aussi mesurer la puissance.

On utilisera le ROS-mètre comme indiqué plus haut.

On remarque aussi un sélecteur d'antenne :

ALTERNATE qui sert normalement à l'antenne factice, mais qui peut aussi servir de sortie directe (sans coupleur)

MATCH 1 et MATCH 2, les 2 sorties en passant par le coupleur, et, DIRECT 1 et DIRECT 2, les 2 sorties sans passer par le coupleur.



Réglage :

- mettre l'émetteur-récepteur en position réception, changer de bande et diminuer la puissance de sortie
- mettre le sélecteur sur la bande correspondante (80, 40, 20, 15 ou 10 m)
- régler alternativement les 2 boutons de réglage REACTIVE TUNING et RESISTIVE TUNING pour un ROS minimum.

La mesure du ROS et le couplage de l'antenne se font toujours avec la puissance minimale, afin d'éviter de causer des interférences à d'autres et aussi d'éviter d'endommager l'émetteur.

Ce sujet va encore être abordé dans la section concernant les antennes.

Emettre avec un ROS élevé ou sans antenne peut endommager votre émetteur.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

8.16. Réglage de l'antenne

Note: Le système peut être préparé par l'instructeur ou par le groupe. Il faut utiliser la puissance la plus basse possible, mais elle doit pouvoir donner une déviation de l'appareil de mesure suffisante. Elle ne dépassera pas celle d'un émetteur-récepteur portable (5 Watts). Si cela n'est pas possible, il faudra, en tous cas, respecter les normes de protection contre les rayonnements électromagnétiques (ICNIRP et loi belge).

Pour l'examen, vous devez être capable d'ajuster une antenne à un émetteur. Vous aurez à disposition une antenne dipôle ajustable pour la bande des 2 m, le ROS-mètre, les câbles et l'émetteur.

Préparation

Avant de commencer ce travail, nous devons nous rappeler un certain nombre de points :

1. Nous devons toujours utiliser le minimum de puissance.
2. Nous devons utiliser un ROS-mètre et donc savoir comment il fonctionne.
3. Nous devons transmettre donc nous devons observer les règles d'identification de la station. Lorsque nous commençons à transmettre, nous devons dire "ON3ABC, ON3ABC, ON3ABC en test". Au lieu de "en test", on peut dire "testing". Puisque nous venons de dire "en test", personne ne nous répondra.
4. Sauf spécification contraire, on choisit toujours une fréquence en milieu de la bande et une fréquence non occupée.
5. Puisque nous émettons, nous devons noter cette information dans le graphe

Ajustage de l'antenne

NE TOUCHEZ JAMAIS A L'ANTENNE PENDANT QUE VOUS EMETTEZ, REPASSEZ TOUJOURS EN RECEPTION AVANT DE FAIRE UN AJUSTAGE.

1. Si ce n'est déjà fait, connectez l'antenne fournie à l'émetteur.
2. Choisissez une fréquence libre dans la bande où vous voulez travailler.
3. Vérifiez que la fréquence n'est pas utilisée et faites une mesure du ROS. Utilisez le moins de puissance possible.
4. Raccourcissez l'antenne de 10 mm et faites la même chose de l'autre côté du dipôle.
5. Faites une nouvelle mesure du ROS. Si le ROS est plus élevé, c'est qu'il fallait allonger au lieu de raccourcir !

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

6. Continuez maintenant à raccourcir (ou à allonger) jusqu'à obtenir un ROS de 1,5:1. Lorsque vous vous approchez de cette valeur, raccourcissez de 5 mm ou même de 3 mm. Si le ROS remonte c'est que vous avez dépassé le minimum, revenez un peu en arrière.

7. Il n'est pas nécessaire d'avoir un ROS de 1:1, si vous obtenez moins de 1,5:1, appelez votre instructeur et montrez-lui le résultat. Si vous n'obtenez pas 1,5:1, arrêtez-vous au minimum et appelez votre instructeur.

L'ajustage d'une antenne est un processus répétitif de mesure et de modification de longueur. Prenez patience et ne vous énervez pas. Dans certains cas, il est judicieux de noter la longueur de l'antenne et le ROS.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Règle à retenir

- si le ROS est plus bas (meilleur) dans le bas de la bande, cela signifie que l'antenne est trop longue
- si le ROS est plus bas (meilleur) dans le haut de la bande, cela signifie que l'antenne est trop courte

8.17. Raccordements d'une installation de radioamateur

Lors du test, tous les éléments de la station devront être interconnectés. Vous trouverez ci-dessous le schéma d'une alimentation, un émetteur récepteur, d'un ROS-mètre, d'un microphone et d'un manipulateur. L'antenne n'est pas représentée ici, puisqu'elle est à l'extérieur.

Vérifiez bien le matériel et identifiez les différentes connexions. Une des premières choses à faire est de vérifier que l'alimentation est coupée (l'interrupteur est sur OFF), ainsi que l'émetteur-récepteur (l'interrupteur est sur OFF). Si votre émetteur-récepteur possède une commande MOX (mise en émission manuelle) veillez à ce qu'elle ne soit pas active

L'étape suivante consiste à mettre la station correctement à la terre. On emploiera de préférence du fil de couleur jaune/vert et de section suffisante. On peut raccorder la masse de l'émetteur à la masse du ROS-mètre et de là, vers la prise de terre.

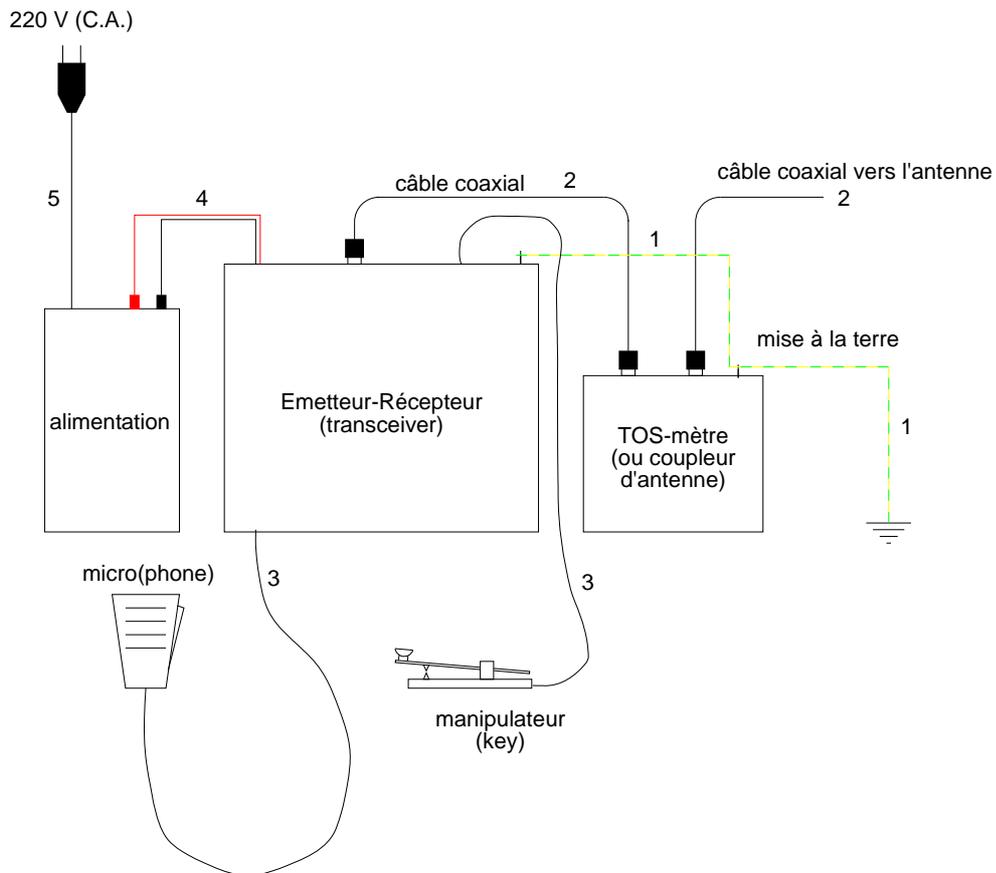
On peut ensuite connecter les câbles coaxiaux. Un câble coaxial part de l'émetteur et va sur la fiche marquée "TCVR" sur le ROS-mètre. L'autre câble va de la fiche marquée "ANTENNA" sur le ROS-mètre vers l'antenne. Serrez correctement les fiches PL259.

Connectez maintenant le microphone et le manipulateur.

Connectez ensuite les fils d'alimentation 13,8 V de l'émetteur-récepteur sur l'alimentation. Respectez bien les polarités !

Et, dernière étape, connectez la fiche 220 V dans la prise murale.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base



Si vous connectez autre chose que le microphone d'origine (un modem RTTY ou Packet Radio par exemple), il faudra faire attention de bien câbler les connecteurs et de bien respecter les niveaux audio d'entrée et de sortie.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Chapitre 9 : Sécurité

Le radio amateurisme n'est pas un hobby dangereux, mais il faut connaître certaines choses sur les dangers électriques.

9.1. Hautes tensions et courants élevés

On trouve de tensions mortelles dans les appareils alimentés par le secteur. C'est le cas entre autres des amplificateurs de puissance. Faites toujours très attention aux symboles de danger apposés sur (ou dans) les appareils. Assurez-vous que la fiche soit bien retirée de la prise de courant et attendez au moins une minute avant d'ouvrir un appareil (pour que les condensateurs soient bien déchargés).

D'autre part, des appareils à basse tension exigent parfois des courants extrêmement importants fournis par des batteries ou des alimentations 13,8 V. Un court-circuit avec un courant important va faire chauffer le conducteur ; dans un premier temps l'isolant (plastique) va fondre, mais la température peut être tellement élevée que le bois d'une table ou d'une étagère peut prendre feu, communiquant ensuite l'incendie à toute la maison.

Un autre danger provient des bagues et des bracelets (métalliques) de montre qui peuvent rentrer en contact avec des parties sous tension, causant des courts-circuits, avec des courants tellement importants qu'ils peuvent occasionner des brûlures.

Les condensateurs et particulièrement les condensateurs électrolytiques sont une autre source d'accident. L'énergie emmagasinée peut être très grande et elle peut y être conservée pendant plusieurs jours même après avoir coupé l'alimentation. Il faudra donc non seulement couper l'alimentation, mais aussi attendre un certain temps pour que les condensateurs se déchargent et, comme dernière mesure de sécurité, décharger le condensateur avec un tournevis.

9.2. Fusibles et disjoncteurs

Le rôle des fusibles et disjoncteurs est de protéger les conducteurs électriques d'un échauffement excessif. C'est la raison pour laquelle, il est très dangereux de remplacer un fusible (ou un disjoncteur) par un autre de calibre supérieur.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Notes:

Les protections installées dans les appareils sont habituellement des **fusibles**. Il s'agit d'un fin fil dans un tube en verre. Si l'intensité est supérieure au calibre du fusible, le fil fond et le fusible doit être remplacé. De plus, il existe plusieurs temps de réaction des fusibles, il existe des fusibles lents et des fusibles rapides en fonction de l'application souhaitée.



Les **disjoncteurs** sont d'autres types de protection. Ceux-ci sont fréquemment utilisés dans les installations 220 V. Après une surintensité et un déclenchement, le disjoncteur pourra être réarmé.



Une variante est le **disjoncteur différentiel** qui déclenche aussi quand il y a des pertes dans les installations électriques. Il est devenu obligatoire pour les salles de bain.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

9.3. Câblage des fiches secteurs

La mise à la terre est une mesure de protection qui évite les électrocutions. Si un fil venait à être dénudé et à venir en contact avec la masse (terre) ou si une pièce métallique tombait entre une borne du secteur 220 V et la masse, une personne qui toucherait cette masse serait électrocutée. Si le châssis est raccordé à la terre, le fusible va fondre et le risque d'électrocution n'existe plus.

Une fiche doit aussi être câblée correctement :

- le fil brun va sur la borne marquée "L"
- le fil bleu est le neutre et va sur la borne marquée "N"
- le fil jaune-vert est le fil de terre et va vers la borne marquée 

Il est important

- de bien serrer les bornes de raccordement
- de vérifier que l'isolant n'est pas détérioré

9.4. Electrocutation

L'électrocution est l'ensemble des effets provoqués sur un organisme vivant (donc à un être humain) par les courants électriques. L'électrocution comprend, le simple picotement, la brûlure, les convulsions, les pertes de connaissance et la mort instantanée.

Sous une tension qui ne dépasse pas 230 V, les conséquences d'un contact avec l'électricité sont limitées. Vous aurez une sensation très désagréable de picotement mais dans la plupart des cas, il n'y aura pas de conséquences.

Mais, si vous voyez une personne qui reste "collée" à un conducteur sous tension, il ne faut absolument pas la toucher sous peine d'être également électrocuté. Il faut immédiatement avoir le réflexe de couper la tension. S'il y a un interrupteur principal, coupez-le immédiatement, sinon allez à l'interrupteur général de la maison (tableau électrique) et coupez le courant.

Après avoir coupé le courant, la personne électrocutée

- sera peut-être consciente, dans ce cas un examen médical est fortement recommandé
- sera inconsciente, il faut alors faire appel au service de secours (FORMEZ LE **112**) qui va la réanimer.
-

Dans des secteurs tels que l'administration, l'industrie, les écoles,... il existe des secouristes qui peuvent donner les premiers soins, n'hésitez pas à faire appel à eux.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Rappelez-vous que :

- jusque 24V, il n'y a pas de grand danger d'électrocution,
- entre 100 et 400 V, on peut ressentir des picotements, on peut rester "coller" et on peut avoir des brûlures au second degré
- au-delà de 400 V, les conséquences de l'électrocution sont beaucoup plus graves et l'électrocution peut entraîner la mort !

9.5. Ordre, propreté et sécurité

Le radio amateurisme est un hobby qui nécessite l'utilisation d'un grand nombre de câbles. Lorsque vous allez progresser dans le hobby, vous aurez de plus en plus de câbles d'antennes, des câbles d'alimentation, des câbles d'interconnexion et des câbles de mesures et de tests. Des câbles qui traînent sont des risques de chute. En marchant dessus on peut abîmer l'isolant et, s'ils sont sous tension, on risque l'électrocution.

Il est donc vivement conseillé de bien aligner, d'attacher et de séparer, les câbles RF, les câbles secteurs, les câbles informatiques et les câbles du téléphone. Il existe des gaines en plastique spécialement faites pour mettre de l'ordre dans vos câbles. Séparer ces groupes de câbles va contribuer à l'immunité et à la CEM.

Ne faites pas passer des câbles sous les portes ou sous les tapis !

Il est évident que des outils, des couteaux, peuvent causer des accidents, des coupures, des brûlures et endommager les isolants. Il faut donc ranger les outils dans des tiroirs ou dans des valises ou boîtes à outils.

Les fers à souder peuvent produire des brûlures non seulement sur la table où ils sont utilisés, mais aussi sur la peau. De plus, il faut éviter que des gouttelettes de soudure en fusion ne tombent sur la peau ou a fortiori dans les yeux.

Les batteries de voitures peuvent s'avérer des sources intéressantes pour fournir du 12 V. Mais elles utilisent une solution d'acide sulfurique et dégagent de l'hydrogène pendant la charge. L'acide sulfurique peut brûler la peau et faire des trous dans les vêtements! L'hydrogène explose au contact d'une étincelle! Il faut donc être extrêmement prudent lorsqu'on les utilise. C'est pourquoi, lors d'usage à l'intérieur d'un local, il faut toujours choisir des batteries hermétiques qui utilisent du gel au lieu de l'acide sulfurique liquide.

Si vous utilisez un casque, n'oubliez pas de réduire le volume. Un volume sonore trop important peut nuire à vos facultés auditives. Un casque vous isole de l'entourage, n'oubliez donc pas de l'enlever de temps à autre.

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

9.6. Travail aux antennes et feeders

Travailler aux antennes signifie souvent travailler en hauteur et donc avec des échelles. Avant de commencer, pensez à toutes les précautions à prendre. Ne faites pas ce travail seul. Une personne peut vous aider à stabiliser l'antenne, peut vous passer des objets (mâts, fils, outils,...).

Gardez l'antenne bien dégagée, en dehors de la portée des gens. S'il est possible de toucher l'antenne, prévoyez un signe de danger. Une brûlure due à la HF est indolore dans les premiers instants, puis devient rapidement très douloureuse. De plus, il faut beaucoup de temps pour la guérir.

Disposez correctement tous les fils placés en hauteur. Examinez les conséquences possibles d'une rupture de fils, prévoyez les zones de chutes et les dégâts qui pourraient en découler.

La prise au vent dans les antennes peut être beaucoup plus importante que vous ne l'imaginez. Prévoyez les antennes, les diamètres des fils et les câbles de haubanage en conséquence.

Les antennes qui sont placées en hauteur sont également sujettes aux coups de foudre. Un coup de foudre engendre un courant très important à travers l'antenne et dans la ligne de transmission et ira se perdre vers la terre en passant par le transceiver et l'alimentation. Il faudra donc mettre les mâts à la terre. Il est aussi recommandé de déconnecter les antennes en cas d'orage et de prévoir une distance d'au moins 50 cm entre le connecteur et une pièce métallique quelconque.

Pour contacter l'auteur du présent manuel :

Pierre Cornelis, ON7PC - Rue Jacques Ballings, 88 - 1140 Bruxelles
cornelis.pierre@gmail.com tél.: 0493 52 65 85

Cours de radioamateur pour l'obtention de la licence de base

Sommaire

Avant propos.....	1	6.2. L'environnement.....	54
Introduction.....	2	6.3. La portée.....	55
Chapitre 1 : La nature du radio amateurisme.....	4	6.4. La propagation en VHF-UHF.....	55
1.1. Qu'est-ce qu'un radioamateur ?.....	4	6.5. La propagation en HF – Rôle de l'ionosphère.....	57
Qu'est-ce que le radio amateurisme?.....	4	Chapitre 7 : Compatibilité Electromagnétique (CEM).....	59
Chapitre 2 : Les conditions d'obtention de la licence.....	6	7.1. Les causes d'interférences.....	59
2.1. La licence de radioamateur.....	6	7.1.1. L'induction directe.....	59
2.2. Les indicatifs.....	7	7.1.2. L'induction sur les câbles d'interconnexions.....	59
2.3. Les conditions d'obtention de la licence.....	9	7.1.3. L'induction sur le secteur et la mise à la terre.....	59
2.4. L' IBPT = L'autorité de contrôle.....	11	7.2. Les antennes et les problèmes de CEM.....	60
2.5. Le livre journal ou "logbook".....	12	7.3. Les modes de transmissions et CEM.....	62
2.6. Bandes de fréquences, modes de transmission et puissance autorisés.....	14	7.4. L'immunité et l'utilisation de filtres.....	62
Chapitre 3 : Les bases techniques.....	15	7.5. Conséquences relationnelles (sociales).....	63
3.1. Electricité : unités et grandeurs.....	15	Chapitre 8 : Procédures.....	65
3.2. La Tension ou le Voltage.....	15	8.1. Introduction.....	65
3.3. Le Courant.....	16	8.2. Plans de fréquences.....	65
3.4. La Résistance.....	16	8.2.1. Plan de fréquences pour la bande 20 m... ..	66
3.5. Les multiples et sous multiples.....	17	8.2.2. Plan de fréquences pour la bande pour 2 m.....	67
3.6. La loi d' Ohm.....	18	8.3. Ecoutez d'abord !.....	68
3.7. La puissance.....	20	8.4. L'alphabet phonétique.....	69
3.8. Les circuits électriques.....	22	8.5. Le rapport et le code RST.....	70
3.9. La polarité.....	23	8.6. Premiers appels.....	70
3.10. Le courant continu (DC) et le courant alternatif (AC).....	25	8.7. Procédure en HF et en SSB.....	71
3.11. La fréquence.....	26	8.8. Procédure en VHF/UHF et en SSB.....	74
3.12. La longueur d'onde.....	27	8.9. Procédure en VHF/UHF et en FM.....	74
3.13. Les autres utilisateurs.....	28	8.10. Les stations relais.....	75
Chapitre 4 : Emetteurs et Récepteurs.....	29	8.10.1. A quoi servent les relais ?.....	75
4.1. Un émetteur simple.....	30	8.10.2. Comment utiliser un relais ?.....	76
4.2. La modulation d'amplitude (AM) et la modulation de fréquence (FM).....	33	8.11. L'émetteur-récepteur HF.....	77
4.3. La Télégraphie (CW).....	34	8.12. L'émetteur-récepteur VHF/UHF.....	79
4.4. La Bande Latérale Unique (SSB ou BLU).....	34	8.13. Le S-mètre.....	80
4.5. La modulation FSK ou Frequency Shift Keying.....	35	8.14. Le ROS-mètre ou SWR-mètre.....	81
4.6. La surmodulation.....	37	8.15. Le coupleur d'antenne.....	82
4.7. Un récepteur simple.....	38	8.16. Réglage de l'antenne.....	83
Chapitre 5 : Antennes et Lignes de transmission.....	40	8.17. Raccordements d'une installation de radioamateur.....	85
5.1. Les lignes de transmission ou feeders.....	40	Chapitre 9 : Sécurité.....	87
5.2. Les antennes.....	41	9.1. Hautes tensions et courants élevés.....	87
5.3. Le dipôle demi onde.....	43	9.2. Fusibles et disjoncteurs.....	87
5.4. Le quart d'onde vertical et la $5/8 \lambda$	45	9.3. Câblage des fiches secteurs.....	89
5.5. L'antenne long fil.....	46	9.4. Electrocutation.....	89
5.6. L'antenne Yagi.....	47	9.5. Ordre, propreté et sécurité.....	90
5.7. Antennes symétriques et asymétriques.....	50	9.6. Travail aux antennes et feeders.....	91
5.8. L'adaptation de l'antenne et le ROS ou SWR.....	50	Sommaire.....	92
5.9. L'antenne factice ou "Dummy Load".....	53		
Chapitre 6 : La propagation.....	54		
6.1. Le rayonnement.....	54		