

# Radioamateurs

par **Christian MARTIN**

*Ingénieur systèmes et réseaux au Laboratoire lorrain de Recherche en informatique  
et ses applications (LORIA) Nancy  
Ancien administrateur du Réseau des Émetteurs Français - Union française  
des radioamateurs*

<b>1. Présentation .....</b>	<b>TE 6 500 - 2</b>
<b>2. Réglementation .....</b>	<b>— 2</b>
<b>3. Activités des radioamateurs .....</b>	<b>— 6</b>
<b>4. Réseau des Émetteurs Français .....</b>	<b>— 16</b>
<b>5. Composition d'une station de radioamateur .....</b>	<b>— 17</b>
<b>6. Émissions .....</b>	<b>— 21</b>
<b>7. Perturbations radioélectriques .....</b>	<b>— 23</b>
<b>8. Le radioamateur et son environnement .....</b>	<b>— 23</b>
<b>9. Le radioamateur et la société .....</b>	<b>— 24</b>
<b>10. Conclusion .....</b>	<b>— 24</b>
<b>Pour en savoir plus .....</b>	<b>Doc. TE 6 500</b>

**L**e radioamateur peut pratiquer de nombreuses activités liées à sa passion. Du contact local avec ses amis, en passant par la liaison avec un groupe parti en expédition sur l'île Clipperton ou l'écoute des signaux morse réfléchis sur la lune, jusqu'à la transmission d'images en couleurs relayées par satellite.

Les techniques numériques prennent également une place de plus en plus importante dans l'expérimentation et la transmission quotidienne de données, notamment par l'utilisation sur les ondes des technologies issues d'Internet pour, par exemple, exploiter immédiatement les informations sur le trafic transmises en temps réel.

Pour les développements techniques le lecteur pourra se reporter aux références [1] [2] [3] [4] [5] [6].

# 1. Présentation

## 1.1 Définition

« Une station d'amateur est une station radioélectrique qui participe à un service d'instruction individuelle, d'intercommunication et d'études techniques, effectué par des personnes dûment autorisées, s'intéressant à la technique de la radioélectricité dans un but uniquement personnel et sans intérêt pécuniaire. »

Cette formulation est celle établie par l'Union internationale des télécommunications (UIT) pour définir le **service Amateur**, un des douze services autorisés à utiliser le spectre radioélectrique. De ce fait, il a été attribué à chaque radioamateur un indicatif d'appel personnel et unique composé d'un préfixe de nationalité suivi de chiffres et lettres différents pour chacun, comme F6REF, le F est le préfixe pour la France, les autres caractères sont propres à la station.

### Historique

L'émission d'amateur a débuté avec l'émission elle-même. Dès la diffusion de cette découverte, les pionniers se sont mis à faire des essais de cette nouvelle technique et, peu à peu, les résultats apparaissent. On peut résumer l'évolution de ces essais jusqu'à nos jours en quelques grandes dates :

■ Le **28 novembre 1923**, l'océan Atlantique est franchi sur ondes courtes entre un radioamateur français, Léon Deloy, 8AB, et un radioamateur américain Schnell, 1 MO, démontrant ainsi que les théories établies jusqu'alors étaient fausses.

■ L'**année suivante** eut lieu la première liaison avec la Nouvelle Zélande par F8BF.

■ Le **25 avril 1925**, les amateurs émetteurs, comme on les appelait à l'époque, fondent l'Union Internationale des Radioamateurs (IARU, International Amateur Radio Union) et le Réseau des Émetteurs Français (REF).

■ En **1938**, des liaisons sont réalisées sur 5 m de longueur d'onde et dès lors, les expérimentations se poursuivront sur des fréquences de plus en plus élevées : 144 MHz, 432 MHz puis 1 250 MHz en 1955.

■ Le **12 décembre 1961** est lancé le premier satellite radioamateur : OSCAR 1.

■ En **1967** a eu lieu la première liaison par réflexion sur la lune entre la France et la Californie.

■ **Septembre 1969** voit la première liaison sur 10 GHz en France.

■ En **1971** est construit le premier retransmetteur 144/432 MHz.

■ En **1975**, la lune est utilisée comme réflecteur pour une liaison France-USA sur 432 MHz.

## 1.2 Organisation

De tous temps, l'organisation s'est révélée indispensable et les radioamateurs n'y échappent pas.

■ En France : les quelque 15 000 radioamateurs français sont regroupés au sein de deux associations. La plus ancienne, le Réseau des Émetteurs Français, a été fondée en 1925 et regroupe environ 12 000 membres, radioamateurs licenciés ou écouteurs d'ondes courtes (SWL *Short Waves Listeners*) en préparation de la licence.

La seconde, l'Union des Radio-Clubs, qui regroupait à l'origine les radio-clubs ou leurs membres a ouvert ses services à tous. Elle compte environ 500 membres. Certaines catégories de radioamateurs se sont en outre regroupées au sein d'associations socioprofessionnelles comme les cheminots, les gaziers et les électriciens, les télégraphistes, les fervents des satellites, les non-voyants et les handicapés physiques. Tous sont généralement membres de l'une ou l'autre des deux grandes associations, voire des deux.

■ **Dans le monde** : dès les débuts de l'émission d'amateur, le besoin s'est fait sentir d'une organisation mondiale. L'International Amateur Radio Union (IARU) est fondée en 1925 par des radioamateurs de France et des États-Unis. Cette organisation reconnaît une société membre pour chaque pays ; le Réseau des Émetteurs Français en est le correspondant en France. L'IARU assure la représentation des trois millions de radioamateurs du monde entier (dont plus d'un million pour les seuls États-Unis), lors des conférences internationales, comme celle qui eut lieu en 1979 à Genève pour redistribuer le spectre des fréquences aux divers utilisateurs (WARC *World Administrative Radio Conference*). L'IARU promulgue également des recommandations pour la répartition du trafic dans les bandes radioamateur, lorsqu'il n'y règne aucune réglementation internationale. Son siège est à Newington, Connecticut et son président est élu par les sociétés membres. Elle organise, bien entendu, ses propres conférences annuellement pour débattre des sujets d'actualité.

## 1.3 Tutelle

Dans chaque pays, les radioamateurs sont régis par un ministère de tutelle. En France, c'est l'Autorité de régulation des télécommunications qui assure la gestion, le passage des examens de contrôle, la distribution des indicatifs, la surveillance du trafic écoulé et l'établissement des réglementations en concertation avec les associations de radioamateurs.

# 2. Réglementation

L'Autorité de régulation des télécommunications a émis trois décisions réglementant l'activité radioamateur :

— n° 97-452 en date du 17 décembre 1997 attribuant des bandes de fréquences pour le fonctionnement des installations de radioamateurs, publiée au Journal officiel de la République française le 13 mars 1998 ;

— n° 97-453 en date du 17 décembre 1997 fixant les conditions d'utilisation des installations de radioamateurs et de délivrance des certificats et des indicatifs d'opérateurs radioamateurs, publiée au Journal officiel de la République française le 25 mai 1998 ;

— n° 97-454 en date du 17 décembre 1997 relative aux programmes d'examen des certificats d'opérateurs radioamateurs, publiée au Journal officiel de la République française le 25 mai 1998.

Ces décisions tiennent compte du code des postes et télécommunications et notamment de ses articles L. 33-3,5, L. 34-9, L. 36-6, L. 39-1, L. 90, L. 92, L. 95, L. 96 et D. 99-4 et des recommandations T/R 61-01 et T/R 61-02 de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT), qui prévoient l'introduction de deux niveaux de certificats d'opérateur radioamateur.

## 2.1 Dispositions générales

Les conditions préalables à l'utilisation d'une installation de radioamateur sont les suivantes :

— être titulaire d'un certificat d'opérateur radioamateur délivré par l'Autorité de régulation des télécommunications ou de son équivalent obtenu dans un des États membres de l'Union européenne et défini dans le cadre de la recommandation T/R 61-02 ;

— être titulaire d'un indicatif radioamateur attribué par l'Autorité de régulation des télécommunications ;

— avoir acquitté les taxes et redevances prévues par les textes en vigueur.

L'examen pour l'obtention du certificat d'opérateur radioamateur est individuel et se déroule sous le contrôle d'un inspecteur, sur Minitel dans un centre du Service régional des radiocommunications (SRR). Le résultat est fourni par le centre serveur de l'administration à l'issue des épreuves. Elles portent sur le contrôle des connaissances techniques, de procédure et de réglementation. Selon les groupes, 10 ou 30 questions sont posées en 8 ou 10 min, avec possibilités de retour, correction et abstention. La moyenne à chaque épreuve est requise, 3 points sont ajoutés pour une bonne réponse, 1 point retiré pour une mauvaise. L'autorisation est délivrée sous forme de licence après paiement d'une taxe de contrôle ; elle est accordée pour l'année en cours et se renouvelle chaque année par tacite reconduction. La station est établie, exploitée et entretenue par les soins et aux risques du titulaire.

Les classes et équivalences CEPT des certificats d'opérateurs radioamateurs sont les suivantes :

— **Classe 1** : certificat d'opérateur radioamateur radiotéléphoniste-radiotélégraphiste, équivalent à la classe « A » définie par la recommandation T/R 61-02 ;

— **Classe 2** : certificat d'opérateur radioamateur radiotéléphoniste, équivalent à la classe « B » définie par la recommandation T/R 61-02 ;

— **Classe 3** : certificat d'opérateur radioamateur « Novice », sans équivalence CEPT.

Les bandes de fréquences utilisables par les radioamateurs des différentes classes précitées, les classes d'émission, les puissances maximales et les conditions pour chaque classe sont précisées tableau 1.

**Tableau 1 – Puissances et classes autorisées**

Classes	Bandes de fréquences autorisées (suivant les régions)	Puissances crête deux signaux de l'étage final	Classes d'émissions
<b>Classe 1</b> (CEPT A)	Toutes les bandes de fréquences des services d'amateur et d'amateur par satellites autorisées en France	Fréquences inférieures à 28 MHz 500 W Bande de fréquences 28 MHz - 29,7 MHz 250 W	A1A, A1B, A1D, A2A, A2B, A2D, A3E, A3F, A3C C3F F1A, F1B, F1D, F2A, F2D, F3C, F3E, F3F G1D, G2D, G3C, G3E, G3F
<b>Classe 2</b> (CEPT B)	Toutes les bandes de fréquences supérieures à 30 MHz autorisées en France	Fréquences supérieures à 29,7 MHz 120 W	R3C, R3D, R3E J1D, J3C, J3E, J7B
<b>Classe 3</b> « Novice » Non CEPT	Bande de fréquences 144 à 146 MHz	10 W	A1A, A2A, A3E G3E, J3E, F3E

## 2.2 Caractéristiques techniques des stations

Les stations doivent posséder les dispositifs permettant de vérifier que l'émission se situe bien dans les bandes attribuées au service amateur (tableau 2). Leur fonctionnement doit pouvoir être vérifié à tout moment et donc comporter un indicateur de la puissance fournie à l'antenne.

Les émissions sont classées et symbolisées d'après leurs caractéristiques fondamentales par trois symboles.

■ **Premier symbole** : type de modulation de la porteuse principale :

● **N** : émission d'une onde non modulée :

● **Émission dont l'onde porteuse principale est modulée en amplitude** (y compris les cas où il y a des sous-porteuses modulées en modulation angulaire) :

— **A** : double bande latérale ;

— **H** : bande latérale unique, onde porteuse complète ;

— **R** : bande latérale unique, onde porteuse réduite ou de niveau variable ;

— **J** : bande latérale unique, onde porteuse supprimée ;

— **B** : bandes latérales indépendantes ;

— **C** : bande latérale résiduelle.

● **Émission dont l'onde porteuse principale est modulée en modulation angulaire** :

— **F** : modulation de fréquence ;

— **G** : modulation de phase.

● **Émission dont l'onde porteuse principale est modulée en amplitude et en modulation angulaire**, soit simultanément, soit dans un ordre établi d'avance.

● **Émission d'impulsion** :

— **P** : trains d'impulsions non modulées.

Trains d'impulsions :

— **K** : modulées en amplitude ;

— **L** : modulées en largeur/durée ;

— **M** : modulées en position/phase ;

— **Q** : dans lesquels l'onde porteuse est modulée en modulation angulaire pendant la période de l'impulsion ;

— **V** : consistant en une combinaison de ce qui précède ou produite par d'autres moyens.

● **W** : cas non couverts précédemment, dans lesquels l'émission se compose de la porteuse principale modulée, soit simultanément, soit dans un ordre établi d'avance, selon une combinaison de plusieurs des modes suivants : en amplitude, en modulation angulaire ou par impulsions.

● **X** : autres cas.

■ **Deuxième symbole** : nature du signal (ou des signaux) modulant la porteuse principale :

— **0** : pas de signal modulant ;

— **1** : une seule voie contenant de l'information quantifiée ou numérique, sans emploi d'une sous-porteuse modulante ;

— **2** : une seule voie contenant de l'information quantifiée ou numérique, avec emploi d'une sous-porteuse modulante ;

— **3** : une seule voie contenant de l'information analogique ;

— **7** : deux voies ou plus contenant de l'information quantifiée ou numérique ;

— **8** : deux voies ou plus contenant de l'information analogique ;

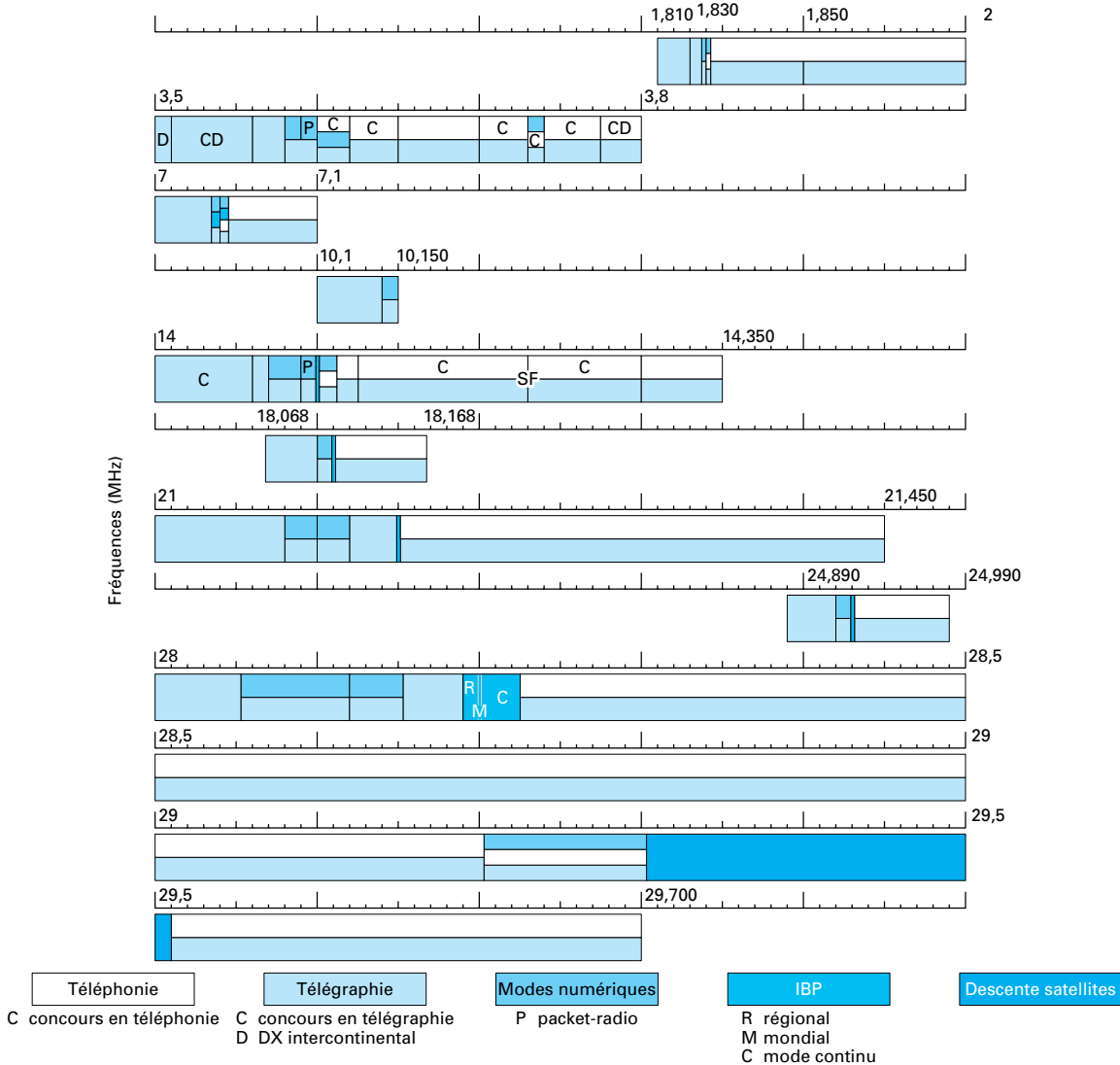
— **9** : système composite, comportant une ou plusieurs voies contenant de l'information quantifiée ou numérique et une ou plusieurs voies contenant de l'information analogique ;

— **X** : autres cas.

Tableau 2 – Bandes de fréquences attribuées au service amateur et répartition des sous-bandes

HF (MHz)	VHF (MHz)	UHF (MHz)	SHF (MHz)	XHF - EHF (MHz)
1,810 à 1,830 1,830 à 1,850 3,500 à 3,750 3,750 à 3,800 7,000 à 7,100 10,100 à 10,150 14,000 à 14,250 14,250 à 14,350 18,068 à 18,168 21,000 à 21,450 24,890 à 24,990 28,000 à 29,700	50,200 à 51,200 144,000 à 146,000	430,000 à 434,000 434,000 à 435,000 435,000 à 438,000 438,000 à 440,000 1 240,000 à 1 260,000 1 260,000 à 1 300,000 2 300,000 à 2 310,000 2 310,000 à 2 450,000	5 650,000 à 5 725,000 5 725,000 à 5 850,000 10 000,000 à 10 450,000 10 450,000 à 10 500,000 24 000,000 à 24 050,000 24 050,000 à 24 250,000	47 000,000 à 47 200,000 75 500,000 à 76 000,000 76 000,000 à 81 000,000 119 980,000 à 120 020,000 142 000,000 à 144 000,000 144 000,000 à 149 000,000 241 000,000 à 248 000,000 248 000,000 à 250 000,000

ATTENTION : le segment français est limité à 1,830-1,850 MHz



■ **Troisième symbole** : type d'information à transmettre :

- **N** : aucune information ;
- **A** : télégraphie, pour réception auditive ;
- **B** : télégraphie, pour réception automatique ;
- **C** : fac-similé ;
- **D** : transmission de données, télémesure, télécommande ;
- **E** : téléphonie (y compris la radiodiffusion sonore) ;
- **F** : télévision (vidéo) ;
- **W** : combinaison des cas précédents ;
- **X** : autres cas.

Les **classes d'émission** suivantes peuvent seules être utilisées :

- **A1A** : télégraphie auditive, manipulation par tout ou rien sans emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A1B** : télégraphie automatique, manipulation par tout ou rien sans emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A1D** : transmission de données, manipulation par tout ou rien sans emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A2A** : télégraphie, manipulation par tout ou rien avec emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A2B** : télégraphie automatique, manipulation par tout ou rien avec emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A2D** : transmission de données, manipulation par tout ou rien avec emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **A3C** : fac-similé, modulation d'amplitude ;
- **A3E** : téléphonie, modulation d'amplitude, double bande latérale, onde porteuse complète ;
- **A3F** : télévision, double bande latérale ;
- **C3F** : télévision, modulation d'amplitude, bande latérale résiduelle ;
- **F1A** : télégraphie auditive, sans modulation par une fréquence audible, manipulation par déplacement de fréquence ;
- **F1B** : télégraphie automatique, sans modulation par une fréquence audible, manipulation par déplacement de fréquence ;

- **F1D** : transmission de données, sans modulation par une fréquence audible, manipulation par déplacement de fréquence ;
- **F2A** : télégraphie avec emploi d'une sous-porteuse modulante, manipulation par déplacement de fréquence ;
- **F2D** : transmission de données avec emploi d'une sous-porteuse modulante, manipulation par déplacement de fréquence ;
- **F3C** : fac-similé, modulation de fréquence ;
- **F3E** : téléphonie, modulation de fréquence ;
- **F3F** : télévision, modulation de fréquence ;
- **G1D** : transmission de données, manipulation par tout ou rien sans emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **G2D** : transmission de données, manipulation par tout ou rien avec emploi d'une sous-porteuse modulante ;
- **G3C** : fac-similé, modulation de phase ;
- **G3E** : téléphonie, modulation de phase ;
- **G3F** : télévision, modulation de phase ;
- **J1D** : transmission de données, BLU porteuse supprimée ;
- **J3C** : fac-similé, BLU porteuse supprimée ;
- **J3E** : téléphonie, modulation d'amplitude, bande latérale unique, onde porteuse supprimée ;
- **J7B** : télégraphie automatique, BLU porteuse supprimée ;
- **R3C** : fac-similé, BLU porteuse réduite ;
- **R3D** : transmission de données, BLU porteuse réduite ;
- **R3E** : téléphonie, modulation d'amplitude, bande latérale unique, onde porteuse réduite.

Les amateurs doivent veiller tout particulièrement à ne causer aucun brouillage aux stations officielles fonctionnant dans les bandes partagées. Dans le cas d'emploi d'antennes directives, des limitations de puissance isotrope rayonnée équivalente (PIRE) peuvent être imposées dans les bandes de fréquences supérieures à 1,3 GHz.

La grille de codification des indicatifs des services amateurs est donnée dans le tableau 3.

**Tableau 3 – Grille de codification des indicatifs des services amateurs**

Préfixes de la France	Sous-localisation géographique	Classes de la licence	Signification des suffixes
<b>Préfixe</b>	<b>G</b> : Guadeloupe <b>H</b> : Mayotte <b>J</b> : Saint-Barthélemy <b>K</b> : Nouvelle-Calédonie <b>M</b> : Martinique <b>O</b> : Polynésie française et Clipperton <b>P</b> : Saint-Pierre-et-Miquelon <b>R</b> : Réunion (Glorieuse, Juan de Nova, Tromelin) <b>S</b> : Saint-Martin <b>T</b> : Terres Australes et Antarctiques (Crozet, Kerguelen, Nouvelle-Amsterdam, Saint-Paul, Terre Adélie) <b>W</b> : Wallis et Futuna <b>X</b> : satellites français du service amateur <b>Y</b> : Guyane	<b>0</b> : classe 3 <b>1</b> : classe 2 (CEPT B) <b>2</b> : réserve <b>3</b> : réserve <b>4</b> : classe 2 (CEPT B) <b>5</b> : classe 1 (CEPT A) <b>6</b> : classe 1 (CEPT A) <b>7</b> : réserve <b>8</b> : classe 1 (CEPT A) <b>9</b> : réserve	<b>A à Z</b> <b>AA à ZZ</b> <b>AAA à UZZ</b> : indicatifs individuels pour la France continentale  <b>AA à ZZ</b> : indicatifs individuels pour les DOM, TOM et la Corse  <b>KA à KZ</b> : radio-clubs DOM, TOM et la Corse  <b>KAA à KZZ</b> : radio-clubs  <b>VAA à VZZ</b> : radioamateurs d'un État membre de l'Union européenne installés en France depuis plus de 3 mois  <b>WAA à WZZ</b> : réserve  <b>X</b> : balises  <b>Y</b> : relais numériques  <b>Z</b> : relais analogiques

## 2.3 Conditions d'exploitation

L'utilisateur d'une station radioamateur doit :

- disposer d'une charge non rayonnante, d'un filtre secteur et d'un indicateur de la puissance fournie à l'antenne et du rapport d'ondes stationnaires au moyen duquel les émetteurs doivent être réglés ;
- signaler, à l'Autorité de régulation des télécommunications, dans les trois mois, tout changement de domicile ;
- effectuer toutes ses transmissions en langage clair ou dans un code reconnu par l'Union internationale des télécommunications ;
- utiliser ses installations avec son indicatif dans le cadre de la réglementation ;
- s'assurer, que ses émissions ne brouilleront pas des émissions déjà en cours ;
- identifier, par son indicatif personnel, toutes périodes d'émissions de ses installations ;
- ne pas occuper ou s'attribuer une fréquence en permanence ;
- ne pas installer une station répétitrice pour un usage personnel ou pour un groupe restreint ;
- utiliser une installation de radioamateur dont la commercialisation s'est faite conformément aux dispositions de l'article L. 34-9 ou dont la construction personnelle la rend conforme aux dispositions de la décision 97-543.

Les installations des services amateurs ne doivent pas être connectées à un réseau ouvert au public, à un autre réseau indépendant ou à toute autre installation ou service de télécommunication ayant un statut non radioamateur.

Les constructions personnelles sont des installations partiellement ou en totalité réalisées par l'utilisateur ou des équipements mis sur le marché, conformément à la réglementation, qui ont des caractéristiques principales modifiées par l'utilisateur. Les caractéristiques techniques à respecter lors de l'utilisation d'une installation radioamateur sont fixées par la décision 97-543.

Il existe trois catégories de stations : fixe, transportable ou mobile. Trois sortes d'opérateurs peuvent manœuvrer une station : le titulaire, un opérateur supplémentaire disposant du certificat de la même catégorie ou un opérateur occasionnel, lui-même radioamateur. Les caractéristiques de chaque liaison sont consignées dans un journal de trafic : date et heure, indicatifs, fréquence, classe d'émission et renseignements personnels. L'Administration des PTT exerce un contrôle permanent sur les conditions techniques et d'exploitation des stations d'amateur.

## 3. Activités des radioamateurs

L'écoute est l'activité principale du radioamateur. Bien des facteurs jouent sur la réception de signaux radio. La propagation des ondes est très fluctuante selon les saisons, l'heure, l'état des couches atmosphérique et ionosphérique, le soleil. Le cycle de variation le plus long est celui dû au soleil qui a une période de onze ans. La propagation fut maximale en 1991. Viennent ensuite les saisons qui voient les circuits s'allonger au printemps et rétrécir à l'automne au-dessus de 10 MHz. La nuit facilite la portée des ondes inférieures à 10 MHz et restreint celles supérieures. En THF, l'ionosphère agit sur la portée par l'intermédiaire de la couche E sporadique, qui permet des ouvertures à plusieurs milliers de kilomètres pendant quelques minutes à plusieurs jours. Le phénomène d'inversion de température de l'atmosphère provoque les mêmes résultats au printemps et

à l'automne. L'écoute assidue des balises permet de détecter ces phénomènes et de profiter ainsi de cette bonne propagation pour les radioamateurs.

## 3.1 Trafic courant

Dès les débuts, du fait de l'état de la technique, les liaisons entre radioamateurs étaient effectuées en télégraphie morse (CW *Continuous Waves*, ondes entretenues). L'évolution technologique les fit s'effectuer en téléphonie, en modulation d'amplitude (MA) dans un premier temps, puis en modulation à bande latérale unique (BLU ou SSB *Single Side Band*) et enfin en modulation de fréquence (MF) vers les fréquences élevées (THF Très Hautes Fréquences ou VHF *Very High Frequencies*) et au-delà. La télégraphie et la bande latérale unique sont usitées actuellement sur toutes les bandes radioamateur pour les liaisons à longue distance (DX). La modulation d'amplitude a disparu au profit de la modulation de fréquence dans les liaisons locales (jusqu'à 100 à 200 km). Dans les sous-bandes l'utilisant en THF et au-dessus, une canalisation a été adoptée au pas de 12,5 kHz, l'excursion de fréquence étant de  $\pm 2,5$  kHz.

La télégraphie est la transmission de signaux codés autres que la voix. La première fut la transmission en code morse et, par habitude, l'une et l'autre sont restées confondues. Il existe cependant d'autres modes de télégraphie comme le radiotélétype, le fac-similé...

Il y a deux manières d'effectuer une liaison pour un radioamateur : l'appel général ou la réponse à cet appel. La procédure employée dépend du type de modulation usité, télégraphie ou téléphonie.

Dans chaque cas sont échangés des renseignements sur l'identité, la situation géographique, le matériel utilisé, la réception des signaux, le temps et, le cas échéant, des renseignements propres à la liaison, comme les conditions de propagation des ondes.

Il est facile de déterminer l'origine d'un appel avant même d'y répondre grâce à l'utilisation dans l'indicatif d'un préfixe international attribué par l'administration de tutelle (tableau 4). Chaque première liaison avec un nouveau correspondant est confirmée par un accusé de réception, la carte QSL, où sont reportés ces renseignements. Cette carte propre à chaque radioamateur est distribuée par le bureau QSL national de chaque association.

Il existe deux grandes catégories de liaisons dépendant de la bande de fréquences employée. Leur classement dans le spectre est donné dans le tableau 5.

Les liaisons peuvent être effectuées soit en onde directe, soit par réflexion sur les couches ionisées (figure 1a). Les seules bandes attribuées aux radioamateurs, autorisant des liaisons mondiales, par réflexions successives, sont en HF et sont aussi appelées **bandes décamétriques**, en raison de leur longueur d'onde. Les autres ondes situées au-dessus des bandes HF ne permettent pas ces liaisons mondiales depuis un même point. Elles traversent les couches au lieu de s'y réfléchir et sont appelées **bandes métriques**. On assimile généralement les bandes décamétriques à des trajets longs allant jusqu'au tour du monde et les bandes métriques à des trajets courts, jusqu'à 3 000 km dans les meilleurs cas, 500 à 1 000 km en moyenne.

En bandes décamétriques, l'émetteur-récepteur est généralement multibandes, sur les 9 bandes inférieures à 30 MHz. Il est à noter qu'une liaison peut s'effectuer entre deux points du globe en utilisant soit l'arc majeur, soit l'arc mineur (figure 1b).

À l'intérieur de chaque bande existe généralement un partage tacite entre la télégraphie qui utilise le tiers inférieur et la téléphonie le reste de bande. Il n'y a pas de canalisation sur les bandes décamétriques.

**Tableau 4 – Extrait de la liste des préfixes internationaux délivrés par l'Union Internationale des Télécommunications**

AAA-ALZ	États-Unis d'Amérique		
A9A-A9Z	Bahrein		
BAA-BZZ	Chine (inclus Taïwan)		
CAA-CEZ	Chili	C8A-C9Z	Mozambique
DAA-DRZ	Allemagne	D7A-D9Z	République de Corée du Sud
EAA-EHZ	Espagne	E3A-E3Z	Érythrée
FAA-FZZ	France		
GAA-GZZ	Royaume-Uni		
HAA-HAZ	Hongrie	H8A-H9Z	Panama
IAA-IZZ	Italie		
JAA-JSZ	Japon	J8A-J8Z	Îles Saint-Vincent et Grenadines
KAA-KZZ	États-Unis d'Amérique		
LAA-LNZ	Norvège	L2A-L2Z	Argentine
MAA-MZZ	Royaume-Uni		
NAA-NZZ	États-Unis d'Amérique		
OAA-OCZ	Pérou	OUA-OZZ	Danemark
PAA-PIZ	Pays-Bas	P5A-P9Z	République démocratique populaire de Corée du Nord
QAA-QZZ	Code de service international		
RAA-RZZ	CEI (voir lettre U)		
SAA-SMZ	Suède	S9A-S9Z	République de São Tomé et Príncipe
TAA-TCZ	Turquie	T9A-T9Z	Bosnie-Herzégovine
UAA-UIZ	Russie	UKA-UZZ	Ukraine
VAA-VGZ	Canada	V8A-V8Z	Sultanat de Brunei
WAA-WZZ	États-Unis d'Amérique		
XAA-XIZ	Mexique	XYA-XZZ	Burma
YAA-YAZ	Afghanistan	Y2A-Y9Z	Allemagne
ZAA-ZAZ	Albanie	Z3A-Z3Z	Macédoine
2AA-2ZZ	Royaume-Uni		
3AA-3AZ	Monaco	3ZA-3ZZ	Pologne
4AA-4CA	Mexique	4ZA-4ZZ	Israël
5AA-5AZ	Libye	5YA-5ZZ	Kenya
6AA-6BZ	Égypte	6ZA-6ZZ	Liberia
7AA-7IZ	Indonésie	7ZA-7ZZ	Arabie Saoudite
8AA-81Z	Indonésie	8ZA-8ZZ	Arabie Saoudite
9AA-9AZ	Croatie	9YA-9YZ	République de Trinité-et-Tobago

En THF et au-dessus, le lieu d'origine de l'émission est transmis par six caractères représentatifs des coordonnées géographiques, le *Locator*. L'origine des longitudes est  $-180^{\circ}$ , celle des latitudes  $-90^{\circ}$ . Les deux premiers caractères sont des lettres de A à X valant  $20^{\circ}$  en longitude et  $10^{\circ}$  en latitude. Les deux suivants sont des chiffres valant  $2^{\circ}$  en longitude et  $1^{\circ}$  en latitude. Les deux derniers sont des lettres valant  $5'$  en longitude et  $2,5'$  en latitude. Ainsi une station annonçant un Locator en JN38DM a pour coordonnées :

$$\text{JN38DM} = -180^{\circ} + 9 \times 20^{\circ} + 3 \times 2^{\circ} + 4 \times 5' = 6^{\circ} 20' \text{ en longitude}$$

et :

$$\text{JN38DM} = -90^{\circ} + 13 \times 10^{\circ} + 8 \times 1^{\circ} + 14 \times 2,5' = 48^{\circ} 32' \text{ en latitude.}$$

On peut ainsi situer son correspondant n'importe où dans le monde avec une précision de 5 min de longitude et 2,5 min de latitude, soit, en France, un rectangle d'environ  $4 \times 6$  km.

Ce système permet de déterminer très rapidement sur des cartes graduées la position géographique du correspondant, l'azimut à donner aux antennes directives et même de calculer la distance entre les stations par trigonométrie sphérique.



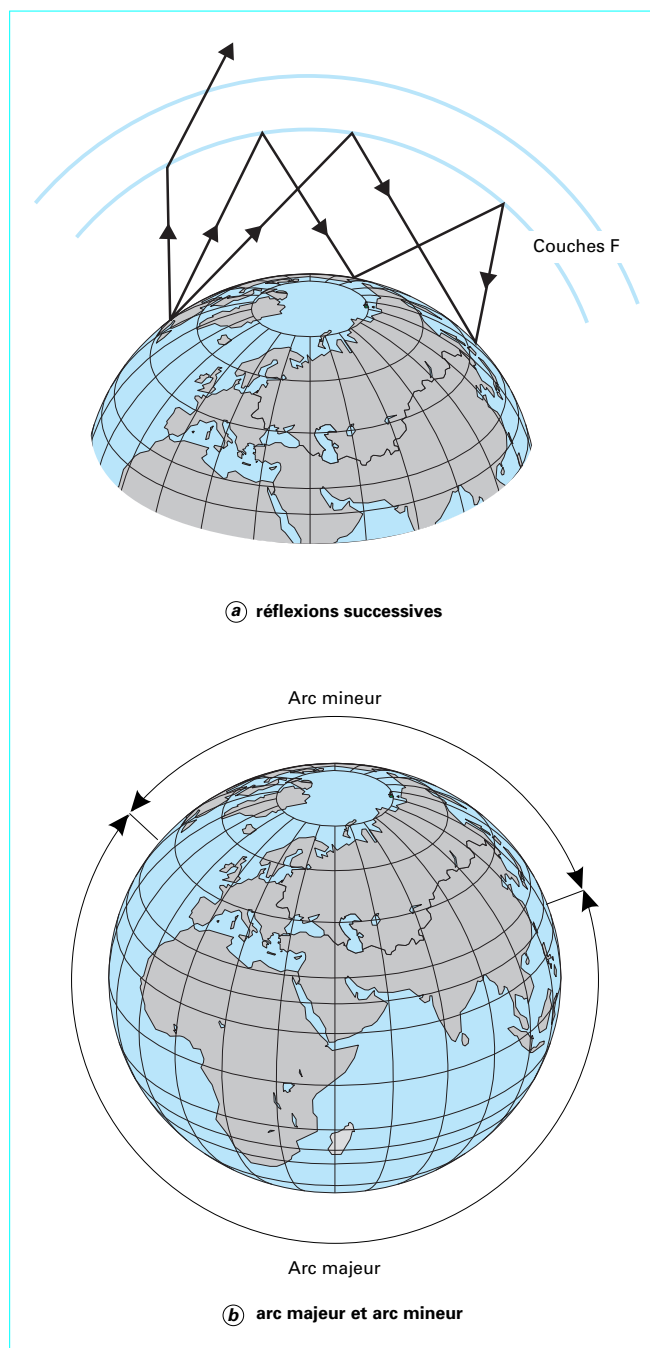


Figure 1 – Liaison entre deux points du globe

### 3.1.1 Télégraphie

L'appel en CW a lieu en code Morse (tableau 6) sous la forme CQ CQ de F6XYZ F6XYZ F6XYZ répété trois fois et suivi des signes +, fin de message et K, invitation à transmettre. Si la station appelante reçoit une réponse, la liaison s'engage. Elle se terminera par le code VA, fin de transmission.

Tableau 5 – Classement des fréquences dans le spectre

Désignation	Fréquence	Longueur d'onde
HF .....	3 à 30 MHz	100 à 10 m
VHF .....	30 à 300 MHz	10 à 1 m
UHF .....	300 à 3 000 MHz	100 à 10 cm
SHF .....	3 à 30 GHz	10 à 1 cm
XHF.....	30 à 300 GHz	10 à 1 mm
EHF .....		

Tableau 6 – Code Morse

a .-	k --	u ...	0 -----	VA .....
b ....	l .-. .	v ....	1 .-----	SN .....
c -.-.	m --	w ---	2 .----	AS .....
d -..	n -.	x ----	3 .....-	= .....
e .	o ---	y ----	4 .....-	? .....
f ...	p ----	z ----	5 .....	/ .....
g ---	q ----		6 .....	+ .....
h ....	r .-. .		7 .....	, .....
i ..	s ...		8 .....	. .....
j .----	t -		9 .....	' .....

VA fin de transmission.

SN compris.

AS attente.

Dans un but de compréhension mondiale et pour éviter de transmettre chaque mot intégralement, les radioamateurs utilisent des codes internationaux extraits des codes officiels comme le code Q (tableau 7). Des abréviations de mots ou termes couramment utilisés comme HPECUAGN pour Hope see you again, j'espère vous retrouver, ont été créées pour le trafic (tableau 8).

Le code RST (*Readability - Strength - Tone*) définit la manière dont sont reçus les signaux en lisibilité, force et tonalité (tableau 9). Ce code subjectif a été normé pour qualifier la force de signaux à la réception à S9 = 50  $\mu$ V sous 50  $\Omega$ , chaque point S valant 3 dB.

La largeur de bande dépend de la vitesse de manipulation, de quelques hertz à 1 kHz, ce qui peut aboutir jusqu'à une trentaine de liaisons simultanées dans une plage d'une dizaine de kilohertz. Des filtres à quartz très étroits et sélectifs à la réception, de l'ordre de la centaine de hertz pour les plus serrés, permettent de séparer des signaux très proches sans trop de difficultés. Leur facteur de surtension élevé autorise des atténuations sur les flancs jusqu'à 60 ou 80 dB (figure 2).

### 3.1.2 Téléphonie

L'appel en téléphonie a lieu sous la forme : « Appel à tous (3 fois), ici F6XYZ F6XYZ F6XYZ, transmettez. » La réponse est : « F6XYZ F6XYZ F6XYZ ici FM7ZY FM7ZY FM7ZY répondez. » La liaison s'établit ensuite dans la langue choisie pour lancer l'appel. Toutefois, les termes nécessitant une épellation comme le prénom, le lieu, l'indicatif sont transmis à l'aide des analogies internationales (tableau 10).



Tableau 7 – Extrait du code Q international

Abréviation	Question	Réponse ou avis
QRA	Quel est le nom de votre station ?	Le nom de ma station est...
QRG	Voulez-vous m'indiquer ma fréquence exacte (ou la fréquence exacte de...) ?	Votre fréquence exacte (ou la fréquence exacte de...) est de... kHz (ou... MHz).
QRH	Ma fréquence varie-t-elle ?	Votre fréquence varie.
QRK	Quelle est l'intelligibilité de mes signaux (ou des signaux de...) ?	L'intelligibilité de vos signaux ou l'intelligibilité des signaux de... est...
QRL	Êtes-vous occupé ?	Je suis occupé (ou je suis occupé avec...) Prière de ne pas brouiller.
QRM	Êtes-vous brouillé ?	Je suis brouillé.
QRN	Êtes-vous troublé par des parasites ?	Je suis troublé par des parasites.
QRO	Dois-je augmenter la puissance d'émission ?	Augmentez la puissance d'émission.
QRP	Dois-je diminuer la puissance d'émission ?	Diminuez la puissance d'émission.
QRT	Dois-je cesser la transmission ?	Cessez la transmission.
QRU	Avez-vous quelque chose pour moi ?	Je n'ai rien pour vous.
QRV	Êtes-vous prêt ?	Je suis prêt.
QRX	À quel moment me rappellerez-vous ?	Je vous rappellerai à... heures sur... kHz (ou... MHz).
QRZ	Par qui suis-je appelé ?	Vous êtes appelé par... sur... kHz (ou... MHz).
QSA	Quelle est la force de mes signaux (ou des signaux de...) ?	La force de vos signaux (ou des signaux de...) est :
QSB	La force de mes signaux varie-t-elle ?	La force de mes signaux varie.
QSL	Pouvez-vous me donner accusé de réception ?	Je vous donne accusé de réception.
QSO	Pouvez-vous communiquer avec ... directement (ou par relais) ?	Je puis communiquer avec... directement (ou par l'intermédiaire de...).
QSP	Voulez-vous retransmettre à... gratuitement ?	Je peux retransmettre à... gratuitement.
QSY	Dois-je passer à la transmission sur une autre fréquence ?	Passer à la transmission sur une autre fréquence (ou sur... kHz [ou... MHz]).
QTH	Quelle est votre position en latitude et en longitude (ou d'après toute autre indication) ?	Ma position est... latitude... longitude (ou d'après toute autre indication).
QTR	Quelle est l'heure exacte ?	L'heure exacte est...

Tableau 8 – Extrait du code des abréviations

AR	Fin de transmission
BK	Signal utilisé pour interrompre une transmission en cours [break]
CQ	Appel généralisé à toutes les stations
CW	Onde entretenue - Télégraphie
DE	Utilisé pour séparer l'indicatif d'appel de la station
K	Invitation à émettre
MSG	Message
PSE	S'il vous plaît
RST	Lisibilité, force du signal, tonalité
R	Reçu
RX	Récepteur
SIG	Signal
TX	Émetteur
UR	Votre
VA	Fin de vacation

Tableau 9 – Code RST

<b>R Readability : lisibilité des signaux (QRK)</b>
1. Incompréhensible
2. À peine lisible, quelques mots çà et là
3. Lisible avec beaucoup de difficulté
4. Lisible sans difficulté
5. Parfaitement lisible
<b>S Signal strength : force des signaux (QSA)</b>
1. À peine perceptible
2. Très faible
3. Faible
4. Bon, mais faible
5. Assez bon
6. Bon
7. Très bon
8. Puissant
9. Très puissant
<b>T Tone : tonalité</b>
1. Extrêmement mauvaise, note très rauque
2. Mauvais, note roulée, sans musicalité
3. Note grave, très faible musicalité
4. Note grave, faible musicalité
5. Note très vibrée, avec musicalité
6. Note assez claire, non vibrée
7. Note assez claire, mais vibrée
8. Note claire
9. Note claire et absolument pure
C Chirpy signal : piaulements
D Drifty signal : glissements de fréquence
K Key clicks : claquements de manipulation
X Cristal : note très pure, comme celle d'un oscillateur à quartz

Tableau 10 – Table internationale d'épellation

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

Les syllabes accentuées sont en caractères **gras**.

La largeur de bande nécessaire est celle de la voix humaine intelligible, soit environ 3 kHz. Ici, les filtres tout aussi sélectifs autorisent une séparation efficace de trois ou quatre émissions en BLU sur 10 kHz de bande.

Dans tous les cas, le réglage de l'accord réception ou émission se fait avec une précision qui peut atteindre la dizaine de hertz, voire moins. La stabilité des réglages est donc de l'ordre de  $10^{-6}$  ou  $10^{-7}$  à l'heure sur 10 MHz par exemple.

Cette précision et cette stabilité sont nécessaires en téléphonie BLU pour conserver une intelligibilité correcte, toute variation de réglage d'une centaine de hertz rendant le message incompréhensible.

## 3.2 Trafic particulier direct

Les radioamateurs ont très rapidement cherché à utiliser chaque nouveau mode de communication.

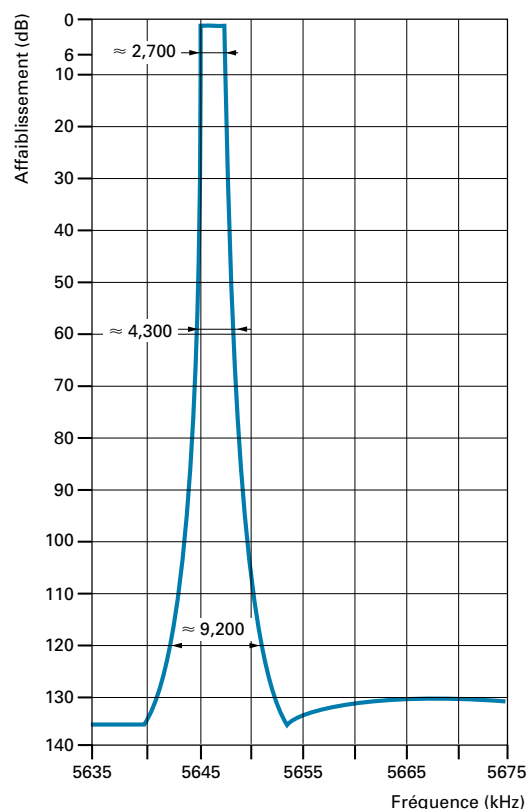


Figure 2 – Courbe de réponse d'un filtre à quartz à 8 pôles

### 3.2.1 Radiotélétype

Le radiotélétype (RTTY) est assimilé à une transmission en télégraphie. Chaque caractère transmis est codé selon un des alphabets télégraphiques internationaux figurant au règlement télégraphique. Les états hauts ou bas, sont précédés d'un état bas de synchronisation (*start*) et suivis d'un ou un et demi état haut de fin (*stop*). La durée d'un état détermine la vitesse de transmission, qui est le nombre d'états transmis par seconde. La vitesse s'exprime en bauds. Elle est de 50 bauds  $\pm$  50 % pour les amateurs. Les classes d'émission sont A1A, A2A, F1A, F2A, avec un déplacement de fréquence compris entre 70 et 400 Hz.

Les codes utilisés sont ceux de l'alphabet international numéro 2 (code Baudot, tableau 11), sous la forme de cinq états. D'autres alphabets commencent à le supplanter, comme le code ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), qui dispose de 8 moments à des vitesses de 50 à 19 200 bauds.

### 3.2.2 Fac-similé

Le fac-similé est la transmission de documents. L'original est analysé, point par point et la luminosité de chaque point est convertie en un signal électrique qui module en fréquence une sous-porteuse audio-fréquence à 1 900 Hz. Le niveau modulé du blanc correspond à 1 500 Hz, celui du noir à 2 300 Hz. Pour ce faire, le document est disposé sur un cylindre tournant à vitesse constante et il est analysé à raison de 120 lignes par minute. Le module de coopération, c'est-à-dire le rapport du diamètre du cylindre au pas d'exploration, est de 264 pour les radioamateurs.

Tableau 11 – Code Baudot

Lettre	Chiffre	Moments	Lettre	Chiffre	Moments
A	–	11000	Q	1	11101
B	?	10011	R	4	01010
C	:	01110	S	'	10100
D	Qui est là ?	10010	T	5	00001
E	3	10000	U	7	11100
F	é	10110	V	=	01111
G	%	01011	W	2	11001
H	—	00101	X	/	10111
I	8	01100	Y	6	10101
J	Timbre	11010	Z	+	10001
K	(	11110		Retour chariot	00010
L	)	01001		Avance papier	01000
M	.	00111		Lettres	11111
N	,	00110		Chiffres	11011
O	9	00011		Espacement	00100
P	0	01101			

### 3.2.3 Amtor

L'Amtor est un trafic en radiotélétype à plusieurs modes. Le mode A, ARQ (*Automatic Request*, demande automatique), est utilisé pour les communications entre deux stations avec un système sélectif basé sur l'indicatif des correspondants. Le mode B, FEC (*Forward error correction*, correction ultérieure), permet de lancer appel, prendre contact et d'établir des liaisons multiples. Le mode L, *Listen to ARQ* (écoute de demande automatique), permet l'écoute en mode A, mais pas l'émission. L'intervention d'un système informatique est nécessaire pour la gestion des échanges. Ce mode de trafic est peu à peu remplacé par :

### 3.2.4 Packet-radio

C'est l'évolution du radiotélétype vers les systèmes de transmission numérique. Il utilise une version adaptée au trafic OM de la recommandation X 25 du CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) dénommée AX 25. Ce système utilise la transmission par paquets en mode asynchrone à 1 200 bauds, regroupement d'octets de synchronisation, d'identification, de données ou de supervision et de contrôle appelé trame et contenant jusqu'à 512 octets. Chaque trame est composée de sept champs : un drapeau de départ de un octet, un champ adresses comprenant les indicatifs de l'expéditeur, du destinataire et des éventuels relais, chacun sur sept octets, un champ gestion comportant le type et le numéro de trame sur un octet, un champ identificateur de protocole de un octet, un champ d'informations jusqu'à 256 octets, un champ de contrôle de deux octets et un drapeau de fin de un octet. Trois sortes de trames sont utilisées : information, supervision et utilitaires. Un système de contrôle fait un calcul à l'émission et à la réception sur l'ensemble des octets transmis pour vérifier la conformité avec un mot de contrôle. En cas de désaccord, la station réceptrice émet une trame de supervision demandant à la station émettrice de redif-

fuser la trame mal reçue. Ce processus permet de garantir une transmission sans erreur à 100 %. Le format des trames permet des contacts sur une même fréquence entre plusieurs utilisateurs ou stations automatiques. Ces dernières servent de base de données ou de boîte aux lettres, tout comme les centres serveurs sur le réseau Transpac. Le packet-radio étant un simple support d'information numérique, toutes sortes d'informations peuvent y transiter : données, programmes, fichiers, textes, graphismes... L'expéditeur et le destinataire sont dans le cas de la norme radioamateur identifiés par leur indicatif.

Il existe actuellement plusieurs familles de protocoles de transmission : FPAC, Rose, Flexnet et TCP/IP. Les vitesses de transmission entre relais sont de 9 600 bauds et la tendance va vers les hautes vitesses, 57 600 bauds et plus. Les protocoles issus d'Internet (FTP, HTTP...) commencent à être utilisés.

Des relais automatiques appelés BBS (*Bulletin Board Service*) offrent différents services :

- le **courrier**. Les OM qui le désirent peuvent ouvrir une boîte aux lettres électronique qui recevra les messages qui leur sont destinés et se chargera d'envoyer le courrier qu'ils expédient ;

- les **forums**. Ils fonctionnent sur le même principe que le courrier, à la différence que tout le monde peut y lire et écrire des messages. Ils sont classés par thème et peuvent avoir une portée locale, nationale, continentale ou mondiale.

Leur logiciel se charge de la gestion des transmissions et des messages, du routage des messages vers les autres BBS. Le logiciel le plus utilisé pour ces relais a été conçu par un Français, F6FBB.

### 3.2.5 Télévision à balayage lent

La télévision à balayage lent (SSTV *Slow Scan Television*) transmet des images fixes analysées avec une caméra adaptée. Le nombre de lignes est 120 ou 133,3 et la durée de transmission d'une image est de 8 s. Le niveau du blanc correspond à 2 300 Hz, celui du noir à 1 500 Hz. L'image est synchronisée avec une sous-porteuse à 1 200 Hz. La durée du top de synchronisation est de 30 ms. La transmission est généralement à bande latérale unique. La réception se fait sur des tubes cathodiques à longue rémanence, 10 s ou sur des systèmes de digitalisation vidéo, ce qui autorise la réception en couleurs, par la synthèse de trois images aux teintes de base, rouge, vert, bleu. Il existe également des programmes informatiques permettant de piloter les systèmes de traitement du signal et d'afficher les images sur ordinateur.

### 3.2.6 Télévision à balayage rapide

La télévision à balayage rapide (TVA *Television Amateur*) utilise les mêmes principes et systèmes que la télédiffusion. L'image est analysée par une caméra, point par point, à raison de 625 lignes de balayage par image et 25 images par seconde, dans un rectangle de rapport hauteur/largeur de 3/4. La luminosité de chaque point est convertie en un signal électrique appelé vidéo. À ce signal sont ajoutés les tops de synchronisation ligne de 4,7 µs et ceux d'image de 160 µs. Pour éviter un effet de scintillement désagréable à l'œil, l'image peut être formée de deux parties de 312,5 lignes entrelacées. Chaque partie s'appelle une trame, la paire et l'impair suivant le numéro de la ligne. Le mélange du signal d'image et des synchronisations s'appelle vidéo composite. Ce signal a une amplitude crête de 1 V. Les synchronisations occupent 0,3 V et la vidéo 0,7 V. Ce signal composite module une onde porteuse en amplitude dans la bande 434,5-440 MHz ou en amplitude ou fréquence dans les bandes supérieures. Le son est transmis dans les bandes de fréquences supérieures à 144 MHz ; il peut l'être, lorsque la bande 1 250-1 260 MHz est utilisée pour l'image, à l'aide d'une sous-porteuse dans cette même bande. En **télévision**, le code définissant la réception des signaux est le **code B** (tableau 12), remplaçant le code RST.

Tableau 12 – Code B

B1	Des traces inexploitable
B2	Image sans synchronisation
B3	Image synchronisée avec beaucoup de souffle
B4	Image synchronisée avec un peu de souffle
B5	Image synchronisée sans aucun souffle

### 3.2.7 Hyperfréquences

Les types de modulation et modes de transmission sont les mêmes que sur les autres bandes de fréquences. Seuls les moyens mis en œuvre se trouvent être totalement différents. L'utilisation indispensable de cavités, guides d'ondes et cornets éloigne le radioamateur des techniques traditionnelles en haute fréquence.

### 3.2.8 Faisceaux lumineux

La transmission par faisceaux lumineux s'apparente beaucoup plus à l'optique qu'à l'électronique. Néanmoins, l'utilisation de ces fréquences tend à se généraliser, notamment pour la transmission de données et la télécommande.

## 3.3 Trafic particulier par réflexion

Dès l'utilisation des THF, les amateurs ont découvert la réflexion. La très forte atténuation des signaux nécessite, à la réception, des systèmes ayant un facteur de bruit très faible et un fort rapport signal/bruit. C'est à partir de 144 MHz que les ondes traversent les couches de l'ionosphère et peuvent se réfléchir.

### 3.3.1 La lune

Notre satellite naturel offre la plus grande surface possible à la réflexion. Son pouvoir réfléchissant est toutefois très faible et on estime à environ 250 dB l'affaiblissement du signal sur le trajet. Des liaisons terre-lune-terre (EME *Earth-Moon-Earth*) ont été pratiquées entre des continents en vue du satellite simultanément (figure 3). Du fait de la distance, l'écho de l'émission revient en 2,5 s. La réponse à un appel parvient donc 5 s après l'émission.

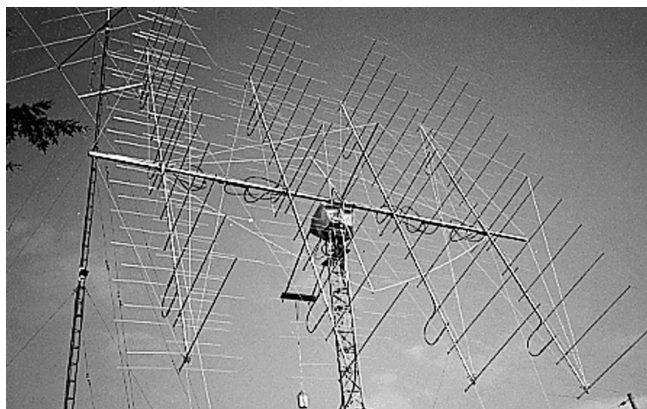


Figure 3 – Installation d'antennes pour EME

### 3.3.2 Les météorites

En fait, ce ne sont pas sur les météorites mais sur leur traînée ionisée que se produisent les réflexions. Leur déplacement provoque un effet Doppler et la réception est décalée en fréquence par rapport à l'émission, jusqu'à 5 kHz.

## 3.4 Trafic particulier via relais

La propagation à vue des ondes THF a incité les radioamateurs à contourner les difficultés du relief en utilisant des stations relais.

### 3.4.1 Ballon sonde

Les ballons sondes utilisés par la météorologie nationale, puis ceux utilisés par des clubs scientifiques de jeunes ont donné l'idée aux radioamateurs d'employer ce moyen de transport, en collaboration avec ces différents organismes, pour véhiculer des moyens radio permettant l'étude de la propagation des THF en haute altitude. Une première balise THF fut embarquée à bord d'un ensemble d'études biologiques en 1970, puis une autre de durée de vie plus longue permettant une récupération par radiogoniométrie. Vint ensuite un translateur linéaire recevant les signaux dans la bande 432 MHz et les retransmettant en 144 MHz, la bande passante de l'ordre de 100 à 200 kHz permettant plusieurs dizaines de contacts simultanés. Devant le succès remporté par ces expériences, les radioamateurs décidèrent de lancer une sonde eux-mêmes et les dernières versions embarquaient un émetteur de télévision. La portée des signaux en haute altitude vers 30 000 m était dans un cercle d'environ 1 000 km de rayon, la durée du vol variant de 2 à 6 heures, en permettant ainsi des contacts entre tous les pays d'Europe.

### 3.4.2 Station relais

#### 3.4.2.1 Relais MF

Le bon fonctionnement des stations relais à bord de ballons sondes a incité les radioamateurs à construire de tels équipements au sol, installés sur des points hauts bien dégagés. Les premières versions autorisées le furent dans la bande THF. Ces relais reçoivent les émissions sur un canal et les retransmettent simultanément sur un autre canal de la même bande, supérieur de 600 kHz (tableau 13). L'émetteur et le récepteur fonctionnant en même temps, il a fallu prévoir des cavités à l'émission et à la réception pour séparer les deux fréquences émises et reçues par la même antenne ou groupe d'antennes. Ces stations automatiques ont été dotées d'un indicatif propre ; en France, le préfixe de nationalité est suivi d'un chiffre et de la lettre Z, indicatif qui est transmis à la mise en route, avant l'arrêt et toutes les cinq minutes. L'enclenchement de l'émetteur se fait à la réception d'un signal de 1 750 Hz, l'arrêt au bout de quelques secondes sans réception. Certains équipements possèdent une limitation du temps de parole d'un même utilisateur, d'autres transmettent sous forme codée la force du signal reçu dès l'arrêt d'une émission, certains disposent même d'un synthétiseur de paroles pour faire ce travail. La mise en route et l'arrêt de tout le système peuvent être télécommandés sur le récepteur ou par un canal de service par les responsables du relais. L'inconvénient majeur de ces systèmes est de ne permettre le transit que d'une émission à la fois. La portée moyenne d'un relais installé en point haut est de 200 à 300 km. Le territoire français est couvert actuellement par 62 relais THF, 77 relais UHF et 8 relais SHF.

#### 3.4.2.2 Système de désignation de canaux

L'utilisation du système suivant d'appellation pour les canaux MF phonie pour VHF et UHF est recommandée par l'IARU :

— pour chaque bande, il y a une « lettre de désignation » :  
 $F = 51 \text{ MHz}$ ,  $V = 145 \text{ MHz}$ ,  $U = 430 \text{ MHz}$  ;

Tableau 13 – Fréquences des stations relais

Bande 51 - 52 MHz						
Canal	Entrée	Remarque	Canal	Entrée	Sortie	Remarque
F00	51,000 MHz		F50	51,500 MHz		Appel
...	...		...	...		
F20	51,200 MHz		F80	51,800 MHz		
F21	51,210 MHz		RF81	51,810 MHz		Sortie F21
...	...	...	...	...	...	...
F39	51,390 MHz	Entrée RF99	RF99		51,990 MHz	Sortie F39
Bande 144 - 146 MHz						
Canal	Entrée	Remarque	Canal	Entrée	Sortie	Remarque
V00	145,000 MHz	Entrée RV48	V40	145,500 MHz		Appel
...	...	...	...	...		
V15	145,1875 MHz	Entrée RV63	V47	145,5875 MHz		
V16	145,200 MHz		RV48	145,600 MHz		Sortie V00
...	...		...	...	...	
V39	145,4875 MHz		RV63	145,7875 MHz	Sortie V15	
			V64	145,800 MHz		
			...	...		
			V79	145,9875 MHz		
Bande 430 - 440 MHz						
	Canal	Entrée	Sortie	Remarque		
	U000	430,000 MHz	430,0125 MHz	Sortie U129		
	RU001					
	...					
	RU030	430,375 MHz	Sortie U143			
	U031					
	...					
	U113	431,4125 MHz		Entrée RU		
	U114					
	...					
	U128					
	U129					
	...					
	U143					
	U144					
	...					
	U239				432,9875 MHz	
	U240					
	...					
	U270					
	U272					
	...					
	U280					
	...					
	U286					
	...					
	U367	434,5875 MHz				
	RU368					
	...					
	RU388					

- chaque « lettre de désignation » est suivie par deux (pour 50 et 145 MHz) ou trois (pour 430 MHz) chiffres qui indiquent le canal ;
- si un canal est employé comme une sortie de relais, sa désignation est précédée par la lettre « R » ;
- dans la bande 50 MHz, les chiffres des canaux commencent à « 00 » pour 51,000 MHz et augmentent de un tous les 10 kHz ;
- dans la bande 145 MHz les chiffres des canaux commencent à « 00 » pour 145,000 MHz et augmentent de un tous les 12,5 kHz ;
- dans la bande 435 MHz, les chiffres des canaux commencent à « 000 » pour 430,000 MHz et augmentent de un tous les 12,5 kHz.

### 3.4.2.3 Relais transparents

Ces relais transposent linéairement en fréquence tous les signaux qu'ils reçoivent sur la même ou sur une autre bande. Ils conservent ainsi le mode de transmission original, généralement la BLU. Ils ont une bande passante de 100 à 300 kHz. Il n'y a pas de système d'enclenchement, ils se mettent en route dès réception d'un signal sur leur entrée. Sept relais transparents ont été implantés en France.

### 3.4.2.4 Relais ATV

Ils fonctionnent de la même façon que les relais transparents, mais uniquement pour les signaux de télévision amateur. La largeur de bande nécessaire à une émission de télévision en limite l'utilisation par une seule émission à la fois. Cinq relais ATV ont été implantés en France.

### 3.4.3 Satellite

Le premier satellite radioamateur a été construit et lancé des États-Unis fin 1961 sous le nom d'OSCAR 1 (*Orbital Satellite Carrying Amateur Radio*, satellite orbital transportant de la radio d'amateur). Il contenait une seule balise émettant les lettres HI en code Morse. Sa durée de vie fut de trois semaines et il a été écouté par de nombreux radioamateurs en THF. Huit autres l'ont suivi, de plus en plus perfectionnés, dans la lignée des ballons sondes. Le premier satellite européen fut construit par des radioamateurs dans un projet nommé AMSAT phase III B, le satellite ne prenant le nom d'OSCAR 10 que lors de sa mise sur orbite par une fusée ARIANE, le 16 juin 1983, depuis le pas de tir de Kourou, en Guyane. Contrairement à tous ses prédécesseurs à orbite circulaire, OSCAR 10 gravite sur une orbite elliptique de périégée 1 500 km, d'apogée 36 000 km, inclinée à 8,5 degrés sur l'équateur, avec une période de révolution de 11 heures, ce qui permet une utilisation d'environ 8 heures d'affilée au lieu d'une vingtaine de minutes jusqu'alors permises avec les autres satellites. OSCAR 10 est équipé d'une balise de transmission de télémesures et d'informations en code Morse sur 145,810 et 436,040 MHz, une autre sur 145,987 et 436,020 MHz est à l'usage de la station de commande au sol. Les radioamateurs peuvent utiliser un des deux translateurs linéaires embarqués. Le premier a une bande passante de 150 kHz, l'entrée s'effectue entre 435,025 et

435,175 MHz, la sortie retransmet en inversant la bande entre 145,978 et 145,828 MHz. Le second a une bande passante de 800 kHz, l'entrée entre 1 268,050 et 1 268,850 MHz, la sortie entre 436,968 et 436,168 MHz, également en inversion de bande.

Une vingtaine de satellites est en service actuellement (tableau 14), permettant des liaisons dans les bandes 10 m, 2 m, 70 cm, 24 cm, 12 cm, 6 cm, 3 cm, 1,5 cm, en télégraphie, téléphonie, packet-radio et AMTOR.

Le prochain satellite radioamateur sera celui du projet ARSENE (Amateur Radio Satellite pour l'Enseignement de l'Espace), construit avec le Centre National d'Études Spatiales (CNES), par des élèves ingénieurs, étudiants et lycéens d'une vingtaine d'établissements dont l'École nationale supérieure d'aéronautique. Ils ont créé pour cela le Radio Amateur Club de l'Espace (RACE). Le lancement est prévu en 1999 par ARIANE 5.

AMSAT phase 3 D disposera quant à lui de huit récepteurs et cinq émetteurs reliés chacun à un des récepteurs grâce à une matrice de commutation à fréquence intermédiaire (figure 4). Six balises émettront en continu. La commutation sera télécommandée soit automatiquement selon une séquence programmée, soit manuellement depuis la station de contrôle en fonction des besoins.

## 3.5 Trafic en concours

Des concours sont organisés tout au long de l'année par l'IARU ou ses sociétés membres de par le monde. Il s'agit en général d'établir le maximum de liaisons, éventuellement dans un mode ou bande imposé, en un temps déterminé, généralement 24 heures. Ces concours ont lieu sur toutes les bandes attribuées au service amateur. Il n'est pas rare de réussir 1 000 liaisons pour un concours décamétrique. En THF, UHF... 500 contacts sont chose courante pour les premiers classés. Souvent, lors des grands concours internationaux, les radioamateurs se regroupent pour trafiquer plus facilement en multi-opérateurs. Leur classement est alors séparé, un seul indicatif est utilisé pour toute la durée du concours. Il est très difficile, lors des grands concours, de trouver une fréquence libre pour trafiquer normalement sans participer au concours.

### 3.5.1 Trafic en mobile

Une station mobile peut être installée soit à bord du véhicule du titulaire de l'indicatif, soit transportée à la main dans le cas de petits modèles. Il existe également la possibilité d'installer une station à bord d'un navire, avec l'accord du capitaine, lors de grands voyages. Dans chaque cas, l'indicatif est suivi de /M ou /MM pour mobile ou maritime mobile. L'installation d'une station à bord d'un aéronef n'est pas permise en France. Le trafic écoulé par ces stations peut être le même que celui d'une station fixe, à la différence près qu'il peut s'effectuer pendant le déplacement.

Bandes de fréquences (MHz)				
	Modes analogiques	Modes numériques		
HF (15 m)	21,210 - 21,250			
VHF (2 m)	145,840 - 145,990	145,800 - 145,840		
L-1 (24 cm)	1 269,250 - 1 269,500	1 269,000 - 1 269,250		
L-2 (24 cm)	1 268,325 - 1 268,575	1 268,075 - 1 268,325		
S-1 (12 cm)	2 400,350 - 2 400,600	2 400,100 - 2 400,350		
S-2 (12 cm)	2 446,450 - 2 446,700	2 446,200 - 2 446,450		
C (6 cm)	5 668,550 - 5 668,800	5 668,300 - 5 668,550		

Bandes de fréquences (MHz)				
	Modes analogiques	Modes numériques	Balise 1	Balise 2
VHF (2 m)	21,210 - 21,250			
UHF (70 cm)	145,805 - 145,955	145,955 - 145,990		
S (12 cm)	435,475 - 435,725	435,900 - 436,200	435,450	435,850
X (3 cm)	2 400,225 - 2 400,475	2 400,650 - 2 400,950	2 400,200	2 400,600
K (1,5 cm)	10 451,025 - 10 451,275	10 451,450 - 10 451,750	10 451,000	10 451,400

Figure 4 – Matrice de commutation FI du satellite AMSAT phase 3 D



Tableau 14 – Satellites radioamateurs

Nom	Altitude (km)	1/2 petit axe (km)	1/2 grand axe (km)	Focale (km)	Durée de passage	Vitesse (km/h)	Révolution
RS 10/11 ou Cosmos 1861 ....	983/999	7 369	7 369	15,66	0 h 18'	26 542/26 508	1 h 45'
RS 12/13 ou Cosmos 2123 ....	863/1 007	7 363	7 363	44,29	0 h 18'	26 411/26 571	1 h 45'
RS15 ou Radio Rosto .....	1 899/2 145	8 400	8 401	245,23	0 h 30'	24 442/25 166	2 h 08'
Oscar 10 .....	4 034/35 412	20 860	26 101	31 377	10 h 12'	7 028/28 188	11 h 41'
Oscar 11 .....	653/670	7 040	7 040	16,67	0 h 14'	27 059/27 124	1 h 38'
Oscar 14 .....	784/799	7 170	7 170	14,66	0 h 16'	26 818/26 873	1 h 41'
Oscar 15 .....	787/801	7 172	7 172	13,48	0 h 15'	26 816/26 866	1 h 41'
Oscar 16 .....	784/799	7 170	7 170	15,00	0 h 15'	26 818/26 874	1 h 41'
Oscar 17 ou Dove .....	783/799	7 169	7 169	15,07	0 h 15'	26 818/26 875	1 h 41'
Oscar 18 ou WeberSat .....	783/799	7 169	7 169	16,26	0 h 15'	26 816/26 877	1 h 41'
Oscar 19 ou LuSat .....	783/799	7 169	7 169	16,46	0 h 15'	26 816/26 878	1 h 41'
Oscar 21 ou Informatot 1 .....	956/1 010	7 361	7 361	53,75	0 h 18'	26 398/26 591	1 h 45'
Oscar 22 .....	763/773	7 146	7 146	9,90	0 h 15'	26 871/26 908	1 h 40'
Oscar 23 .....	1 312/1 320	7 694	7 694	7,30	0 h 22'	25 902/25 927	1 h 52'
Oscar 25 ou IramSat.....	956/1 010	7 176	7 176	13,53	0 h 16'	26 398/26 591	1 h 45'
Oscar 26 ou PoSat 1 .....	793/805	7 177	7 177	12,07	0 h 16'	26 810/26 855	1 h 41'
Oscar 27 ou KitSat B .....	793/805	7 177	7 177	11,58	0 h 16'	26 810/26 853	1 h 41'
Oscar 28 ou EyeSat A.....	791/804	7 176	7 176	13,30	0 h 16'	26 809/26 859	1 h 41'
JAS 18 ou Fuji 20.....	912/1 745	7 695	7 706	833,13	0 h 19'	24 530/27 334	1 h 52'
JAS-2 .....	801/1 324	7 436	7 441	522,67	0 h 20'	25 443/27 295	1 h 46'

## 3.6 Trafic en portable

La nécessité de se dégager des perturbations radioélectriques urbaines de toutes sortes et des inconvénients du relief a conduit certains radioamateurs à effectuer du trafic en points hauts dégagés, exempts de ces défauts. Il s'agit en général des périodes de concours ou de bonne propagation des ondes sur une bande donnée ou pendant des périodes de congés.

### 3.6.1 Matériels utilisés

La recherche des meilleures performances liées aux conditions géographiques incite les fanatiques de ce genre de sport à utiliser les meilleurs matériels notamment pour le rapport signal/bruit, le facteur de bruit des récepteurs et la puissance des émetteurs. Ces conditions se rencontrent le plus fréquemment en THF..

### 3.6.2 Alimentation en énergie

Du fait de l'éloignement naturel de ces points hauts de toute civilisation, la source d'énergie se trouve être dans la plupart des cas un groupe électrogène. Rares sont ceux qui utilisent des batteries d'accumulateurs, à cause de leur faible durée énergétique due aux fortes puissances absorbées. On rencontre toutefois de telles stations utilisant l'énergie électrique fournie par des véhicules automobiles en fonctionnement.

### 3.6.3 Antennes

Tout comme pour les matériels, la recherche de la performance fait, dans ces cas privilégiés, se dresser dans le ciel des monstres

d'antennes. Elles sont très souvent directives, à gain et à grand nombre d'éléments en THF, voire même multiples et couplées, 4 fois 16 éléments, dans le but d'améliorer le gain, la directivité et la réjection des signaux indésirables venus d'autres directions que celle recherchée.

## 3.7 Recherche de diplômes

Toujours à la recherche d'un nouveau contact, le radioamateur tend à réaliser des liaisons dans une même optique. Pour l'y encourager, des diplômes ont été créés.

### 3.7.1 Diplômes français

#### 3.7.1.1 Diplômes permanents

Le plus prisé est le DDFM (Diplôme des Départements Français de la Métropole). Un diplôme *Excellence* couronne les contacts avec **tous** les départements. Il existe également le DUF (Diplôme de l'Union Francophone) pour des pays de langue française contactés et le DTA (Diplôme des Terres australes) pour des contacts avec des missions françaises aux Kerguelen, à Saint-Paul et Nouvelle-Amsterdam, à l'archipel Crozet ou en terre Adélie. Il existe bien d'autres diplômes français, la plupart des départements possédant le leur.

#### 3.7.1.2 Diplômes spécifiques

Certains diplômes sont créés à l'occasion de manifestations spécifiques, comme par exemple le diplôme *France 98*, créé à l'occasion de la Coupe du monde de football. Pour obtenir ce diplôme, il fallait contacter les dix indicatifs spéciaux TM0CDM à TM9CDM attri-

bués aux dix villes où se déroulaient les matchs, plus cinquante indicatifs français différents utilisant le préfixe spécial FBC autorisé aux radioamateurs français entre le 1<sup>er</sup> juin et le 15 juillet 1998.

### 3.7.2 Diplômes internationaux

Le plus convoité est sans doute le DXCC (*DX Century Club*) pour avoir contacté au moins 100 pays de par le monde. L'excellence pour les 318 pays actuels est très rare. Vient ensuite le WAC (*Worked All Continents*), pour des contacts effectués sur tous les continents et enfin, le WAZ (*Worked All Zones*) pour des liaisons avec chacune des 40 zones de l'IARU. Bien d'autres encore nécessitent un trafic assidu. Ne citons en exemple que le DTC (Diplôme Télégraphie classe C) pour 1 000 liaisons effectuées en télégraphie. Tous ces succès sont couronnés par l'attribution d'un diplôme de valeur, reconnaissant l'intérêt au trafic porté par le radioamateur. Parfois, ils ont également une vraie valeur de par leur présentation sous forme de cadre, coupe ou médaille en métaux précieux.

## 3.8 Radiogoniométrie

Le but premier est le repérage du point de départ d'une émission. Le procédé est simple et consiste à repérer ce point par triangulations successives. Pour cela, il faut disposer d'un récepteur pourvu d'un indicateur de puissance relative à la réception et d'une antenne directive. Deux moyens sont possibles pour repérer une direction et un sens : soit l'antenne repère facilement le maximum du signal reçu et l'émetteur est dans son axe et sa direction, soit elle repère le minimum et la direction de l'émetteur est dans sa perpendiculaire. Le lever de doute s'effectue pour le sens, par le repérage du maximum. La deuxième méthode est plus précise en azimut. Des procédés électroniques à antennes multiples utilisant le déphasage entre les signaux reçus par les différentes antennes permettent une plus grande précision dans la recherche. La rapidité de repérage dépend du nombre d'équipements. Les applications de cette technique sont multiples dans le domaine radioamateur. La plus couramment pratiquée est « la chasse aux renards » (*ARDF Amateur Radio Direction Finding*), concours où plusieurs individus ou équipes sont engagés pour retrouver le maximum d'émetteurs, les renards, en un minimum de temps, avec la dissimulation de ces petits émetteurs du premier regard du chasseur. Cinq émetteurs automatiques et synchronisés transmettent à tour de rôle leur indicatif en code Morse pendant une minute. Ils émettent dans les bandes 3,5 ou 144 MHz et sont distants de 500 à 700 m. Des concours internationaux sont organisés chaque année. Cet entraînement est très utile dans le cas de recherches réelles comme par exemple, lors d'une chute d'avion, pour retrouver très rapidement le point d'impact après le déclenchement du plan SATER (ORSEC pour l'aviation), les fréquences utilisées étant alors celles de l'aviation. Une autre application consiste à repérer les origines de perturbations ou brouillages radioélectriques.

## 3.9 Expéditions

Il faut entendre par là, le regroupement d'un petit nombre de radioamateurs en vue de réaliser des émissions depuis un point du globe où l'activité radio est très rare, voire nulle. Nous citerons en exemple celle réalisée en mars 1978 à l'atoll de Clipperton, situé à 109 degrés 13 min Ouest et 10 degrés 18 min Nord, en plein océan Pacifique, à 1 500 km de la côte la plus proche. Possession française, cette terre de 1,8 km<sup>2</sup> n'avait vu âme qui vive depuis près de 20 ans. 29 069 liaisons ont été réalisées en une semaine avec plus de 100 pays du monde, pulvérisant ainsi tous les records et les prévisions les plus optimistes. 11 909 liaisons ont été faites en télégraphie, 17 160 en téléphonie, sur toutes les bandes ouvertes aux

amateurs, y compris via les satellites OSCAR 7 et 8. 350 000 F ont été investis. Trois stations ont fonctionné simultanément 24 h sur 24 pour accomplir cette performance.

## 3.10 Balises

Un peu partout de par le monde et sur toutes les bandes, sont disposées des balises émettant en continu pour permettre une appréciation rapide de l'état de la propagation dans une direction. Les balises françaises sont dotées d'un indicatif dont le premier caractère après le chiffre est un X. Elles peuvent transmettre en permanence des renseignements concernant la température, l'ensoleillement, l'hygrométrie...

## 3.11 Télécommande

Cette activité est appliquée aux modèles réduits de bateau, d'avion ou d'auto, elle est une des formes de l'émission d'amateur. La puissance maximum autorisée est de 5 W et aucun examen n'est à subir. Elle fait appel aux techniques les plus simples et plus anciennes comme aux procédés les plus évolués. Elle constitue un passe-temps complet et même un sport, conduisant toujours ses adeptes en plein air, autour d'une pièce d'eau ou sur un terrain d'aviation. Des concours nationaux et internationaux ont lieu chaque année. Les modèles réduits peuvent être télécommandés sur les fréquences suivantes :

27 MHz ; 42 MHz ; 72 à 72,5 MHz ; 144 à 145 MHz ; 436 à 437 MHz

Joignant la passion du bricolage et l'habileté technique nécessaires à la réalisation des organes de commande, elle constitue une des facettes du radioamateurisme.

# 4. Réseau des Émetteurs Français

## 4.1 Buts

L'association « Réseau des Émetteurs Français », fondée en 1925, a pour but d'unir les radioamateurs, c'est-à-dire les personnes dûment autorisées, s'intéressant à la technique radioélectrique dans un but uniquement personnel et sans intérêt pécuniaire. Elle a également pour but de grouper les personnes s'intéressant aux ondes courtes. En particulier, elle est destinée à :

- créer un lien amical entre les radioamateurs de la communauté française, leur faciliter les essais grâce à des échanges de vues, des renseignements techniques...
- organiser tous les essais nationaux ou internationaux et prêter le concours bénévole de ses membres aux chercheurs, aux laboratoires officiels ou privés, aux services publics, en vue d'essais techniques ou applications des ondes courtes ou ultracourtes ;
- représenter officiellement, en toutes circonstances, ses membres, tant au sein de la communauté française qu'à l'étranger ;
- entrer en relation avec les pouvoirs publics et les administrations intéressées en vue d'étudier, dans un esprit de collaboration, les conditions d'une réglementation adéquate de l'émission d'amateur et de son application ainsi que, en général, toutes questions relatives à l'émission d'amateur.

En 1992, les statuts ont été modifiés pour devenir une union, l'Union française des radioamateurs, regroupant ainsi les associations sectorielles de radioamateurs. Douze associations sont regroupées au sein du REF-Union.

## 4.2 Organisation

### 4.2.1 Organisation nationale

L'association est gérée par un Conseil d'Administration, composé de 22 délégués régionaux représentant les régions administratives métropolitaines, de 2 délégués représentant les départements et territoires d'Outre Mer et de 3 délégués représentant l'Union. Élu par un collège régional composé de six membres REF de chaque bureau départemental de sa région, membre lui-même d'un bureau, le Délégué Régional est chargé de faire connaître au conseil tous les sujets qui tiennent à cœur aux radioamateurs des départements de sa région et vice versa. Désigné par la majorité, comme son suppléant, il est la véritable émanation de la région. Les trois délégués de l'Union sont élus par l'assemblée générale.

### 4.2.2 Organisation départementale

L'organisation administrative est semblable à celle existant au niveau national, la grosse différence étant la désignation du conseil au suffrage universel par les membres de la section départementale. C'est à ce niveau et à celui des radio-clubs que se situe toute l'activité de groupe des radioamateurs. Des réunions sont organisées régulièrement, chaque mois, pour permettre les échanges de vues et discuter de sujets techniques relatifs aux expérimentations poursuivies par chacun. Dans les sections les mieux équipées, du matériel et de l'appareillage de mesure sont à la disposition des expérimentateurs et, très souvent, une station d'émission-réception y fonctionne en permanence.

## 4.3 Services

■ Le **premier service** attendu avec impatience, chaque mois, par les membres est la distribution de la revue Radio-REF, organe officiel de l'association et bulletin de liaison. On peut y trouver des nouvelles administratives, des articles techniques, la vie des sections, des prévisions de propagation, des rendez-vous, des dates de réunions, d'expositions, le courrier des lecteurs, les petites annonces et, en encart au centre de chaque numéro, « Les Documents du REF-Union », des fiches détachables qui, réunies en classeurs adaptés, forment au fil des années une véritable encyclopédie du radio-amateur contenant une mine inépuisable de renseignements dans tous les domaines technique, administratif, juridique, touchant de près ou de loin cette passion.

■ Le **deuxième service**, tout aussi important que le premier, est l'acheminement des cartes QSL confirmant une liaison. Sorte de service postal, il s'occupe de la collecte nationale de ces cartes, de leur expédition aux bureaux QSL du monde entier et de la réception, du tri et de la distribution des cartes en provenance des bureaux étrangers. 5 000 cartes sont ainsi triées chaque jour, représentant 6 tonnes de cartes par an. En général, un correspondant de ce service existe dans chaque département et y effectue les mêmes opérations.

■ Le **troisième grand service** est la distribution de fournitures propres aux radioamateurs, comme les cartes mondiales marquées aux préfixes internationaux ou graduées en Locator, les carnets de trafic où est notée toute liaison effectuée, les publications radioamateurs françaises et étrangères, la nomenclature annuelle des indicatifs, noms et adresses et bien d'autres. Un correspondant existe aussi au niveau départemental.

Parmi les autres services, on peut citer l'assurance des responsabilités et matériels, les petites annonces pour les transactions ou les échanges d'idées, l'aide juridique, l'assistance technique, l'aide

administrative pour les licences en France et à l'étranger, la solidarité, les voyages et visites techniques, etc.

■ Un **quatrième service** offre en temps réel des informations fraîches : éphémérides de passage des satellites, nomenclatures des indicatifs français, nouvelles, propagation, etc. Il est accessible par Télétel 3 (36 15, code REF) ou par Internet (<http://www.ref.tm.fr>).

## 5. Composition d'une station de radioamateur

### 5.1 Sources de signaux

#### 5.1.1 Signal

Selon le mode de transmission utilisé, la source de signal varie. Le manipulateur-pioche, double contact ou électronique est utilisé pour la télégraphie morse. En téléphonie, l'usage du microphone dynamique ou piézoélectrique est indispensable. Le fac-similé utilise une cellule photoélectrique pour transformer les variations de luminosité. La télévision utilise un tube analyseur d'images, qu'elle soit à balayage lent ou rapide. Le radiotélétype est issu d'une roue à contacts. Avec l'évolution rapide de l'électronique, quelques-unes de ces sources de signaux ont été radicalement transformées : le radiotélétype est maintenant dépourvu de pièces mécaniques, les mires de télévision sont synthétisées et non plus analysées et, dans les plus récents progrès, le manipulateur est remplacé par un clavier alphanumérique, quant au packet-radio, seul l'ordinateur permet de traiter les informations à la vitesse requise.

#### 5.1.2 Signaux de contrôle

##### 5.1.2.1 CTCSS

Un récepteur doté du système CTCSS (*Continuous Tone Coded Squelch System* ou système de squelch à tonalités codées) n'ouvrira son squelch que si la portuse reçue émet une des tonalités CTCSS pour lesquelles il a été programmé.

Un relais en mode veille passera en émission s'il reçoit sur son entrée sa tonalité CTCSS, même s'il n'a pas reçu la tonalité d'enclenchement de 1 750 Hz ou le code DTMF d'ouverture.

En cas d'ouverture de propagation, ce système permet également au relais de ne pas retransmettre une émission reçue sur sa fréquence d'entrée qui comporterait une tonalité CTCSS autre que la sienne, destinée à un relais lointain sur le même canal (tableau 15).

##### 5.1.2.2 DTMF

Ce sont des paires de fréquences pour le contrôle des relais et boîtes vocales. L'équipement du système DTMF (*Dual Tone Modulated Frequencies* ou fréquences modulées à deux tons) consiste en un clavier à 16 touches, généralement situé sur le microphone, utilisant les symboles #, \*, A, B, C, D et chiffres de 0 à 9. L'appui d'une touche provoque l'émission de deux tons simultanés, l'un au-dessus, l'autre en dessous de 1 000 Hz (tableau 16).

Par exemple, si la touche 5 est appuyée, la combinaison des tons 770 Hz/1 336 Hz sera générée. Les fréquences des tonalités doivent être précises à  $\pm 1,5\%$ . La durée de chaque tonalité doit être comprise entre 65 et 105 ms. La pause entre deux tons doit être d'au moins 200 ms.

Tableau 15 – Code CTCSS

N°	Fréquence (Hz)	Code	N°	Fréquence (Hz)	Code
1	67,0	A	20	131,8	T
2	71,9	B	21	136,5	U
3	74,4	C	22	141,3	V
4	77,0	D	23	146,2	W
5	79,7	E	24	151,4	X
6	82,5	F	25	156,7	Y
7	84,4	G	26	162,2	Z
8	88,5	H	27	167,9	AA
9	91,5	I	28	173,8	AB
10	94,8	J	29	179,9	AC
11	97,4	K	30	186,2	AD
12	100,0	L	31	192,8	AE
13	103,5	M	32	203,5	AF
14	107,2	N	33	210,7	AG
15	110,9	O	34	218,1	AH
16	114,8	P	35	225,7	AI
17	118,8	Q	36	233,6	AJ

Tableau 16 – Code DTMF

Fréquence (Hz)	1 209	1 336	1 447	1 633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

L'application principale est la télécommande des fonctions utilisateurs des relais :

- \* : ouverture du relais (comme le 1 750 Hz) ;
- \* + 0 : ouverture du relais et transmission de l'indicatif, localisation et, si nécessaire, la tonalité CTCSS ;
- \* + 1 à 9 : fonctions supplémentaires (contrôle du squelch, niveau de puissance, etc.). Ces commandes de base peuvent être prolongées et il est possible de contrôler des fonctions spéciales des relais ou des boîtes vocales.

## 5.2 Émetteur

Le signal à émettre est aujourd'hui obtenu par mélange d'une fréquence fixe, modulée ou non, et d'une fréquence variable permettant de couvrir la bande en exploitation par tranche de 500 kHz.

### 5.2.1 Oscillateur fixe

La fréquence fixe est généralement issue d'un oscillateur à quartz. Cet oscillateur utilise trois quartz commutés selon le type

de modulation utilisé. En bande latérale unique, la fréquence est généralement de 9,015 MHz pour la BLI, 8,985 MHz pour la BLS. Dans les autres types, elle est de 9,000 MHz. Dans le cas de la BLU, cette fréquence est envoyée vers un modulateur équilibré qui est d'autre part attaqué par le signal modulant issu du microphone après préamplification. Ces deux signaux sont multipliés pour donner une résultante modulée en amplitude à double bande latérale sans porteuse (DSB *Double Side Band*). La bande latérale indésirée est éliminée par filtrage. Ceci est assuré par un filtre à quartz centré sur 9,000 MHz d'une largeur de bande de 2,7 kHz laissant passer les seules composantes de la voix humaine (figures **5b** et **c**). Les flancs de ce filtre sont suffisamment raides pour obtenir une réjection de 80 à 120 dB des signaux indésirables.

Afin de pouvoir utiliser les mêmes circuits pour d'autres types de modulation, le modulateur est volontairement déséquilibré alors que son entrée AF est court-circuitée, ceci afin de permettre le passage de la seule porteuse à 9,000 MHz, fréquence centrale du filtre qui la laisse alors passer entièrement (figure **5d**).

### 5.2.2 Oscillateur variable

La fréquence variable est généralement issue d'une boucle à verrouillage de phase. Afin d'assurer les meilleures précision, stabilité et la plus faible dérive, l'oscillateur commandé est entièrement blindé, fabriqué avec des composants les moins sensibles aux variations de température et aux vibrations. La rigidité mécanique des supports est assurée. Dans les meilleurs cas, les variations sont compensées par des composants à coefficient de température négatif. Sa fréquence est ensuite divisée par des systèmes programmables commandés soit par commutateur dans le cas de canalisation soit par bouton rotatif associé à des codeurs optiques dans le cas de balayage linéaire de plage pour permettre des précisions jusqu'à 10 Hz, puis comparée en phase avec la référence d'un oscillateur à quartz, le signal d'erreur est appliqué à l'oscillateur pour correction (figure **6**).

### 5.2.3 Synoptique général

Ceci est un exemple de schéma synoptique d'un équipement multibandes (figure **7**). Il est à noter que tous les appareils commerciaux offrent désormais la gestion des fonctions par microprocesseur et donc une augmentation des possibilités, dont la commande externe.

## 5.3 Antenne

Cet élément est réversible et peut servir aussi bien à l'émission qu'à la réception, même simultanément comme dans le cas des stations relais. Les aériens utilisés par les radioamateurs recouvrent toutes les technologies existantes, du long fil jusqu'à la Log-Périodique, en passant par le quart d'onde avec radians, le doublet, le multidoublet, les antennes multibandes à trappes, les antennes pilotées, l'antenne Yagi, la rhombic, la *Cubical Quad* (figure **8**). Certains radioamateurs ont conçu eux-mêmes des types d'antennes, comme W3DZZ avec un doublet à trappes, HB9CV avec une antenne pilotée et Lucien LEVY pour les plus connus.

Les meilleures performances sont obtenues avec des antennes à éléments de type Yagi. Une quinzaine d'éléments dans les bandes métriques peut apporter un gain avant jusque 20 dB, avec un rapport avant-arrière de 30 dB. En THF, l'adjonction d'un préamplificateur sur l'élément directeur peut apporter 20 dB de plus avec des semi-conducteurs à l'arséniure de gallium à effet de champ (GaAs-Fet), avec un facteur de bruit inférieur à 0,1 dB. Si les résultats sont insuffisants, les antennes sont couplées en phase par 2, 4, 8 voire 16 avant attaque du préamplificateur, gagnant ainsi de 3 à 12 dB supplémentaires.

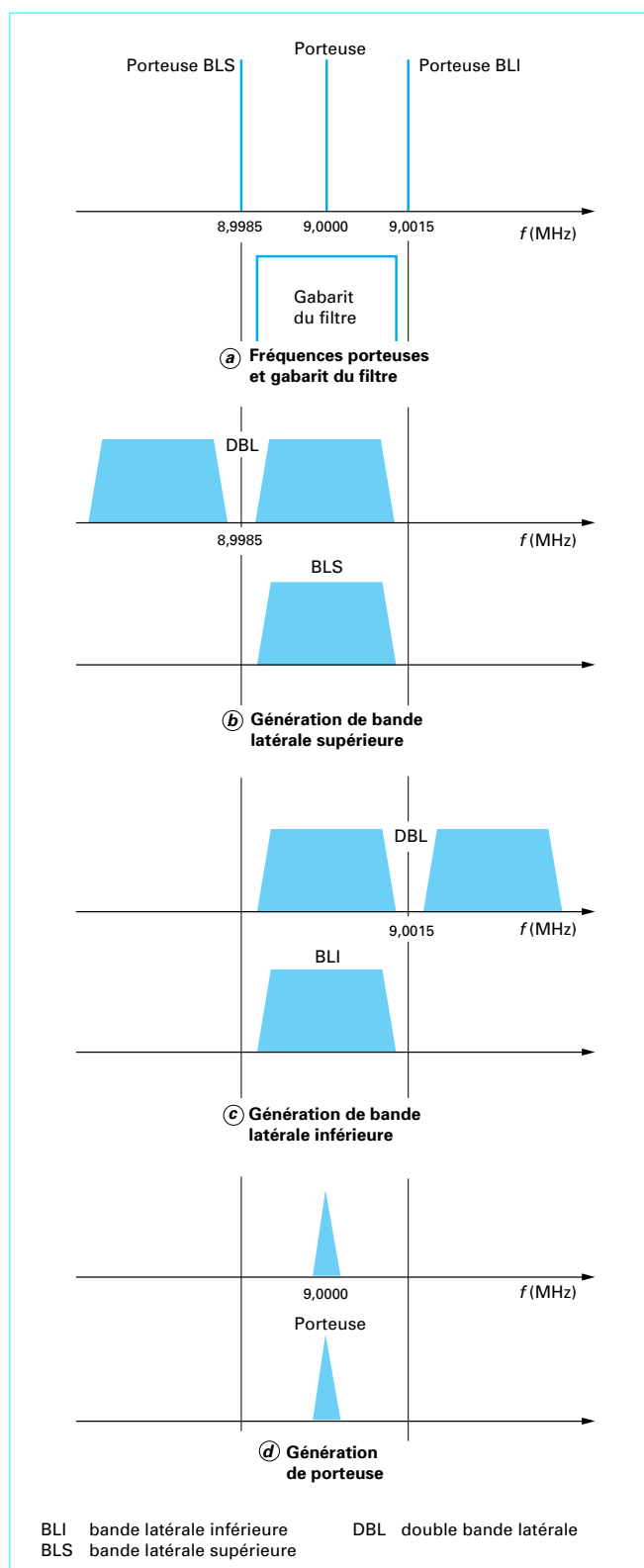


Figure 5 – Génération de bandes de fréquences

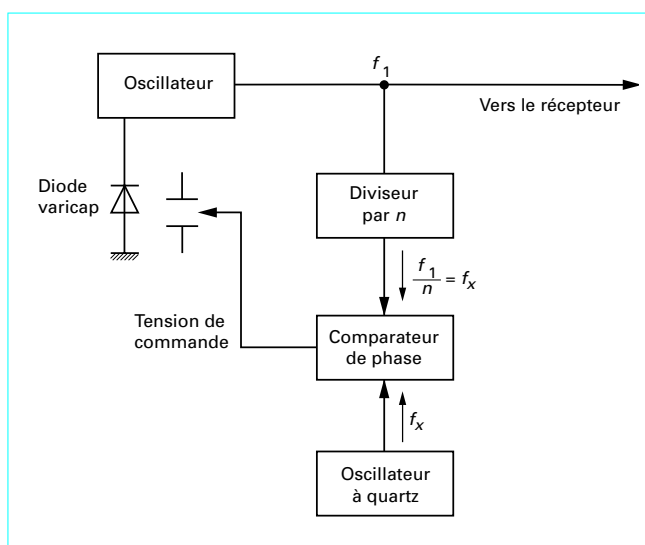


Figure 6 – Maître oscillateur

Cette dernière configuration est peu répandue. On la trouve surtout chez les fervents des réflexions lunaires ou météorites.

Dans les bandes décadiques, les longueurs d'onde utilisées déterminent des aëriens d'une dizaine de mètres d'envergure. Pas de nécessité de préamplification du fait de l'occupation importante du spectre et de la force des signaux reçus.

En fonction des buts et du budget, on verra du simple fil au système couplé réglable en site et azimut monté en haut d'un pylône autoportant d'une vingtaine de mètres.

## 5.4 Récepteur

Les premiers récepteurs, conçus pour recevoir une seule émission, étaient à amplification directe. Le nombre de fréquences et de bandes augmentant, la technologie a très rapidement évolué vers la superhétérodyne, l'oscillateur local permettant, en variant, de sélectionner une fréquence à l'intérieur de la bande. Des accessoires ont été ajoutés, comme la sélectivité variable, le marqueur à quartz pour délimiter avec précision les extrémités de bande, le clarifieur pour régler la fréquence écoutée avec finesse, l'affichage digital pour la précision et la simplicité de lecture.

## 5.5 Restitution du signal

La télégraphie et la téléphonie utilisent le même organe de restitution : le haut-parleur qui diffuse les sons propres à chaque mode. Les signaux RTTY sont imprimés à l'aide d'un téléscripteur ou sur un écran vidéo. Le fac-similé utilise un stylet électrostatique pour marquer le papier. La télévision à balayage lent affiche l'image sur un tube cathodique à forte rémanence, 10 s, celle à balayage rapide, un tube à faible rémanence, 20 ms. L'amtor et le packet-radio traitent les signaux par ordinateur.

### 5.5.1 Filtrage numérique

La plupart des matériels disposent du filtrage numérique à base de circuits DSP (*Digital Signal Processing*), permettant entre autres

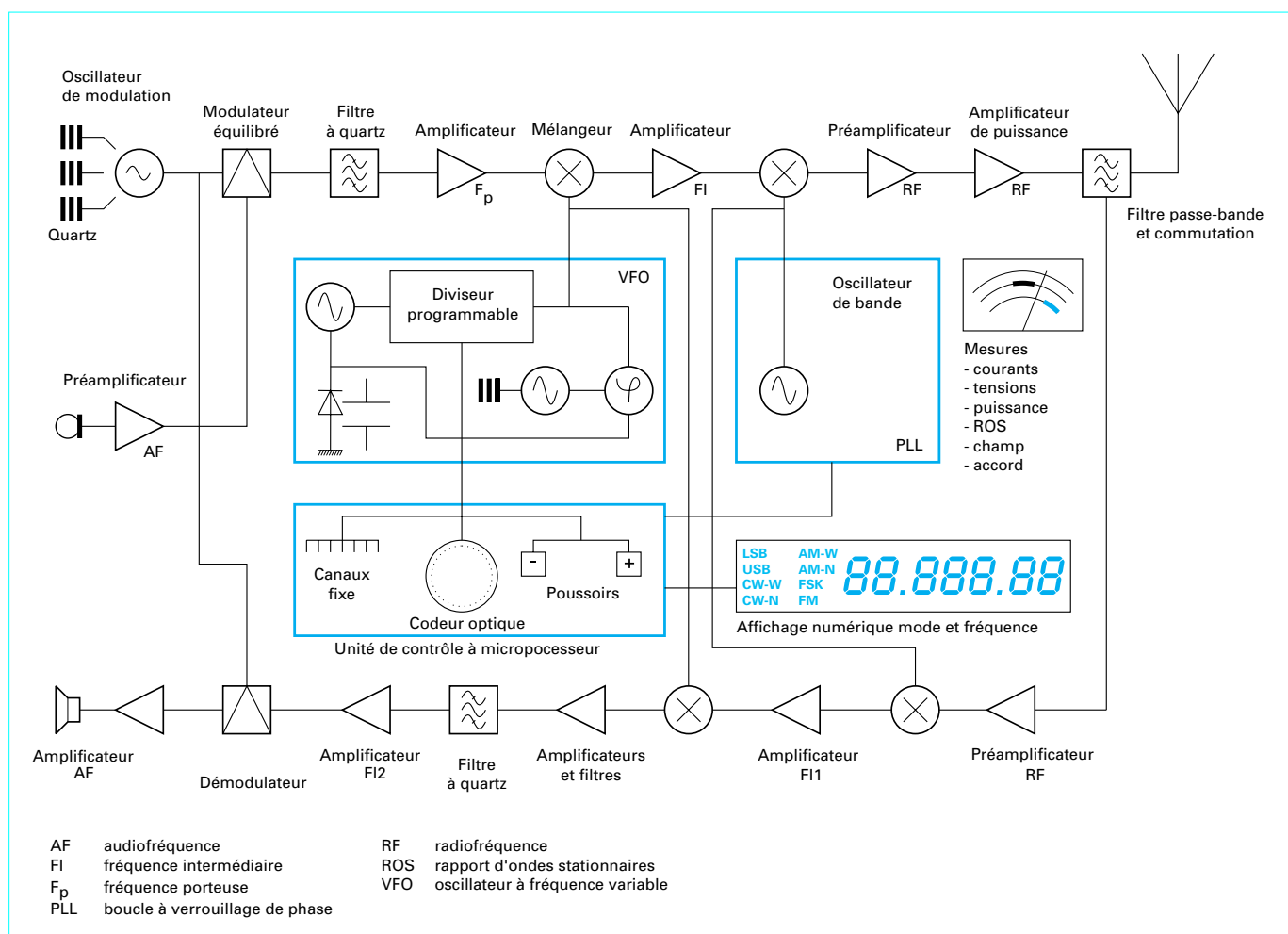


Figure 7 – Schéma synoptique d'un émetteur



Figure 8 – Une installation d'antennes

d'éliminer les interférences. La bande passante de ces circuits permet maintenant de les utiliser également dans les étages à fréquence intermédiaire.

## 5.6 Alimentation en énergie

Les stations fixes tirent en général, leur énergie du secteur. Les tensions couramment employées sont continues : le 12V pour l'ensemble des appareils et le 800V pour les étages de puissance à tubes. Les appareils mobiles se servent de l'énergie du véhicule. Seuls les petits ensembles à main sont alimentés sur piles ou batteries. Les puissances absorbées varient de 1W à plusieurs centaines de watt, selon la complexité du matériel.

## 5.7 Accessoires de fonctionnement

C'est dans ce domaine que l'on trouve le plus large éventail de matériel.

### 5.7.1 Systèmes de commande

Le plus universel est le moteur qui permet de faire tourner les antennes directives dans tous les azimuts. Il est commandé depuis la station par un système qui affiche également la position des



aériens. Le passage émission-réception est commandé par un commutateur situé généralement sur le microphone. Il peut être déclenché également par la voix ou par la manipulation télégraphique. Des temporisations sont prévues pour le retour en réception. Sur des systèmes récents, la fréquence elle-même peut être commandée, soit en montée et descente, soit par appel à l'aide d'un clavier numérique. Lorsque l'antenne est pourvue d'un préamplificateur de réception, celui-ci peut être automatiquement court-circuité par la fréquence d'émission.

### 5.7.2 Organes de calcul et informatique

Grâce à la calculette électronique ou l'ordinateur, aidé également par des abaques et des diagrammes, le radioamateur est à même de calculer ses propres circuits. L'utilisation abondante de circuits intégrés rend ce travail plus rare. Une autre application consiste à calculer les distances entre stations à l'aide des *Locator* et des formules de trigonométrie sphérique.

Les systèmes informatiques servent à établir des commandes de processus comme par exemple la poursuite de satellites en temps réel par l'orientation automatique en site et azimut des aériens ou encore la génération, le décodage et l'affichage de signaux Morse, radiotélétype, amtor ou packet-radio sur écran vidéo ou bien encore la synthèse de mires de télévision et bien d'autres... Des applications en gestion existent également pour les contacts effectués et les cartes QSL.

### 5.7.3 Boîtes de couplage

Leur but est double. Elles permettent l'adaptation en impédance de l'émetteur à l'antenne et servent à filtrer les fréquences émises pour éviter des rayonnements indésirables. Elles sont prévues pour accepter des antennes à alimentation filaire, symétrique ou coaxiale. Plusieurs antennes peuvent y être branchées et la commutation de l'une ou l'autre est alors autorisée. Elles sont habituellement pourvues d'un ensemble de mesure des ondes stationnaires.

## 5.8 Appareillage de mesure et de contrôle

En dehors des systèmes de mesure inclus aux appareils, toute station dispose au minimum d'un ondemètre à absorption et d'une antenne fictive. Elle est constituée d'une charge purement résistive dont la résistance est égale à l'impédance de l'antenne. Bien entendu, d'autres appareils équiperont petit à petit la station. Dans l'ordre, ce sont le multimètre, le générateur AF puis HF, le fréquence-mètre, en allant ensuite jusqu'à l'oscilloscope, le roi des appareils de mesure pour le radioamateur moyen. Les appareils spécifiques à l'émission-réception sont le mesureur d'ondes stationnaires dans les lignes, le ROS-mètre, le dipmètre, instrument indispensable au réglage des circuits accordés, le mesureur de champ et l'analyseur de spectre pour les mieux équipés.

## 5.9 Outillage

Doté, bien entendu, de l'outillage classique de l'électronicien, le radioamateur peut disposer en plus de tout le nécessaire de conception et de réalisation des circuits imprimés, de l'artisanat aux instruments les plus sophistiqués. La mécanique est une des composantes d'une station pour la réalisation des coffrets, antennes, etc. On peut trouver chez certains un atelier mécanique très complet comprenant fraiseuse, tour...

## 5.10 Assemblage des éléments

Les circuits imprimés sont devenus les maîtres du montage électronique dans tous les domaines. Les réalisations utilisant des

composants montés en surface (CMS) font leur apparition dans les articles techniques des revues. Le phénomène du kit a aussi envahi le monde radioamateur où l'on trouve des transceivers accompagnés d'une notice suffisamment explicite pour permettre leur montage même par des débutants.

## 5.11 Aspect financier

L'investissement dans une station commence à partir de quelques centaines de francs, pour lesquels on peut se procurer les composants nécessaires à construire un équipement de base. Les matériels d'occasion se trouvent aussi à cet ordre de prix. Les premiers appareils du commerce sont disponibles à partir de 2 000 F. Ensuite, en fonction du budget, de l'aptitude à la réalisation, du temps disponible, on verra s'élaborer des constructions d'appareillage de plus en plus sophistiquées qui pourront atteindre plusieurs dizaines de milliers de francs au bout de plusieurs années de travail. Les équipements annexes comme les antennes, pylônes et accessoires de commande et de mesure entrent pour une part importante dans les sommes investies. Les très rares stations équipées de tous les modes et bandes exploitables peuvent dépasser une valeur de 100 000 F (15 245 euros). Un équipement moyen reste toutefois de l'ordre de 10 000 F (1 524,5 euros). Il se compose de deux transceivers, un THF de 3 000 F (457,35 euros), un décamétrique de 6 000 F (914,7 euros), le reste se répartissant entre les antennes et accessoires. Ceux qui n'utilisent qu'un des deux mondes voient ces valeurs diminuer en conséquence.

# 6. Émissions

## 6.1 Émissions en haute fréquence

Il s'agit ici des bandes inférieures à 30 MHz, les premières utilisées dès les débuts de l'émission d'amateur. Le trafic y était écoulé avec un émetteur et un récepteur séparés.

### 6.1.1 Transceivers

De l'anglais *Transmitter-Receiver* (émetteur-récepteur), c'est un appareil complet permettant de trafiquer sur la même fréquence à l'émission et à la réception et doté d'un sélecteur de bande et de mode. À cette version de base peuvent être intégrés de multiples accessoires ou possibilités, comme le clarifieur, le marqueur à quartz tous les 100 ou 25 kHz, la sélectivité réglable, les filtres de bande commutables, le limiteur de parasites, l'enclenchement automatique, un second maître oscillateur, le compresseur de modulation, le modulateur FSK (*Frequency Shift Keying* ou modulation par déplacement de fréquence). Tous sont équipés d'un système de mesure du signal reçu (S-mètre) et de puissance émise.

### 6.1.2 Antennes

Les dimensions des antennes étant liées à la bande utilisée, on trouve ici deux grands types. Les antennes filaires, dipôles ou Lévy sont utilisées sur les bandes 1,6 ; 3,5 et 7 MHz (160 ; 80 et 40 m). Les longueurs mises en jeu font qu'elles sont généralement fixes, dans une direction privilégiée ou forcée par la nature du terrain disponible. Sur les fréquences supérieures 14 ; 21 ; 28 MHz (20 ; 15 et 10 m), on utilise généralement des antennes multibandes rotatives à trapèzes, le nombre d'éléments variant de 1 à 6 en moyenne. Les fanatiques d'une bande particulière utilisent une antenne à éléments de type Yagi.

## 6.2 Émissions en très haute fréquence

### 6.2.1 Transceivers

Le matériel employé ici fonctionne sur une seule bande : 144 MHz (2 m) et est de ce fait plus simple que celui utilisé en décimétrique. Les différences essentielles résultent de l'utilisation de la modulation de fréquence, inexistante en décimétrique et de la possibilité de décaler l'émission ou la réception de plus ou moins 600 kHz par rapport à la fréquence choisie, pour l'utilisation d'une station relais. La modulation de fréquence permet également d'ajouter un réglage de squelch, silence en l'absence d'une porteuse, ainsi qu'un indicateur d'accord à zéro central. Un ROS-mètre peut équiper certains appareils.

### 6.2.2 Antennes

Les plus couramment utilisées sont les antennes Yagi de 4 à 18 éléments, les modèles à 9 ou 16 éléments sont les plus répandus. La faible longueur d'onde autorise le couplage des antennes par groupe de 2 ou 4, l'amélioration du gain étant de 3 dB à chaque fois. L'orientation en site est indispensable dans le cas d'utilisation de satellite ou d'essais par réflexion. La polarisation est horizontale en bande latérale unique et télégraphie, verticale en modulation de fréquence à cause des stations mobiles et des relais. Les mobiles utilisent une antenne 1/4 ou 5/8 d'onde.

## 6.3 Émissions en ultra haute fréquence

Les fréquences 432 ; 1 250 et 2 300 MHz (70 ; 23 et 11 cm) nécessitent de par leur éloignement spectral un ensemble propre à chaque bande. Des transceivers commencent à être utilisés sur 70 cm. À partir de ces fréquences, la ligne remplace la bobine.

### 6.3.1 Transverters

De l'anglais *Transmitter - Receiver - Converter*, ce nom désigne un ensemble qui transpose la bande de fréquences choisie en une autre, par exemple 144 en 28 MHz. Il est composé d'un convertisseur de fréquence à l'émission et à la réception. La puissance de l'émetteur de base doit être faible, de l'ordre de 1 W, pour permettre une bonne translation, le signal est ensuite amplifié. Les commutations transmission-réception sont commandées soit par le module de base, soit par la HF reçue sur le transverter.

### 6.3.2 Émetteurs

Différents de par les fréquences mises en jeu, ils nécessitent des précautions de blindage, de masse et de câblage. Deux éléments proches forment une capacité parasite, un bout de fil représente une ligne susceptible de provoquer un couplage indésirable. La stabilité en fréquence est généralement garantie par l'utilisation d'un quartz.

### 6.3.3 Récepteurs

Les problèmes de couplage et d'induction parasites se retrouvent à la réception. L'oscillateur local notamment est particulièrement soigné, pour éviter les dérives dues à la température, à l'approche d'une main et aux vibrations. Des blindages séparent tous les étages.

### 6.3.4 Antennes

Les paraboles font ici leur apparition à partir de 1 200 MHz. La difficulté d'obtenir des puissances supérieures à 10 W à ces fréquences, liée à la facilité de construction de petites paraboles jusqu'à 1 m de diamètre, fait préférer la recherche du gain dans l'antenne para-

bolique plutôt que dans l'émetteur. 30 dB de gain sont chose courante, au détriment de l'angle d'ouverture qui descend à quelques degrés, rendant ainsi plus délicat le pointage de l'antenne.

### 6.3.5 Transceivers multibandes

Ces appareils sont conçus pour disposer des bandes 2 m, 70 cm et d'une troisième au choix de manière à faciliter entre autres le trafic par satellite. Ils peuvent à cet effet émettre sur une bande et recevoir sur une autre en duplex intégral, grâce à l'adjonction d'un deuxième ensemble à fréquence intermédiaire, ce qui autorise l'écoute de son propre signal en retour afin de s'assurer du pointage correct des aériens.

## 6.4 Émissions en super haute fréquence

### 6.4.1 Transverters

Les modes de fonctionnement utilisés jusqu'ici disparaissent, la conversion directe est universellement employée. Le principe consiste à mélanger dans une cavité l'onde incidente et une onde locale générée par une diode Gunn, pour obtenir une fréquence intermédiaire dans la bande 100 MHz, autorisant ainsi l'utilisation de récepteurs MF du commerce comme chaîne à fréquence intermédiaire, la modulation utilisée étant la MF. La large bande passante autorise le duplex.

### 6.4.2 Antennes

Trois grandes méthodes sont utilisées : soit on dispose l'ensemble, émission ou réception, au foyer d'une parabole, soit on dirige l'émission vers ce foyer à l'aide d'un guide d'ondes, soit on utilise un cornet directement à la sortie de la cavité (figure 9).

## 6.5 Émissions sur faisceaux lumineux

### 6.5.1 Modulation de lumière

La technologie se simplifie grandement ici. L'émetteur est constitué d'une diode infrarouge dont on module le courant direct avec le signal choisi, la quantité de lumière émise variant proportionnellement. À la réception, une simple cellule photoélectrique effectue la transformation inverse, fournissant une tension ou en variant la valeur de sa résistance interne proportionnellement.



Figure 9 – Station SHF

Ces procédés sont utilisés aussi bien en lumière visible qu'en infrarouge, avec une tendance évoluant vers ces derniers.

La même technologie est utilisée pour les transmissions digitales par action en tout ou rien sur l'émission de lumière. Les signaux sont transmis en série en mode asynchrone et codés selon les procédés courants : ASCII, baudot ou autres. La principale application en est la télécommande.

### 6.5.2 Antennes

Le mot n'est plus adapté dans ce cas. Celles-ci sont constituées par des optiques ou des réflecteurs pouvant transformer les sources ponctuelles en faisceaux parallèles et vice versa. La liaison ne peut s'effectuer que lorsque les deux ensembles sont en vue directe, les portées sont très faibles, quelques centaines de mètres.

## 7. Perturbations radioélectriques

On doit distinguer deux grands types : impulsionnel et régulier. Les perturbations impulsionnelles ou parasites sont dues essentiellement à des appareils domestiques ou industriels mal protégés, comme les moteurs électriques à collecteur ou les moteurs thermiques à explosion (QRM). On peut y ajouter les perturbations atmosphériques orageuses, comme les décharges statiques et les éclairs (QRN). Les radars transhorizon fonctionnant en ondes décimétriques génèrent également de tels parasites.

Les perturbations régulières sont, elles, dues à des émissions à trop large bande du fait de mauvais réglage des appareils, à des fréquences harmoniques mal éliminées, à des produits d'intermodulation ou encore à des émissions trop voisines de celle reçue. Parfois, des phénomènes de propagation exceptionnelle permettent de recevoir des émissions inhabituelles qui peuvent brouiller, notamment en télévision où l'on peut alors recevoir deux émetteurs sur le même canal, brouillés l'un par l'autre. Leur durée est limitée. Peu de solutions existent en dehors de l'orientation des antennes en compromis.

### 7.1 Interférences

Ce cas s'applique aux postes récepteurs de toutes sortes placés dans le voisinage de l'émetteur. Il s'agit principalement des appareils de radio ou de télévision grand public. Les interférences peuvent se manifester de diverses façons. La plus courante est la réception de l'émission par l'antenne dans les systèmes à large bande passante, 40 à 900 MHz dans les antennes collectives, saturant ainsi l'étage de l'amplificateur d'entrée. La seconde se rencontre dans les circuits intermédiaires insuffisamment blindés qui reçoivent l'émission. La troisième est le passage de l'émission par les câbles du secteur d'alimentation. Il existe également en faible proportion la réception de signaux émis indésirables. Dans tous les autres cas, le récepteur reçoit des fréquences qui ne lui sont pas destinées et contre lesquelles il devrait être protégé. Citons en exemple, le cas d'un téléviseur prévu normalement pour recevoir les bandes I, III, IV et V (43 à 65,55 ; 162 à 215 ; 470 à 606 et 614 à 880 MHz) et qui capterait une émission en 28 MHz. Les remèdes consistent à éviter l'apparition des fréquences gênantes par l'adjonction de filtres passe-bande ou coupe bande aux endroits où ces fréquences arrivent : antenne, prise de courant.

### 7.2 Détection parasite des appareils domestiques

Le cas présent est très différent puisqu'il n'est plus question ici d'appareils de réception, mais d'ensembles audiofréquence comme tourne-disques ou chaînes haute-fidélité. L'émission est alors détectée par un élément non linéaire des premiers étages, puis amplifiée pour être restituée dans les haut-parleurs. Le cas le plus fréquent est celui des câbles de liaison aux enceintes acoustiques d'une chaîne haute-fidélité qui résonnent sur une fréquence et forment ainsi une antenne dont le signal est ramené par les circuits de contre-réaction à l'étage d'entrée qui agit alors comme un détecteur. Là, les fréquences seront court-circuitées à la masse par un simple condensateur d'impédance faible aux fréquences considérées.

### 7.3 Perturbations des appareils industriels

Le cas des perturbations par de tels appareils n'est pas dû aux seuls moteurs électriques. Les systèmes de régulation et de contrôle industriels utilisent beaucoup les thyristors et triacs qui génèrent des parasites souvent importants. Tout système commutant des tensions élevées (plus de 50 V) est dans ce cas, telles les alimentations à découpage. Les défauts d'isolement peuvent également provoquer de tels phénomènes, notamment dans le cas des lignes de transport d'énergie à moyenne ou haute tension, aux environs des isolateurs. L'effet Corona en est également l'origine. Les émetteurs fonctionnant en régime impulsionnel génèrent eux aussi de tels parasites, sur les ondes cette fois. Enfin, tout système produisant des signaux électriques périodiques, comme les bases de temps de téléviseurs, est générateur de QRM radioélectrique.

## 8. Le radioamateur et son environnement

La réputation de technicité lui vaut des relations privilégiées avec son entourage professionnel et son voisinage.

### 8.1 Relations de voisinage

La curiosité naturelle engendrée par un phénomène hors du commun comme l'apparition d'une forêt d'antennes aux alentours du domicile du radioamateur, fait poser de nombreuses questions sur le pourquoi et le comment de ce hobby. Le public s'imaginerait très mal qu'il est possible de contacter le monde entier avec des moyens modestes et la découverte de ces possibilités se fait toujours avec le plus grand étonnement. Connu pour sa compétence technique, le radioamateur est sollicité par son voisinage pour donner des conseils lorsque survient un problème technique même très souvent en dehors des domaines proches de l'électronique.

### 8.2 Relations professionnelles

Les connaissances des phénomènes radioélectriques fait préférer le radioamateur à tout autre pour travailler sur les techniques mettant en jeu ces phénomènes. Quelquefois, des conceptions ont été grandement améliorées par l'apport de cette technologie. Le fait de pratiquer un hobby en liaison étroite avec des fonctions professionnelles est une garantie d'une recherche permanente de la nouveauté et d'une formation continue « sur le tas ».

## 9. Le radioamateur et la société

### 9.1 Organisation de secours

Entièrement dépendante du plan ORSEC (ORganisation des SECours), cette organisation a été proposée aux services de la Protection Civile qui ont trouvé là un moyen de communication dont ils ne disposaient pas. Presque tous les départements français sont organisés en ce domaine et disposent d'équipes prêtes à fonctionner 24 h sur 24. La collaboration est de trois types : écoulement d'un trafic d'urgence en cas de déclenchement du plan ORSEC ou de ses annexes, participation à des exercices, grandes manœuvres, sécurité routière et enfin radiogoniométrie pour la recherche de balises de détresse en aviation. Quelques cas réels ont montré une très rapide efficacité en ce domaine. Chaque avion dispose en effet d'une balise sur les fréquences internationales de détresse 121,5 et 243 MHz. Sa mise en route peut se faire manuellement ou automatiquement à l'impact, 5 g pendant 11 ms, avec un fonctionnement minimum de 48 h.

### 9.2 Collaboration scientifique

Le grand nombre de radioamateurs œuvrant dans le même domaine est la source naturelle de découvertes scientifiques. On peut citer parmi elles, la propagation des ondes au-delà de l'horizon, la recherche du rapport signal bruit, la réduction du bruit de fond, le gain des antennes, le rendement des étages d'émission, les propriétés autodynes des diodes Gunn. Cette collaboration permanente est fort appréciée par les milieux scientifiques et garantit l'image de marque des radioamateurs.

## 10. Conclusion

Cet exposé ne saurait refléter en aucune façon toutes les multiples facettes de l'émission d'amateur. Il a pu toutefois donner un aperçu des possibilités offertes par ce mode de communication privilégié et donner au lecteur l'envie d'en connaître plus. Si tel a été le cas, le but d'information qui était fixé a donc été atteint et il est à souhaiter que bon nombre de lecteurs puissent rejoindre cette grande famille.