

Manuel – Service d’amateur et service d’amateur par satellite

Edition de 2026



Manuel
Service d'amateur et
service d'amateur par
satellite

Édition de 2026

Bureau des radiocommunications



© UIT 2026

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

Avant-propos

Le présent Manuel donne des informations générales sur les services d'amateur et d'amateur par satellite. Il contient aussi une liste des textes en vigueur de l'UIT se rapportant à ces services.

Le service d'amateur est l'un des services de radiocommunication les plus anciens et il est antérieur au Règlement des radiocommunications. Le service d'amateur a été défini pour la première fois dans l'édition de 1927 de la Convention radiotélégraphique internationale. À l'heure actuelle, le service d'amateur bénéficie d'attributions dans des bandes de fréquences relativement restreintes sur l'ensemble du spectre allant de 135,7 kHz à 250 GHz.

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR) de 1963 a adopté le renvoi 284A, ainsi libellé: «Dans la bande 144-146 MHz, le service d'amateur peut utiliser des satellites artificiels.» Puis la CAMR pour les télécommunications spatiales de 1971 a créé le service d'amateur par satellite et lui a attribué des fréquences. Depuis lors, de nombreux satellites ont été conçus, construits et exploités par des radioamateurs. De plus, le service d'amateur est utilisé à bord de stations spatiales habitées, dont la station MIR et la station spatiale internationale. La plupart des astronautes et des cosmonautes possèdent une licence de radioamateur.

L'autoformation est importante dans le cadre des services d'amateur, comme indiqué dans la définition du service d'amateur au numéro **1.56** du Règlement des radiocommunications (RR).

Les radioamateurs ont apporté une contribution technique considérable dans les domaines de la propagation des ondes, de la radiotéléphonie en ondes décimétriques à bande latérale unique, des communications de données en ondes décimétriques, des protocoles de radiocommunication par paquets et de la conception des satellites de télécommunication.

Conformément au numéro **25.9A** du Règlement des radiocommunications, les administrations sont encouragées à autoriser l'utilisation des stations d'amateur pour les opérations de secours en cas de catastrophe. Le service d'amateur permet d'assurer en permanence des radiocommunications de base, en particulier immédiatement après la survenue d'une catastrophe à l'origine d'une panne ou d'une surcharge des réseaux de télécommunication normaux.

Le présent Manuel a pour objet de présenter, en un seul document, des informations sur les services d'amateur aux administrations et aux organisations de radioamateurs.

Ce travail n'aurait pas été possible sans les efforts déployés par un grand nombre de bénévoles et de délégués pendant de nombreuses années, efforts qui méritent d'être salués.

Dale HUGUES
Président,
Groupe de travail 5A des radiocommunications
(Groupe de travail 5 – Services d'amateur)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Avant-propos.....	iii
CHAPITRE 1 – LES SERVICES D'AMATEUR.....	1
1.1 Contexte historique.....	1
1.2 Les services d'amateur aujourd'hui.....	1
1.3 Interactions sur le plan réglementaire.....	1
1.4 Formation.....	2
1.5 Reconnaissance mutuelle des licences de radioamateur.....	2
1.5.1 CEPT.....	3
1.5.2 Permis radioamateur international (IARP) de l'OAS.....	4
1.6 Qualifications standards des opérateurs.....	4
1.7 Types de licences radioamateur.....	4
1.7.1 Licence radioamateur individuelle.....	5
1.7.2 Stations de club.....	5
1.7.3 Stations pour des événements spéciaux.....	5
1.7.4 Répéteurs et balises.....	5
1.8 Caractéristiques techniques des stations.....	6
CHAPITRE 2 – SERVICE D'AMATEUR.....	7
2.1 Applications dans les bandes attribuées au service d'amateur.....	7
2.2 Plans de bandes pour les radioamateurs.....	11
2.3 Activités du service d'amateur et formation des opérateurs.....	11
2.3.1 Activités types.....	11
2.3.2 Activités opérationnelles.....	12
2.3.3 Radiosport.....	12
2.4 Rôle du service d'amateur dans les télécommunications d'urgence.....	14
2.4.1 Réseaux d'amateur disponibles pour les télécommunications d'urgence.....	15
2.5 Systèmes d'amateur.....	17
2.5.1 Systèmes de télégraphie et de données.....	17
2.5.2 Liaison des stations d'amateur via l'Internet.....	18

2.5.3	Systèmes de téléphonie	18
2.5.4	Systèmes de télévision	19
2.5.5	Systèmes multimédias	19
2.6	Expérimentations dans le service d'amateur	20
2.6.1	Mise au point de systèmes de communication	20
2.6.2	Conception d'antennes	20
2.6.3	Ordinateurs personnels	20
2.6.4	Travaux de recherche et surveillance en matière de propagation	21
2.6.5	Traitement numérique du signal	22
2.7	Équipements des radioamateurs	22
2.7.1	Équipements commerciaux types de radioamateurs	22
2.7.2	Systèmes radioélectriques définis par logiciel	23
CHAPITRE 3 – SERVICE D'AMATEUR PAR SATELLITE		25
3.1	Applications dans les bandes attribuées au service d'amateur par satellite	25
3.2	Considérations générales	26
3.3	Stations terriennes d'amateur	27
3.4	Défis rencontrés et expérimentations menées dans le service d'amateur par satellite	27
3.5	Satellite de télécommunication d'amateurs	27
3.6	Satellites d'amateur associés à des missions éducatives	28
3.7	Coordination des fréquences dans le service d'amateur par satellite	28
CHAPITRE 4 – RÉOLUTIONS DE LA CMR QUI CONCERNENT LES SERVICES D'AMATEUR ET D'AMATEUR PAR SATELLITE		29
CHAPITRE 5 – QUESTIONS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR		31
CHAPITRE 6 – RECOMMANDATIONS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR		33
CHAPITRE 7 – RAPPORTS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR		37
CHAPITRE 8 – AUTRES RECOMMANDATIONS ET MANUELS CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR		39

CHAPITRE 1

LES SERVICES D'AMATEUR

1.1 Contexte historique

Le service d'amateur est l'un des services de radiocommunication les plus anciens et il est antérieur au Règlement des radiocommunications. À l'heure actuelle, le service d'amateur conserve des bandes relativement restreintes sur l'ensemble du spectre radioélectrique. Ces bandes couvrent la totalité des mécanismes de propagation des ondes radioélectriques et, grâce aux expérimentations, les radioamateurs continuent de contribuer à notre compréhension de la propagation.

1.2 Les services d'amateur aujourd'hui

Au fil des ans, les radioamateurs ont apporté une contribution technique considérable dans les domaines de la propagation des ondes et de la conception des antennes dans une large gamme de fréquences, allant de 135,7 kHz à plus de 250 GHz. Les équipements ont évolué, passant de la télégraphie à ondes entretenues, de la modulation d'amplitude, de la téléphonie analogique à bande latérale unique et de la modulation de fréquence aux modes voix numériques, aux systèmes de communication de données, aux protocoles de radiocommunication numériques, à la transmission d'images et de vidéos, aux télécommunications par satellite et aux techniques de radiocommunication définies par logiciel.

De nouveaux protocoles de communication utilisant des données structurées avec une forte correction d'erreur directe ainsi que des processus de corrélation sophistiqués ont été mis au point. Ils garantissent une communication fiable dans des situations de rapports signal/bruit très médiocres. Ces systèmes permettent d'utiliser des trajets de communication qui, autrement, ne seraient pas utilisables.

Le service d'amateur continue de jouer un rôle important dans les communications en cas de catastrophe. Il présente la particularité unique de pouvoir assurer des radiocommunications indépendamment des réseaux téléphoniques, de l'Internet, d'autres services de radiocommunication et des réseaux de distribution électrique nationaux, notamment au cours des premiers jours précédant l'arrivée sur les lieux des organismes de secours et la mise en place de systèmes de télécommunication d'urgence.

1.3 Interactions sur le plan réglementaire

Étant donné que les services d'amateur et d'amateur par satellite sont définis dans le Règlement des radiocommunications et fonctionnent dans le cadre d'accords nationaux régissant l'octroi de licences, il est courant que des représentants des services d'amateur et d'amateur par satellite interagissent avec des organismes de réglementation aux niveaux mondial, régional et national.

L'Union internationale des radioamateurs (IARU), fondée à Paris en 1925, est la fédération des associations nationales de radioamateurs existant dans la plupart des pays. Elle représente les services d'amateur et d'amateur par satellite auprès de l'UIT et des organisations régionales de télécommunication.

En tant qu'organisation mondiale, l'IARU est Membre du Secteur des radiocommunications de l'UIT (UIT-R) et du Secteur du développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D). En sa qualité de membre, l'IARU participe à diverses réunions de groupes de travail de l'UIT-R, aux assemblées des radiocommunications et aux conférences mondiales des radiocommunications.

Au niveau régional, un certain nombre d'organisations représentatives du service d'amateur ont conclu des mémorandums d'accord avec les organisations régionales de télécommunication compétentes et participent aux discussions concernant les services d'amateur et d'amateur par satellite:

- Région 1 de l'UIT:
 - La Région 1 de l'IARU participe aux discussions du Groupe chargé de la gestion du spectre dans les États arabes (ASMG), de l'Union africaine des télécommunications (UAT), de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) et de la Communauté régionale des communications (RCC).
 - L'Organisation européenne des radioamateurs (EURAO) a le statut d'observateur auprès de la CEPT (et est Membre du Secteur de l'UIT-R).
- Région 2 de l'UIT: La Région 2 de l'IARU participe aux discussions de la Commission interaméricaine des télécommunications (CITEL).
- Région 3 de l'UIT: La Région 3 de l'IARU participe aux discussions de la Télécommunauté Asie-Pacifique (APT).

Au niveau national, de nombreuses associations nationales d'amateurs participent à des discussions portant sur des questions réglementaires et opérationnelles qui présentent un intérêt pour les services d'amateur dans leur pays. De nombreux pays autorisent des représentants de sociétés nationales d'amateurs à participer aux discussions de l'UIT-R en tant que membres de délégations nationales aux réunions du Secteur.

1.4 Formation

Les services d'amateur font de l'autoformation un objectif important, et tous les opérateurs radioamateurs sont titulaires d'une licence, qu'ils ont obtenue après avoir démontré un niveau de compétence technique et réglementaire acquis à l'issue d'un processus d'examen national, tel que décrit dans la Recommandation UIT-R M.1544.

Certaines associations nationales de radioamateurs disposent d'un ou de plusieurs cours de formation et publications à l'intention des personnes souhaitant passer les examens nécessaires à l'obtention d'une licence de radioamateur. Le matériel de formation couvre généralement les aspects techniques et réglementaires des radiocommunications afin que les opérateurs puissent utiliser leur station pour communiquer efficacement sans causer de brouillages à d'autres services. Certaines proposent également des cours de formation continue dans divers domaines, en particulier des cours sur la préparation aux situations d'urgence.

Les radioamateurs ont la possibilité de planifier, de concevoir, de construire, d'exploiter et d'entretenir une station de radiocommunication complète, ce qui contribue au développement des ressources humaines en télécommunications d'un pays.

La formation des jeunes aux techniques de radiocommunication et l'application des technologies et des techniques de radioamateur sont un moyen idéal de promouvoir des expériences dans le domaine des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des mathématiques (STEM) en classe.

1.5 Reconnaissance mutuelle des licences de radioamateur

Comme pour tous les autres services de radiocommunication, l'exploitation d'une station d'amateur nécessite une autorisation délivrée par l'administration du pays d'exploitation. Cette autorisation est souvent appelée «licence». Conformément au numéro **25.6** du RR, toute personne souhaitant obtenir une telle autorisation doit prouver ses aptitudes opérationnelles et techniques.

Conformément au numéro **25.9B** du RR, une administration peut décider d'autoriser ou non une personne d'une autre administration qui a reçu une licence pour l'exploitation d'une station d'amateur à exploiter une station d'amateur, lorsque cette personne se trouve temporairement sur son territoire.

Il existe différents types d'autorisations d'exploitation:

- licences visiteurs délivrées par une administration sur présentation d'une licence valable délivrée par le pays d'origine de l'opérateur;
- accords réciproques entre des administrations nationales et des groupes régionaux; par exemple, les Recommandations T/R 61-01, T/R 61-02 et ECC/REC/(05)06 de la CEPT;
- permis radioamateur international (IARP) de l'Organisation des États américains (OAS).

1.5.1 CEPT

Sur la base de règles d'octroi de licences harmonisées, les membres de la CEPT ont mis en place un système de reconnaissance mutuelle des licences de radioamateur.

Le tableau ci-dessous présente les différents régimes d'octroi de licences ainsi que les documents pertinents de la CEPT.

Catégorie de licence	Compétences requises/Programme	Reconnaissance réciproque/temporaire de la licence
Complète	Recommandation T/R 61-02 (HAREC)	Recommandation T/R 61-01
Novice (intermédiaire)	Rapport ERC 32	Recommandation ECC (05)06
Niveau débutant	Rapport ECC 89	–

Ces documents sont disponibles sur le [site web de la CEPT, sous «Deliverables»](#) (Produits).

La Recommandation T/R 61-02 de la CEPT établit un certificat radioamateur harmonisé (HAREC) mutuellement reconnu, qui atteste de la réussite à un examen radioamateur fondé sur le programme HAREC. Le certificat HAREC facilite la délivrance d'une licence individuelle aux radioamateurs dans leur pays d'origine ainsi que dans d'autres pays pour des séjours d'une durée plus longue que celle mentionnée dans la Recommandation T/R 61-01 de la CEPT (celle-ci s'appliquant aux séjours temporaires). De même, lorsqu'un radioamateur qui rentre dans son pays d'origine présente le certificat HAREC délivré par l'administration d'un pays étranger, il obtient plus facilement une licence individuelle.

Le Rapport 32 du Comité européen des radiocommunications (*European Radiocommunications Committee*, ERC) définit le programme d'examen pour les radioamateurs de la catégorie «novice», conformément à la Recommandation (05)06 du Comité des communications électroniques (*Electronic Communications Committee*, ECC) relative à la licence de radioamateur de la catégorie «novice» de la CEPT, qui régit également la reconnaissance mutuelle des licences de radioamateurs de la catégorie «novice» délivrées par la CEPT.

Toute administration non membre de la CEPT souhaitant adhérer au système de reconnaissance mutuelle prévu par la Recommandation T/R 61-01, T/R 61-02 ou ECC/REC(05)06 de la CEPT peut soumettre une demande en ce sens en fournissant une «déclaration de conformité» (SOC). L'approbation définitive des demandes émanant d'administrations non membres de la CEPT est subordonnée à l'accord des administrations membres de la CEPT.

En raison du temps nécessaire pour acquérir les connaissances techniques de haut niveau requises pour l'obtention de la licence HAREC (voir les Recommandations T/R 61-02 et T/R 61-01) et de la licence de la catégorie «novice» (voir le Rapport ERC 32 et le Rapport ECC/REC/(05)06), l'IARU a suggéré de mettre en place un examen de niveau inférieur adapté à une licence de radioamateur de niveau «débutant». Plusieurs administrations souhaitent instaurer ou sont en train d'instaurer une telle catégorie de licence.

Le Rapport 89 de l'ECC décrit une licence européenne de radioamateur de troisième niveau, appelée «ENTRY-CLASS», ainsi qu'un programme d'examen, les modalités de demande et la procédure administrative. Les administrations ne sont pas tenues de mettre en œuvre tous les niveaux de licence. En fonction de la situation nationale, les administrations peuvent décider d'utiliser un, deux ou les trois niveaux de licence. La licence de niveau débutant n'est actuellement pas soumise à la reconnaissance mutuelle des licences.

1.5.2 Permis radioamateur international (IARP) de l'OAS

Le permis radioamateur international (IARP) est un traité interaméricain créé par l'Organisation des États américains (OAS) pour les États Membres de la Commission interaméricaine des télécommunications (CITEL). Il a été signé pour la première fois en 1987 sous le nom de Convention interaméricaine sur le service de radioamateur («Convention de Lima») et révisé pour la dernière fois en 2018. Il permet aux radioamateurs des pays signataires des Amériques d'utiliser leur station radioamateur dans les autres pays signataires des Amériques sans avoir à obtenir une licence spéciale ou un permis autre que l'IARP.

1.6 Qualifications standards des opérateurs

La Recommandation UIT-R M.1544 établit les qualifications minimales des radioamateurs. Cette Recommandation définit les niveaux minima de connaissances opérationnelles et techniques requises par les opérateurs radioamateurs. Ces renseignements sont utiles aux administrations lors de la vérification des compétences des personnes souhaitant utiliser une station dans les services d'amateur.

Certains pays ont élaboré leurs propres programmes et épreuves d'examen. Les associations nationales sont au courant des systèmes utilisés dans les autres pays et ont tendance à uniformiser leurs approches. Ces activités ne relèvent pas du mandat de l'UIT-R.

1.7 Types de licences radioamateur

Tous les radioamateurs sont autorisés, en vertu d'une licence nationale, à émettre dans les bandes de fréquences attribuées aux services d'amateur et d'amateur par satellite, conformément à la réglementation nationale. Malgré les différences qui existent d'un pays à l'autre, on distingue au moins deux types de procédures d'octroi de licences:

- une fois que l'opérateur a obtenu son diplôme à l'issue d'un examen national, il se voit délivrer une licence d'émission; celle-ci est appelée «licence d'opérateur» ou «licence catégorielle»; et
- si l'opérateur a obtenu son diplôme à l'issue d'un examen national lui permettant d'acquérir un certificat d'opérateur, il peut alors demander une licence de station ou d'équipement pour émettre.

La licence d'opérateur, ou licence catégorielle, est un permis délivré à une personne pour utiliser une station radioamateur. Elle peut être valable un certain nombre d'années mais certaines administrations délivrent des licences d'opérateur à vie. En règle générale, les licences de station ou d'équipement sont valables un certain nombre d'années et les administrations tiennent à jour une base de données des stations radioamateur.

La situation dans certaines administrations est légèrement différente, en ce sens qu'il n'existe pas de licence de radioamateur à proprement parler. Un candidat doit plutôt obtenir, après avoir passé un examen, un certificat de compétence en radioamateur. Un indicatif d'appel peut alors lui être attribué et être rattaché à ce certificat. L'autorisation est valable pendant plusieurs années ou pour toute la durée de vie du titulaire.

1.7.1 Licence radioamateur individuelle

Les licences radioamateur sont délivrées à des opérateurs individuels, après qu'ils ont passé avec succès l'examen correspondant. Les privilèges associés à une licence ne peuvent pas être transférés à d'autres personnes mais le titulaire d'une licence peut, sous réserve de la réglementation nationale, permettre à une autre personne d'utiliser la station radioamateur sous sa supervision et sous réserve qu'il contrôle directement les émissions.

1.7.2 Stations de club

Les administrations peuvent délivrer des licences de station de club à une organisation de radioamateurs. En principe, la licence est délivrée à un «administrateur» qui est un opérateur licencié et est responsable du bon fonctionnement de la station de club. Les stations de club sont particulièrement utiles à des fins éducatives.

Le meilleur exemple de station de club radioamateur est le Club international des radioamateurs (IARC), qui utilise l'indicatif d'appel 4U1ITU et qui est basé dans les locaux de l'UIT. Il est ouvert aux délégués de l'UIT titulaires d'une licence radioamateur sur présentation d'une licence visiteur.

1.7.3 Stations pour des événements spéciaux

Certaines administrations délivrent des licences temporaires, ou autorisent la mise en service de stations, pour des événements spéciaux, par exemple pour commémorer un anniversaire national. Ces licences peuvent être délivrées à une personne ou à un club.

1.7.4 Répéteurs et balises

Les répéteurs et les balises sont des dispositifs conçus pour aider la communauté des opérateurs amateurs dans de nombreux pays. Ces dispositifs ont habituellement pour objet d'étendre la portée des communications au sein d'une zone géographique. Les répéteurs vocaux retransmettent le trafic vocal analogique et numérique à bande étroite lorsqu'ils sont activés avec un signal sur la fréquence d'entrée. Certains répéteurs vocaux peuvent rejouer le signal d'entrée pour permettre à un opérateur de vérifier la qualité de son signal. Les stations de répéteurs de transmission de données et de télévision du service d'amateur (ATV) émettent des signaux d'amateur à plus grande largeur de bande et les stations de répéteurs ATV peuvent émettre des signaux d'essai lorsqu'une station d'utilisateur n'a pas accès au canal d'entrée. Toutes les stations de répéteurs transmettent régulièrement l'indicatif d'appel et parfois d'autres informations.

Les répéteurs fonctionnent dans presque toutes les bandes de fréquences au-dessus de 29 MHz attribuées au service d'amateur. Certains répéteurs sont à «bandes croisées», c'est-à-dire que la bande de fréquences d'entrée est différente de la bande de fréquences de sortie.

Il est de plus en plus fréquent que des répéteurs individuels soient reliés à un réseau de répéteurs. Dans certains cas, le réseau peut offrir une couverture nationale, voire internationale. Certains réseaux de répéteurs offrent également la possibilité d'une conversion de protocole (souvent appelée «transcodage») permettant l'intercommunication entre différents modes de communication; par exemple, certains systèmes convertissent la voix analogique en modulation de fréquence (MF) en voix numérique et vice-versa. Cela élargit la base d'utilisateurs et permet à des technologies autrement incompatibles de communiquer de manière transparente.

Si le répéteur est installé de manière permanente, il fait l'objet d'une licence délivrée par l'autorité nationale, qui précise son emplacement, sa fréquence de fonctionnement et sa puissance de sortie. La licence et la responsabilité de l'exploitation de la station sont généralement associées à un radioamateur titulaire d'une licence, qui est le «responsable» de l'installation. Il existe également des systèmes de répéteurs portables, qui peuvent être utilisés temporairement lors de manifestations communautaires ou pour la prise en charge des opérations de secours en cas de catastrophe ou d'urgence.

Les balises de propagation sont généralement conçues pour fonctionner en continu et doivent transmettre un message court et répétitif par manipulation par tout ou rien («*on/off keying*») ou un signal MDF à bande étroite avec l'indicatif d'appel et les informations de localisation. Les balises indiquent s'il existe des trajets de propagation qui peuvent convenir pour des communications sur de plus longues distances. Les balises peuvent être autonomes ou faire partie d'un réseau synchronisé dans le temps, ce qui peut aider à fournir des avertissements précoces en cas d'aggravation des conditions de propagation. Toutes les balises font l'objet d'une licence, conformément à la réglementation nationale, délivrée par l'autorité nationale compétente.

1.8 Caractéristiques techniques des stations

Aux termes du numéro **25.7** du RR, «La puissance maximale des stations d'amateur est fixée par les administrations concernées». La manière de spécifier la puissance des émetteurs varie d'une administration à l'autre, mais la puissance est généralement spécifiée en termes de puissance de sortie en crête (aussi appelée PX ou pX). En général, la puissance maximale est fixée à une valeur comprise entre 26 et 33 dBW pour les opérateurs les plus qualifiés, et à des valeurs inférieures pour certaines bandes de fréquences et classes de licence d'opérateur. La version la plus récente de la Recommandation UIT-R M.1732 fournit des renseignements sur les caractéristiques types des stations d'amateur dans la gamme des bandes de fréquences attribuées aux services d'amateur et d'amateur par satellite.

CHAPITRE 2

SERVICE D'AMATEUR

2.1 Applications dans les bandes attribuées au service d'amateur

Le tableau qui suit décrit les applications types dans les bandes de fréquences utilisables par le service d'amateur. On se reportera à l'Article 5 du Règlement des radiocommunications pour connaître le statut d'attribution précis de chaque bande. On consultera en outre les réglementations nationales pour connaître les attributions précises, étant donné que celles-ci peuvent varier d'un pays à l'autre.

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (kHz) (R = Région)	Application
2 200 m	135,7-137,8 (secondaire) Contraintes géographiques énoncées aux numéros 5.67A et 5.67B du RR	La propagation dans cette bande permet des communications courte distance pendant le jour, et des communications plus longue distance grâce à la réfraction ionosphérique pendant la nuit, lorsque l'absorption par la couche D diminue. La puissance de sortie est limitée à une p.i.r.e. de 1 W, ce qui est suffisant pour les transmissions transcontinentales et transocéaniques pendant la nuit.
630 m	472-479 (secondaire) Contraintes géographiques et techniques énoncées aux numéros 5.82 , 5.80A et 5.80B du RR	La propagation dans cette bande permet des communications courte distance pendant le jour, et des communications plus longue distance grâce à la réfraction ionosphérique pendant la nuit, lorsque l'absorption par la couche D diminue. La puissance de sortie est limitée à une p.i.r.e. de 1 W ou de 5 W, en fonction de l'emplacement de la station (voir les numéros 5.80A et 5.80B du RR).
160 m	1 810-1 850 R1 (utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services) Numéros 5.98 , 5.99 , 5.100 , 5.101 et 5.103 du RR	Les caractéristiques de propagation dans cette bande permettent des communications courte distance pendant le jour, et des communications moyenne à longue distance pendant la nuit. Cette bande est particulièrement utile en période d'activité solaire minimale, lorsque la fréquence maximale utilisable (MUF) est inférieure à 3 500 kHz.
	1 800-1 850 R2	
	1 800-2 000 R2, R3 (utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services) Numéros 5.96 et 5.102 du RR	

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (kHz) (R = Région)	Application
80 m	3 500-3 800 R1 (utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services) Numéro 5.92 du RR	Cette bande est utilisée pour des contacts sur des distances allant jusqu'à 500 km pendant le jour, et sur des distances de 2 000 km et plus pendant la nuit. Elle est très utilisée pour les communications dans les situations d'urgence.
80 m	3 500-3 750 R2 (primaire) Numéro 5.119 du RR	
	3 500-3 900 R3 (utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services) 3 750-4 000 R2 (utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services) Numéros 5.122 et 5.125 du RR	
60 m	5 351,5-5 366,5 (secondaire) Numéro 5.133B du RR	La p.i.r.e. pour le service d'amateur est limitée à 15 W ou 25 W conformément au numéro 5.133B du RR, tandis que certains pays autorisent des niveaux de puissance plus élevés. Cette bande offre de très bonnes caractéristiques de propagation de l'onde ionosphérique à incidence quasi-verticale.
40 m	7 000-7 200 R1, R3 (primaire) Numéros 5.40 , 5.141 , 5.141A , 5.142 du RR	La bande des 7 MHz est très utilisée 24 heures sur 24. Pendant le jour, elle achemine la plus grande partie des communications d'amateur utilisant la propagation par onde ionosphérique sur des distances inférieures à 1 300 km.
	7 000-7 300 R2 (primaire) Numéro 5.142 du RR	
30 m	10 100-10 150 (secondaire)	Cette bande est utilisée 24 heures sur 24, en tant que bande intermédiaire entre les bandes des 7 MHz et des 14 MHz.
20 m	14 000-14 250 (primaire) 14 250-14 350 (les conditions d'utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services dans un certain nombre de pays figurent au numéro 5.152 du RR)	C'est la bande la plus utilisée pour les communications internationales.
17 m	18 068-18 168 (les conditions d'utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services dans un certain nombre de pays figurent au numéro 5.154 du RR)	La bande est parfois utilisée à la place de la bande des 14 MHz qui est souvent encombrée de trafic.
15 m	21 000-21 450 (primaire)	Ces bandes sont surtout utilisées pendant le jour et en période de forte activité solaire.
12 m	24 890-24 990 (primaire)	
10 m	28 000-29 700 (primaire)	

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (MHz) (R = Région)	Application
6 m	50-52 R1 Numéros 5.166A, 5.166B, 5.166C, 5.166D, 5.166E, 5.169, 5.169A et 5.169B du RR	Cette bande est utilisée à tout moment pour des communications locales, y compris via des répéteurs. Elle peut aussi parfois être utilisée pour des communications mondiales utilisant la propagation par onde ionosphérique, la diffusion troposphérique, la propagation Terre-Lune-Terre (EME), la réflexion sporadique sur la couche E de l'ionosphère (Es) et la diffusion par les traînées ionisées des météores (MS). Dans certains pays, des parties de la bande de fréquences 50-52 MHz pourront aussi être utilisées pour la télécommande d'objets, par exemple des modèles réduits, par les radioamateurs.
	50-54 (primaire) R2, R3 (contraintes géographiques énoncées aux numéros 5.162A, 5.167, 5.167A, 5.158 et 5.170 du RR)	
2 m	144-146 (primaire) Numéro 5.216 du RR	Cette bande est très utilisée dans le monde entier pour des communications courte distance, y compris via des répéteurs. Elle est largement utilisée pour des communications EME au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques, pour différents types de propagation des ondes radioélectriques – diffusion troposphérique et superréfraction (TROPO), diffusion par les irrégularités de la partie inférieure de l'ionosphère (FAI), diffusion par les traînées ionisées des météores (MS) et diffusion ionosphérique dans les régions circumpolaires pendant les tempêtes polaires – rendant possibles les contacts, au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques, sur des distances allant jusqu'à 2 000 à 3 000 km. Cette bande est largement utilisée pour des communications locales en cas de catastrophe. Elle est également utilisée pour des contacts via des répéteurs à bord de satellites radioamateur.
	144-148 R2, R3 (les conditions d'utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services dans un certain nombre de pays figurent au numéro 5.217 du RR)	
1,25 m	220-225 R2 (primaire)	Là où elle est attribuée, cette bande peut être utilisée à la place de la bande des 144 MHz pour des communications courte distance.
70 cm	430-440 (R1 et dans certains pays de la R2 utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services, R3 secondaire) Numéros 5.138, 5.271, 5.272, 5.273, 5.274, 5.275, 5.276, 5.277, 5.728, 5.279A, 5.280, 5.281, 5.282 et 5.283 du RR	Cette bande est utilisée pour des communications courte distance via des répéteurs et la télévision analogique et numérique d'amateur. Elle est également utilisée pour des communications EME au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques. La diffusion troposphérique et la superréfraction (TROPO) rendent possibles les contacts sur des distances allant jusqu'à 2 000 km. Cette bande est également utilisée pour des contacts via des répéteurs à bord de satellites radioamateur.
	420-430 et 440-450 dans plusieurs pays. R2, R3 à titre secondaire Numéro 5.270 du RR	
33 cm	902-928 R2 (secondaire) Numéro 5.150 du RR	Cette bande est attribuée au service d'amateur uniquement dans la Région 2.

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (MHz) (R = Région)	Application
23 cm	1 240-1 300 (secondaire) Numéros 5.282 et 5.332A du RR	Cette bande est utilisée pour des communications au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques, ainsi que pour la télévision numérique et des réseaux de répéteurs. La diffusion troposphérique et la superréfraction (TROPO) rendent possibles les contacts sur des distances de plus de 1 000 km. Cette bande est la plus utilisée pour les communications EME au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques. Elle est également utilisée pour des contacts via des répéteurs à bord de satellites radioamateur (uniquement dans le sens Terre vers espace). Dans certains pays, la p.i.r.e. et la largeur de bande d'émission sont soumises à des limitations.
13 cm	2 300-2 450 (secondaire)	Cette bande est utilisée pour des communications à bande étroite, la transmission de données et de télévision et pour des expérimentations. Elle est aussi utilisée pour des communications EME et pour des contacts via des répéteurs à bord de satellites radioamateur.
9 cm	3 300-3 500 R2, R3 (secondaire)	Ces bandes sont utilisées pour des communications à bande étroite, des liaisons de données et pour des communications EME au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques.
5 cm	5 650-5 850 R1, R3 5 650-5 925 R2 (secondaire dans les trois régions)	

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (GHz)	Application
3 cm	10-10,5 (secondaire)	Cette bande est utilisée pour des communications à bande étroite, des communications à bande élargie sur une courte distance, la télévision (via des répéteurs), et pour des communications EME au moyen de techniques de modulation analogiques ou numériques. Cette bande est également utilisée par le service d'amateur par satellite pour établir des contacts avec l'utilisation de répéteurs situés à bord de satellites du service d'amateur. Certaines conditions de propagation, par exemple TROPO ou la diffusion par la pluie, peuvent se traduire par des distances de communication supérieures à 1 000 km. C'est la bande la plus utilisée au-dessus de 1,3 GHz.
1,2 cm	24-24,05 (primaire)	Ces bandes (des 24 GHz, des 47 GHz et des 76 GHz) sont largement utilisées pour des communications à bande étroite, des communications à bande élargie sur une courte distance (télévision numérique) et pour des expérimentations, ainsi que pour des communications EME. Des parties de cette bande peuvent également être utilisées par le service d'amateur par satellite.
	24,05-24,25 (secondaire) Numéro 5.150 du RR	
6 mm	47-47,2 (primaire)	Cette bande peut également être utilisée par le service d'amateur par satellite.
4 mm	76-77,5 (secondaire) 77,5-78 (primaire) 78-81 (secondaire)	Ces bandes peuvent également être utilisées par le service d'amateur par satellite.
2,5 mm	122,25-123 (secondaire)	Les bandes des 122 GHz et au-dessus sont largement utilisées pour des communications et des expérimentations.

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (GHz)	Application
2 mm	134-136 (primaire)	Cette bande peut également être utilisée par le service d'amateur par satellite.
1 mm	136-141 (secondaire)	Ces bandes peuvent également être utilisées par le service d'amateur par satellite.
	241-248 (secondaire)	
	248-250 (primaire)	

NOTE – Certaines administrations autorisent les radioamateurs à procéder à des expérimentations à des fréquences supérieures à 275 GHz, conformément au numéro **5.565** du RR (CMR-12).

2.2 Plans de bandes pour les radioamateurs

Les attributions des bandes de fréquences aux services d'amateur et d'amateur par satellite sont faites par l'UIT et servent de base aux réglementations nationales. Les applications particulières recommandées dans le cadre de certaines de ces attributions font l'objet de «plans de bandes» établis par l'IARU. En raison des différences concernant les attributions et les utilisations, les régions de l'IARU élaborent chacune un plan de bandes régional relatif à l'utilisation des fréquences et ces plans sont harmonisés entre les régions autant que possible et lorsque cela est nécessaire pour permettre des communications interrégionales. Ces plans de bandes donnent des indications générales et peuvent avoir besoin d'être adaptés pour tenir compte du fait que les réglementations varient d'un pays à l'autre dans la région. C'est la raison pour laquelle certaines associations nationales élaborent des plans de bandes nationaux conformes à la réglementation de leur pays et compatibles dans la mesure du possible avec le plan de bandes régional. Toutefois, ces plans de bandes ne sont pas toujours contraignants étant donné qu'ils ne font pas partie de la réglementation nationale, mais les radioamateurs se conforment à ces plans de manière volontaire, puisqu'ils recensent les parties des bandes utilisées pour les différentes applications, ce qui rend les communications possibles et réduit au minimum les brouillages.

2.3 Activités du service d'amateur et formation des opérateurs

2.3.1 Activités types

Les activités types du service d'amateur consistent à établir des contacts entre deux stations d'amateur ou plus aux fins – comme indiqué au numéro **1.56** du RR – de «l'instruction individuelle, l'intercommunication et les études techniques, effectu[es] par des amateurs».

Parmi les activités figurent des dialogues entre opérateurs sur divers sujets, y compris des discussions techniques. Les compétitions entre stations sont encouragées et de nombreux concours sont par ailleurs organisés pour démontrer le niveau de compétence des opérateurs et tester et améliorer leurs aptitudes, démontrer et tester les capacités des stations d'amateur et célébrer des événements spéciaux.

Les activités se déroulent généralement depuis une station située au domicile de l'opérateur amateur, mais elles peuvent aussi avoir lieu depuis un emplacement temporaire portable, ou depuis un véhicule, un bateau ou un avion. Elles peuvent également comprendre l'utilisation de stations d'émission et de réception distantes, être accessibles via l'Internet, ce qui aide les opérateurs amateurs vivant dans des zones urbaines ou résidentielles susceptibles d'être soumis à des restrictions ou des limitations techniques, en particulier en ce qui concerne les antennes. Les défis techniques liés à la configuration et à l'exploitation d'une station commandée à distance sont considérables, avec des problèmes réglementaires au niveau national, comme le niveau de licence nécessaire pour exploiter une station distante et la manière de procéder dans le cas d'une station distante située dans un pays et exploitée par un amateur se trouvant dans un autre pays.

2.3.2 Activités opérationnelles

Pour utiliser leurs stations, les radioamateurs ont à leur disposition une grande diversité de modes de fonctionnement. Généralement, les radioamateurs passent la majeure partie de leur temps à écouter les autres stations d'amateur établissant des contacts bidirectionnels (au moyen de «QSO» – le code Q signifiant «je peux communiquer avec ...», voir la Recommandation UIT-R M.1172). Ils peuvent se joindre à un contact et contribuer à la conversation en cours. Certains contacts peuvent durer jusqu'à une heure, mais la plupart sont très brefs et consistent simplement à échanger des indicatifs d'appel, des rapports de signal, des noms et des emplacements. Les contacts brefs sont courants pour les stations d'amateur exploitées depuis des endroits (pays et préfixes d'indicatif d'appel) avec lesquels les contacts sont rares.

La base pour de nombreux contacts consiste à appeler CQ (signifiant «appel général à toutes les stations») afin d'inviter n'importe quelle autre station à répondre. Si plus de deux stations participent à un contact, on peut parler de «table ronde» ou un «réseau». Les stations participantes ont souvent un intérêt commun sur lequel elles échangent. Un contact de groupe établi régulièrement (même jour de la semaine, même heure et même fréquence) est appelé un «réseau». Les réseaux peuvent avoir des finalités plus formelles, par exemple l'échange de messages relatifs à des urgences, à des informations de santé et de bien-être, à des conditions météorologiques, etc.

2.3.3 Radiosport

Le terme «radiosport» désigne diverses compétitions entre radioamateurs. Certaines sont financées par l'IARU, d'autres par des associations nationales de radioamateurs ou des magazines de radioamateurs, et quelques-unes sont organisées par les États dans le cadre de leurs programmes sportifs. Pour ces compétitions, des règles officielles sont publiées par les sponsors, les niveaux de performance sont mesurés et chacune se termine en principe par la publication des résultats et la remise de prix ou de trophées. Les différents aspects du radiosport sont présentés dans les paragraphes ci-dessous.

2.3.3.1 Concours

Le concours est une compétition dont l'objectif peut être, par exemple, de contacter autant de stations d'amateur que possible pendant une période donnée, sur certaines bandes de fréquences et dans des zones géographiques déterminées. Des concours sont organisés tout au long de l'année, surtout les weekends.

2.3.3.2 Programmes de certificats

Il existe de nombreux programmes de certificats pour les opérateurs amateurs, qui encouragent souvent les activités physiques et les voyages. On trouvera ci-après une description de quelques-uns des certificats les plus populaires pouvant être obtenus par les opérateurs amateurs.

En reconnaissance des communications internationales bidirectionnelles entre radioamateurs, l'IARU remet un certificat Worked-All-Continents (WAC) lorsqu'une station d'amateur, où qu'elle se trouve dans le monde, a reçu des cartes QSL d'autres stations d'amateur situées pour confirmer un contact radio sur chacun des six continents, le prix WAC étant décerné sur la base d'un examen des cartes QSL par le secrétariat international de l'IARU, ou par une association membre, de l'IARU. Les cartes QSL peuvent avoir un format physique ou électronique.

DXCC est un certificat remis par l'American Radio Relay League (ARRL) lorsqu'une station a contacté des stations dans au moins 100 pays différents.

Le certificat Islands on the Air (IOTA), financé par la Radio Society of Great Britain (RSGB), visent à encourager les contacts avec les stations d'amateur situées sur des îles partout dans le monde.

Activités de plus en plus populaires, les «Summits on the air» (SOTA) associent activités de plein air et exploitation de stations portables en des lieux donnés situés en altitude. Les «Parks on the air» (POTA) encouragent les opérateurs radioamateurs qui aiment les activités d'extérieur à combiner leurs intérêts en émettant depuis des parcs locaux, régionaux ou nationaux du monde entier.

De nombreuses associations nationales de radioamateurs remettent des certificats ou des diplômes lorsqu'une station d'amateur a contacté un certain nombre de stations d'amateur sur le territoire de leur pays dans certaines conditions.

Des certificats peuvent également être obtenus pour des activités d'intérêt particulier, comme la communication télévisuelle bidirectionnelles ou des communications dans les bandes hyperfréquence ou dans les bandes d'ondes millimétriques. Souvent, ces certificats sont administrés par les groupes d'intérêt particulier nationaux concernés.

2.3.3.3 DXpeditions

Des expéditions longue distance, «DXpeditions», sont organisées dans des pays ou des endroits isolés où peu de stations d'amateur, voire aucune, sont utilisées régulièrement. Elles sont l'occasion pour les stations d'amateur d'établir des contacts avec de tels emplacements et d'échanger des cartes QSL physiques ou électroniques comme preuve de contact.

2.3.3.4 Radiogoniométrie pour radioamateurs

La radiogoniométrie pour radioamateurs (ARDF), parfois appelée «course d'orientation», «chasse au lapin» ou «chasse au renard», est une compétition en temps limité de recherche d'émetteurs radio, qui utilise généralement les bandes des 3,5 MHz et des 144 MHz attribuées au service d'amateur. Un certain nombre de pays organisent chaque année une compétition ARDF conformément aux règles de l'IARU. L'IARU organise des championnats régionaux et mondiaux.

2.3.3.5 Télégraphie à grande vitesse

Dans les compétitions de télégraphie à grande vitesse (HST), les participants doivent envoyer et recevoir correctement un code Morse le plus rapidement possible. Des concours internationaux sont organisés par l'IARU.

2.3.3.6 Activités à l'intention des jeunes

Il existe diverses manifestations visant à susciter l'intérêt pour les aspects techniques des radiocommunications et à développer des compétences en la matière grâce aux services d'amateur et d'amateur par satellite. «Jamboree sur les ondes» (JOTA) est une activité organisée par le mouvement scout international, lors de laquelle les scouts profitent d'une formation de base à l'électronique et aux communications afin de développement des compétences dans le domaine des communications radio. Lors des rassemblements JOTA, les scouts peuvent s'essayer à l'émission d'amateur en visitant des stations d'amateur et en communiquant avec d'autres stations JOTA. Organisés chaque année dans de nombreux pays, ces rassemblements permettent de faire connaître l'émission d'amateur en tant que loisir et d'acquérir une compréhension de base des possibilités d'utilisation des technologies et des compétences pour aider les communautés lorsqu'elles en ont besoin.

L'Initiative «Youngsters On The Air» (YOTA) est une autre activité destinée aux jeunes. Il s'agit d'un groupe en plein essor de jeunes radioamateurs de la Région 1, dont l'objectif est d'amener davantage de jeunes à s'intéresser à l'émission d'amateur et de faire grandir la communauté des radioamateurs. Chaque été, de nombreux jeunes se retrouvent, pendant une semaine, dans un pays de la Région 1 différent afin d'échanger des idées et des expériences. À cette occasion, ils apprennent comment organiser des activités destinées aux jeunes dans leurs propres pays, par exemple avec des présentations dans les écoles, des camps plus petits pour les jeunes, etc. Sont également organisés des concours en équipe réservés aux jeunes, des activités utilisant des indicatifs spéciaux, et bien d'autres activités. Des initiatives YOTA sont désormais également organisées dans les Régions 2 et 3.

Les activités peuvent en outre amener les jeunes à s'intéresser aux radiocommunications en tant que future débouché professionnel et ainsi, à se former et travailler dans ce domaine.

2.4 Rôle du service d'amateur dans les télécommunications d'urgence

Du fait de son vaste domaine d'activité et des compétences sans équivalent de ses opérateurs, le service d'amateur est devenu un précieux rouage pour les télécommunications d'urgence. Il existe un nombre important de stations d'amateur opérationnelles dans pratiquement tous les pays de la planète, constituant un réseau robuste à nul autre pareil. Il a dans de nombreux cas fourni le premier lien, et souvent le seul et unique, avec les zones sinistrées. Il existe des programmes de formation et des exercices de simulation de situations d'urgence mis au point par certaines des associations nationales de radioamateurs.

Les situations dans lesquelles les radioamateurs peuvent apporter leur aide en assurant des communications d'urgence sont par exemple les suivantes:

- Des *alertes de début d'urgence* peuvent être données depuis des stations d'amateur individuelles pour porter un incident à l'attention des services d'urgence institutionnels compétents.
- Dans le cadre des *opérations de recherche et de sauvetage*, les stations d'amateur peuvent renforcer les moyens des équipes de professionnels en augmentant les capacités de communication et en communiquant leurs propres observations.
- Les *hôpitaux* et les établissements apparentés pourraient, après une catastrophe, se trouver sans communications. Les groupes locaux d'urgence radioamateur se préparent à l'avance pour apporter leur assistance.
- Les incidents dus aux *matières dangereuses (HAZMAT)* et autres incidents peuvent exiger l'évacuation d'habitants et la coordination entre le site sinistré et les sites ou abris d'évacuation. Les stations d'urgence radioamateur peuvent être appelées à établir des communications avec les organismes concernés.
- Ils peuvent offrir *des ressources supplémentaires en plus des services d'urgence* pour fournir une assistance lors de grandes manifestations publiques, par exemple lors de manifestations sportives ou de spectacles.

2.4.1 Réseaux d'amateur disponibles pour les télécommunications d'urgence

2.4.1.1 Réseaux courte distance

Les réseaux d'amateur courte distance permettent d'assurer des communications opérationnelles ou tactiques sur le lieu de la catastrophe ainsi qu'avec les zones avoisinantes. Ils peuvent comporter des équipements fixes, mobiles ou nomades, utilisant en général des fréquences dans les bandes 50-54 MHz, 144-148 MHz et 420-450 MHz, sachant que ces bandes peuvent varier d'une région à l'autre ou d'un pays à l'autre, ainsi que dans d'autres bandes d'ondes métriques et décimétriques telles que les bandes 220-225 MHz et 902-928 MHz (toutes deux uniquement en Région 2) et les bandes au-dessus.

Des stations de répéteur sont utilisées pour augmenter la distance sur laquelle les stations en peuvent communiquer. Situées en des lieux élevés, elles permettent la communication entre des stations d'amateur fixes ou mobiles séparées par des obstacles tels que montagnes ou tours d'immeuble en environnement urbain. Une station de répéteur reçoit sur un canal donné et émet sur une fréquence différente, normalement à l'intérieur de la même bande de fréquences.

Les systèmes multimédias exploités par des amateurs reposant sur des équipements disponibles dans le commerce modifiés sont de plus en plus utilisés pour les situations d'urgence, car ils permettent des applications ayant une plus grande largeur de bande qui sont utiles pour les activités destinées au secours en cas de catastrophe. On peut citer en exemple le réseau AREDN (réseau radioamateur de données pour les situations d'urgence) et le réseau HAMNET (réseau radioamateur multimédia haut débit).

Le réseau AREDN est un réseau de radiocommunication maillé qui fonctionne dans les bandes de fréquences attribuées au service d'amateur (généralement au-dessus de 1 GHz) avec un débit allant jusqu'à 54 Mbit/s. Sa vocation principale est d'assurer une connectivité TCP/IP même si l'autre infrastructure de réseau ne fonctionne plus.

D'un point de vue technique, le réseau AREDN est l'évolution du micrologiciel destiné aux dispositifs WiFi et WISP (fournisseur de services Internet sans fil) fondés sur LINUX et remplace les micrologiciels des fabricants des dispositifs. Un cas d'utilisation important de ce réseau est la mise au point de normes et de services pour les communications d'urgence. Le réseau AREDN prend en charge un débit de données élevé associé à une configuration simple utilisant une structure TCP/IP classique. Par conséquent, il se comporte comme un réseau domestique local filaire et des services courants, tels que la téléphonie, le courrier électronique, des caméras ou encore des serveurs web, sont relativement faciles à mettre en œuvre.

Tous les nœuds AREDN fonctionnent sur la même fréquence. La configuration de liaisons point à point distinctes sur des fréquences différentes ne sera nécessaire que lorsque plusieurs routeurs de liaison se situent au même endroit. Ce réseau est conçu comme un réseau ad hoc, ce qui signifie que tout le monde peut se connecter à tout le monde. Un élément logique sophistiqué trouve les connexions entre les différents nœuds et évalue la qualité de la connexion. Si des paquets sont transmis, la meilleure voie d'acheminement est choisie. En cas de défaillance d'une partie de la voie d'acheminement, une voie de remplacement sera choisie.

Le réseau HAMNT est un réseau IP utilisant des éléments radioélectriques et câblés, mis au point et exploité par des radioamateurs. Il sert d'infrastructure dorsale puissante pour l'infrastructure du service de radioamateur déjà disponible et prend en charge les connexions IP entre stations d'amateur. Ce réseau prend en charge un certain nombre d'autres services de radioamateur, tels que les systèmes EchoLink et WinLink2000, la messagerie instantanée, la téléphonie IP, la TVAN, la TVA IP et le système APRS. Dans certains pays, il assure aussi la connexion pour le réseau de radiocommunication maillé AREDN. Il s'agit d'un réseau séparé de l'Internet, qui assure l'interconnexion entre les stations de répéteurs du service de radioamateur, principalement dans la gamme des 5 GHz, et est utilisé pour échanger des données numériques (par exemple pour les répéteurs de téléphonie numérique). Le réseau HAMNET a également vocation à couvrir certains aspects des opérations pour les radiocommunications d'urgence (indépendance vis-à-vis de l'Internet et du réseau d'alimentation principal) ainsi que des procédures opérationnelles expérimentales. Il utilise le protocole de transmission TCP/IP, tandis que du matériel vendu dans le commerce par différents fournisseurs est utilisé aux différents nœuds. Le réseau HAMNET est conçu comme un réseau fermé, l'accès depuis l'Internet étant possible uniquement via une passerelle.

Le réseau HAMNT connaît un essor spectaculaire en Europe, en particulier en Allemagne où l'on recense plusieurs centaines de nœuds en fonctionnement. Ces nœuds forment le réseau dorsal pour les différentes stations régionales et locales de répéteurs de téléphonie numérique, permettant ainsi aux radioamateurs de couvrir de longues distances depuis des stations fixes et mobiles.

2.4.1.2 Réseaux moyenne distance

Les réseaux d'amateur moyenne distance permettent en général d'établir des communications entre le lieu d'une catastrophe et les centres opérationnels/administratifs d'organismes situés à l'extérieur de la zone sinistrée, ou avec le siège des organismes d'intervention dans des pays voisins. Ils permettent également d'établir des communications avec des véhicules, navires et aéronefs opérant à l'extérieur de la zone couverte par les réseaux disponibles en ondes métriques ou décimétriques. La communication à des distances moyennes jusqu'à 500 km peut être réalisée par la propagation par onde ionosphérique à incidence presque verticale (NVIS) dans les bandes de fréquences 1 800-2 000 kHz, 3 500-4 000 kHz, 5 351,5-5 366,5 kHz et 7 000-7 300 kHz, sachant que ces bandes peuvent varier d'une région à l'autre ou d'un pays à l'autre.

En outre, les administrations de plusieurs pays ont attribué des fréquences (canaux) spécifiques sur lesquelles priorité est donnée au trafic d'urgence radioamateur et la formation y relative. Un certain nombre de fréquences spécifiques dans les différentes bandes attribuées au service d'amateur sont désignées par l'IARU pour les communications d'urgence. Il s'agit d'un processus de coordination volontaire destiné à réduire les brouillages qui pourraient être causés par les autres stations d'amateur utilisant ces bandes. Par exemple, le groupe Hurricane Watch Net rassemble des opérateurs radioamateurs titulaires d'une licence, formés et organisés pour fournir un appui essentiel en matière de communications au centre national de surveillance des ouragans de Miami (Floride) dès lors qu'un ouragan crée une situation d'urgence. La mission première de Hurricane Watch Net est de diffuser des recommandations en cas de cyclone tropical à l'intention des communautés insulaires des Caraïbes, d'Amérique centrale, le long de la façade Atlantique des États-Unis et dans l'ensemble des zones côtières du Golfe du Mexique. Une fois activé, le réseau émet à 14 325 kHz (bande latérale supérieure) la journée et à 7 268 kHz (bande latérale inférieure) la nuit, en fonction des conditions en ce qui concerne la propagation et les brouillages.

Toutefois, toutes les bandes de fréquences attribuées aux services d'amateur sont disponibles pour la prise en charge des communications d'urgence du service d'amateur.

2.4.1.3 Réseaux longue distance

Les réseaux d'amateur longue distance permettent d'établir des communications avec le siège des organismes internationaux d'intervention en cas d'urgence ou de catastrophe, assurant des liaisons de secours entre les divers bureaux dont disposent ces organismes dans différents pays ou sur différents continents. Les stations d'amateur communiquent normalement sur de longues distances, généralement supérieures à 500 km, en utilisant la propagation par onde ionosphérique dans des bandes comprises entre 3 500 kHz et 29 700 kHz.

Des communications par satellite sont également disponibles dans certains cas, étant donné que des satellites ayant une couverture régionale et des satellites d'amateur en orbite terrestre basse et en orbite géostationnaire sont utilisés par les stations d'amateur pour les communications d'urgence. Comme indiqué plus haut, il existe des fréquences qu'il est suggéré d'utiliser ponctuellement pour les communications d'urgence.

2.5 Systèmes d'amateur

Aux fins des études de partage, les caractéristiques génériques des systèmes d'amateur types figurent dans la version la plus récente de la Recommandation UIT-R M.1732.

2.5.1 Systèmes de télégraphie et de données

Code Morse – Le code Morse international, défini dans la Recommandation UIT-R M.1677, continue d'être utilisé dans le service d'amateur même si la CMR-03 a supprimé de l'Article 25 du RR l'obligation pour les radioamateurs de connaître le Morse. Certaines administrations ne font plus passer d'épreuve de Morse alors que d'autres ont maintenu une épreuve à cinq mots par minute pour certaines classes de licences de radioamateur. La télégraphie en code Morse n'exige pas d'équipements complexes et c'est un mode de communication robuste permettant de transmettre des signaux faibles dans des conditions de propagation médiocres.

Radiotélétype – Appelé RTTY dans le service d'amateur, ce mode de communication utilise des téléimprimeurs à chaque extrémité du circuit radioélectrique. Des systèmes de radiotélétype à décalage de fréquence en mode asynchrone à 45 bauds et d'impression directe à bande étroite (NBDP) conformes à une variante de la Recommandation UIT-R M.476 (appelée AMTOR) continuent d'être utilisés dans les bandes d'ondes décimétriques attribuées au service d'amateur. Mais ils ont tendance à être remplacés par des systèmes PSK à bande étroite (PSK31 par exemple) et divers systèmes de communication de données.

PSK31 – PSK31 est un mode de communications numériques interactives de clavier à clavier entre des ordinateurs personnels utilisant un émetteur-récepteur d'amateur en bande latérale unique, dont la vitesse de transmission est de 31,25 bauds (environ 30 mots par minute) et qui utilise le symbole d'émission 6H0J2B. Il est mis en œuvre au moyen d'un logiciel destiné aux cartes son des ordinateurs personnels. Pour plus de renseignements, voir la Recommandation UIT-R M.2034.

PACTOR – PACTOR est un système de communication de données adaptatif utilisant différentes méthodes de modulation et de codage en fonction de la qualité du canal. Il utilise la modulation MDPD et la modulation QAM à plusieurs niveaux, ainsi que la compression des données, et son débit effectif peut atteindre 10 kbit/s.

MFSK – Ce système de communication de données utilise une modulation par déplacement de fréquence à plusieurs tonalités, offrant un débit de 3 kbit/s, voire plus, en fonction du nombre de tonalités utilisées.

PR – Les radiocommunications en mode paquet (PR) sont une méthode de communication numérique pour les radioamateurs consistant à envoyer des données par paquets. Cela suppose de diviser les données en petits paquets, qui sont ensuite transmis à l'aide de protocoles tels que le protocole AX.25, qui permet de détecter les erreurs et de retransmettre les paquets de données altérés. Ces paquets peuvent être relayés par un réseau de stations appelées Digipeaters, de façon à étendre la portée de communication. Les radiocommunications en mode paquets peuvent être utilisées dans les bandes d'ondes décimétriques, métriques et décimétriques du service d'amateur, avec des débits de données allant de 300 bit/s à au moins 9,6 kbit/s selon la bande utilisée.

APRS – Un système de communication automatique de la position (APRS) est utilisé dans le service d'amateur. Les différentes unités mobiles obtiennent leur position à partir des satellites de géolocalisation, et communiquent les données de poursuite, de cartographie et autres données connexes aux stations d'amateur par radiocommunications en mode paquet dans les bandes d'ondes décimétriques ou métriques attribuées au service d'amateur.

Mode FT8 et modes de données structurées associés – Il s'agit d'un mode de communication conçu pour fonctionner à une puissance réduite et dans des canaux présentant de faibles rapports signal/bruit. Ce mode limite la quantité d'informations transmises à celles qui sont nécessaires pour établir un contact et applique une forte correction d'erreur directe, de sorte que le message puisse être reconstruit correctement malgré une perte de données importante. Cette technologie remplace la plupart des autres formes de communication de données à bas débit dans le service d'amateur.

D'autres modes de communication de données et techniques de modulation sont régulièrement mis au point à mesure que de nouvelles technologies apparaissent. Par exemple, le système LoRa, qui utilise une technologie d'étalement du spectre à fréquence pulsée, est particulièrement prometteur pour ce qui est de remplacer les systèmes APRS basés sur la modulation MFDF et pour la télémétrie par satellite.

2.5.2 Liaison des stations d'amateur via l'Internet

L'Internet et la téléphonie IP sont utilisés comme méthode d'interconnexion entre des réseaux distincts du service d'amateur. Cela permet de relier les réseaux de répéteurs de radioamateurs au-delà de la portée de propagation radioélectrique normale utilisée par ces réseaux. Dans tous les cas, l'accès à la liaison Internet est réservé aux opérateurs amateurs titulaires d'une licence. Plusieurs méthodes ont été élaborées et sont actuellement utilisées de manière active pour mettre en œuvre ce type d'interconnexion:

WinLink 2000 – Cette méthode permet de transférer automatiquement les messages entre l'Internet et les stations d'amateur distantes.

IRLP – L'Internet Radio Linking Project (IRLP) utilise le protocole de téléphonie sur Internet (VoIP) pour interconnecter les stations d'amateur au moyen de l'Internet.

EchoLink – Le système EchoLink permet d'établir une liaison entre un ordinateur personnel et une station d'amateur via l'Internet. C'est l'un des exemples les plus courants de passerelles radio-Internet.

En plus de ces réseaux, il existe des réseaux de communication IP d'amateur qui ne dépendent pas de l'Internet et qui peuvent faciliter les communications d'urgence. Voir le § 2.4.1.1 ci-dessus.

2.5.3 Systèmes de téléphonie

En règle générale, les transmissions vocales utilisent une largeur de bande audio de 3 kHz ou moins, mais des largeurs de bande plus importantes peuvent être utilisées lorsque la bande le permet. Un large éventail de dispositions nationales permet diverses utilisations, compte tenu du caractère expérimental de ce service.

Téléphonie analogique – La transmission analogique de signaux téléphoniques utilise généralement la modulation d'amplitude (MA), la modulation à bande latérale unique et à porteuse supprimée (BLU) ou la modulation de fréquence/phase (MF/MP).

La téléphonie BLU a pratiquement remplacé la téléphonie MA à double bande latérale et à porteuse complète dans le service d'amateur. La BLU est utilisée dans toutes les bandes de fréquences du service d'amateur au-dessus de 137 kHz.

La téléphonie MF ou MP a généralement une largeur de bande nécessaire allant jusqu'à 16 kHz, et on notera que dans certains pays, une largeur de bande inférieure plus faible. Ces modes sont généralement utilisés dans les bandes au-dessus de 29 MHz. Des répéteurs MF sont couramment utilisés pour élargir la portée, en particulier dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques.

Téléphonie numérique – La téléphonie numérique (DV) est utilisée dans le service d'amateur depuis l'an 2000. Elle s'est considérablement développée en raison des progrès constants des codecs vocaux et des schémas de modulation numérique des fréquences radioélectriques.

Divers CODECS sont utilisés, par exemple, la famille de codecs commerciaux AMBE est utilisée par les systèmes C4FM, DMR, D-Star, NXDN, P25 et par d'autres systèmes commerciaux de téléphonie numérique qui ont été adaptés pour être utilisés par le service d'amateur, en particulier dans les bandes d'ondes métriques et décimétrique du service d'amateur. Un système à code source ouvert appelé CODEC2 a été mis au point pour le service d'amateur, et il est couramment utilisé dans les bandes d'ondes décimétriques. M17 est un système de téléphonie numérique utilisant CODEC2. M17 est également un système à code source ouvert et a été optimisé pour une utilisation dans les bandes d'ondes métriques et les bandes supérieures. Diverses formes d'ondes radioélectriques modulées en fréquence et en phase sont utilisées pour acheminer la téléphonie numérique, y compris avec la modulation MDF-4, la MDMG, etc. Certains répéteurs et certaines passerelles sont capables de détecter automatiquement les normes de la téléphonie numérique et de s'adapter aux signaux entrants.

2.5.4 Systèmes de télévision

SSTV – Les systèmes de télévision d'amateur à balayage lent (SSTV) emploient actuellement des caméras et des ordinateurs personnels dotés de logiciels spéciaux pour la transmission lente d'images en couleur dans la bande de fréquences vocales. Divers systèmes analogiques et numériques offrant une gamme de caractéristiques adaptées à des besoins particuliers sont actuellement utilisés. Les émissions SSTV depuis des satellites d'amateur sont de plus en plus courantes.

FSTV – La plupart des systèmes de télévision analogique d'amateur à balayage rapide (FSTV), de type NTSC ou PAL, utilisent des répéteurs pour élargir la portée. Les systèmes FSTV fonctionnent sur des fréquences supérieures à 420 MHz.

DATV – Les radioamateurs ont mis au point un système de télévision numérique à cadence normale utilisant des techniques de compression numérique avec des débits compris entre moins de 300 kbit/s et 2 Mbit/s dans les bandes de fréquences supérieures à 29 MHz. Les normes DVB-T et DVB-S sont toutes deux utilisées. Dans de nombreux pays, les systèmes DATV supplantent les systèmes FSTV car ils sont plus efficaces sur le plan du spectre.

2.5.5 Systèmes multimédias

Le multimédia consiste à associer voix, données et image, à les intégrer dans un flux de données numériques et à les transmettre à un récepteur lointain. Les systèmes ci-après, entre autres, ont cette capacité:

D-Star – Il s'agit d'un système numérique de téléphonie et données mis au point par la Japan Amateur Radio League (JARL) en coopération avec le secteur public et le secteur privé japonais, conçu pour être utilisé dans la bande d'ondes métriques et prenant en charge les signaux vocaux/audio numérisés et les messages de données courts. Dans certaines bandes de fréquences, son mode de transmission des données offre un débit de 128 kbit/s dans une largeur de bande de 150 kHz. Les équipements peuvent également utiliser la bande des 10 GHz du service d'amateur ou d'autres moyens pour relier des répéteurs entre eux.

C4FM – Il s'agit d'une technologie de modulation numérique utilisée principalement dans les systèmes modernes de communication en ondes métriques/décimétriques de radioamateurs. Cette technologie utilise une modulation de fréquence continue à quatre niveaux et un système d'accès multiple par répartition en fréquence. Elle permet un mode de communication vocale à bande étroite (avec correction d'erreur) ou à large bande et offre un mode de données avec un débit de 9,6 kbit/s qui peut être utilisé pour transmettre des images. Les émetteurs-récepteurs C4FM utilisent le codec vocal AMBE+ et disposent d'une technologie d'interconnexion des répéteurs via l'Internet, ce qui permet des communications numériques à l'échelle mondiale.

Les systèmes d'amateur capables d'assurer des communications mêlant données, voix et images font l'objet d'un développement continu. Certains équipements WiFi modifiés sont utilisés dans les bandes 2 400-2 450 MHz et 5 650-5 850 MHz, conformément aux limitations applicables aux licences d'amateur à l'échelle nationale, pour élargir la portée de ces communications.

2.6 Expérimentations dans le service d'amateur

Le service d'amateur est, au moins en partie, un service d'expérimentation offrant la possibilité d'améliorer les performances des nouvelles technologies et de réaliser des essais en matière de propagation.

2.6.1 Mise au point de systèmes de communication

Les expérimentations des radioamateurs couvrent tous les aspects de la chaîne de transmission de bout en bout, l'accent étant mis sur l'élaboration et l'évaluation de nouvelles techniques en vue de mettre au point des systèmes évolués de transmission numérique de données et d'informations multimédias.

2.6.2 Conception d'antennes

Les stations d'amateur sont généralement situées dans des résidences ou dans des automobiles privées. Dans les deux cas, l'installation des antennes est soumise à des contraintes, et il faut sans cesse concevoir des systèmes d'antenne novateurs. L'utilisation de logiciels de conception assistée par ordinateur et de modélisation d'antennes augmente, ce qui contribue à la mise au point de systèmes d'antennes d'amateur novateurs et efficaces.

2.6.3 Ordinateurs personnels

Les stations d'amateur utilisent maintenant presque tous des ordinateurs personnels (PC). Les opérateurs amateurs utilisent des applications PC aux fins du traitement numérique du signal, de l'analyse des liaisons radioélectriques, de la conception d'antennes, des études et prévisions de propagation et des applications de communications numériques, entre autres.

Les ordinateurs personnels sont de plus en plus utilisés pour accomplir des fonctions auparavant exécutées par du matériel, comme c'est le cas des systèmes de radiocommunication définis par logiciel (SDR), pour lesquels l'interface d'utilisateur, traditionnellement composée de cadrans et de compteurs, ressemble désormais à un écran d'ordinateur. Les systèmes de radiocommunication définis par logiciel sont maintenant largement utilisés dans les services d'amateur pour permettre divers modes d'émission et de réception, et les logiciels développés par des amateurs sont utilisés sur les plates-formes SDR pour exécuter de nombreuses applications des services d'amateur et d'amateur par satellite. On trouvera de plus amples informations sur les applications SDR dans les services d'amateur et d'amateur par satellite au § 2.7.2.

2.6.4 Travaux de recherche et surveillance en matière de propagation

Au tout début des radiocommunications, ce sont les radioamateurs qui ont été à l'origine de la découverte et de l'exploitation des nouveaux modes de propagation, et c'est toujours le cas aujourd'hui. Les autres services de communication ont surtout besoin d'une propagation fiable pour transmettre un signal requis, mais la recherche de nouveaux modes de propagation reste une motivation pour les radioamateurs.

Pour faciliter l'identification des trajets de propagation, les radioamateurs exploitent un système mondial de balises en ondes décamétriques, appelé projet de balises de l'IARU. Ce système comprend un certain nombre de stations d'émission partout dans le monde qui émettent en continu un signal synchronisé dans le temps sur une fréquence connue dans une gamme de niveaux de puissance. En outre, des balises en ondes décamétriques, métriques, décimétriques et centimétriques présentes dans de nombreux pays donnent des signaux en temps réel permettant de déterminer les trajets de propagation disponibles.

Il existe aussi une autre approche où ce ne sont pas des balises qui émettent activement les signaux, mais les stations de radioamateur qui surveillent les bandes et, manuellement ou automatiquement, indiquent les stations qu'elles entendent et téléchargent l'information correspondante vers un serveur ou un site web. Ce processus est souvent qualifié de «détection» (spotting) et le serveur ou le site web qui héberge et/ou affiche ces données est appelé «cluster DX». Les données de «détection» sont utilisées sur un site web ou par une application client sur un PC pour afficher l'environnement de propagation en temps réel. Ces données peuvent être utilisées pour modifier les fréquences du récepteur et de l'émetteur ainsi que pour ajuster la direction de pointage de l'antenne.

L'une des premières mises en œuvre de cette fonctionnalité est le Réseau de balises inversées (RBN), qui est un réseau de stations de réception partout dans le monde surveillant les transmissions en code Morse et téléchargeant automatiquement ces informations sur un site web auquel les radioamateurs ont accès. La plupart des logiciels clients pour les modes de communication numérique modernes (PSK, MSK, WSPR, etc.) peuvent automatiquement «détecter» toutes les stations reçues dans un canal de communication et les communiquer à un serveur qui alimente un site web pour lister et afficher les trajets de communication de type PSK Reporter et WSPRnet. Tous ces outils permettent à l'opérateur d'une station d'amateur de comparer la force du signal reçu de sa station avec celui d'autres stations, soit en temps réel, soit rétrospectivement.

En outre, divers autres serveurs et sites web permettent aux amateurs peuvent télécharger les informations des stations «détectées». Le site web ou l'application client utilisée pour la surveillance de la propagation par chaque station d'amateur dans le cadre de son fonctionnement quotidien dépend des préférences personnelles et opérationnelles.

2.6.5 Traitement numérique du signal

Le traitement numérique du signal (DSP) joue un rôle croissant dans le service de radioamateur, notamment pour la mise en œuvre de filtres et de modems. Les radioamateurs ont mis au point des algorithmes DSP permettant de réduire ou de supprimer le bruit atmosphérique (statique), le bruit dans la ligne d'alimentation et certains types de signaux brouilleurs. Certaines de ces techniques ont été mises en œuvre dans des produits commerciaux et les expérimentations se poursuivent, en particulier à l'aide des plates-formes SDR, qui présentent une grande souplesse pour la mise en œuvre des algorithmes de réduction du bruit.

Les dispositifs DSP autonomes peuvent être utilisés pour améliorer la réception de signaux faibles grâce à des techniques modernes de corrélation et de calcul de la moyenne des signaux, qui peuvent améliorer considérablement le rapport signal/bruit des signaux reçus. Ceci est particulièrement utile pour les applications dont le signal est faible, comme les communications Terre-Lune-Terre.

2.7 Équipements des radioamateurs

Dans un objectif d'«autoformation» et en fonction de la réglementation nationale, les radioamateurs utilisent soit des équipements radioélectriques commerciaux conçus spécifiquement pour fonctionner dans les gammes de fréquences du service d'amateur, soit des équipements commerciaux modifiés et recyclés, soit des équipements de fabrication artisanale. La même souplesse s'applique à la conception et à l'utilisation des antennes. Les stations de radioamateur ne sont pas normalisées, mais les opérateurs sont légalement tenus d'exploiter les équipements radioélectriques dans la limite des conditions prévues par leur licence nationale. La plupart des équipements de fabrication artisanale sont conçus pour répondre à un intérêt particulier, par exemple pour la télévision d'amateur ou le fonctionnement en hyperfréquences.

2.7.1 Équipements commerciaux types de radioamateurs

Les équipements modernes sont construits autour des technologies de traitement numérique du signal et couvrent souvent une large gamme de fréquences pour un fonctionnement dans plusieurs bandes de fréquences. Les équipements radioélectriques commerciaux types en ondes décimétriques peuvent fonctionner dans toutes les bandes de fréquences du service d'amateur comprises entre 1,8 MHz et 50 MHz, en utilisant les méthodes de modulation analogique et numérique. Les interfaces normalisées pour le traitement informatique du signal ou l'exploitation à distance sont courantes. Les équipements commerciaux respectent certaines normes en matière de compatibilité électromagnétique et de rayonnements non essentiels.

Les équipements utilisés dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques sont eux aussi souvent capables de fonctionner dans plusieurs bandes et selon plusieurs modes et peuvent être spécifiquement destinés à une utilisation par des stations de base ou par des terminaux mobiles/portatifs. Certains équipements peuvent viser des domaines d'intérêt particuliers, par exemple l'exploitation de satellites, et présenter des caractéristiques facilitant ce type d'exploitation. Il est assez courant qu'une station repose sur un système radioélectrique à ondes décimétriques très performant et soit complétée par un «transvertteur» (convertisseur de fréquence d'émission et de réception) pour pouvoir fonctionner plus haut dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques et des hyperfréquences ou plus bas dans les bandes d'ondes kilométriques. Ceci permet à toutes les installations utilisant des systèmes radioélectriques à ondes décimétriques très performants d'être utilisées sur d'autres fréquences. Dans le commerce, les transvertteurs sont monnaie courante.

2.7.2 Systèmes radioélectriques définis par logiciel

L'avènement d'un traitement numérique des signaux très performant a favorisé l'intégration du traitement informatique dans les équipements radioélectriques. Il existe des convertisseurs analogique-numérique qui permettent de numériser directement le signal radiofréquence entrant dans un récepteur, en contournant les étages traditionnels de mélange de fréquences et de fréquence intermédiaire, afin que le signal puisse ensuite être traité selon la méthode DSP. Grâce à cette technologie, il existe aujourd'hui des systèmes SDR autonomes qui peuvent offrir des performances similaires à celles d'un système radioélectrique spécialisé et même de petits récepteurs de type «clé électronique USB» peuvent être ajoutés à n'importe quel ordinateur. Les systèmes SDR sont polyvalents et peuvent recevoir et émettre tous types de modulation, afficher la sortie du récepteur sous forme de graphique, traiter les dégradations des signaux reçus et permettre à nouveau une connexion à distance. Ils peuvent être connectés et commandés par Internet pour assurer un accès à distance.

CHAPITRE 3

SERVICE D'AMATEUR PAR SATELLITE

3.1 Applications dans les bandes attribuées au service d'amateur par satellite

Les tableaux qui suivent décrivent les applications types dans les bandes de fréquences utilisables par le service d'amateur par satellite. On se reportera à l'Article 5 du RR pour connaître le statut d'attribution précis de chaque bande.

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (kHz)	Applications
40 m	7 000-7 100 (primaire)	Ces bandes sont identifiées uniquement pour des applications limitées utilisant des satellites, par exemple pour des recherches ionosphériques, en raison des brouillages qui risquent d'être causés ou subis par les services de Terre.
20 m	14 000-14 250 (primaire)	
17 m	18 068-18 168 (les conditions d'utilisation à titre primaire avec égalité des droits avec d'autres services dans un certain nombre de pays figurent au numéro 5.154 du RR)	
15 m	21 000-21 450 (primaire)	
12 m	24 890-24 990 (primaire)	
10 m	28 000-29 700 (primaire)	Cette bande est utilisée essentiellement en association avec des signaux émis ou reçus par un satellite dans la bande des 144 MHz.

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (MHz)	Applications
2 m	144-146 (primaire)	Ces bandes sont largement utilisées par de nombreux satellites d'amateur pour l'émission ou la réception de signaux.
70 cm	435-438 (secondaire) Numéro 5.282 du RR	
23 cm	1 260-1 270 (secondaire) Terre vers espace uniquement Numéro 5.282 du RR	Ces bandes sont utilisées à la place des bandes des 144 MHz et des 435 MHz lorsque celles-ci sont encombrées. NOTE – Dans certains pays des Régions 1 et 3, l'utilisation de la bande des 23 cm est soumise à des restrictions visant à réduire les risques de brouillage causés aux récepteurs du SRNS fonctionnant dans la même bande de fréquences. La bande des 13 cm est utilisée pour les communications vocales, la transmission de données, la télévision numérique amateur (DATV) et les communications expérimentales du service d'amateur par satellite.
13 cm	2 400-2 450 (secondaire) Numéro 5.282 du RR	
9 cm	3 400-3 410 (secondaire) Régions 2 et 3 uniquement Numéro 5.282 du RR	

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (MHz)	Applications
5 cm	5 650-5 670 (secondaire) Terre vers espace uniquement Numéro 5.282 du RR	Ces bandes sont utilisées par des satellites d'amateur à des fins d'expérimentation.
	5 830-5 850 (secondaire) Espace vers Terre uniquement	

Longueur d'onde nominale	Bande de fréquences (GHz)	Applications
3 cm	10,45-10,5 (secondaire)	Ces bandes sont utilisées pour les communications vocales, la transmission de données, la télévision numérique amateur (DATV) et les communications expérimentales du service d'amateur par satellite.
1,2 cm	24-24,05 (primaire)	
6 mm	47-47,2 (primaire)	Ces bandes sont utilisées par des satellites d'amateur à des fins d'expérimentation.
4 mm	76-77,5 (secondaire)	
	77,5-78 (primaire)	
	78-81 (secondaire)	
2 mm	134-136 (primaire)	
2 mm	136-141 (secondaire)	
1 mm	241-248 (secondaire)	
1 mm	248-250 (primaire)	

3.2 Considérations générales

Le programme de satellites d'amateur a commencé en 1961 avec la conception et le lancement du satellite OSCAR (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio). Le groupe chargé initialement du projet OSCAR avait la responsabilité des quatre premiers satellites d'amateur. En 1969, l'organisation AMSAT (Radio Amateur Satellite Corporation) a été fondée aux États-Unis d'Amérique. Des organisations similaires ont été fondées par la suite dans de nombreux autres pays. En général, la plupart des satellites d'amateur sont construits par des radioamateurs et des étudiants.

Parmi les satellites d'amateur, la plupart sont des satellites en orbite terrestre basse (LEO) et certains sont des satellites en orbite fortement elliptique (HEO). Depuis 2024, une station spatiale du service d'amateur par satellite fonctionne sur l'orbite des satellites géostationnaires (OSG). La technologie mise au point dans le service d'amateur par satellite a été appliquée directement aux systèmes à satellites LEO commerciaux, et le service d'amateur par satellite a servi de terrain d'essai pour les ingénieurs-concepteurs.

Le Rapport UIT-R SA.2312 donne des informations sur les caractéristiques des satellites et missions types du service d'amateur.

3.3 Stations terriennes d'amateur

Les stations terriennes d'amateur du service d'amateur par satellite relèvent de deux catégories, à savoir:

- Les stations de télécommande, qui sont situées partout dans le monde et sont autorisées à contrôler les satellites d'amateur, et à modifier leur fonctionnement conformément au numéro **25.11** du RR.
- Les stations d'utilisateur, qui sont des stations d'amateur dotées pour l'essentiel des mêmes équipements que ceux utilisés pour le service d'amateur de Terre. Les principales différences concernent les antennes et les émetteurs-récepteurs qui sont optimisés pour le service d'amateur par satellite.

Il devient de plus en plus courant que plusieurs stations d'amateur reçoivent des données de télémétrie et les téléchargent automatiquement vers des bases de données par l'Internet afin d'élargir la zone de couverture.

3.4 Défis rencontrés et expérimentations menées dans le service d'amateur par satellite

Il n'était pas certain au début du programme OSCAR que de petits groupes de radioamateurs puissent concevoir des satellites, assurer leur lancement, mobiliser des ressources financières suffisantes, et gérer les satellites en orbite. Cependant, cela s'est avéré être le cas au cours des premières années du programme. Chaque satellite a posé de nouveaux défis qui ont été relevés par les radioamateurs licenciés.

Étant donné que les ressources étaient rares et réparties dans différents pays, l'«ingénierie répartie» est devenue incontournable pour pouvoir concevoir, construire et tester les satellites d'amateur. La messagerie électronique Internet, les conférences sur le service d'amateur par satellite et les communications entre radioamateurs ont joué un rôle essentiel dans la coordination.

Outre la résolution de problèmes de conception «radio», de nombreux enseignements ont été tirés concernant la conception physique et thermique des engins spatiaux, la commande d'attitude, la gestion du système d'alimentation et la mécanique orbitale. Le service d'amateur par satellite s'est avéré être un bon terrain d'essai pour les spécialistes des technologies satellitaires.

3.5 Satellite de télécommunication d'amateurs

La plupart des satellites d'amateur sont généralement destinés aux communications et sont dotés soit d'un répéteur MF à bande croisée à canal unique, soit d'un transpondeur linéaire à bande croisée qui permet plusieurs conversations simultanées entre stations terriennes. Ces types de satellites sont très populaires et largement utilisés pour les communications courantes entre stations d'amateur. Dans certains cas, les communications d'amateur par satellite ont été utilisées en cas de catastrophe naturelle ou d'urgence nationale, sous la forme de communications vocales fiables transmises à partir de stations portables et de faible puissance.

Il existe également des satellites d'amateur qui relaient diverses formes de communications numériques. Ces systèmes, souvent appelés «digipeaters» (répéteurs numériques), utilisent le protocole de radiocommunication par paquets AX.25. De nombreuses missions satellitaires actuelles reposent sur le «système de transmission automatique par paquets» (*amateur packet reporting system*, APRS). Il s'agit d'une application de communication en temps réel qui permet d'établir une liaison de communication point à multipoint et qui comprend une fonction de géolocalisation reliée à un réseau dorsal de communications mondial. Le système est utilisé pour les communications courantes du service d'amateur et a appuyé les opérations d'urgence et de secours en cas de catastrophe dans certains pays.

3.6 Satellites d'amateur associés à des missions éducatives

En raison de la baisse significative des coûts associés à la construction et au lancement de petits satellites, de nombreux établissements d'enseignement utilisent désormais de petits satellites dans le cadre de leurs objectifs d'enseignement et de recherche. La réduction des coûts des missions pour les petits satellites est due à l'augmentation considérable de la capacité industrielle à l'appui d'activités spatiales commerciales. Les dimensions générales et la masse des satellites sont souvent fondées sur un format de construction normalisé. Dans de nombreux cas, la durée de vie du satellite n'est que de quelques années en raison des orbites choisies pour la mission.

Ces missions éducatives du service d'amateur par satellite n'incluent pas toujours l'utilisation d'un transpondeur ou d'un répéteur traditionnel pour les communications entre stations d'amateur. Elles visent plutôt à fournir des résultats en matière d'éducation, de sensibilisation ou de développement technologique qui s'inscrivent dans la définition du service d'amateur et du service d'amateur par satellite et qui sont conformes aux dispositions du Règlement des radiocommunications. Ce type de missions est généralement effectué par des universités ou d'autres établissements d'enseignement et toujours sous la supervision d'un opérateur amateur titulaire d'une licence. Dans de nombreux cas, les établissements d'enseignement encouragent également les étudiants participant à la mission à obtenir leur licence de radioamateur, ce qui leur permet de jouer un rôle plus actif dans les activités de la mission. Cela leur permet également de développer des compétences en radiocommunications dont ils peuvent tirer parti dans leur future carrière.

Pour plus de détails, voir le Rapport UIT-R SA.2312 (Caractéristiques, définitions et besoins de spectre des nanosatellites et des picosatellites ainsi que des systèmes composés de satellites de ce type).

3.7 Coordination des fréquences dans le service d'amateur par satellite

L'Union internationale des radioamateurs (IARU) fournit des avis et assure la coordination des fréquences afin de faciliter la tâche des constructeurs de satellites d'amateur et des constructeurs potentiels. De plus amples informations à ce sujet sont disponibles à l'adresse suivante: <https://www.iaru.org/on-the-air/satellites/>

CHAPITRE 4

RÉSOLUTIONS DE LA CMR QUI CONCERNENT LES SERVICES D'AMATEUR ET D'AMATEUR PAR SATELLITE

RÉSOLUTION 642

Relative à la mise en service des stations terriennes du service d'amateur par satellite

RÉSOLUTION 646 (Rév.CMR-19)

Protection du public et secours en cas de catastrophe

Voir également la page web de l'UIT intitulée «Catégorisation des Résolutions des C(A)MR en vigueur».

CHAPITRE 5

QUESTIONS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR

QUESTION UIT-R 48-7/5

**Techniques et fréquences utilisées dans le service d'amateur
et le service d'amateur par satellite**

(2015)

<http://www.itu.int/pub/R-QUE-SG05.48>

QUESTION UIT-R 209-7/5

**Utilisation des services mobile, d'amateur et d'amateur par satellite
pour les radiocommunications en cas de catastrophe**

(2023)

<http://www.itu.int/pub/R-QUE-SG05.209>

CHAPITRE 6

RECOMMANDATIONS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR

RECOMMANDATION UIT-R M.1041

Futurs systèmes de radiocommunication d'amateur

(Question UIT-R 48/8)

Domaine d'application

Cette Recommandation expose les objectifs nominaux et les caractéristiques à prendre en considération lors de la mise au point des systèmes futurs de radiocommunication d'amateur. On y trouve également des considérations d'ordre général, technique et opérationnel.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1041>

RECOMMANDATION UIT-R M.1042

Services d'amateur et d'amateur par satellite: communications en cas de catastrophe

(Question UIT-R 48/8)

Domaine d'application

Cette Recommandation donne des indications sur le développement de réseaux des services d'amateur et d'amateur par satellite au service des activités de préparation et de l'utilisation des radiocommunications pendant les opérations de secours en cas de catastrophe.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1042>

RECOMMANDATION UIT-R M.1043

Utilisation des services d'amateur et d'amateur par satellite dans les pays en développement

(Question UIT-R 48/8)

Domaine d'application

Cette Recommandation encourage les administrations à faciliter l'exploitation des services d'amateur et d'amateur par satellite en développant des compétences d'opérateur des radiocommunications, en assurant la formation des techniciens et en utilisant les stations d'amateur dans les zones rurales et dans les situations d'urgence. Elle encourage aussi l'utilisation de bénévoles et la prise en compte des besoins spécifiques des pays en développement.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1043>

RECOMMANDATION UIT-R M.1044

**Critères de partage des fréquences dans les services
d'amateur et d'amateur par satellite**

(Question UIT-R 48/8)

Domaine d'application

Cette Recommandation indique les services de radiocommunication avec lesquels les services d'amateur et d'amateur par satellite peuvent facilement partager des fréquences, et les services avec lesquels le partage serait difficile. Elle précise que les services d'amateur fonctionnent avec des signaux relativement faibles et fait mention des procédures de réduction des brouillages qui facilitent le partage.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1044>

RECOMMANDATION UIT-R M.1172

**Abréviations et signaux divers à employer dans les
radiocommunications du service mobile maritime**

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1172>

RECOMMANDATION UIT-R M.1544

Qualifications minimales des radioamateurs

(Question UIT-R 48/8)

Domaine d'application

Cette Recommandation définit les niveaux minima de connaissances opérationnelles et techniques devant être pris pour base par les administrations lors de la vérification des compétences des personnes souhaitant utiliser une station dans les services d'amateur.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1544>

RECOMMANDATION UIT-R M.1677

Code Morse international**Domaine d'application**

Cette Recommandation confirme les caractères du code Morse international et les dispositions applicables à leur utilisation dans les services de radiocommunication.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1677>

RECOMMANDATION UIT-R M.1732

Caractéristiques de systèmes exploités dans les services d'amateur et d'amateur par satellite à utiliser pour les études de partage

(Question UIT-R 48-6/5)

Domaine d'application

Les caractéristiques techniques et opérationnelles de systèmes utilisés dans le service d'amateur et le service d'amateur par satellite sont étudiées dans cette Recommandation en vue de réaliser des études de partage. On considère que ces systèmes et leurs caractéristiques décrites dans cette Recommandation sont représentatifs des systèmes exploités dans les bandes de fréquences disponibles pour ces services entre 135,7 kHz et 81,5 GHz.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.1732>

RECOMMANDATION UIT-R M.2034

Alphabet télégraphique pour les communications de données par modulation par déplacement de phase à 31 bauds dans le service d'amateur et le service d'amateur par satellite

(Question UIT-R 48-6/5)

Domaine d'application

Cette Recommandation a pour objet d'établir un alphabet télégraphique et des protocoles de transmission pour la modulation par déplacement de phase à 31 bauds dans le service d'amateur et le service d'amateur par satellite.

<http://www.itu.int/rec/R-REC-M.2034>

RECOMMANDATION UIT-R M.2164

Orientations sur les mesures techniques et opérationnelles destinées à l'utilisation de la bande de fréquences 1 240-1 300 MHz par les services d'amateur et d'amateur par satellite pour protéger le service de radionavigation par satellite (SRNS) (espace vers Terre)**Domaine d'application**

Cette Recommandation fournit des orientations sur les mesures techniques et opérationnelles que pourraient prendre les administrations autorisant les stations exploitées dans les services d'amateur et d'amateur par satellite à assurer la protection du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) dans la bande de fréquences 1 240-1 300 MHz. Les mesures correspondantes figurent dans l'Annexe de cette Recommandation.

<https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2164>

CHAPITRE 7

RAPPORTS DE L'UIT-R CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR

RAPPORT UIT-R M.2085

Rôle des services d'amateur et d'amateur par satellite pour l'appui aux opérations d'atténuation des effets des catastrophes et de secours en cas de catastrophe

(Question UIT-R 209-3/5)

<http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2085>

RAPPORT UIT-R M.2117

Systèmes de radiocommunication pilotés par logiciel dans les services mobile terrestre, d'amateur et d'amateur par satellite

<http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2117>

RAPPORT UIT-R M.2200

Caractéristiques des stations du service de radioamateur dans la gamme 415-526,5 kHz pour les études de partage

<http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2200>

RAPPORT UIT-R M.2203

Compatibilité des stations du service d'amateur avec les services existants dans la gamme 415-526,5 kHz

<http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2203>

RAPPORT UIT-R M.2226

Description du fonctionnement des stations d'amateur et des activités expérimentales entre 415 et 526,5 kHz dans certains pays

(Question UIT-R 48-6/5)

<http://www.itu.int/pub/R-REP-M.2226>

RAPPORT UIT-R M.2335

Analyse du partage et de la compatibilité entre d'éventuelles stations du service d'amateur et les services fixe, mobile terrestre et de radiolocalisation dans la bande de fréquences 5 250-5 450 kHz et le service mobile aéronautique dans une bande adjacente

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2335>

RAPPORT UIT-R SA.2312

Caractéristiques, définitions et besoins de spectre des nanosatellites et des picosatellites ainsi que des systèmes composés de satellites de ce type

<https://www.itu.int/pub/R-REP-SA.2312>

RAPPORT UIT-R M.2478

Besoins de spectre du service d'amateur dans la bande de fréquences 50-54 MHz en Région 1 et partage avec les services mobile, fixe, de radiolocalisation et de radiodiffusion

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2478>

RAPPORT UIT-R M.2532

Caractéristiques et utilisation des services d'amateur et d'amateur par satellite dans la bande de fréquences 1 240-1 300 MHz

<https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2532>

CHAPITRE 8

AUTRES RECOMMANDATIONS ET MANUELS CONCERNANT LES SERVICES D'AMATEUR

Manuel de l'UIT-R sur les satellites de petite taille

Le Manuel de l'UIT sur les satellites de petite taille a été élaboré en application de la Résolution UIT-R 68, intitulée «Amélioration de la diffusion des connaissances concernant les procédures réglementaires applicables aux satellites de petite taille, y compris les nanosatellites et les picosatellites». Ce Manuel autonome est destiné à promouvoir efficacement le développement des satellites de petite taille et à mieux répondre aux besoins des membres et de l'ensemble de l'industrie des satellites.

<https://www.itu.int/pub/R-HDB-65-2023>

Recommandations et Manuels de l'UIT-D

Recommandations de l'UIT-D: <http://www.itu.int/rec/D-REC-D>

Manuels de l'UIT-D: <http://www.itu.int/pub/D-HDB>

Union internationale des
télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse

ISBN 978-92-61-42222-6



Publié en Suisse
Genève, 2026