

RECOMMANDATION UIT-R M.539-3*

**CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET D'EXPLOITATION DES SYSTÈMES
INTERNATIONAUX DE RADIORECHERCHE**

(Question UIT-R 12/8)

(1978-1982-1986-1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'approbation de caractéristiques techniques et d'exploitation pour les systèmes et les équipements de radiorecherche pourrait faciliter la mise en œuvre, à l'échelon international, de systèmes de ce type;
- b) que certaines caractéristiques techniques des équipements et des stations utilisés dans les systèmes de radiorecherche revêtent de l'importance pour, d'une part, la qualité du service offert et, d'autre part, le brouillage radioélectrique entre les stations de pays différents;
- c) que l'utilisation de bandes de fréquences et de caractéristiques techniques agréées permettrait de réduire le risque de brouillage mutuel entre les systèmes de radiorecherche ainsi que le risque de brouillage entre ceux-ci et d'autres systèmes radioélectriques;
- d) que les systèmes radioélectriques publics de radiorecherche faisant usage des réseaux de télécommunication nationaux et internationaux devraient être conçus comme des prolongements de ces réseaux;
- e) que, du point de vue de l'exploitation, les abonnés à ces services de radiorecherche ont besoin de messages supplémentaires de différents types, ce qui accroît le nombre des codes d'appel nécessaires ou, en cas d'utilisation d'un seul code de message, complique la structure de ce code;
- f) qu'en général la capacité maximale d'adressage d'un système de radiorecherche est fixée dès le début des travaux de planification;
- g) que la façon la plus économique de mettre en œuvre des services internationaux de radiorecherche peut consister à réaliser les systèmes comme des prolongements des systèmes nationaux;
- h) qu'en général les besoins de radiorecherche à l'échelon international peuvent être prévus dans le cadre de la planification des systèmes nationaux,

recommande

que les caractéristiques techniques et d'exploitation suivantes des systèmes, des stations et de l'équipement de radiorecherche dans le service mobile terrestre devraient être adoptées pour les systèmes destinés à l'usage international.

1. Caractéristiques d'exploitation et caractéristiques des systèmes**1.1 Principes de réalisation**

Le système de radiorecherche devrait être conçu comme un prolongement des réseaux de télécommunication, compte tenu des limitations qu'impose la transmission unidirectionnelle sur le trajet radioélectrique.

1.2 Fonctionnement des récepteurs lors du passage d'une zone de radiorecherche à une autre

La procédure permettant à un usager de bénéficier du service lorsqu'il se déplace d'une zone ou d'un système de radiorecherche à un autre (même sur le plan international) devrait être aussi simple que possible. Il est souhaitable d'éviter les réglages manuels du récepteur.

1.3 Messages

Le système devrait permettre l'émission et la réception de messages supplémentaires de types différents, tels que le numéro téléphonique du demandeur, ou des messages numériques et alphanumériques plus longs. Il devrait être possible d'utiliser différents types de récepteurs pour différents types de messages.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention du Secteur de la normalisation des télécommunications.

Il devrait être possible de transmettre une grande variété de messages, y compris des messages prédéfinis (par exemple, à tonalité uniquement), des messages alphanumériques longs ou tout autre type de message codé utilisant toute la capacité de transmission de données en transparence. La longueur des messages numériques varie normalement de quelques dizaines de caractères numériques. Elle peut être limitée par le type de l'application et la taille de l'écran associé au récepteur. Le même problème peut se poser pour la transmission de messages de données en transparence; il est en outre lié à la capacité de transmission du trajet radioélectrique d'un système de radiorecherche de ce type.

1.4 Appels prioritaires

Il est certes éventuellement possible de donner à des usagers utilisateurs un rang (élevé ou non) de priorité suivant l'abonnement souscrit, mais cette possibilité risque de ne pas être offerte à l'extérieur du réseau d'attache (réseau avec lequel l'abonné a souscrit son abonnement).

1.5 Codes d'autorisation

Il devrait être possible aux abonnés qui le désirent d'avoir des codes d'autorisation que le demandeur devrait utiliser lorsqu'il appellerait ces abonnés.

L'exploitant du réseau peut imposer à ses clients désireux d'accéder à des compléments de services (par exemple, appels prioritaires) l'utilisation de codes d'autorisation.

1.6 Appels de groupe

Il devrait être possible d'appeler plusieurs abonnés en groupe.

1.7 Identification du récepteur

Chaque récepteur devrait être identifié sans ambiguïté dans le système dans lequel il doit fonctionner. Lorsque les administrations combinent des systèmes nationaux afin d'offrir un service international, elles doivent s'assurer que deux récepteurs utilisés à cette fin n'ont en aucun cas la même identité sauf si un appel de groupe l'exige.

1.8 Techniques permettant d'économiser les batteries

Comme il est indispensable que les récepteurs aient une faible consommation d'énergie, le système devrait mettre en œuvre des techniques permettant d'économiser les batteries.

2. Caractéristiques du centre de commande

2.1 Fonction

Le centre de commande devrait assurer les fonctions d'enregistrement et de retransmission des appels de radiorecherche dans le cadre du service national et du service international.

Le centre de commande est relié à d'autres centres de commande de réseaux de radiorecherche par une interface normalisée pour assurer le service international (voir le § 7). Il est raccordé en outre aux réseaux d'accès par des interfaces par lesquelles il reçoit les messages de radiorecherche. Ces interfaces doivent être conformes aux Recommandations UIT-T pertinentes suivant le type de réseau d'accès.

2.2 Signaux des réseaux d'accès

Le centre de commande est raccordé à différents réseaux de télécommunication qui permettent aux demandeurs d'accéder au système de radiorecherche. Ces réseaux s'appellent réseaux d'accès et sont choisis par chaque exploitant selon le type d'accès qu'il offre à sa clientèle. Le centre de commande doit donc pouvoir accepter et produire les signaux admis sur les réseaux de télécommunication nationaux et internationaux.

3. Besoins des réseaux d'accès

3.1 Codes de numérotation

Les codes de numérotation à utiliser pour avoir accès au système d'appel radioélectrique unilatéral devraient être, ainsi que leurs formats, conformes aux codes adoptés à l'échelon international.

3.2 Codes d'appel de groupe

La possibilité d'appeler un groupe d'abonnés, conformément au § 1.6, devrait être prise en compte dans les codes de numérotation.

4. Émetteurs et distribution des signaux de radiorecherche

4.1 Fréquence de fonctionnement

Dans le service international, il conviendrait d'attribuer au moins une voie ou une bande de fréquences internationale commune.

4.2 Zones à émetteurs multiples

Dans les zones à émetteurs multiples, il faut autant que possible éviter d'utiliser le récepteur en mode multicanal pour en économiser les batteries. Les émetteurs peuvent fonctionner soit successivement soit simultanément.

4.3 Débit binaire et type de modulation de données

Dans le service international, des caractéristiques doivent être approuvées par les administrations correspondantes. Pour le code N° 1 des systèmes de radiorecherche, les caractéristiques préférées actuellement sont les suivantes:

- débit binaire de transmission: 512 bit/s ou 1 200 bit/s (avec une précision de $\pm 1 \times 10^{-5}$);
- type de modulation: modulation par déplacement de fréquence sans retour à zéro avec un déplacement de fréquence positif représentant l'élément binaire zéro, un déplacement de fréquence négatif pour l'élément binaire 1 et une différence de fréquence appropriée pour la voie attribuée, par exemple $\pm 4,5$ kHz pour une voie de 25 kHz.

On a choisi la valeur de 512 bit/s comme compromis entre les besoins propres à diverses situations faisant intervenir plusieurs émetteurs. Il a été démontré que le débit de 1 200 bit/s fonctionne correctement dans diverses configurations de réseaux radioélectriques. Concernant les systèmes à plus grand débit, il convient de prendre en considération les paramètres énoncés à l'Annexe 2.

4.4 Egalisation de phase

Dans les systèmes où une partie ou la totalité des émetteurs fonctionnent simultanément, les signaux modulants devraient être égalisés en phase de manière à être compatibles avec la vitesse de transmission et le type de modulation. Pour les valeurs préférées du § 4.3, le retard de la modulation entre émetteurs adjacents ne devrait pas dépasser 488 μ s pour 512 bit/s et 250 μ s pour 1 200 bit/s.

4.5 Décalage des fréquences radioélectriques

Pour les systèmes dans lesquels une partie ou la totalité des émetteurs fonctionnent simultanément sur une voie radioélectrique commune, le décalage des fréquences radioélectriques devrait être maintenu dans les limites compatibles avec la vitesse de transmission des données et le type de modulation. Les études devraient se poursuivre pour pouvoir recommander des valeurs de décalage des fréquences.

4.6 Tolérance de fréquence de l'émetteur

La tolérance de fréquence de l'émetteur devrait être, au moins, conforme à la Recommandation UIT-R M.478. Pour les valeurs préférées du § 4.3, la tolérance doit être inférieure à 5×10^{-6} . Lorsque des émetteurs devront fonctionner simultanément, avec des décalages de fréquence précis, des tolérances beaucoup plus strictes pourront être nécessaires.

4.7 *Autres caractéristiques des émetteurs*

Pour les autres caractéristiques des émetteurs, les valeurs devraient être conformes à la Recommandation UIT-R M.478.

5. Récepteurs

5.1 Les dimensions, le poids et le coût des récepteurs devraient être aussi faibles que possible.

5.2 *Consommation d'énergie*

La consommation d'énergie devrait être aussi réduite que possible. Les méthodes offertes par le système pour économiser les batteries devraient être appliquées aux récepteurs.

5.3 *Sensibilité*

La sensibilité d'appel doit être inférieure à 10 $\mu\text{V}/\text{m}$, pour la probabilité d'appel de référence (voir la Publication 489 de la CEI – Partie 6).

5.4 *Sélectivité*

La sélectivité par rapport à la voie adjacente ne devrait pas être inférieure à 60 dB dans la bande des ondes métriques. Une valeur inférieure peut être appropriée pour la bande des ondes décimétriques.

5.5 *Rayonnements non essentiels*

La puissance des rayonnements non essentiels ne devrait pas dépasser la valeur de 10 nW pour toute fréquence inférieure ou égale à 70 MHz. Au-delà de cette fréquence, elle pourrait dépasser 10 nW à raison, tout au plus, de 6 dB/octave pour des fréquences allant jusqu'à 1 000 MHz. Il serait préférable cependant d'adopter des valeurs inférieures (par exemple, égales ou inférieures à 2 nW), compte tenu de l'existence éventuelle d'un grand nombre de récepteurs dans certaines zones.

6. Code et format de signalisation

Voir la Recommandation UIT-R M.584.

Un complément d'étude sur ce sujet est nécessaire. Dans cette étude, il conviendrait d'examiner et de prendre en compte, entre autres les facteurs ci-après:

- capacité nécessaire en adresses et en messages,
- taux d'appel prévu,
- détection des erreurs,
- correction des erreurs,
- possibilités de mise en œuvre.

7. Service international des abonnés itinérants (Nomadisme international)

7.1 *Architecture*

Tout système de radiorecherche pour une zone étendue ou locale doit avoir au moins trois interfaces bien définies:

- l'interface radioélectrique entre l'émetteur de la station de base et les récepteurs de radiorecherche;
- l'interface entre le contrôleur du système de radiorecherche et les réseaux d'accès;
- l'interface d'interfonctionnement entre les différents centres de commande.

De plus, d'autres interfaces internationales pourraient être aussi définies.

En ce qui concerne l'interface d'interfonctionnement, il convient de prendre en considération l'Annexe 2.

7.2 *Services et moyens*

Les réseaux doivent pouvoir assurer une gamme de services minimale pour être complètement compatibles avec le récepteur de la version de base.

Les principaux services et moyens peuvent se résumer comme suit:

- localisation au plan international des abonnés itinérants;
- choix de la destination de l'appel;
- interdiction temporaire du trafic entrant;
- constitution de groupes fermés d'utilisateurs (possibilité pour des abonnés des services mobile et fixe d'établir un groupe avec communication interne seulement, ces abonnés pouvant faire partie de plus d'un groupe fermé d'utilisateurs);
- protection contre les pertes de messages;
- établissement de rangs de priorité;
- déviation du trafic vers d'autres récepteurs;
- dispositifs de sûreté;
- dispositifs de taxation;
- indication «hors de portée»;
- remise différée.

Les catégories de radiorecherche peuvent se résumer comme suit:

- tonalité seulement,
- numérique,
- alphanumérique.

Les messages seront des types suivants:

- appels individuels;
- appels de groupe (utilisant un code commun ou un code d'identification radioélectrique multiple).

7.3 *Couverture radioélectrique*

En ce qui concerne la couverture radioélectrique, le système devrait pouvoir garantir la couverture continue d'un territoire donné (par exemple, un pays tout entier).

Une zone de radiorecherche se définit comme la zone desservie par un seul émetteur ou un ensemble d'émetteurs qui émettent la même information. Il est possible de prévoir que la zone du système sera divisée en plusieurs zones de radiorecherche, avec ou sans chevauchement. Des messages peuvent être transmis dans un nombre limité de zones de radiorecherche et une procédure spécialisée permettra à des abonnés itinérants de réacheminer temporairement les appels vers une ou plusieurs zones selon les besoins.

7.4 *Structure du réseau radioélectrique*

La structure du réseau radioélectrique doit être définie de manière à donner une souplesse maximale pour la mise en œuvre nationale et à permettre une utilisation efficace du spectre (notamment dans les zones limites), tout en conservant les caractéristiques communes essentielles.

7.5 *Aspects relatifs au réseau*

L'essentiel pour un système longue portée c'est que son accès reste aussi facile que possible, accès pouvant se faire par le réseau téléphonique ou par un réseau de données, privé ou public.

Pour un appel international dans le cadre du système de radiorecherche, il faut de préférence accéder au centre de commande national plutôt que de passer par le réseau d'accès.

8. **Caractéristiques de transmission**

Il convient de tenir compte des caractéristiques de transmission d'un système de radiorecherche énoncées à l'Annexe 1.

9. Systèmes existants ou en cours d'élaboration

Les différents systèmes nationaux et internationaux qui existent aujourd'hui feront peut-être bientôt place à des nouveautés. Certaines administrations, ayant un besoin urgent d'une norme pour leurs futurs systèmes, ont effectué de nouvelles études dans le but de faciliter la mise en œuvre de systèmes transfrontières ainsi que le partage des usagers/utilisateurs entre les exploitants de différents systèmes et de fournir des directives autorisées aux fournisseurs de services de radiorecherche. Les études nécessaires à la définition des spécifications de systèmes de radiorecherche internationaux ne sont pas terminées et doivent se poursuivre. L'Annexe 2 propose un exemple d'un modèle de système particulier, adapté à des services internationaux de radiorecherche.

ANNEXE 1

Caractéristiques de transmission des systèmes de radiorecherche

1. Introduction

1.1 Les systèmes de radiorecherche visés dans la présente Annexe sont des systèmes de signalisation sélective unilatérale destinés à la transmission de messages et conçus comme des prolongements des réseaux de télécommunication.

1.2 Les principaux modes d'exploitation sont les suivants:

1.2.1 Appel direct en service automatique à un centre de commande: un numéro téléphonique composé dans un réseau téléphonique est transmis à un centre de commande qui l'utilise pour déterminer le signal de radiorecherche à émettre.

1.2.2 Appel direct en service automatique avec signalisation à fréquence acoustique secondaire de bout en bout à un centre de commande: un numéro composé directement est transmis à un centre de commande qui l'accepte ainsi que les signaux acoustiques transmis ensuite pour compléter l'information requise en vue de déterminer le signal de radiorecherche à émettre.

1.2.3 Acheminement des appels par une opératrice.

1.3 Les appels et messages erronés devraient être éliminés autant que possible, et ne pas dépasser, par exemple, un par usager et par an.

Dans le cas de systèmes couvrant des zones multiples, l'utilisateur doit pouvoir choisir la ou les zones où il entend bénéficier du service de radiorecherche (voir le § 7 ci-avant).

Le champ radioélectrique devrait être aussi uniforme que possible à l'intérieur de chaque zone desservie, et aussi faible que possible à l'extérieur. Il faudra éventuellement prendre en considération la spécificité de certains systèmes pour l'exploitation d'un récepteur de radiorecherche à bord d'un aéronef.

La radiorecherche peut également être utilisée pour améliorer d'autres services mobiles, par exemple, pour appeler des aéronefs dans le sens sol-air ou télépointage.

2. Conception technique du centre de commande

Il paraît souhaitable, pour un système de grande capacité, d'utiliser un dispositif à programmes enregistrés afin d'assurer les fonctions d'emmagasinage et de transmission des appels.

Il serait souhaitable que le centre de commande contrôle la validité de tous les appels aboutissant au système.

Le centre de commande devrait transmettre les signaux de supervision nécessaires vers le réseau d'accès.

Le centre de commande devrait produire, directement ou indirectement, les signaux de modulation de l'émetteur.

Il faut limiter le nombre de centres de commande pour simplifier les problèmes d'accès et de commutation. Pour l'accès au centre de commande, les codes de numérotation utilisés sur le réseau de télécommunication doivent être conformes aux normes nationales et internationales reconnues.

Le centre de commande étant raccordé au réseau de télécommunication, il doit être conforme aux normes appliquées à l'équipement connecté à ce réseau. La capacité de chaque centre de commande doit varier de quelques milliers à plusieurs centaines de milliers d'adresses de radiorecherche, c'est-à-dire de codes de numérotation d'abonnés discrets. Dans tout système, pour obtenir une plus grande capacité en usagers, on pourra utiliser un certain nombre d'installations terminales d'usagers de ce genre.

3. Considérations relatives aux fréquences radioélectriques

3.1 Il convient de tenir compte des facteurs suivants dans le choix du ou des canaux radioélectriques appropriés:

- facteurs économiques relatifs à l'exploitation du système dans une zone donnée,
- disponibilité des fréquences,
- considérations relatives à la propagation et aux besoins de l'exploitation,
- niveaux de bruit ambiant,
- limites pratiques de la sensibilité des récepteurs,
- limites autorisées du niveau de puissance des émetteurs et de la hauteur des antennes, selon les prescriptions locales,
- niveaux du trafic du système de radiorecherche.

3.2 Bandes de fréquences utilisables

Dans les trois Régions de l'UIT, la totalité ou une partie des bandes de fréquences suivantes est attribuée aux services mobiles:

26,1-50 MHz

68-88 MHz

146-174 MHz

450-470 MHz

806-960 MHz

Dans l'avenir, il se peut que des bandes de fréquences plus élevées soient attribuées dans les trois Régions au service mobile et deviennent de ce fait utilisables par les systèmes de radiorecherche, mais l'utilité de ces fréquences n'est pas encore prouvée.

De plus, des documents présentés par la Suède font état des possibilités d'utilisation du réseau d'émission de la radiodiffusion sonore MF en ondes métriques dans la bande de fréquences 87,5-104 MHz pour un système de radiorecherche qui couvrirait une zone étendue, comprise dans la zone de couverture des émissions de radiodiffusion.

3.3 Coût de la couverture radioélectrique

Les coûts et la facilité d'obtention, dans les stations de base, d'un gain d'antenne à 150 et 450 MHz suffisant pour compenser les affaiblissements de propagation accrus sur ces fréquences – comparativement à la bande 26,1-50 MHz (Amérique du Nord) et à la bande 68-88 MHz (Europe) – sont du même ordre que pour les systèmes équipés d'antennes à gain unitaire pour les fréquences plus basses.

3.4 Effet des bruits artificiels

Pour des récepteurs ayant des gains identiques, ce qui est actuellement le cas des récepteurs de radiorecherche conçus pour fonctionner dans les différentes bandes de fréquences, le facteur de bruit augmente avec la fréquence.

Le niveau des bruits artificiels, qui est particulièrement élevé à l'intérieur des villes et sur les routes à grande circulation, c'est-à-dire là où l'on trouve la plupart des utilisateurs des systèmes de radiorecherche, est inversement proportionnel à la fréquence.

Parmi les bruits artificiels, on peut inclure les brouillages sur la fréquence utilisée. Les fréquences de 150, 450 et 900 MHz garantissent une certaine protection vis-à-vis des transmissions à grande distance et, par conséquent, vis-à-vis du brouillage qui constitue un inconvénient majeur dans les bandes voisines de 50 MHz et au-dessous.

3.5 Propagation radioélectrique dans les bâtiments

Les résultats de mesure présentés par un certain nombre d'administrations montrent que les fréquences dans la gamme 80-460 MHz conviennent pour les appels personnels dans les zones urbaines à forte densité de construction. Il est possible que les fréquences voisines dans les bandes attribuées autour de 900 MHz conviennent également.

On a pu calculer, d'après des mesures faites au Japon, les valeurs médianes ci-après de l'affaiblissement de transmission subi par des signaux pénétrant dans des bâtiments (affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments); ces valeurs sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Fréquence (MHz)	150	250	400	800
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments ⁽¹⁾ (dB)	23	18	18	17 ⁽²⁾

(1) L'affaiblissement est indiqué sous la forme du rapport entre la valeur médiane des champs mesurés aux étages inférieurs de bâtiments et la valeur médiane des champs mesurés dans la rue, à l'extérieur des bâtiments.

(2) Ce résultat est peut-être moins exact que les autres.

Des mesures analogues, effectuées dans d'autres pays, confirment cette tendance générale; cependant, les valeurs de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments s'écartent assez sensiblement de celles qui sont indiquées ci-dessus. Par exemple, les mesures faites au Royaume-Uni montrent que l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments est d'approximativement 14 dB à 160 MHz et de 12 dB environ à 460 MHz.

Pour des fréquences voisines de 80 MHz, les affaiblissements sont analogues à ceux constatés pour 150 MHz; des fréquences encore inférieures, de 35 et 26 MHz par exemple, se sont révélées moins appropriées pour des zones urbaines, mais présentent un léger avantage par rapport aux fréquences plus élevées lorsqu'il s'agit de zones situées aux limites de la banlieue.

Pour les systèmes de radiorecherche destinés à desservir de vastes zones à faible développement urbain, les bandes de fréquences qui se situent aux environs de 80 et de 160 MHz semblent les plus appropriées.

3.6 Techniques applicables aux zones où fonctionnent plusieurs émetteurs

Pour assurer efficacement la couverture d'une zone de service, il est généralement nécessaire d'utiliser plusieurs émetteurs. Lorsque la zone desservie par un seul émetteur est petite, il convient d'employer une seule voie radioélectrique afin d'éviter le recours à des récepteurs multivoies. Dans ce cas, les différents émetteurs peuvent fonctionner successivement ou simultanément. S'ils fonctionnent simultanément, on applique souvent avec succès la technique du décalage des fréquences porteuses, en fixant au décalage une valeur appropriée au système de codage utilisé. Il faut également compenser les différences de temps de propagation des signaux de modulation dues aux caractéristiques des différentes lignes terrestres allant des installations d'appel aux émetteurs. Un moyen d'y parvenir est d'assurer la synchronisation des bits de code par l'intermédiaire du canal de radiorecherche. Des renseignements sont nécessaires sur les débits binaires que cette méthode de synchronisation autorisera.

Il est préférable, dans un système de radiorecherche à signaux numériques binaires, que le décalage des fréquences porteuses des émetteurs soit au moins égal au double de la fréquence fondamentale du signal.

Il est aussi préférable, dans un tel système, que les différences de phase entre les modulations des émetteurs soient inférieures au quart de la durée d'un bit si on utilise la modulation par déplacement de fréquence (MDF), sans retour à zéro. Pour les systèmes à sous-porteuse, la limite correspondante doit être inférieure à 1/8 d'une période de fréquence de la sous-porteuse.

Des études sont nécessaires pour déterminer les méthodes optimales de transmission des signaux sur les lignes et pour le fonctionnement simultané de plusieurs émetteurs.

3.7 Caractéristiques du récepteur

On sait réaliser des antennes incorporées pour la fréquence 150 MHz qui fonctionnent avec un rendement satisfaisant. L'antenne type d'un récepteur de radiorecherche, composée d'une petite tige en ferrite, présente un affaiblissement d'environ 16 dB par rapport à un doublet demi-onde.

Il semble maintenant possible d'utiliser des circuits LSI. Le coût des différents éléments d'un récepteur construit selon cette technique est peu élevé.

Dans la majorité des systèmes desservant des zones étendues, on a appliqué, sous des formes diverses, la modulation angulaire.

La transmission répétée des appels peut servir à améliorer le taux d'aboutissement des appels de radiorecherche des systèmes avec alerte par tonalité. Si p est la probabilité de réception d'un seul appel, $1 - (1 - p)^n$ est alors la probabilité de réception d'un appel émis n fois, à condition que les appels ne soient pas en corrélation. La corrélation dans des conditions d'évanouissement de Rayleigh peut être en grande partie éliminée si l'on espace les appels de plus de 1 s. Des espacements plus longs entre les transmissions (≈ 20 s) sont nécessaires pour garantir la réussite des appels dans des conditions d'occultation.

Les récepteurs équipés d'un dispositif d'affichage de messages numériques ou alphanumériques peuvent tirer parti des répétitions des appels pour détecter et corriger les erreurs, indépendamment des possibilités offertes par les codes de correction d'erreur directe qu'utilise le système de radiorecherche.

4. Format de signalisation

Il conviendrait de normaliser le format de signalisation. Dans le choix des techniques de codage appropriées, on tiendra compte de la capacité nécessaire des combinaisons de code, ainsi que de la rapidité de la transmission du taux d'aboutissement des appels et du taux d'appels intempestifs le plus faible possible. Le code doit être conçu de manière à permettre la transmission de divers types de messages. On trouve dans la Recommandation UIT-R M.584 des détails sur un code et un format recommandés.

Des codes de blocs cycliques tels que les codes BCH (Bose, Chaudhuri et Hocquenghem) permettent d'améliorer la fiabilité de la signalisation et de réduire de beaucoup la probabilité d'appels intempestifs en raison de leur distance et de leur capacité de détection et de correction des erreurs.

Il est souhaitable que le code normalisé puisse, sans difficulté, utiliser une voie en partage avec d'autres codes.

La répétition des messages est l'un des moyens qui permettent d'augmenter la probabilité d'aboutissement des appels.

Pour la mesure de la fiabilité de signalisation de l'équipement, il est entendu que la Commission électrotechnique internationale (CEI) étudie cette question. Il est souhaitable de disposer également de résultats d'essais.

5. Capacité du système

Le nombre d'utilisateurs à desservir doit encore être déterminé.

Il a été estimé que la capacité globale disponible au niveau national devrait être d'au moins 10 pour 100 habitants.

La capacité d'un système quelconque est affectée au moins par les éléments suivants:

- le nombre et les caractéristiques des voies radioélectriques utilisées;
- le nombre de fois qu'une voie est réutilisée dans le système;
- les besoins effectifs de points à desservir des divers utilisateurs;
- les besoins d'information (adresses et messages) maximaux à chaque point;
- les délais d'appel tolérables;
- le débit binaire;
- l'efficacité du code;
- la méthode d'utilisation de la capacité totale du code dans l'ensemble du système (elle peut aussi affecter la capacité du système à suivre les déplacements);
- l'inefficacité découlant des dispositions prises pour économiser les batteries d'alimentation en énergie.

En dehors de ces éléments, il peut y avoir aussi des limitations au niveau du réseau d'accès.

6. Compatibilité des systèmes nationaux et internationaux d'appel unilatéral

Il a été reconnu qu'il convenait d'assurer un haut degré de compatibilité entre les systèmes nationaux et internationaux de radiorecherche, ce qui n'interdit pas l'installation, dans des usines, des bâtiments, etc., de systèmes de radiorecherche utilisant des normes différentes.

Sur le plan international et avec des systèmes techniquement compatibles, un usager international devrait pouvoir se déplacer dans un autre pays, le service qui lui est assuré dans la zone de service de sa ville de résidence continuant de lui être assuré dans les zones de service éloignées du pays où il se trouve.

Dans les cas de systèmes techniquement incompatibles, l'une des méthodes permettant d'assurer le service pourrait consister à changer le récepteur de l'abonné et à employer une méthode convenue pour transférer les données d'abonnement entre réseaux nationaux.

ANNEXE 2

Caractéristiques techniques et d'exploitation du système ERMES

1. Introduction

L'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI) a élaboré un système international nouveau de radiomessagerie appelé ERMES (European Radio Message System), capable d'assurer des services de radiorecherche améliorés tant aux abonnés nationaux qu'aux abonnés en déplacement hors de leur pays d'origine, dans toute la zone où est mis en œuvre un réseau correspondant.

La norme ETS 300 133 a été publiée par l'ETSI [1992] et l'installation d'ERMES a commencé en Europe en 1993.

La présente Annexe comporte une description générale des services que peut assurer ERMES, une présentation de l'architecture du système, des éléments de réseau, de la structure du sous-système radioélectrique et du protocole de transmission sur la portion aérienne du trajet.

2. Services

Le système ERMES offre les services de base suivants:

- tonalité seulement (8 alertes différentes par code d'identification radioélectrique);
- numérique (jusqu'à 20 caractères au moins; la longueur maximale du message est de 16 000 caractères numériques);
- alphanumérique (jusqu'à 400 caractères au moins; la longueur maximale du message est de 9 000 caractères alphanumériques);
- transmission de données en transparence (sous la forme d'un train de données binaires arbitraire jusqu'à une longueur maximale de message de 64 000 bits) pour plusieurs applications telles que infographie, télécommande, voix codée, etc.

Les messages dont la longueur excède la longueur maximale que peut accepter un récepteur donné ne devraient pas être remis et le demandeur devrait être averti que son message est trop long. Les utilisateurs désireux d'envoyer pareil message peuvent le découper et définir une méthode pour reconstituer l'ensemble du message, de manière transparente pour le système ERMES.

En plus de ces services de base, de nombreux services supplémentaires seront fournis, dont certains pourraient être offerts localement par certains exploitants, et notamment:

- appel national et international d'abonnés en déplacement (permet à l'abonné itinérant de choisir, pour une durée donnée, dans quel(s) pays et dans quelle(s) zone(s) il souhaite que lui soient transmis ses appels);
- établissement de niveaux de priorité (appels urgents, appels normaux, appels à relation temporelle non critique);
- protection contre la perte de messages (répétition, numérotation, enregistrement et extraction, etc.);
- interdiction temporaire du trafic entrant;
- remise différée;
- constitution de groupes fermés d'usagers (possibilité pour des abonnés de services mobiles et fixes d'établir un groupe pour communications internes uniquement, ces abonnés pouvant faire partie de plus d'un groupe fermé d'usagers);
- choix de la destination de l'appel (déviation du trafic vers d'autres récepteurs);
- dispositif de sécurité (chiffrement, code de légitimation, vérification de l'accès);
- dispositifs de taxation (taxe normale, taxation à l'arrivée, information sur la taxation; des limitations peuvent exister suivant le réseau d'accès);
- indication (hors de portée).

Les catégories de radiorecherche peuvent se résumer comme suit:

- appels individuels; ou
- appels de groupe (utilisant un code d'identification radioélectrique commun ou multiple).

Les services de base ou supplémentaires devraient être assurés avec un certain niveau de qualité, établi en fonction des critères suivants:

- temps nécessaire à la remise du message (peut varier selon le rang de priorité);
- temps de réaction du système;
- durée d'accusé de réception de l'acceptation de l'appel;
- taux d'aboutissement des appels;
- taux des appels intempestifs.

3. Description générale

3.1 Architecture du système

La fourniture des services ERMES, principalement dans les domaines du suivi des abonnés itinérants et du traitement du trafic international, exige le raccordement des différents réseaux nationaux pour que la couverture soit aussi large que possible. La structure générale du système ERMES et de ses différentes interfaces est représentée à la Fig. 1. ERMES se divise en deux grandes parties, d'un côté les télécommunications et de l'autre côté les opérations d'exploitation et de maintenance. Cette architecture suit les Recommandations UIT-T de la série M.

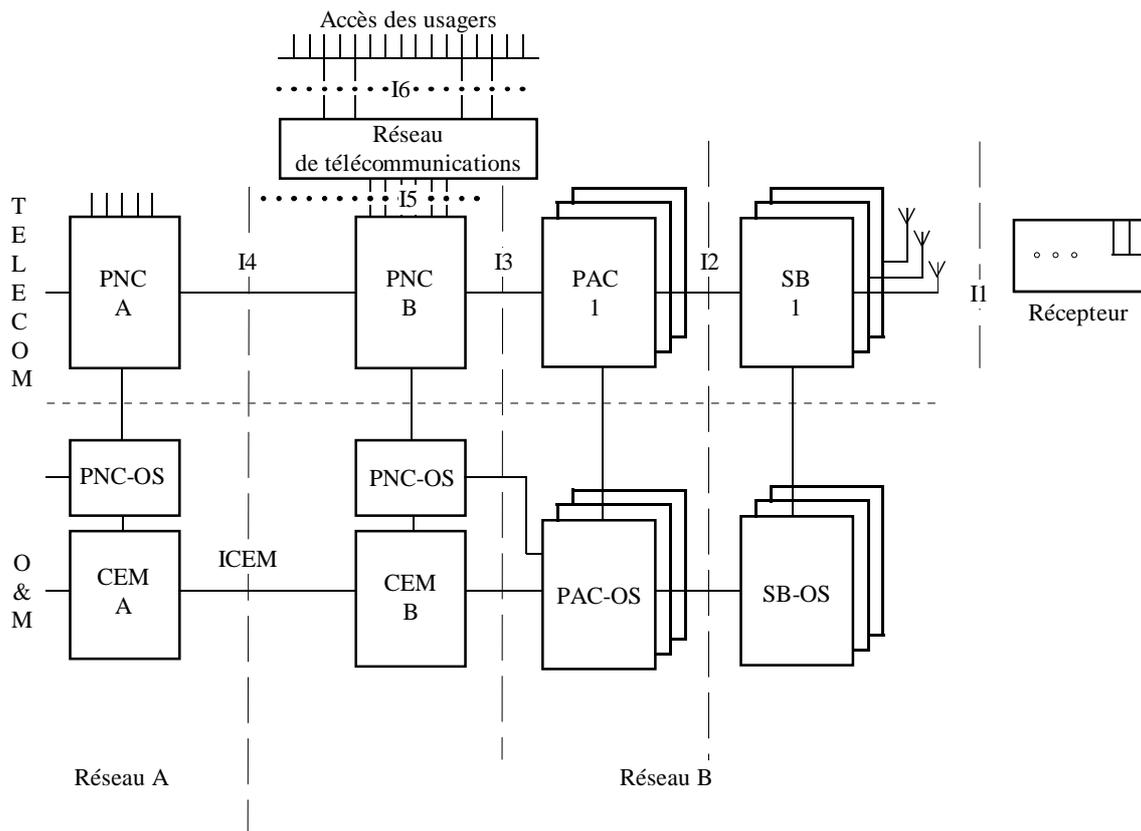
Concernant la partie télécommunications, chaque réseau est piloté par un gestionnaire de réseau de radiorecherche (paging network controller, PNC) (voir la Note 1) présenté en détail ci-après. Des gestionnaires de zone de radiorecherche (paging area controllers, PAC) et des stations de base (SB) assurent la couverture radioélectrique d'une ou de plusieurs zones de radiorecherche et constituent ensemble le sous-système radioélectrique.

Note 1 – Le gestionnaire de réseau de radiorecherche (PNC) correspond au centre de commande mentionné dans le corps de la présente Recommandation.

Le PAC, qui gère une zone de radiorecherche, organise la mise en files d'attente et le groupage par lots, suivant un rang de priorité, et le format du message émis dans la zone de radiorecherche qu'il gère.

Une SB se compose d'un ou de plusieurs émetteurs et de l'équipement de commande et de synchronisation associé. La transmission devrait se réaliser sur l'un des 16 canaux radioélectriques et être organisée suivant les modalités décrites au § 6.

FIGURE 1
Architecture du système ERMES



TELECOM:	partie télécommunications du réseau
O&M:	partie exploitation et maintenance du réseau
Accès des usagers:	ensemble de possibilités offertes aux usagers pour accéder au système (téléphone, terminal de données, télex, RNIS, etc.)
PNC:	gestionnaire de réseau de radiorecherche
PAC:	gestionnaire de zone de radiorecherche
CEM:	centre d'exploitation et de maintenance
SB:	station de base
-OS:	système d'exploitation
I1, I2, I3, I4, I5 et I6:	interface fonctionnelle entre les différents rouages

D01

Les interfaces entre PNC/PAC et PAC/SB sont respectivement dénommées I3 et I2. Elles sont propres au réseau de l'exploitant. Les interfaces externes sont les interfaces I1 (interface radioélectrique), I4/ICEM (interfonctionnement des réseaux) et I6 (interface d'accès des usagers). L'interface I5, considérée comme externe au réseau de l'exploitant du système de radiorecherche, n'a cependant pas besoin d'être harmonisée avec celle d'autres exploitants.

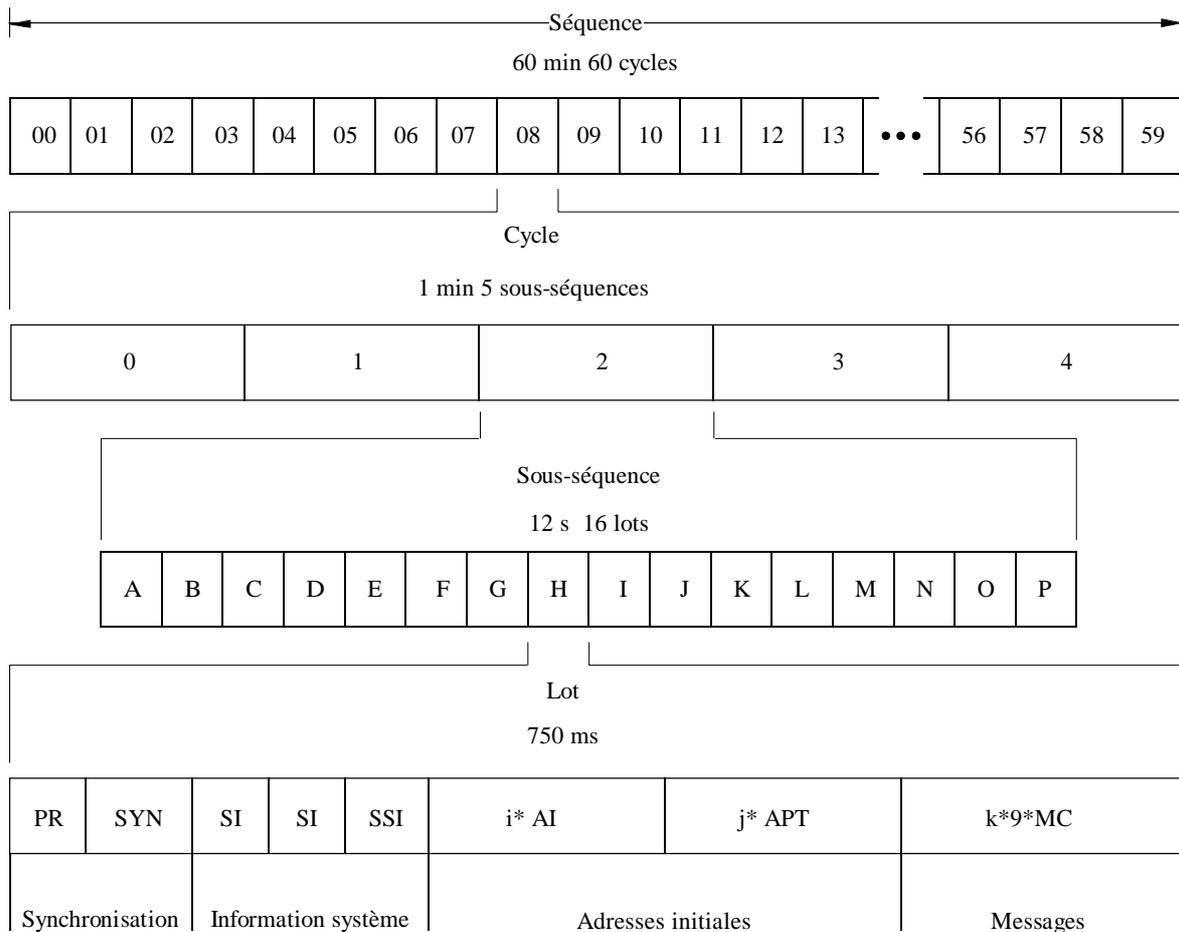
L'interface I1, interface radioélectrique, est basée sur les caractéristiques suivantes:

- bande de fréquences: 169,4-169,8 MHz;

Note 1 – Les fonctions de correction d'erreur du protocole de transmission ont été conçues pour cette bande de fréquences, à laquelle ce protocole n'est cependant pas lié; en effet, il peut fonctionner dans d'autres bandes de fréquences comme il est indiqué à l'Annexe 1. Il faut qu'au moins 1 des 16 canaux soit commun aux réseaux offrant le service de suivi des abonnés itinérants. Le(s) canal (canaux) commun(s) n'est (ne sont) pas nécessairement le(s) même(s) dans chaque réseau.

- espacement des canaux: 25 kHz;
- méthode de modulation: modulation d'impulsions en amplitude quadrivalente/modulation de fréquence;
- débit de symboles: 3,125 kBd (débit binaire de 6,25 kbit/s);
- protocole de transmission: voir la description de la Fig. 2;
- récepteur à agilité de fréquence (16 canaux).

FIGURE 2
Protocole de transmission



PR: mot de synchronisation des bits
 SYN: mot de synchronisation de trames
 SI: information système
 SSI: informations système supplémentaires
 AI: adresses initiales
 APT: séparateur d'adresse
 MC: mots codes de message

D02

3.2 Description fonctionnelle du gestionnaire de réseau de radiorecherche (PNC)

Le PNC est l'unité centrale de traitement des appels du réseau. Un PNC est normalement responsable d'un seul réseau et est relié à tous les autres PNC du système ERMES par l'interface I4 pour que soient assurés les services de radiorecherche internationale et de suivi des abonnés itinérants.

Le PNC est responsable du traitement des appels décrit dans le § 4.3. Pour les services d'appel de radiorecherche internationale ou de suivi des abonnés itinérants, il coopère avec les autres PNC avec lesquels il échange des renseignements appropriés par l'interface I4. Cette dernière devrait comporter une pile de protocoles normalisés, utilisant ACSE et ROSE (voir les Recommandations UIT-T de la série X.200), appelée protocole d'interfonctionnement et devrait être conforme à la spécification ETS 300 133 de l'ETSI.

Le PNC mettra en œuvre un mécanisme d'acceptation des appels pour chaque tentative d'appel afin de garantir la qualité du service offert. A cette fin, il coopère avec le centre d'exploitation et de maintenance (CEM) qui lui indique les états.

L'accès au service se fait par l'interface I6 du PNC qui permet le dialogue avec l'utilisateur. Les modalités d'accès sont présentées brièvement au § 4.2. Lorsque la liaison entre le terminal de l'utilisateur et le PNC est établie par un réseau de télécommunication, l'interface entre le réseau et le PNC est l'interface I5.

4. Considérations sur le réseau

Le grand principe du système ERMES est que son accès soit aussi simple que possible pour que l'utilisateur y accède localement. Les modalités d'adressage, de numérotage et d'accès sont présentées ci-dessous, de même que les principes régissant le traitement des appels.

4.1 Adressage et numérotage

Dans les réseaux ERMES, il existe deux procédures de sélection différentes pour accéder aux services: la première comporte une seule étape, la deuxième en comporte deux. Dans le premier cas, les renseignements relatifs à l'appel qui sont fournis au réseau de télécommunication d'accès sont utilisés pour établir la connexion au PNC ainsi que pour déterminer le code d'adresse. Dans le deuxième, le demandeur accède d'abord au PNC à l'aide d'un numéro de service (NS), puis, après que la liaison a été établie, envoie le code d'adresse au PNC, opération qui est suivie par un dialogue sur les caractéristiques du message ou de l'abonné (voir également le § 1.2 de l'Annexe 1).

A chaque récepteur devrait être attribué au moins un code d'adresse.

Dans la procédure de sélection à une seule étape, le code d'adresse devrait être indiqué après le plan de numérotage du réseau d'accès. Dans l'autre procédure, le code d'adresse peut être choisi indépendamment du réseau d'accès, ce qui explique que le même code d'adresse puisse être utilisé tout au long des modalités d'accès au système ERMES offertes par le réseau. Le code d'adresse pour ce type de procédure devrait comprendre les trois éléments suivants:

- un numéro de pays, comprenant jusqu'à trois chiffres (les mêmes qui servent de code de pays pour le RTPC dans la Recommandation UIT-T E.163);
- un numéro d'identification du réseau, comprenant plusieurs chiffres désignant l'exploitant du réseau dans le pays;
- un numéro d'identification de l'abonné.

Le code d'adresse ne devrait pas comporter plus de quinze chiffres.

Un préfixe devrait être utilisé pour permettre au PNC d'entrée de distinguer les appels destinés à des récepteurs appartenant, soit à son propre réseau, soit à d'autres réseaux. Conformément à la Recommandation UIT-T pertinente, ce préfixe devrait être:

- 00, si le récepteur appelé appartient à un réseau étranger; ou
- 0, si le récepteur appelé appartient à un réseau du même pays.

C'est pour cette raison que les numéros d'identification, des réseaux et des abonnés, ne commencent pas par 0.

Tous les récepteurs appartenant à un groupe ont au moins un code d'adresse de groupe, suivant la même structure qu'un code d'adresse.

4.2 Modalités d'accès

Les modalités d'accès se divisent en deux catégories:

- par voie téléphonique, lorsque l'accès au système se fait par un appareil téléphonique;
- par voie non téléphonique, lorsque l'accès au système se fait par tout autre type de terminal. Ces dernières modalités sont décrites à propos des réseaux d'accès suivants: TÉLEX, MHS, RNIS (utilisant la signalisation d'utilisateur à utilisateur).

Pour ces deux catégories, il existe deux modes d'exploitation: l'un interactif et l'autre non interactif. Il est recommandé de prévoir un mode interactif dans les cas où il est permis à l'utilisateur expérimenté de sauter certaines parties du dialogue.

4.2.1 Protocole général pour le mode d'accès non interactif

La procédure d'accès est non interactive lorsque le PNC n'est pas dans l'obligation d'émettre des signaux de sollicitation. A chaque appel peut correspondre la séquence suivante:

- préparation de l'appel en mode local;
- transmission automatique:
 - établissement de l'appel;
 - transfert des informations;
 - ACK/NACK et libération de l'appel.

4.2.2 *Protocole général pour le mode d'accès interactif (sélection à deux étapes)*

Le demandeur peut accéder au système en utilisant l'un des deux numéros de service suivants:

- numéro de service 1 (NS1), pour saisir les données d'appel et accéder aux services supplémentaires proposés dans ces dernières;
- numéro de service 2 (NS2), pour accéder aux caractéristiques de l'abonné et les vérifier.

Après chaque sollicitation d'introduction, le système déclenche un temporisateur dans l'attente des données que doit entrer le demandeur.

Toutes les réponses et tous les accusés de réception du système sont présentés dans un intervalle de temps fixé par les limites de qualité de service. Tous les accès sont ouverts par un «message de bienvenue» et fermés par un «message de clôture».

4.3 *Traitement des appels*

Dans le traitement des appels, le PNC joue l'un des rôles suivants:

- PNC-I (entrée): accès de l'utilisateur au réseau de télécommunication d'accès et traitement des dialogues à l'intention de l'utilisateur;
- PNC-H (d'attache): gestion et pilotage de la base de données des abonnés, vérification de la validité du code d'adresse d'entrée;
- PNC-T (transmission): expédition du message à destination du ou des PAC approprié(s).

La saisie des données de base d'un appel se passe comme suit:

- un demandeur établit une liaison avec un PNC, lequel joue le rôle de PNC-I;
- à partir du code d'adresse indiqué par le demandeur, le PNC-I détermine le PNC de l'abonné itinérant appelé. Ce PNC joue le rôle de PNC-H;
- recevant le code d'adresse du PNC-I, le PNC-H envoie une réponse comprenant tous les éléments de la base de données utiles au traitement de l'appel ainsi que le résultat du calcul de l'acceptation de ce dernier;
- fort de ces éléments, le PNC-I informe le demandeur de la réussite ou non de sa tentative d'appel. Le PNC-I vérifie la validité du message (concordance avec le jeu de caractères ERMES, cohérence entre le type du message et la catégorie de radiorecherche du récepteur);
- le PNC-I envoie un accusé de réception au demandeur et une demande de radiorecherche au PNC-H responsable de l'appel;
- suivant les éléments compris dans la base de données, le PNC-H envoie une demande de transmission au(x) PNC-T responsable(s) de la ou des zones de radiorecherche demandées;
- le PNC-T transmet le message au récepteur dans la ou les zones de radiorecherche correspondantes.

Ces opérations de traitement tiennent compte des services supplémentaires. Le traitement de l'appel est décrit également pour chaque caractéristique d'abonné.

La responsabilité du traitement général de l'appel est assurée, dans tous les cas, par le PNC-H.

5. **Fonctionnement du récepteur**

Le récepteur est l'équipement physique permettant à un abonné itinérant de recevoir un message de radiorecherche. Aux différents services de radiorecherche correspondent quatre types de récepteurs, conçus pour fournir des messages:

- à tonalité uniquement,
- numériques,
- alphanumériques, ou
- de données en transparence.

Il existe une compatibilité ascendante entre ces types de récepteur; un récepteur alphanumérique devrait, par exemple, être capable de recevoir des messages également numériques et à tonalité uniquement.

Chaque récepteur devrait avoir au moins un code d'identification radioélectrique (CIR) de base, qui est le numéro qu'utilise le système sur le trajet radioélectrique pour déterminer le ou les récepteurs auxquels est destiné le message de radiorecherche. Ce CIR comprend cinq éléments:

- un code de zone (3 bits),
- un code de pays (7 bits),
- un code d'exploitant (3 bits),
- une adresse initiale (18 bits),
- un numéro de lot (4 bits).

Il est proposé d'utiliser plusieurs techniques d'économie de batteries qui peuvent se combiner:

- *Niveau du lot*: l'économie peut être ici réalisée en attribuant un CIR à la fin de la population des CIR adressables, étant donné que l'adressage est toujours réalisé en ordre descendant. En effet, un récepteur peut se mettre hors tension s'il détecte une adresse initiale plus élevée que sa propre adresse dans le type de lot.
- *Niveau de la sous-séquence*: à ce niveau, l'économie résulte d'une capacité propre au protocole de l'interface radioélectrique et est réalisée par la transmission au récepteur d'une adresse initiale dans un seul des seize lots de la sous-séquence.
- *Niveau du cycle*: à ce niveau, l'économie peut être réalisée en faisant en sorte que le récepteur reçoive des signaux pour un seul sous-ensemble des cinq sous-séquences d'un cycle. La sous-séquence active correspondant à un récepteur particulier est déterminée par le masque de sous-séquence SM (5 bits) mis en mémoire dans le récepteur.

6. Sous-système radioélectrique

La structure du réseau radioélectrique du système ERMES se fonde sur une exploitation du réseau par répartition dans le temps et/ou par répartition en fréquences et il est laissé aux exploitants de réseau dans chaque pays de choisir le mode d'exploitation qu'ils préfèrent. La Fig. 4 montre les trois modes d'exploitation qui sont possibles dans le système.

6.1 *Exploitation par répartition dans le temps*

Dans un réseau fonctionnant par répartition dans le temps, la couverture du service de radiorecherche est assurée par la transmission de sous-séquences différentes (du même cycle) dans chaque zone de radiorecherche. Une émission sur la même fréquence pour chaque type de lot se produit au moins une fois par minute dans les zones où le service est offert. Les zones de radiorecherche adjacentes peuvent émettre sur des sous-séquences différentes pour éviter que des zones voisines utilisant la même fréquence ne soient affectées.

6.2 *Exploitation par répartition en fréquences*

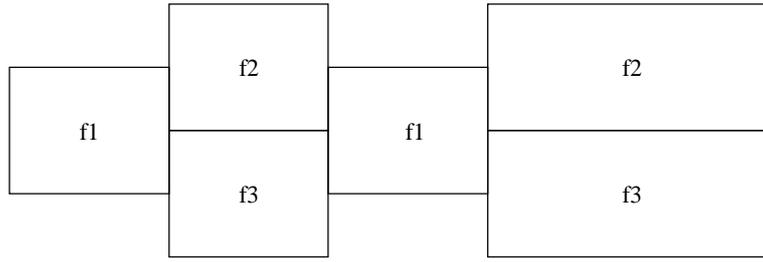
L'exploitation d'un réseau par répartition en fréquences suppose que les zones de radiorecherche adjacentes utilisent à un certain moment des fréquences différentes. Les zones de radiorecherche ne devraient pas travailler en temps partagé. Dans son réseau d'attache, un récepteur devrait utiliser dans des zones de radiorecherche différentes des fréquences différentes.

6.3 *Exploitation combinée par répartition dans le temps et en fréquences*

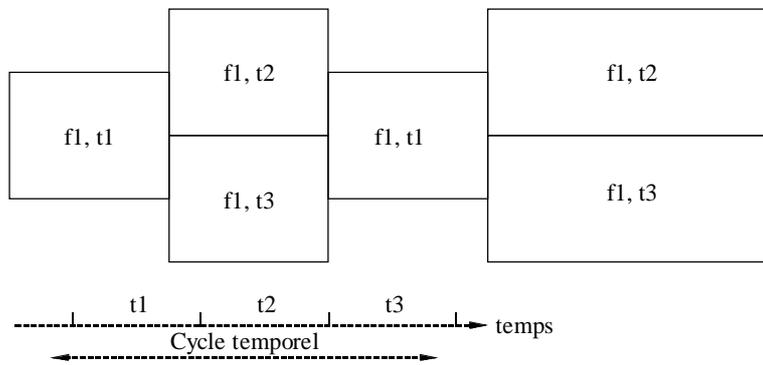
Ce mode d'exploitation est souvent utilisé dans les réseaux de radiorecherche desservant de vastes zones. Il combine les deux modes décrits précédemment (voir la Fig. 4).

Lorsqu'une zone de radiorecherche est adjacente à la limite d'exploitation d'un réseau, l'indicateur de zone frontière est mis à un dans le découpage de l'information du système. Ainsi, un récepteur associé à ce réseau peut s'attendre à recevoir des appels provenant d'un autre réseau et devrait alors prendre les mesures appropriées.

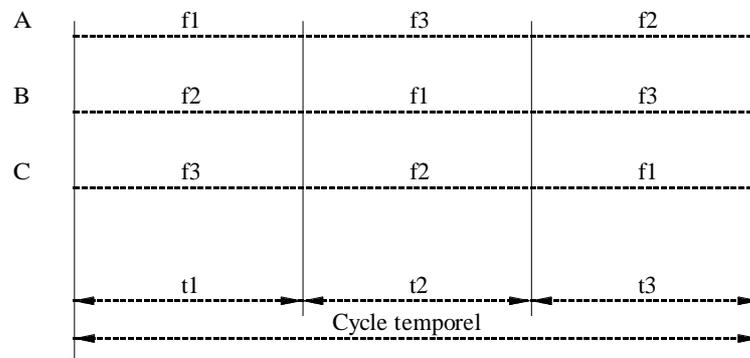
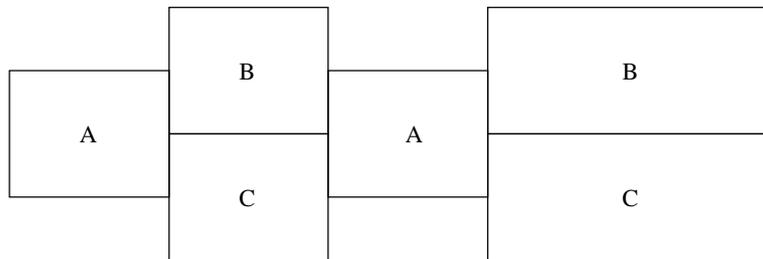
FIGURE 4
Configurations possibles de la structure radioélectrique du système ERMES



a) Réseau par répartition en fréquences



b) Réseau par répartition dans le temps



c) Réseau par répartition en fréquences et dans le temps

L'indicateur de trafic externe est lui aussi mis à un dans le découpage de l'information du système pour indiquer aux récepteurs qui sont dans l'incapacité d'identifier leur réseau d'attache que tel lot contient éventuellement un message qui leur est destiné.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ETSI [juillet 1992] Norme européenne de télécommunication ETS 300 133 – Systèmes de radiorecherche; ERMES ETSI. Institut européen des normes de télécommunication, Sophia Antipolis, F-06291 Valbonne Cedex, France.
