

## RECOMMANDATION UIT-R F.1105-2\*

**Utilisation des systèmes hertziens fixes pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours**

(Question UIT-R 239/9)

(1994-2002-2006)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation définit les caractéristiques des systèmes hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours. Plusieurs types de ces systèmes, y compris les équipements transportables, sont définis selon la capacité en canaux, les bandes de fréquences de fonctionnement, la distance de transmission et conditions sur les trajets de propagation.

Des descriptions détaillées de ces systèmes sont également données dans l'Annexe 1 à titre d'orientation.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) qu'il est essentiel de pouvoir disposer de télécommunications rapidement déployables pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours en cas de catastrophes naturelles, d'épidémies, de famines ou de situations d'urgence analogues;
- b) qu'il faut prendre toutes les mesures possibles pour atténuer les effets des catastrophes naturelles;
- c) que l'on dispose d'informations sur les systèmes de transmission de données haut débit et de grande capacité en raison du succès que connaissent les supports comme les systèmes fibre jusqu'au domicile (FTTH), les lignes d'abonné numérique (DSL), les téléphones mobiles, etc., qui permettent d'avoir des services de téléphonie, des services de transmission de données de texte, d'images ou toute une gamme de services IP;
- d) que des équipements hertziens fixes transportables peuvent être utilisés pour l'exploitation, dans les opérations de secours, des liaisons radio ou par câble et peuvent concerner des applications à plusieurs bonds avec des équipements numériques ou analogiques;
- e) que les équipements hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours peuvent devoir être exploités dans des sites géographiques différents et des zones climatiques diverses, dans des conditions environnementales non maîtrisées et/ou avec des sources d'alimentation instables;
- f) que les équipements hertziens fixes pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours peuvent devoir être utilisés dans des zones où les risques de brouillage préjudiciable sont importants;

---

\* Il convient de porter cette Recommandation à l'attention de la Commission d'études 8 des radiocommunications (Groupe de travail 8A) et de la Commission d'études 2 du développement des télécommunications.

g) que l'interopérabilité et l'interfonctionnement entre les systèmes hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours et d'autres réseaux seraient un atout dans les situations d'urgence énoncées dans le *considérant a)*

h) que l'utilisation du spectre doit être efficace,

*reconnaissant*

a) que la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR-03) invite l'UIT-R à poursuivre ses études techniques et à formuler des recommandations concernant la mise en œuvre technique et opérationnelle, selon qu'il conviendra, de solutions évoluées permettant de répondre aux besoins des applications de radiocommunication liées à la protection du public et aux secours en cas de catastrophe et compte tenu des fonctionnalités et de l'évolution des systèmes existants ainsi que de la transition que devront éventuellement opérer ces systèmes et en particulier ceux de nombreux pays en développement, pour les opérations nationales et internationales (voir la partie pertinente de la Résolution 646 (CMR-03)),

*recommande*

1 que l'on envisage d'utiliser, pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours dans les zones dévastées ou pour le rétablissement des liaisons de transmission, les types suivants de systèmes hertziens fixes (voir le Tableau 1);

TABLEAU 1

**Types de systèmes hertziens fixes pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours**

Type	Caractéristique	Application
A	Equipement permettant d'établir rapidement une liaison téléphonique simple avec un centre de coordination national ou international	(1) (2)
B	Equipement comportant un ou plusieurs réseaux locaux et permettant de relier téléphoniquement un centre de télécommunications à 10 ou 20 stations d'utilisateur final environ	(1)
C	Equipement dont la capacité est de 6 à 24 canaux téléphoniques environ ou une liaison pour données, allant jusqu'au débit primaire, sur un trajet en visibilité directe ou quasi directe	(1) (2)
D	Equipement assurant une liaison sur un trajet avec obstacles ou sur un trajet transhorizon	(2)
E	Liaison téléphonique de grande capacité (> 24 canaux) ou liaison hertzienne fixe numérique (dépassant le débit primaire)	(2)
F	Systèmes de radiocommunications de groupes ou individuelles simultanées utilisant des liaisons de radiocommunication individuelles point-multipoint entre une station centrale et un certain nombre de terminaux dans une région	(1), (3)

Types A à E: système transportable

Application (1): pour les zones dévastées

Application (2): en cas d'interruption des liaisons de transmission

Application (3): pour l'atténuation des effets des catastrophes

2 que les bandes de fréquences où sont exploités les systèmes hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours qui sont décrits dans le Tableau 1 soient conformes aux dispositions du Règlement des radiocommunications concernant le service fixe et aux attributions nationales et régionales de bandes de fréquences (voir le Tableau 2);

3 que les dispositions des canaux radioélectriques adaptés aux systèmes hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et des opérations de secours dans les bandes choisies soient conformes aux Recommandations UIT-R (voir la Recommandation UIT-R F.746) et aux normes nationales;

4 que les systèmes hertziens fixes transportables soient interconnectés en bande de base avec des systèmes en câble analogiques ou numériques au niveau des stations de répéteur;

5 que les systèmes hertziens fixes transportables soient interconnectés avec les systèmes à fibres optiques au niveau des stations de répéteur, en des points disposant d'une puissance optique élevée;

6 que les administrations et les concepteurs de systèmes s'inspirent, pour les caractéristiques des équipements, des informations figurant au § 1 de l'Annexe 1;

7 que les objectifs de qualité de fonctionnement des liaisons utilisant des équipements hertziens fixes transportables ainsi que ceux des liaisons distinctes constituées par des équipements hertziens fixes transportables utilisés pendant le rétablissement des transmissions soient égaux aux objectifs de qualité de transmission fixés pour le service normal (voir le § 3 de l'Annexe 1).

8 que les systèmes hertziens fixes transportables (types A à E) indiqués dans le Tableau 1, y compris l'Annexe 1 décrivant leurs caractéristiques, soient utilisés pour la liaison d'accès à une station de base dans les systèmes de communications mobiles qui sont utilisés dans les opérations de secours et les situations d'urgence.

## Annexe 1

### Descriptions des systèmes hertziens fixes utilisés pour l'atténuation des effets des catastrophes et les opérations de secours

#### 1 Caractéristiques des systèmes

Pour chaque type de système décrit dans le Tableau 1 la capacité en canaux, les bandes de fréquences et la portée données dans le Tableau 2 sont appropriées.

TABLEAU 2  
Caractéristiques de base

Type d'équipement	Capacité	Exemple de bandes de fréquences <sup>(1)</sup>	Portée de transmission
A	1-2 canaux	Ondes décimétriques (2-10 MHz)	Jusqu'à 250 km ou plus
B	Réseau local doté de 10-20 stations extérieures (plusieurs canaux)	Ondes métriques (50-88 MHz) (150-174 MHz) Ondes décimétriques (335-470 MHz)	Jusqu'à quelques km

TABLEAU 2 (*fin*)

Type d'équipement	Capacité	Exemple de bandes de fréquences <sup>(1)</sup>		Portée de transmission
C	De 6 à 120 canaux, 1,52/2 ou 6,3/8 Mbit/s	Ondes décimétriques	(335-470 MHz) (1,4-1,6 GHz)	Jusqu'à 100 km
		Ondes centimétriques	(7-8 GHz) (10,5-10,68 GHz)	
D	De 12 à 480 canaux 1,5/2, 6,3/8, 4 x 6,3/8 Mbit/s ou 34/45 Mbit/s	Ondes décimétriques	(800-1 000 MHz) (1,7-2,7 GHz)	Trajet en visibilité directe ou trajet avec obstacles
		Ondes centimétriques	(4,2-5 GHz)	
E	960-2 700 canaux MRF STM-0 (52 Mbit/s) ou STM-1 (155 Mbit/s)	Ondes centimétriques	(4,4-5 GHz) (7,1-8,5 GHz) (10,5-10,68 GHz) (11,7-13,2 GHz) (23 GHz)	Jusqu'à plusieurs dizaines de km
F	6 canaux AMRT par exemple jusqu'à 2000 appels individuels par exemple jusqu'à 200 appels de groupe	Ondes métriques	(54-70 MHz)	Jusqu'à 10 km (type)  Extension avec un ou des répéteurs

MRF: multiplexage par répartition en fréquence

AMRF: accès multiple par répartition en fréquence

STM: mode de transfert synchrone

<sup>(1)</sup> De nombreuses parties de ces bandes sont utilisées en partage avec des services par satellite.

Lorsqu'il s'agit de liaisons en direction d'une station terrienne fonctionnant dans un service par satellite, les restrictions supplémentaires suivantes s'imposent:

- éviter l'emploi des bandes de fréquences attribuées aux liaisons espace vers Terre;
- l'utilisation de bandes de fréquences attribuées aux liaisons Terre vers espace peut créer des problèmes;
- éviter l'emploi de systèmes transhorizon (type D).

Il faut, si possible, éviter l'emploi de bandes susceptibles d'être utilisées ou dont l'utilisation est envisagée pour les communications interurbaines. Elles peuvent cependant être utilisées pour les équipements du type E, après examen des problèmes de brouillage par l'administration concernée.

## 2 Principes techniques

### 2.1 Liaisons de faible capacité (système du type A)

Pour les équipements transportables à 1 ou 2 canaux à ondes décimétriques, on ne devrait employer que des composants à semi-conducteurs; ils devraient être conçus de manière à pouvoir mettre les émetteurs hors circuit lorsqu'ils ne sont pas utilisés, afin d'économiser les batteries et de limiter le risque de brouillage.

Par exemple, une station terminale de 100 W à bande latérale unique avec composants semi-conducteurs, fonctionnant dans une bande limitée, par exemple entre 2 à 8 MHz, avec antenne

fouet, pourrait avoir une portée atteignant 250 km. L'exploitation en simplex (l'émetteur et le récepteur utilisant la même fréquence), avec un synthétiseur de fréquences permettant d'assurer un choix rapide et étendu des fréquences en présence de brouillage et permettant de faciliter l'établissement de la liaison en cas d'urgence, donne jusqu'à 24 h de fonctionnement à partir d'une batterie relativement petite (en supposant que l'émetteur ne soit pas employé de façon excessive). On peut charger la batterie à partir d'une génératrice montée sur un véhicule et tous les éléments peuvent être transportés à la main en terrain difficile.

## **2.2 Réseaux locaux de radiocommunication (système du type B)**

Les réseaux de radiocommunication du type B sont envisagés comme des centres locaux assurant des radiocommunications sur canal unique avec 10 à 20 stations extérieures et fonctionnant sur ondes métriques ou décimétriques jusqu'à 470 MHz environ. On pourrait utiliser à cette fin les équipements à canal unique et à canaux multiples du service mobile terrestre.

## **2.3 Liaisons pouvant compter jusqu'à 120 canaux (système du type C)**

Il existe des équipements qui peuvent être transportés par route, par chemin de fer ou par hélicoptère. Ces équipements avec leur système d'alimentation, peuvent être facilement et rapidement installés et mis en service. La capacité des équipements est comprise, environ, entre 1,5/2 et 6,3/8 Mbit/s, selon les besoins, la topographie du terrain et d'autres facteurs.

Il est préférable d'utiliser ici un équipement fonctionnant en courant continu ou un équipement en courant alternatif facilement commutable à une prise de courant continu. On peut l'associer à des antennes légères à gain élevé, du type Yagi ou des antennes-réseaux, qui permettent d'atteindre une portée allant jusqu'à 100 km en visibilité directe, mais qui peuvent aussi fonctionner malgré certains obstacles, tels que des arbres, sur des trajets plus courts. Il convient de donner la préférence à de simples poteaux haubanés ou télescopiques qui peuvent être orientés à partir du sol. Si l'on a recours à des antennes séparées pour l'émission et la réception, avec polarisations croisées, il est commode de relier tous les émetteurs à des antennes polarisées à 45° (du haut à droite vers le bas à gauche, face au trajet, en se plaçant derrière l'antenne); si les antennes du récepteur et de l'émetteur sont montées sur le même sous-ensemble, avec des connecteurs mâles et femelles, il ne peut y avoir de confusion quant au plan de polarisation à choisir, car les signaux à la réception auront toujours une polarisation croisée par rapport aux signaux à l'émission.

Il est préférable d'utiliser une fréquence unique, ou des fréquences prédéterminées pouvant être sélectionnées, afin d'éliminer le plus grand nombre possible de variables pendant le réglage initial de l'équipement. Le fait de pouvoir sélectionner correctement les fréquences d'émission et de réception sur une large gamme de fréquences est un avantage. Il est préférable également d'employer un câble souple à remplissage de mousse ou à diélectrique solide, car ils seront moins vulnérables aux dommages mécaniques ou aux effets de l'humidité.

## **2.4 Liaisons jusqu'à 480 canaux (système du type D)**

Il existe des équipements pouvant être transportés par route, par chemin de fer ou par hélicoptère; il est facile d'installer rapidement ces équipements, avec leur système d'alimentation, et de les mettre en service. Selon les besoins, la topographie ou d'autres facteurs, leur capacité peut atteindre approximativement de 12 à 480 canaux téléphoniques. L'emploi de récepteurs ayant un faible facteur de bruit et de démodulateurs spéciaux, ainsi que le recours à la réception en diversité, permet de réduire les dimensions des antennes et des systèmes d'alimentation ainsi que la puissance des émetteurs par rapport aux installations transhorizon de type classique.

Dans le cas de trajets en visibilité directe ou de trajets partiellement occultés, on peut utiliser des équipements transportables qui peuvent eux aussi être déployés rapidement mais qui ont une

capacité de transmission pouvant aller jusqu'à 34/45 Mbit/s. Il est préférable d'utiliser des équipements fonctionnant en courant continu ou des équipements en courant alternatif automatiquement commutables à une prise de courant continu. On peut les associer à des antennes-réseaux légères qui permettent d'atteindre une certaine portée en visibilité directe, mais qui peuvent aussi fonctionner malgré certains obstacles, par exemple des arbres, sur des trajets plus courts. Il convient de donner la préférence à de simples poteaux haubanés ou télescopiques qui peuvent être orientés à partir du sol.

Le fait de pouvoir sélectionner correctement les fréquences d'émission ou de réception sur une large gamme de fréquences est un avantage.

### **2.5 Liaisons de grande capacité (système du type E)**

Pour les bandes de fréquences élevées et des capacités de 960 canaux téléphoniques et plus, il est recommandé d'intégrer l'équipement radioélectrique directement dans l'antenne. En ce qui concerne l'équipement transportable, il faudrait donner la préférence à des appareils dotés de réflecteurs d'un diamètre inférieur à 2 m. L'interconnexion des répéteurs aux fréquences intermédiaires étant souhaitable, on devrait ménager la possibilité d'une interconnexion aux fréquences intermédiaires entre les équipements en coffret aux fréquences radioélectriques.

Cependant, étant donné que l'équipement à «court-circuiter» en cas d'urgence ou pour une utilisation temporaire se trouvera très probablement au niveau du sol, le câble de commande devrait amener la fréquence intermédiaire à l'unité de commande au niveau du sol également. Les antennes des équipements utilisés dans les opérations de secours seront vraisemblablement plus petites que celles des liaisons hertziennes fixes et il importe par conséquent que la puissance à la sortie des émetteurs soit aussi élevée que possible et le facteur de bruit des récepteurs aussi bas que possible. Il est préférable d'utiliser un équipement fonctionnant sur batteries; des alimentations à 12 V, 24 V, ou l'une et l'autre, pourront convenir si les batteries peuvent être rechargées à partir de la génératrice ou des alternateurs de tout véhicule disponible.

Une autre solution consisterait à loger l'équipement dans un certain nombre de conteneurs, ce qui faciliterait le transport. De plus, chaque conteneur pourrait comporter des dispositifs permettant l'installation rapide d'un certain nombre d'émetteurs et de récepteurs. Le nombre maximal d'émetteurs-récepteurs pouvant être logés dans un conteneur dépendra des dimensions et du poids à respecter, compte tenu d'un éventuel transport par hélicoptère, par avion ou par tout autre moyen. Il est en outre préférable d'utiliser des équipements alimentés par le réseau. Les systèmes hertziens fixes fonctionnent généralement en visibilité directe. Pour les systèmes hertziens fixes numériques, l'interface doit être basée sur le débit primaire (2 Mbit/s (E1) ou 1,5 Mbits/s (T1)).

### **2.6 Système régional de communications simultanées (système du type F)**

Ce type de système fonctionne comme un système point-multipoint en temps ordinaire et, en situation d'urgence, est utilisé en particulier pour les communications pour les secours en cas de catastrophe.

Une station centrale (SC) située dans un bureau local/municipal envoie des informations publiques à des stations terminales extérieures ou à des récepteurs intérieurs nécessaires pour établir les communications quotidiennes entre le bureau et les résidents. La station centrale collecte aussi auprès des stations extérieures – caméras de télésurveillance, appareils de mesure – ou auprès de systèmes de prévention des catastrophes utilisés dans d'autres districts des données ou des informations pour la prévention des catastrophes. Il peut s'agir de données météorologiques, d'avis de tempête ou d'incendie. Ces communications courantes se font en mode AMRT-DRT.

Lorsque les stations extérieures sont éloignées de la station centrale, on peut utiliser une station de répéteur (ou plusieurs stations en série). Les stations de répéteur peuvent fonctionner comme une station extérieure et sont dotées d'une fonction de communication interactive.

Si une catastrophe survient ou menace de survenir, la station centrale envoie les informations nécessaires ou les avis de tempête, de tremblement de terre ou de tsunami aux habitants par haut-parleurs ou sur les écrans dont sont équipées les stations extérieures et le récepteur intérieur. Ces informations en liaison descendante sont transmises en diffusion simultanée.

Les communications interactives entre la station centrale et les différentes stations extérieures sont possibles même si une diffusion, en mode simultané, est en cours; on utilise alors d'autres créneaux temporels en mode AMR-DRT. Par conséquent, des informations importantes en provenance de la zone dévastée peuvent être transmises efficacement à la station centrale, notamment des informations sur la situation en ce qui concerne les opérations de secours, sur les ressources nécessaires de façon urgente ou sur la sécurité des habitants.

Pour tout complément d'information, se reporter à l'Appendice 1.

### 3 Qualité de transmission

Dans le cas des systèmes du type A, le niveau de bruit dépend essentiellement des antennes et de la longueur du trajet considéré.

Pour les systèmes des types B et C, il est plus probable, en revanche, que la qualité de transmission dans les opérations de secours sera la même que dans des conditions normales de service. Pour les systèmes numériques, on peut utiliser à titre indicatif un TEB minimum durable  $< 1 \times 10^{-8}$ .

La qualité de transmission du système du type D dépend largement, comme dans le cas de l'équipement du type A, de l'emplacement des stations terminales et de la taille des antennes. Pour les systèmes numériques, on peut utiliser à titre indicatif un TEB minimum durable  $< 1 \times 10^{-8}$ .

Eu égard à la nécessité d'utiliser des antennes de moins grandes dimensions et des puissances d'émission plus faibles que pour les liaisons fixes, il faut s'attendre à ce que la qualité de transmission du système du type E soit inférieure à celle qui est normalement exigée pour les communications interurbaines. La qualité de fonctionnement devra cependant être telle que le réseau puisse continuer d'assurer toutes les fonctions qu'il est normalement appelé à exercer. Voici des indications sur la qualité de fonctionnement dans de telles conditions d'urgence:

- puissance inférieure à 1 000 pW pour un trajet de longueur égale ou inférieure à 50 km et pour 960 canaux (4-12 GHz);
- puissance inférieure à 5 000 pW pour un trajet de longueur égale ou inférieure à 50 km pour plus de 1 800 canaux (4-6 GHz);
- puissance inférieure à 5 000 pW pour un trajet de longueur égale ou inférieure à 25 km et pour 2 700 canaux (11 GHz);
- le TEB des systèmes numériques doit être inférieur à  $1 \times 10^{-8}$ .

Pour un système du type F, il faut:

- $< \text{TEB } 1 \times 10^{-3}$  pour les terminaux de récepteurs intérieurs.
- $< \text{TEB } 1 \times 10^{-4}$  pour les terminaux extérieurs équipés de haut-parleurs.

## Appendice 1 à l'Annexe 1

### **Caractéristiques et applications d'un système numérique régional de communications simultanées utilisé pour la prévention des catastrophes et les opérations de secours**

Un système numérique régional de communications simultanées (RDSCS) basé sur la norme ARIB STD-T86\* a été mis au point pour la prévention des catastrophes et les opérations de secours, c'est-à-dire un système permettant de collecter des données ou des informations afin de prévenir les catastrophes ou les dommages causés par les catastrophes et de transmettre les informations nécessaires ou des messages d'alerte aux habitants, en plus des communications de données et des communications téléphoniques entre le bureau central et les habitants.

Le fait d'implanter la station centrale dans le bureau local et un certain nombre de terminaux dans la région permet au système d'assurer des communications de groupe ou des communications simultanées, en plus des communications individuelles point-multipoint entre la station centrale et les terminaux.

La station centrale collecte les données ou les informations nécessaires pour prévenir les catastrophes ou les dommages causés par les catastrophes, données qui sont fournies par les caméras de surveillance, les appareils de télémétrie, le personnel, etc., (terminaux extérieurs AMRT) ou par d'autres systèmes de prévention des catastrophes (téléphone ou télécopie). La station centrale transmet donc les informations nécessaires ou les messages d'alerte aux habitants via les terminaux extérieurs et les récepteurs intérieurs par haut-parleurs ou sur des écrans en mode de diffusion simultanée.

Chaque terminal extérieur peut communiquer en mode interactif avec la station centrale fonctionnant en DRT (duplex par répartition temporelle). Six intervalles de temps AMRT permettent d'assurer des communications individuelles même en période de diffusion simultanée.

Jusqu'à 2 000 appels individuels ou 200 appels de groupe peuvent être acheminés sur les six canaux AMRT, la capacité dépendant toutefois du modèle du fabricant.

Dans un schéma MAQ-16 (modulation d'amplitude en quadrature), le débit de transmission peut être de 45 kbit/s pour un espacement des canaux radioélectriques de 15 kHz, la collecte des données d'images étant assurée au niveau de la station centrale et l'affichage des textes au niveau des terminaux.

Pour les terminaux qui sont éloignés de la station centrale, l'installation d'un répéteur assurant une fonction de «dropout» permet aux terminaux d'accéder à un répéteur ainsi qu'à la station centrale. Si nécessaire, deux ou plus de deux répéteurs pourraient être installés en série. Grâce aux répéteurs, la puissance en sortie de l'émetteur de chaque terminal extérieur pourrait être de 10 W ou moins. En mode DRT et AMRT, le fait que les terminaux extérieurs consomment peu d'énergie permet d'utiliser l'énergie solaire ou l'énergie solaire en combinaison avec l'énergie éolienne.

Dans cette configuration, l'interopérabilité entre les terminaux ou les systèmes de différents fournisseurs est assurée, ce qui permet d'amener sur le lieu de la catastrophe, pour les opérations de secours, les équipements situés dans d'autres zones.

---

\* [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib\\_std-t86v1.0\\_e.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib_std-t86v1.0_e.pdf)

En temps ordinaire, le système est utilisé pour diffuser des messages d'alerte d'ouragans, d'incendies ainsi que pour assurer les communications quotidiennes entre le bureau local et les habitants.

*Résumé des spécifications techniques:*

Bande de fréquences:	54-70 MHz
Espacement entre les canaux:	15 kHz
Puissance de l'émetteur:	10 W ou moins
Vitesse de transmission:	45 kbit/s
Schéma de modulation:	MAQ-16
Méthode de communication:	AMRT-DRT
CODEC vocal:	CODEC vocal à grande efficacité 16 kbit/s pour utiliser des haut-parleurs.

---