

RAPPORT UIT-R BT.2035

Principes directeurs et techniques pour l'évaluation des systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre

(Question UIT-R 31/6)

(2003)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	1
2 Plans d'essais en laboratoire	2
3 Plans d'essais sur le terrain	6
4 Equipements types et coûts correspondants	28
5 Description des systèmes.....	30
Annexe 1 – Tableau récapitulatif des essais sur le terrain	33
Annexe 2 – Tableau récapitulatif des essais comparatifs minimums sur le terrain pour le système DTTB	36
Annexe 3 – Séquences de test PN.....	37
Annexe 4 – Ensembles multitrajets.....	37

1 Introduction

Dans le domaine de la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB), les essais ont pour but d'évaluer la qualité de fonctionnement d'un ou de plusieurs systèmes disponibles dans diverses configurations d'émission et conditions de réception, par exemple:

- conditions urbaines, suburbaines et rurales;
- réception à l'intérieur des bâtiments et par antennes montées sur les toits;
- réception sur appareils portatifs et mobiles dans des conditions diverses.

Le Tableau 1 résume les conditions d'exploitation possibles, ainsi que les facteurs et paramètres les plus importants qui influent sur les divers cas d'exploitation.

Ces spécifications constituent la base de l'élaboration des programmes d'essais en laboratoire et sur le terrain, décrits aux § 2 et 3. Elles définissent aussi le cadre pour la description succincte des trois systèmes DTTB recommandés par l'UIT-R (voir le § 5).

TABLEAU 1

Conditions d'exploitation		Facteurs primaires influant sur les conditions d'exploitation
Modes de réception	Réception fixe à l'intérieur des bâtiments	Trajets multiples, pas de visibilité directe, affaiblissement à la pénétration dans les bâtiments (réémetteur synchronisé en fréquence)
	Réception fixe à l'intérieur des bâtiments	Trajets multiples (statiques), signaux faibles
	Réception sur appareils portatifs	Trajets multiples (statiques et dynamiques), signaux faibles (réémetteur synchronisé en fréquence)
	Réception mobile	Trajets multiples (dynamiques), évanouissements des signaux (réseau à fréquence unique (RFU))
	Réception personnelle	Trajets multiples (statiques et dynamiques), évanouissements des signaux, affaiblissement à la pénétration dans les bâtiments
Largeur de bande des canaux (6, 7 ou 8 MHz)		Déterminée par l'organisme de réglementation et/ou par l'organisme responsable de l'octroi des licences
RFU		Forte distorsion par trajets multiples statiques et à action lente
Réémetteurs synchronisés en fréquence (réémetteurs de remplissage)		Trajets multiples statiques
Exploitation multimode		Différents types de modulation et de codage, transmission hiérarchique
Couverture maximale		Spécification C/N du système
Exploitation en ondes décimétriques seulement ou en ondes décimétriques et métriques		Sensibilité au bruit impulsif en ondes métriques

Certains essais et certaines mesures peuvent être organisés et conduits pour des motifs et en vue d'objectifs spécifiques; d'autres peuvent consister à analyser les données obtenues pour des motifs et en vue d'objectifs différents. Cela étant, il est recommandé que tous les essais, mesures et opérations de collecte de données décrits dans le présent Rapport soient effectués conformément à trois groupes de principes et de procédures générales. C'est la condition pour que les analyses et les conclusions résultantes concernant les différents essais soient cohérentes et significatives.

2 Plans d'essais en laboratoire

Les procédures décrites ci-après ont pour objet de vérifier la qualité de fonctionnement des modulateurs et des récepteurs utilisés en radiodiffusion DTTB. Ces essais comprennent des mesures de la qualité de fonctionnement des récepteurs en présence des phénomènes suivants:

- bruit aléatoire;
- gamme dynamique des signaux radioélectriques à l'entrée;
- brouillage dû à la propagation par trajets multiples statiques;
- brouillage dû à la propagation par trajets multiples dynamiques;
- brouillage dans le même canal;
- brouillage dû au canal adjacent inférieur ou supérieur;
- bruit impulsif;
- bruit de phase.

2.1 Dégradation due au bruit aléatoire

Ces essais ont pour but de déterminer la résistance des récepteurs DTTB à la dégradation causée par le bruit aléatoire.

On règle le signal utile DTTB à quatre niveaux RF différents: très fort (−15 dBm), fort (−28 dBm), moyen (−53 dBm), et faible (−68 dBm). On élève le niveau du bruit jusqu'à atteindre le seuil de visibilité (TOV, *threshold of visibility*) et on enregistre la valeur du rapport C/N . Les valeurs du signal indiquées entre parenthèses sont proposées en tant que valeurs types.

Dans le contexte des essais en laboratoire, on considère que le TOV est atteint lorsqu'un observateur entraîné est capable de déceler un défaut dans l'image après UNE minute d'observation.

2.2 Gamme dynamique des signaux radioélectriques à l'entrée

Il faut tester l'aptitude des récepteurs à recevoir toute la gamme des signaux allant de très forts à très faibles. On détermine les niveaux du signal RF maximum et du signal RF minimum en élevant et en abaissant, respectivement, le niveau de puissance du signal RF à l'entrée du récepteur, jusqu'à atteindre le niveau du seuil TOV.

A la valeur maximum et minimum du signal RF, on élève le niveau du bruit jusqu'à atteindre le seuil TOV, et on note la valeur du rapport C/N . Il est recommandé d'effectuer cet essai à la partie inférieure, à la partie médiane et à la partie supérieure des bandes d'ondes métriques et décimétriques.

2.3 Brouillage dû à la propagation par trajets multiples statiques

On mesure la qualité de fonctionnement du récepteur DTTB pour plusieurs combinaisons de propagation par trajets multiples représentatives de divers environnements de réception. Ces essais ont pour but de mesurer la résistance du récepteur DTTB aux conditions de cette propagation, en présence et en l'absence de bruit aléatoire.

Pour chaque test, on élève le niveau du bruit jusqu'à atteindre le seuil TOV et on enregistre la valeur de C/N . Dans tous les essais sur la propagation par trajets multiples, le signal radioélectrique DTTB doit être réglé au niveau moyen (−53 dBm). On notera ce qui suit: pour assurer la cohérence des valeurs de C/N , le niveau de puissance du signal doit être le résultat de la combinaison du signal principal et des signaux d'écho.

Echo simple: On procédera à un essai avec écho simple, en faisant intervenir le préécho et le postécho, avec et sans rotation de phase. Ce test vérifie l'aptitude du récepteur à décoder le signal de façon satisfaisante sur une large gamme de retards (négatifs et positifs), avec et sans rotation de phase. On suggère des valeurs comprises entre −80 μ s et 80 μ s pour les retards et entre 0 et 5 Hz pour la rotation de phase.

Echos multiples: Divers ensembles de trajets multiples ont été utilisés dans des tests effectués précédemment par plusieurs organisations en différents lieux. Des exemples de ces ensembles sont donnés dans l'Annexe 4.

2.4 Brouillage dû à la propagation par trajets multiples dynamiques

Cet essai a pour but de mesurer la «robustesse» des récepteurs DTTB en présence d'une combinaison de trajets multiples qui sont représentatifs de plusieurs conditions de réception dynamiques. L'expérience en matière de qualité de fonctionnement de ces récepteurs a été acquise en grande partie grâce à des essais portant sur des canaux mobiles urbains élaborés pour les systèmes GSM et UMTS.

Il y a lieu de confier à un groupe d'experts l'élaboration de profils de canaux dynamiques spécifiques adaptés à la radiodiffusion DTTB. Ce groupe aurait pour tâche de mettre sur pied un plan d'essais détaillé.

2.5 Brouillage dans le même canal

Cet essai a pour but de déterminer la qualité de fonctionnement des récepteurs DTTB en présence de brouillages causés dans le même canal par la télévision analogique et par la DTTB.

Télévision analogique brouillant la DTTB: On enregistre le niveau du brouillage, D/U, au seuil TOV pour trois signaux d'essai brouilleurs typiques de télévision analogique, dont un au moins doit être un signal dynamique. Les signaux brouilleurs suggérés sont le signal Zoneplate dynamique et les barres de couleur à 75% de saturation. Dans ces essais, le signal radioélectrique DTTB doit être réglé au niveau moyen (−53 dBm).

DTTB brouillant la DTTB: On enregistre le niveau D/U au seuil TOV pour un signal DTTB brouilleur, avec et sans décalage de fréquence (10 kHz). Dans ces essais, le signal DTTB est réglé au niveau moyen (−53 dBm).

2.6 Brouillage dû au canal adjacent inférieur ou supérieur

Cet essai a pour but de déterminer la qualité de fonctionnement des récepteurs DTTB en présence de brouillages causés par un canal adjacent inférieur ou supérieur de télévision analogique ou de DTTB.

Télévision analogique brouillant la DTTB: On enregistre le niveau, D/U, au seuil TOV pour trois signaux d'essai brouilleurs typiques de télévision analogique dont un au moins doit être un signal dynamique. Le signal brouilleur suggéré est le signal Zoneplate dynamique. Dans ces essais, le signal radioélectrique DTTB doit être réglé au niveau moyen (−53 dBm). A noter que, pour l'essai de brouillage par le canal adjacent inférieur, l'excursion de fréquence audio doit être réglée au maximum autorisé, par exemple avec le signal BTSC (Broadcast Television Systems Committee) complet (stéréo + programme audio secondaire (SAP) + canaux audio professionnels (PRO)).

DTTB brouillant la DTTB: On enregistre le niveau D/U au seuil TOV pour un signal DTTB brouilleur. Dans ces essais, le signal DTTB est réglé au niveau moyen (−53 dBm).

2.7 Bruit impulsif

Cet essai a pour but de déterminer la résistance des récepteurs DTTB aux effets du bruit impulsif. On peut simuler ces effets en ajoutant de petites impulsions de bruit blanc au signal radiofréquence. Pour obtenir une bonne simulation des conditions réelles, il est important de produire des impulsions de bruit blanc dont l'amplitude, le taux de répétition et la largeur sont variables. Pour chaque largeur d'impulsion, on élève le niveau du bruit jusqu'à atteindre le seuil TOV. Les caractéristiques techniques suivantes doivent être respectées dans cet essai:

- en raison des difficultés pratiques que l'on rencontre pour générer un bruit gaussien de haut niveau à créneaux (*gated*), le niveau du signal utile doit être fixé à −60 dBm;
- le signal de bruit à créneaux sera divisé en plusieurs éléments de durée approximative de 250 ns. Par exemple, un essai de 1 μ s fait intervenir quatre impulsions consécutives de 250 ns, avec séparations aléatoires, contenues dans un seul symbole de multiplexage par répartition en fréquence orthogonale (MRFO) à l'intérieur d'une trame ATSC. Cette segmentation ne change rien au fonctionnement d'un récepteur ordinaire; cependant, un

bruit impulsif réel se présente de cette manière après l'opération de limitation de bande dans le récepteur et il peut influencer sur la qualité de fonctionnement dans des récepteurs conçus pour combattre le brouillage impulsif. Une autre conséquence de ce mode opératoire sera la suivante: les récepteurs en cours de réalisation ne pourront pas satisfaire à un test plus simple;

- dans ces essais, les périodes effectives totales (somme de tous les éléments) doivent être de 0,25, 0,5, 1, 3, 5 ou 10 μ s.

La simulation du bruit impulsif doit aussi inclure un test similaire dans lequel le bruit gaussien à créneaux est remplacé par des bords d'impulsions à défilement rapide. On a des raisons de penser qu'un tel système serait efficace dans les tests sur les tuners et les dispositifs placés en amont des tuners.

2.8 Dégradation due au bruit de phase

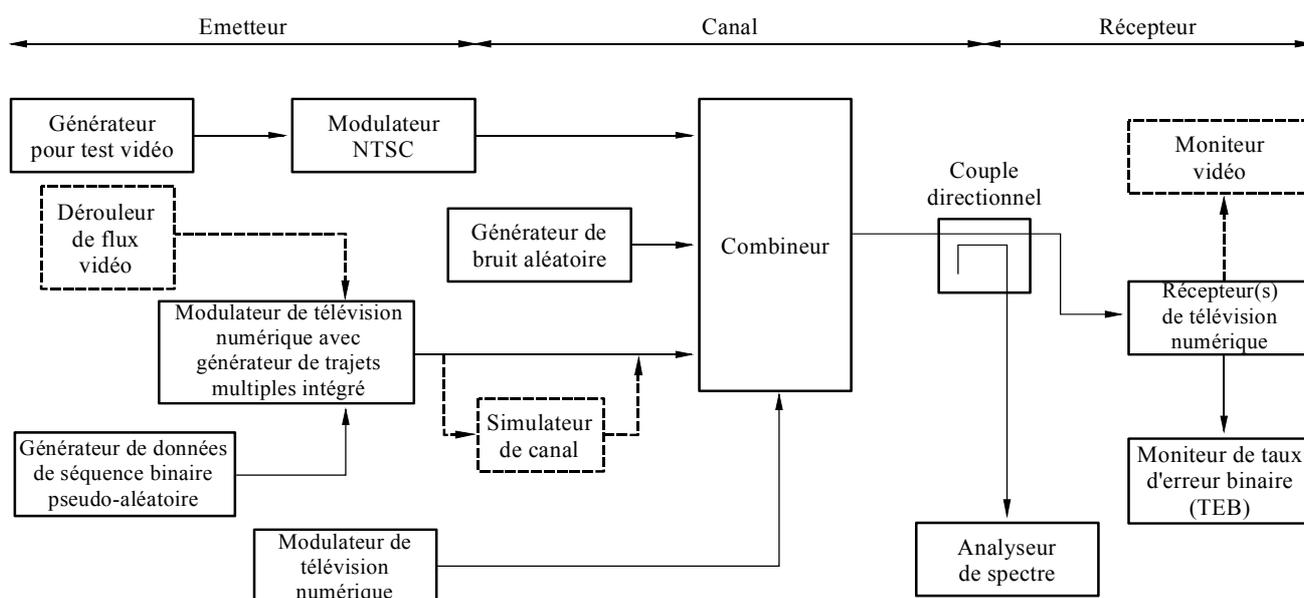
Le but de cet essai est de déterminer la résistance des récepteurs DTTB aux effets du bruit de phase. Ce bruit, qui se produit naturellement dans les systèmes RF, pourrait se révéler particulièrement important dans le cas des systèmes à plusieurs changements de fréquence.

On simule le bruit de phase en injectant un signal de bruit blanc modulé MF dans l'oscillateur local servant à l'opération d'élévation de fréquence (FI vers RF), ou à l'aide du signal modulé DTTB. Ce dernier est réglé et mesuré comme dans le test de brouillage. Pour effectuer cet essai, on règle le signal radiofréquence DTTB au niveau moyen (-53 dBm).

Le bruit de phase est produit par un générateur de signaux RF et un générateur de bruit aléatoire. Le signal de sortie de ce dernier générateur est appliqué à l'entrée de la source MF externe du générateur de signaux RF utilisé comme oscillateur local de l'élévateur de fréquence DTTB (IF à RF). En faisant varier l'excursion de crête (0-50 kHz), on crée un bruit de phase à la sortie «porteuse» du générateur de signaux RF. Ce bruit de phase est mesuré à l'aide d'un analyseur de spectre, par exemple le HP8560E, possédant l'option de mesure du bruit de phase. On fait croître le niveau de ce bruit jusqu'à atteindre le seuil TOV et on le mesure, en dBc/Hz, à 100 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz et 20 kHz de part et d'autre du niveau de crête de la porteuse.

FIGURE 1

Dispositif pour les essais en laboratoire (sauf bruit de phase)



3 Plans d'essais sur le terrain

On trouvera dans cette section la description des objectifs et de la méthodologie générale pour l'exécution des essais sur le terrain des systèmes de télévision DTTB. Les plans de ces essais sont des moyens efficaces pour collecter des données d'exploitation sur ces systèmes et en tirer des conclusions utiles sur la couverture obtenue avec les signaux DTTB, les conditions de réception dans le service et les caractéristiques des canaux.

La section se compose de six parties. La première, qui donne la description générale d'un plan d'essais sur le terrain s'applique à tous les essais proposés. Les trois parties suivantes exposent les procédures propres à chaque catégorie d'essais sur le terrain: mesure de la couverture, évaluation des conditions de réception et caractéristiques des canaux. La cinquième partie traite de la prise en compte des signaux de télévision analogique pour des comparaisons de couverture et de réception avec les systèmes DTTB. La dernière partie expose les principes directeurs de la mise en oeuvre d'essais sur le terrain comparatifs pour les systèmes DTTB.

Les travaux incluent la réception, la démodulation et la récupération des données transmises. Les travaux décrits ici ne concernent pas les données décodées ni les signaux analogiques, sauf dans les cas où ces signaux sont utilisés pour vérifier que les données ont été correctement récupérées.

3.1 Pratiques recommandées pour l'établissement d'un plan d'essais sur le terrain

3.1.1 Utilisation de références normatives

Des références normatives doivent être jointes à tout document concernant des essais sur le terrain. Ces références seront prises en compte dans les méthodes de mesure fixées par les autorités responsables de la réglementation, ou conformes aux prescriptions des organismes de normalisation reconnus.

3.1.2 Objectifs des essais sur le terrain

L'exécution des plans d'essais pourra porter sur certains aspects des objectifs, selon les besoins immédiats de l'organisme chargé des essais. Les plans élaborés sur la base du présent Rapport visent un ou plusieurs des objectifs suivants:

- identifier les variables de l'environnement et recommander l'ensemble minimum des variables à mesurer;
- mesurer le «service» effectif en fonction de la «couverture» prévue;
- recueillir des données utiles pour améliorer la qualité de fonctionnement des systèmes DTTB;
- évaluer les conditions de réception des systèmes DTTB pour un large éventail de modes de réception différents;

Le but est de fournir une série uniforme de méthodes d'essai dont les résultats et les données puissent être comparés avec les résultats d'autres essais effectués par diverses organisations à des époques et/ou en des lieux différents.

Les essais peuvent être menés pour réaliser des objectifs spécifiques tels que les suivants, cette liste n'étant pas limitative:

- 0 Comparaison d'un système de transmission numérique avec un autre
- 1 Comparaison d'un système de transmission numérique avec un système analogique
- 2 Etude comparative de divers éléments d'émission et de réception
- 3 Etude comparative de différentes générations d'éléments
- 4 Etude comparative de différents environnements
- 5 Caractérisation statistique de l'environnement RF.

3.1.3 Définitions

3.1.3.1 Tests de couverture

La couverture se définit comme la détermination des champs effectifs, mesurés pour une installation d'émission donnée. Les mesures de couverture ont en général deux objectifs:

- vérifier le bon fonctionnement de l'antenne d'émission,
- obtenir des données supplémentaires pour les algorithmes de propagation sur le terrain, pouvant être utilisés pour planifier les attributions spectrales et estimer les brouillages possibles.

Les mesures de couverture se font selon des méthodes normalisées dans lesquelles on utilise généralement des antennes étalonnées par rapport à un doublet standard et placées à 9,1 m au-dessus du niveau du sol. On a recours à ces mesures, dans le monde entier, pour vérifier la couverture, vérifier les diagrammes de rayonnement des antennes d'émission et fournir des données pour élaborer des algorithmes de propagation utilisés aux fins de détermination des facteurs de planification pour les attributions de spectre aux stations de radiodiffusion.

Les tests de couverture sont souvent effectués selon des formes bien établies, avec des mesures qui sont faites sur des «rayons», des arcs, dans des quadrillages et par «grappes». Il faut construire un échantillon contenant un grand nombre de mesures, si l'on veut obtenir des résultats ayant une importance statistique. On pourra organiser des tests de couverture limités pour réaliser des objectifs particuliers, par exemple: obtention ou maintien d'un diagramme de rayonnement d'une antenne d'émission directive, ou mesure des effets d'un terrain qui bloque les signaux de radiodiffusion dans certaines zones. Ces tests ne permettent pas de prévoir quelle sera la couverture globale.

3.1.3.2 Tests de service (conditions de réception)

Au sens du présent Rapport, les tests de service ou de conditions de réception sont définis comme le processus consistant à déterminer les conditions dans lesquelles les signaux de la télévision numérique peuvent être reçus et décodés dans divers modes d'exploitation réels. Ces conditions d'exploitation incluent les lieux où les téléspectateurs ont recours à des récepteurs de télévision pour leur divertissement ou leur information, pendant des périodes courtes ou longues. Elles incluent également l'emploi d'antennes choisies comme étant celles qui seront vraisemblablement utilisées dans le ou les modes de réception testés.

En règle générale, on utilise, dans les mesures de service (conditions de réception), des récepteurs de télévision numérique conçus pour être raccordés à des enregistreurs qui fournissent les données suivantes: niveau du signal, rapport C/N , marge par rapport au seuil, taux d'erreur, influence de l'orientation de l'antenne, etc. Il peut se faire que ces mesures soient moins facilement reproductibles que les mesures de couverture.

Il faut construire un échantillon contenant un grand nombre de mesures, si l'on veut obtenir des résultats ayant une importance statistique. En appliquant un ensemble normalisé de procédures de tests de service compatibles avec le présent Rapport, les données ainsi obtenues peuvent être utilisées pour créer une base de données statistique qui permettra de déterminer un niveau de service. On pourra organiser des tests de service limités pour réaliser des objectifs particuliers, par exemple l'obtention de données comparatives relatives à des emplacements difficiles.

3.1.3.3 Détermination des caractéristiques des canaux

Au sens du présent Rapport, la détermination des caractéristiques des canaux est une opération qui consiste à caractériser les canaux; elle se fait par la mesure détaillée de l'état de signaux spécifiques à des instants déterminés et en des emplacements déterminés, à l'aide d'antennes fixes et d'antennes mobiles spécifiques. Les mesures détaillées des caractéristiques des signaux portent notamment sur les effets produits par les dégradations dans les canaux, par exemple: variations de niveau, bruit impulsif, brouillage dans la bande et propagation par trajets multiples.

Cette classification est très utile pour l'explication didactique de l'évaluation des systèmes DTTB. Il faut signaler, cependant, qu'il existe de nombreux aspects communs, entre les modes et que l'on peut économiser beaucoup de temps et de ressources en établissant un plan d'essais qui regroupe plusieurs de ces procédures de test.

3.1.3.4 Modes de réception

Cinq modes de réception différents sont proposés dans ce Rapport: fixe, portable, piéton, mobile et personnel.

tableau 2

Modes de réception

Modes	A l'extérieur des bâtiments	A l'intérieur des bâtiments
Fixe	Fixe à l'extérieur	Fixe à l'intérieur
Lent	Piéton	Portatif
Rapide	Mobile	Personnel

- 0 La réception fixe se définit comme la réception sur un récepteur immobile et des antennes de réception immobiles. Comme exemples types, citons une antenne montée sur toit (à l'extérieur) ou une antenne placée à poste fixe à l'intérieur d'un bâtiment.
- 1 La réception sur appareil portatif se définit comme la réception sur un récepteur pouvant être déplacé d'un endroit à un autre, équipé d'une antenne de réception incorporée, mais qui reste immobile en fonctionnement.
- 2 La réception du type piéton se définit comme la réception sur un récepteur que l'on déplace à une vitesse ne dépassant pas 5 km/h. Comme exemples types, citons un récepteur que l'on peut utiliser en marchant ou un récepteur portatif soumis à des déplacements occasionnels et fréquents de courte durée.
- 3 La réception sur appareil mobile se définit comme la réception sur un récepteur que l'on déplace à une vitesse supérieure à 5 km/h. Comme exemple type, citons un récepteur utilisé dans un véhicule qui se déplace à une vitesse supérieure à celle de la marche.
- 4 La réception de type personnel se définit comme la réception sur un récepteur que l'on déplace à une vitesse inférieure ou supérieure à 5 km/h et qui est équipé d'une antenne à faible gain utilisée sur des dispositifs portatifs. Comme exemple type, citons un récepteur portatif pouvant être utilisé en tous lieux, notamment à l'intérieur d'un véhicule en mouvement.

3.1.4 Signaux de test

3.1.4.1 Mesures en service

Dans les mesures en service, on utilise le signal DTTB lui-même, sans modifications, ou dans certains cas une séquence vidéo répétitive avec un son approprié pour permettre d'évaluer les erreurs présentes dans le flux de programme. Il faut veiller à ce que le flux de transport soit constitué par une boucle ininterrompue qui n'introduise pas de perturbations vidéo ou audio. Le débit binaire de ce signal doit remplir presque complètement la capacité binaire disponible du canal, afin de maximiser la précision de la probabilité d'erreur visuelle. Ce signal donne d'excellents résultats dans les mesures rapides des erreurs sur le terrain, lorsqu'on ne dispose pas d'autres mesures d'erreurs plus précises.

3.1.4.2 Mesures hors service

Les mesures hors service se définissent comme des mesures qui ne sont pas disponibles pour le visionnage normal des programmes. Pour ces mesures, on peut avoir recours à des signaux de test spécialement adaptés. Ces signaux doivent occuper le même spectre et avoir la même puissance moyenne qu'un signal DTTB, mais ils peuvent être conçus pour des mesures hors service spécifiques, par exemple pour la caractérisation des canaux.

Comme signal de test couramment utilisé, citons la séquence PN23 (pseudo-bruit de $2^{23} - 1$ bits aléatoires) injectée dans un modulateur DTTB. Le signal PN23 est la solution idéale pour mesurer l'uniformité de la bande passante, la puissance du signal, la probabilité attachée à la puissance de crête, les caractéristiques du brouillage et le TEB. On peut utiliser d'autres séquences PN, qui donnent des résultats similaires (voir l'Annexe 4).

Le signal de test servant à évaluer la réponse d'un canal répond à des besoins différents. Le taux de répétition de ce signal doit être suffisamment petit pour permettre de caractériser les canaux variables dans le temps, mais suffisamment grand pour couvrir les trajets multiples prévisibles. Ce phénomène de trajets multiples couvre l'intervalle de $-30 \mu\text{s}$ à $+60 \mu\text{s}$, ce qui oblige à utiliser une séquence capable de mesurer un intervalle supérieur à $90 \mu\text{s}$. Dans les trois systèmes DTTB recommandés par l'UIT-R, on peut accepter pratiquement tous les flux de transport, car le flux est mis en convolution avec un générateur interne du type PN15 ou PN16. Toutefois on a intérêt à utiliser une séquence connue pour le traitement synchronisé et il est recommandé de mettre en oeuvre une séquence de paquets comportant uniquement des zéros.

3.1.5 Classe d'antenne et orientation des antennes

3.1.5.1 Antenne pour mesures de couverture

Toute antenne de réception utilisée pour des mesures de couverture doit être étalonnée par rapport à un doublet normalisé monté sur un mât à une hauteur déterminée au-dessus du niveau du sol (9,1 m). Le compte rendu de mesure doit contenir une documentation sur l'antenne. Les antennes servant aux mesures de couverture sont généralement orientées dans la direction de la tour d'émission, c'est-à-dire dans la direction du signal maximum. Pour d'autres fins que la couverture, on peut effectuer, dans certains cas, des mesures facultatives en orientant l'antenne dans d'autres directions. Ces mesures sont aussi enregistrées avec l'indication des directions dans le champ des données d'orientation.

3.1.5.2 Antenne pour la caractérisation du service et des canaux

Les antennes servant aux mesures pour la caractérisation du service et des canaux peuvent être des produits professionnels ou grand public, selon les objectifs du plan des essais sur le terrain. Ces antennes seront généralement mises en oeuvre dans le mode «en service»; elles sont souvent placées à quelques dizaines de centimètres au-dessus d'un plancher ou au-dessus du sol, et assez près des

opérateurs ou d'objets avoisinants. Le montage de ces antennes doit être tel que le personnel chargé des essais puisse les orienter, les incliner et les positionner avec précision, facilement et à plusieurs reprises, et que ces déplacements permettent d'obtenir des résultats significatifs. Les antennes peuvent être orientées dans une position optimale (signal maximum ou signal le plus facile à recevoir) ou non optimale (par exemple, avec un réglage unique mais avec réception de signaux provenant de plusieurs directions). Il est recommandé de prévoir, pour différentes classes de service, des mesures permettant de déterminer l'influence plus ou moins critique de l'orientation de l'antenne sur l'aptitude des récepteurs à décoder convenablement le signal DTTB.

Les antennes servant aux mesures de caractérisation des services et des canaux appartiennent aux classes suivantes et fonctionnent dans les orientations suivantes, cette liste n'étant pas limitative:

- Les mesures fixes à l'extérieur des bâtiments sont à effectuer avec une antenne placée à 9,1 m au-dessus du sol. L'orientation, qui peut être optimale ou non optimale, doit être indiquée dans la base de données.
- L'antenne intérieure fixe, associée à une installation de réception fixe et utilisée pour les mesures de caractérisation du service ou des canaux, est généralement une antenne de type grand public. Elle doit être étalonnée en gain et en diagramme de rayonnement par rapport à un doublet, et être montée à environ 1,5 m au-dessus du plancher. Les antennes de cette catégorie peuvent être utilisées en orientation optimale ou non optimale, selon la nature du plan des essais sur le terrain, l'orientation devant être indiquée dans la base de données. A noter que les caractéristiques de qualité de fonctionnement de l'antenne relevées à l'intérieur d'un bâtiment peuvent être nettement différentes des valeurs mesurées dans un environnement d'essai contrôlé.
- Dans la réception sur appareil portable, on utilise généralement une antenne du type grand public, qui peut être équidirective (antenne unipolaire) ou directive (doublet ou antenne à plusieurs éléments). L'antenne doit être étalonnée en gain et en diagramme de rayonnement par rapport à un doublet. Les antennes portatives sont en général placées à 1 m environ au-dessus du sol (ou du plancher); elles peuvent être orientées en position optimale ou non optimale, selon la nature du plan des essais sur le terrain, l'orientation devant être indiquée dans la base de données.
- On peut considérer qu'une antenne de la catégorie «piéton» possède des caractéristiques de directivité aléatoires, avec un faible gain ou même aucun gain. Si possible, on étalonnera cette antenne, en gain et en diagramme de rayonnement, par rapport à un doublet et on la placera à 1 m environ au-dessus du plancher. En raison de leur insensibilité relative (gain), on considère généralement que l'orientation des antennes utilisées dans les applications «piéton» et «personnelles» est non optimale (voir les Annexes 2 et 3).
- Les antennes utilisées dans des applications mobiles sont généralement considérées comme étant équidirectives (antenne unipolaire ou similaire); elles sont montées en position fixe sur les véhicules, de telle manière que leur exposition aux signaux radioélectriques soit maximale. Les antennes mobiles doivent être étalonnées en gain par rapport à un doublet. Leur orientation est considérée comme étant non définie (aucune ou non optimale) (voir les Annexes 2 et 3).
- Tout comme les antennes de la catégorie «piéton», on peut considérer que les antennes utilisées en mode de réception personnel possèdent des caractéristiques de directivité aléatoires, avec un faible gain ou même aucun gain. Si possible, on étalonnera une telle antenne, en gain et en diagramme de rayonnement, par rapport à un doublet et on la placera à 1 m environ au-dessus du plancher. En raison de leur insensibilité relative (gain), on considère généralement que l'orientation des antennes utilisées dans les applications «piéton» et «personnelles» est non optimale.

3.1.6 Durée des essais

La durée d'un essai est définie en fonction du mode de réception. Les durées peuvent couvrir une vaste gamme: durée saisonnière (mois ou années), très long terme (jours ou mois), long terme (minutes ou heures), court terme (secondes à minutes) et très court terme (des secondes à moins d'une seconde). Voir l'Annexe 1: Tableau récapitulatif des essais sur le terrain, Note 1.

3.1.6.1 Mesures de couverture

Les mesures de couverture s'étendent généralement sur de courtes périodes. Les mesures à poste fixe sur de longues périodes (heures, jours, mois, années) fournissent des données utiles sur l'effet des conditions météorologiques, des saisons et des variations jour-nuit.

3.1.6.2 Mesures de service

L'essai doit durer au moins 5 min dans le cas des mesures de service. Durant cette période, on peut effectuer des mesures individuelles (dont les résultats seront moyennés sur la période) ou plusieurs mesures, selon la nature du plan des essais sur le terrain.

3.1.6.3 Détermination des caractéristiques des canaux

Pour cette détermination, on peut choisir toute durée de mesure appropriée au plan des essais et adaptée à la capacité de mémoire de l'appareil de mesure. Pour des raisons de capacité de mémoire, les mesures des caractéristiques des canaux sont de courte durée (minimum 20 s).

3.1.7 Caractéristiques des sites

Il est indispensable de spécifier les caractéristiques du site pour chaque emplacement où l'on effectue les mesures sur le terrain. Le plan des essais doit contenir une documentation sur chacun de ces sites: coordonnées géographiques à la seconde d'arc la plus proche (ou mieux), adresse, zone environnante (photographies), nature des bâtiments y compris détails de leur construction, végétation, conditions météorologiques au moment de la mesure et, si possible, marquage sur le trottoir ou sur le sol où la mesure a été faite. Il est aussi très important d'indiquer les variations de l'environnement observées le long du trajet et sur chaque site inclus dans les mesures par «grappes».

3.1.8 Mesures d'étalonnage

Des mesures d'étalonnage doivent être effectuées (au début et à la fin de chaque journée de mesures) sur le système à l'essai et sur les éléments du système de transmission, afin de déterminer si les deux systèmes fonctionnent de façon satisfaisante. On utilise en général un signal test connu pour simuler les signaux réels non perturbés attendus et pour étalonner les appareils de mesure. L'ensemble de mesures minimum est la vérification de l'intégrité du signal DTTB transmis à des instants prédéfinis, mais d'autres composantes peuvent aussi être testées systématiquement au site d'émission. Il est conseillé d'utiliser des moniteurs de transmission (récepteurs) au site d'émission, pour contrôler en permanence l'intégrité des signaux DTTB émis. A cette fin, le niveau des signaux radioélectriques DTTB appliqués à ces moniteurs sera réglé à une valeur un peu supérieure au seuil, ce qui permet de déceler les petites dégradations des signaux DTTB transmis.

3.1.9 Documentation des résultats

La documentation des résultats doit être telle que les données puissent être traitées et analysées efficacement à un stade ultérieur. La collecte et l'enregistrement des données sont pris en compte au stade de l'élaboration des méthodes de mesure et des procédures de test spécifiques. Il faut prendre en considération, à ce stade, la manière dont ces données seront utilisées. Les données de mesure seront entrées (enregistrées) dans une base de données dont la structure sera conçue pour permettre des échanges et des analyses efficaces.

Lors de la conception d'une base de données et de l'élaboration des méthodes de mesure, on tiendra compte de la nature du traitement et de l'analyse qui devront être effectués. On tiendra compte aussi des conditions d'utilisation des données, par comparaison avec d'autres essais qui seront effectués ultérieurement et en d'autres lieux.

Dans un test du type «pass/fail» (bon/mauvais) un signal non dégradé doit être reçu pendant un intervalle de temps continu pour que le résultat du test soit «bon». Cet intervalle de temps est en général d'au moins 5 min. En tout état de cause, toutes les données (mesures et caractéristiques des sites) doivent être conservées, même si le résultat du test est «mauvais» ou si les données ne sont pas utilisées dans l'analyse initiale.

La base de données tabulaire est la forme préférée de présentation des données. Ce format doit être compatible avec le logiciel de base de données traditionnel; sa description doit figurer dans le compte rendu du test.

Les remarques que l'expérimentateur formule à propos des mesures sont souvent extrêmement utiles pour décrire les anomalies qui entachent les résultats. On les consignera dans une colonne «observations» ou sous la forme de notes de bas de page dans le compte rendu.

3.1.10 Matériel mis en oeuvre dans les tests

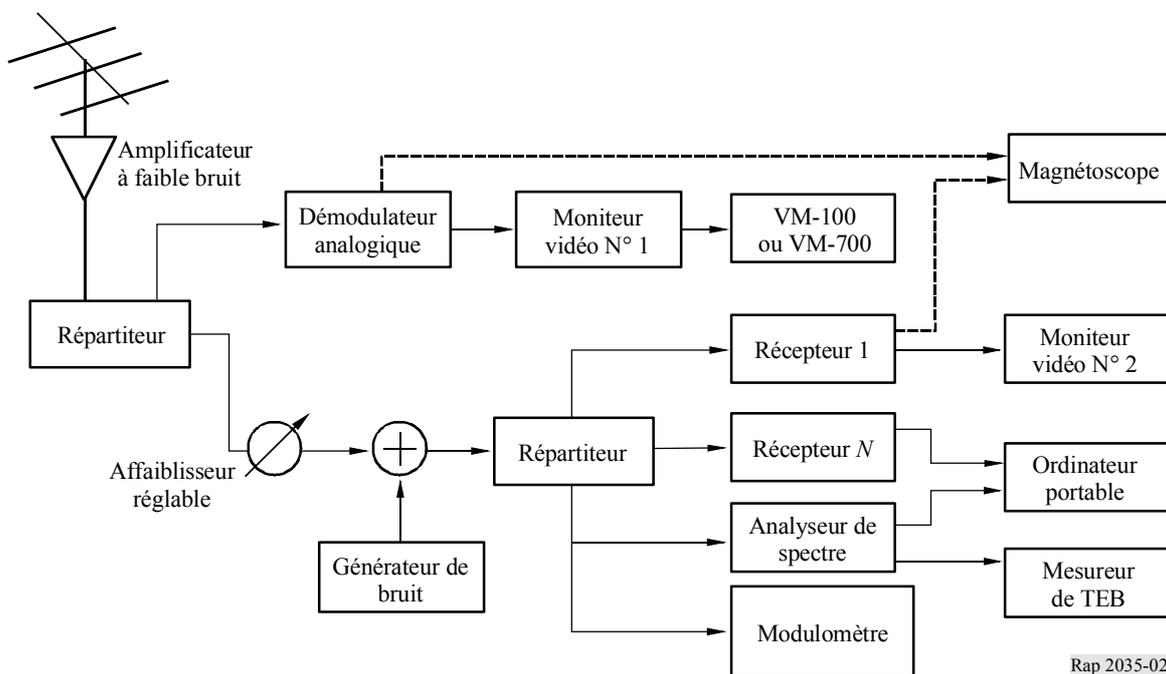
On trouvera ci-après une liste détaillée des matériels recommandés pour l'exécution d'un test de couverture sur le terrain. A noter, cependant, qu'il n'est pas toujours indispensable de mettre en oeuvre la totalité de ces matériels dans les plans des mesures de service. Les éléments importants sont les suivants:

- Schéma fonctionnel. Le compte rendu du test doit être accompagné d'un schéma fonctionnel montrant les éléments constitutifs du trajet de mesure des signaux.
- Gamme dynamique des niveaux de fonctionnement. La dynamique et le facteur de bruit du dispositif de mesure et de ses éléments seront déterminés et documentés.
- Antenne. Toute antenne servant à des mesures de service doit avoir les caractéristiques suivantes:
 - il doit s'agir d'une antenne spécialement adaptée à cette application;
 - elle doit être étalonnée en usine, sur un banc d'essai ou dans une chambre sourde;
 - elle doit être soumise à des contrôles périodiques montrant qu'elle fonctionne comme prévu.
- Système de descente d'antenne et éléments connexes. Tous les câbles, amplificateurs, affaiblisseurs, commutateurs, combineurs, répartiteurs et autres dispositifs susceptibles d'influer sur le signal mesuré seront documentés et étalonnés. Dans les cas où les antennes utilisées ne sont pas des antennes professionnelles, on veillera à réduire à un minimum le taux d'ondes stationnaires de tension, par un choix judicieux des amplificateurs et des affaiblisseurs, qui seront placés aussi près de l'antenne que possible.

- Récepteur. On fournira une description détaillée du récepteur utilisé pour les mesures de service, accompagnée d'une documentation relative à l'étalonnage.
- Autres appareils de mesure. Les autres appareils qui sont utilisés dans les mesures de service et qui fournissent des données pour le compte rendu de test doivent être documentés. On mettra à disposition une documentation justificative et les résultats de mesure.

La Fig. 2 donne un schéma du dispositif servant aux mesures effectuées à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

FIGURE 2
Dispositif de mesure pour les essais sur le terrain



Le mieux est d'installer ce dispositif de mesure dans un véhicule d'expérimentation. Dans la plupart des cas, le matériel nécessaire est monté dans un véhicule équipé d'un mât d'antenne télescopique pouvant être relevé jusqu'à 10 m. Les mesures peuvent aussi être faites avec une antenne équidirective ou à faible gain placée à 1,5 m de hauteur, au voisinage immédiat du véhicule, dans les cas où il s'agit d'évaluer la qualité de fonctionnement du système en mode de réception «portatif» ou «piéton».

Le choix et le montage se font en fonction des objectifs du plan des essais sur le terrain.

3.2 Procédures pour les mesures de couverture

Les mesures de couverture s'effectuent sur plusieurs sites. On trouvera ci-après une recommandation concernant les procédures à mettre en oeuvre sur chaque site choisi. Signalons un point important: les mesures de couverture se font sur la base de mesures de champ, tandis que les mesures des performances de réception à poste fixe à l'extérieur des bâtiments se font sur la base de mesures du TEB.

3.2.1 Méthodes de mesure

3.2.1.1 Description

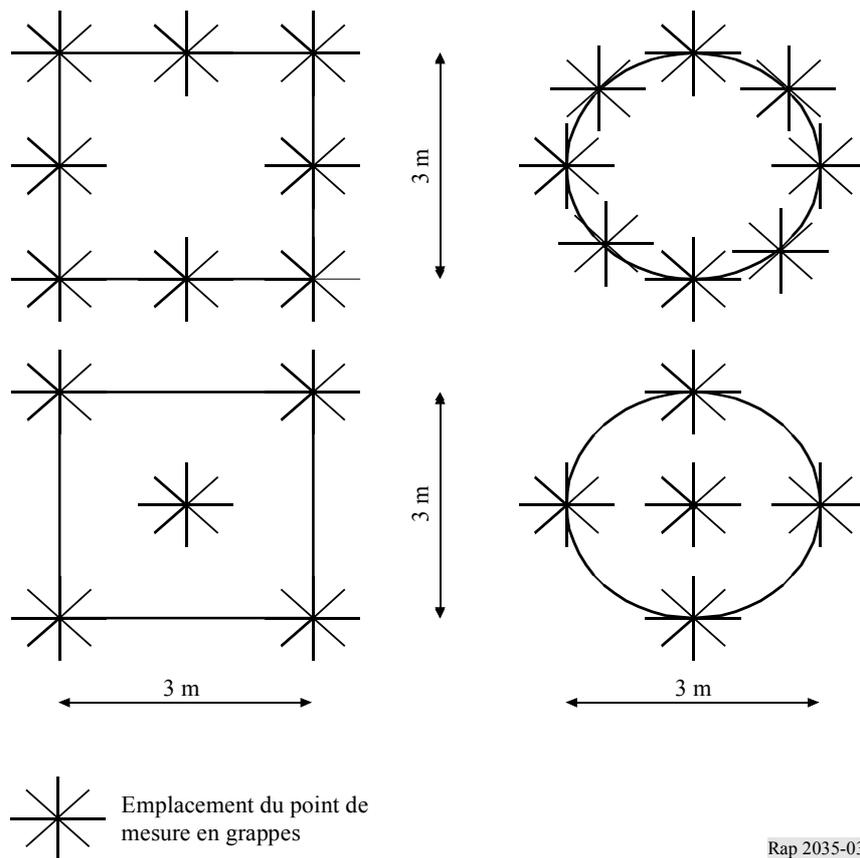
Les mesures de couverture portent sur le champ du signal de télévision modulé numériquement. Ce signal est mesuré par un appareil capable de donner une valeur précise de l'amplitude moyenne du signal.

La meilleure façon de recueillir cette information est de procéder comme suit: on fait une mesure précise et complète sur le site prévu (pour le choix du site, voir le § 3.2.4), suivie de mesures additionnelles sur une «grappe» de sites ou sur un parcours de 30 M.

Grappe: Dans ce contexte, une «grappe» est définie par l'ensemble constitué par un point de mesure initial identifiable et au minimum quatre points de mesure additionnels situés à une distance déterminée du point initial, comme le montre la Fig. 3. Chaque fois que possible, le point de mesure initial sera le point central.

FIGURE 3

Disposition des points de mesure en grappes



Rap 2035-03

En général, les mesures en grappe doivent être faites en un minimum de cinq points de mesure uniformément répartis. C'est la condition à respecter pour pouvoir recueillir l'ensemble complet des données de mesure sur une aire d'environ neuf longueurs d'onde au carré. S'il s'agit de mesurer plusieurs fréquences en un même point, l'aire des mesures en grappe doit être prise égale à 9 m^2 (carré de 3 m de côté). La Fig. 3 montre des dispositions proposées.

On aura recours aux mesures par grappes de sites dans les cas où les sites choisis doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Parcours de 30 M: Si la mesure par grappes n'est pas possible en raison de la présence d'obstacles en hauteur, on peut opter pour le parcours de 30 M, en lieu et place du «parcours mobile». Le parcours est caractérisé comme suit: on installe l'antenne à 9,1 m au-dessus du niveau du sol et on déplace le véhicule dans les deux sens en ligne droite de 30,5 m pour chaque côté (au total 61 m). On enregistre le champ moyen et le champ en un minimum de cinq points fixes en deçà d'une distance de 61 m par rapport au point central du «parcours mobile». Il est bon de recueillir les données en continu sur toute la longueur du parcours.

Les grappes et les parcours de 30 M sont utiles en des points de mesure où l'orientation de l'antenne de réception donnant le signal le plus fort diffère du pointage direct sur l'émetteur. Dans ce scénario, la lecture et l'enregistrement du champ doivent se faire avec deux positions de l'antenne: orientation vers l'émetteur et orientation vers le signal le plus fort.

3.2.1.2 Hauteur de l'antenne

Dans les mesures de la couverture en DTTB (mesure du champ), l'antenne est placée à 9,1 m au-dessus du niveau du sol.

3.2.1.3 Sécurité

La plate-forme de mesure, antenne, mât et ligne d'alimentation coaxiale sont exposés à des risques (décharge électrique et/ou chute d'objets). Le critère absolu pour le choix du site de mesure est donc la sécurité du personnel. Les sites devront être choisis en des lieux à l'abri des risques que représentent des lignes d'énergie aériennes, un terrain en pente raide, des surfaces humides, des vents violents, une activité orageuse et tous autres obstacles ou conditions naturels ou artificiels susceptibles de menacer la sécurité des personnes ou des biens. Le plan des essais doit stipuler que le personnel recevra une formation pour se familiariser avec les procédures de sécurité efficaces.

3.2.1.4 Considérations d'ordre géographique

Les mesures de couverture seront effectuées en des points bien déterminés, sur plusieurs rayons et plusieurs arcs passant par ces points. Les rayons iront de l'emplacement de l'émetteur jusqu'à la limite de la zone de couverture prévue (qualité B ou couverture limitée par le bruit). On procédera sur un minimum de huit rayons à peu près équidistants les uns par rapport aux autres. Ces rayons devront être orientés de manière à traverser des terrains et des centres de population représentatifs. Ils devront aussi passer par des zones de réception choisies pour les essais en service (voir le § 3.3), lorsque cela est pratiquement possible.

3.2.1.5 Choix des périodes des essais sur le terrain

Si cela est pratiquement possible, les mesures de couverture seront effectuées à des périodes où il est possible d'établir une corrélation entre les variations saisonnières de la propagation et les mesures des caractéristiques du service et des canaux dans une zone de réception donnée.

3.2.2 Equipement des installations servant aux essais sur le terrain

Il existe deux types d'installations pour les essais sur le terrain:

- 0 Type obligatoire, pour lequel certains équipements sont nécessaires à l'exécution des mesures.
- 1 Type optionnel, dans lequel d'autres équipements de mesure sont utilisés à l'initiative du responsable des essais.

3.2.2.1 Equipement obligatoire

Il est souhaitable de disposer d'un véhicule porteur d'instruments, équipé d'un mât télescopique capable d'élever une antenne de référence standard déplaçable à une hauteur de 9,1 m et de la transporter sur une distance de 30,5 m si l'on décide d'opter pour le parcours de 30 M. L'équipement se compose des éléments suivants:

- 0 Une ou plusieurs antennes de référence étalonnées, pour ondes décimétriques et/ou métriques.
- 1 Un symétriseur d'antenne étalonné (facultatif, selon le type d'antenne de référence utilisée) et un réseau d'adaptation d'impédance antenne/ligne coaxiale.
- 2 Un système de distribution RF coaxial étalonné, pouvant inclure un filtre passe-bande, un amplificateur à faible bruit, un répartiteur RF (si plusieurs prises sont utilisées pour des mesures simultanées du champ sur des fréquences différentes) et/ou des instruments facultatifs.
- 3 Un ou plusieurs voltmètres RF étalonnés à lecture de valeurs moyennes, et des composants système ayant des caractéristiques suffisantes (dynamique, bande passante, sélectivité et sensibilité) pour mesurer le champ des signaux DTTB jusqu'aux valeurs seuils prévues limitées par le bruit, sans perturber la mesure par une erreur systématique imputable à l'instrumentation.
- 4 Un récepteur GPS à correction différentielle.
- 5 Un analyseur de spectre destiné à un indicateur d'orientation de l'antenne dans l'«azimut de réception optimale» et pour la saisie ou enregistrement de l'image spectrale. Certaines options peuvent être intéressantes, par exemple la détermination de la puissance dans le canal, la détection de la puissance efficace vraie ou la mesure du profil des retards. Parmi les autres options intéressantes, que l'on rencontre souvent dans l'instrumentation moderne, citons la programmation de l'état des appareils, le stockage des résultats de mesure, etc. On peut recourir au stockage du spectre des signaux DTTB reçus pour vérifier le degré du phénomène de propagation par trajets multiples dans chaque site de mesure.
- 6 Des récepteurs de télévision numérique.
- 7 Un générateur de bruit aléatoire.

3.2.2.2 Equipement optionnel

Cet équipement comprend les appareils suivants:

- 0 Un appareil de mesure du taux d'erreur sur les bits ou sur les segments.
- 1 D'autres analyseurs, ordinateurs, imprimantes, selon les besoins.
- 2 Un système intégré d'acquisition des données ayant pour fonction de recueillir et de stocker, sur support magnétique, des données concernant l'état de fonctionnement des appareils, les résultats de mesure et les commentaires du responsable des essais.
- 3 Un système de mesure de la marge des signaux: affaiblisseur RF étalonné associé à un dispositif détecteur de seuil (analyseur vectoriel).
- 4 Une ou plusieurs antennes de réception, optionnelles, avec modes de polarisation.
- 5 Une caméra pour photographier le site d'essai et les alentours.
- 6 Un appareil pour régler l'alignement vertical.
- 7 Un enregistreur angulaire pour mesurer l'angle d'orientation de l'antenne.
- 8 Un altimètre.

3.2.3 Ensemble des données de mesure

Les données de mesure fourniront les informations suivantes, cette liste n'étant pas limitative.

3.2.3.1 Informations obligatoires

- 0 Champ (minimum, maximum et médiane) (dB μ V/m).
- 1 Marge du système. Le signal RF d'entrée sera affaibli de façon contrôlée jusqu'à atteindre le seuil TOV.
- 2 Distance et orientation de l'antenne d'émission.
- 3 Elévation du terrain au site de mesure (mesurée ou calculée).
- 4 Date, heure du jour, topographie, trafic et météorologie.
- 5 Orientation en azimut de l'antenne de réception pour la réception optimale et pour le champ maximal (si ces deux orientations sont différentes), avec indication de l'angle vertical du mât et de la structure support d'antenne.
- 6 Une liste détaillée du matériel spécifiant chacun des éléments suivants: antenne, appareil de mesure et composants du système, avec indication du fabricant, type, numéro de série, précision nominale et date de l'étalonnage le plus récent effectué par le fabricant ou par un laboratoire d'étalonnage qualifié.
- 7 Un schéma fonctionnel détaillé du système de mesure de couverture.
- 8 Une spécification détaillée de la procédure, de la date, de l'heure et des données tabulées pour le contrôle de l'étalonnage préalable à l'essai sur le terrain, effectué sur chacun des éléments du système de mesure de couverture au début de chaque cycle de mesure.

3.2.3.2 Informations optionnelles

- 0 Rapport C/N au seuil TOV, correspondant à la réception optimale et au champ maximum. On ajoute le bruit aléatoire de façon contrôlée. Dans le cadre des essais sur le terrain, on considère que le seuil de visibilité est atteint lorsqu'un observateur entraîné est capable de déceler un défaut sur l'image après DEUX minutes d'observation.
- 1 Données enregistrées, fournies par un analyseur de spectre, concernant le spectre des signaux DTTB reçus, pour chaque orientation azimutale de l'antenne. Si cela est possible pratiquement, on réalisera pour chaque ensemble important de mesures un enregistrement du spectre du signal mesuré, comprenant une image à bande étroite (7 à 9 MHz) et une image à large bande (par exemple, 20 MHz) du spectre contenant le signal utile, avec une image de la pente de ce signal.

3.2.4 Sélection statistique des sites

Si l'on veut obtenir des résultats statistiquement significatifs, il faut choisir un nombre suffisant de points d'échantillon des données pour rendre compte de la qualité de fonctionnement du système soumis aux mesures. Des considérations d'ordre pratique conduisent à choisir entre 30 et 100 sites, mais on peut être amené à choisir un nombre nettement supérieur si l'on veut avoir des intervalles de confiance statistique raisonnables.

Le nombre des points de mesure dans une zone de couverture dépend des facteurs suivants:

- 0 «Communauté»: au minimum, huit rayons raisonnablement équidistants. Le premier point de mesure est choisi à une distance de 3 km de l'émetteur et les points suivants à des intervalles successifs de 3 km, jusqu'à la distance maximum sur laquelle les mesures sont à effectuer et qui a été déterminée d'après une prévision antérieure de la couverture. En général, 20% au moins de tous les points de mesure intéressent des mesures en grappes ou des parcours de 30 M.

- 1 Arcs: en règle générale, les mesures sur arcs se feront sur la totalité des 360° d'azimut, sauf si le terrain ne permet pas cette solution ou si l'antenne d'émission a un diagramme de rayonnement directif. L'espacement maximum entre les divers points choisis sera de 20°.
- 2 Mesures par grappes sur sites individuels: la couverture est déterminée par la distribution statistique des mesures sur points de données individuels. Il faut par conséquent choisir des sites de mesure individuels où plusieurs mesures peuvent être faites sur une zone spécifiée. Ces mesures sont appelées «mesures par grappes sur sites individuels». En général, les grappes individuelles sont choisies de telle sorte que l'antenne élevée puisse être positionnée avec précision à des intervalles «discrets» sur le périmètre d'une surface ayant une aire d'environ 9 m² (voir la Fig. 3). Il faut prévoir un minimum de cinq points de mesure équidistants.

3.2.5 Analyse des résultats

La base de données tabulaire est la forme préférée de présentation des données. Ce format doit être compatible avec le logiciel de base de données traditionnel. Sa description doit figurer dans le compte rendu du test.

Les remarques que l'expérimentateur formule à propos des mesures sont souvent extrêmement utiles pour décrire les anomalies qui entachent les résultats. On les consignera dans une colonne «observations» ou sous la forme de notes de bas de page dans le compte rendu.

Des images photographiques (film ou images numériques) sont un moyen important pour décrire l'état d'un site dans le détail. Outre les images de la zone environnante, on fournira des photographies du système de mesure en relation avec cette zone.

Des données spectrales stockées donnent une idée de l'état du signal mesuré et précisent le spectre qui contient le signal.

On utilisera les données de couverture pour faire des comparaisons biunivoques entre le champ réel et le champ calculé.

3.3 Procédures pour les mesures de service

Sauf indication contraire, les considérations qui suivent s'appliquent à tous les modes de réception (voir le § 3.1.3.4). Certaines procédures de mesure peuvent varier en fonction du mode de réception choisi, dans tous les points d'une grappe. Lorsqu'on opte pour le parcours de 30 M, le point de mesure choisi ne peut pas se trouver à l'emplacement «optimum». La mesure devra être faite en un emplacement moyen.

Si l'on est amené à effectuer des mesures de couverture sur des sites où se font également des mesures de service, il faudra procéder à un ensemble de mesures en grappes en appliquant les procédures décrites au § 3.2. Si des mesures de couverture et des mesures de service sont faites sur le même site, il est recommandé de les effectuer simultanément.

3.3.1 Méthodes de mesure

Les procédures générales exposées ci-après décrivent un processus type de mesures de service.

3.3.1.1 Durée des tests

La durée des observations et les intervalles entre les observations sont choisis de telle manière que l'on puisse faire commodément le nombre voulu de mesures. La période de test doit être représentative de conditions de réception typiques et toutes les données obtenues doivent être

enregistrées. On indiquera, dans le plan des essais, la durée de réception non dégradée qui servira de critère pour le test bon/mauvais. Une durée de réception non dégradée de cinq minutes représente la durée de test minimum normale pour une décision «mauvais».

Outre la période d'observation normale, le test peut comprendre des périodes d'observation variables et réglables, en fonction des conditions de l'expérimentation. Par exemple, on peut prévoir une minute pour observer l'effet de fluctuations dues à un aéronef; 20 min pour observer les effets produits par des arbres agités par le vent; ou 10 min pour les variations du trafic automobile. Si l'on constate que des conditions spéciales existent sur un site, on ajoutera à la période d'observation normale une période de surveillance du signal reçu qui soit représentative de ces conditions. Dans des cas de ce genre, on consignera le degré de «biais» de cette mesure spéciale ainsi que la périodicité des conditions spéciales.

3.3.1.2 Catégorie, hauteur, orientation et polarisation de l'antenne

Le choix et les conditions d'utilisation de l'antenne dépendent du mode de réception (fixe, portatif, piéton, mobile ou personnel). L'antenne choisie doit normalement être représentative des antennes de réception types des utilisateurs.

3.3.1.3 Contrôle de fonctionnalité

Il est fortement recommandé d'effectuer des essais sur le terrain avec les mêmes récepteurs que ceux utilisés dans les essais en laboratoire. On effectuera périodiquement et systématiquement une évaluation du rapport C/N au seuil TOV et une évaluation statique et dynamique des conditions de propagation par trajets multiples, afin d'assurer un fonctionnement correct.

3.3.1.4 Description

Normalement, les mesures de service sont effectuées de manière telle qu'elles simulent les situations de réception réelles. Il est important de noter, cependant, que chaque type de test possède ses particularités et ses procédures propres.

Mode de réception fixe: il existe deux catégories de mesures pour le mode fixe: à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments. A l'extérieur, les mesures suivent exactement la même procédure que les mesures de couverture, mais le système des grappes et le système du parcours de 30 m ne sont ni l'un ni l'autre obligatoires. Dans ce test, on consignera l'influence déterminante de l'orientation de l'antenne sur l'aptitude du récepteur à décoder les signaux DTTB reçus. Il convient de faire les mesures sur la totalité des orientations azimutales de l'antenne dans lesquelles le fonctionnement du récepteur DTTB est satisfaisant. Pour des raisons de confiance statistique, il est bon de prévoir un minimum de 100 sites.

La réception fixe à l'intérieur des bâtiments doit se faire sur un minimum de 20% des sites de réception caractérisés par un niveau de signal élevé et par de bonnes conditions de réception à l'extérieur. Les mesures seront faites à l'endroit exact où l'on procède actuellement à la réception analogique, avec l'antenne placée à 1,5 m de hauteur. Toutes les mesures seront enregistrées et on décrira clairement l'endroit où elles ont été effectuées.

Les tests devront comprendre la simulation de conditions de réception types et inclure le déplacement contrôlé de personnes circulant dans le voisinage ainsi que le fonctionnement d'appareils ménagers tels que des mixeurs. Il importe de documenter ces variables critiques pour pouvoir confronter des données provenant de plusieurs plans d'essais.

Mode de réception «portatif»: normalement, les sites utilisés pour la réception en mode fixe à l'intérieur des bâtiments seront utilisés également pour la réception en mode portatif. Les informations importantes à consigner pour les tests en mode portatif sont la description du site et l'influence déterminante du pointage de l'antenne. Les tests devront comprendre la simulation de conditions de réception types et inclure le déplacement contrôlé de personnes circulant dans le

voisinage ainsi que le fonctionnement d'appareils ménagers tels que des mixeurs. Il importe de documenter ces variables critiques pour pouvoir confronter des données provenant de plusieurs plans d'essais.

Mode de réception «piéton»: normalement, les zones environnantes des sites utilisés pour la réception à l'intérieur seront utilisées pour la réception en mode «piéton», avec un minimum de 20 sites. Il est important de placer le récepteur dans une position qui simule les conditions de réception réelles.

Mode de réception mobile: pour ce mode de réception, on choisira un parcours d'au moins 10 km. Chaque tronçon de ce parcours, d'une longueur type de 1 km, sera décrit en termes de trajets multiples, brouillage analogique, conditions de trafic et autres obstacles. Il est bon de caractériser le canal sur certains de ces tronçons. Il faut aussi prévoir dans ces tests la réacquisition du signal en certains points du parcours, à une vitesse supérieure à zéro.

Mode de réception personnel: normalement, on choisira pour les tests de réception en mode personnel le même parcours que pour le mode mobile. A noter qu'il faut, ici aussi, prendre une longueur de parcours minimum de 10 km. On utilisera la même antenne que dans la réception en mode «piéton».

3.3.2 Installations servant aux essais sur le terrain

La liste des appareils est semblable à celle donnée pour les mesures de couverture (§ 3.2.2). Toutefois, pour les mesures à l'intérieur des bâtiments et en mode «portatif», les appareils doivent être placés dans les locaux de l'utilisateur, en conformité avec la procédure de test.

3.3.3 Ensemble des données de mesure

Il est possible d'obtenir plusieurs ensembles de données au cours d'une mesure de service. Un de ces ensembles est un ensemble obligatoire, ou minimum. On peut aussi effectuer, selon les besoins, d'autres mesures pour mettre en valeur ou décrire, plus en détail, une condition de réception particulière.

3.3.3.1 Informations obligatoires

L'ensemble obligatoire comprend les éléments suivants:

- 0 Champ
- 1 Bruit de fond
- 2 Bruit ajouté jusqu'à atteindre le seuil TOV
- 3 Rapport C/N (mesure de l'augmentation de C/N sous l'effet des dégradations locales, par comparaison avec le résultat obtenu en laboratoire)
- 4 Marge (calculée) jusqu'au seuil
- 5 TEB ou taux d'erreur sur les segments
- 6 Profil des retards
- 7 Valeurs et énergie au niveau des prises de l'égaliseur
- 8 Emplacement exact de l'antenne
- 9 Description de l'antenne, y compris polarisation
- 10 Orientation de l'antenne
- 11 Etalonnage du système de mesure
- 12 Emplacement exact du site (coordonnées géographiques)
- 13 Heure du jour
- 14 Description du bâtiment dans lequel ou autour duquel les mesures sont faites
- 15 Nature de la zone se trouvant au voisinage immédiat de l'antenne

3.3.3.2 Informations optionnelles

- 0 Adresse du site
- 1 Dégradations audio et/ou vidéo subjectives (observées directement ou révélées par algorithme)
- 2 Journal chronologique d'activité

Données enregistrées, fournies par un analyseur de spectre, concernant le spectre des signaux DTTB reçus, pour chaque orientation azimutale de l'antenne, le cas échéant. Si cela est possible pratiquement, on réalisera pour chaque ensemble important de mesures un enregistrement du spectre du signal mesuré, comprenant une image à bande étroite (7 à 9 MHz) et une image à large bande (par exemple 20 MHz) du spectre contenant le signal utile, avec une image de la pente de ce signal.

On donnera une description détaillée et un enregistrement de toutes autres mesures effectuées pendant les mesures de service.

3.3.4 Sélection statistique des sites

Si l'on veut obtenir des résultats statistiquement significatifs, il faut choisir un nombre suffisant de points d'échantillons de données pour rendre compte de la qualité de fonctionnement du système soumis aux mesures. Des considérations d'ordre pratique conduisent à choisir entre 20 et 100 sites, mais on peut être amené à utiliser un nombre nettement supérieur si l'on veut avoir des intervalles de confiance statistique raisonnables. En général, les mesures en mode fixe à l'extérieur des bâtiments doivent se faire avec 100 sites et les autres tests de réception en service requièrent un minimum de 20 sites.

Les mesures de service peuvent contenir un biais qui favorise un ou plusieurs facteurs de réception particuliers, par exemple les trajets multiples, les fluctuations dues aux effets produits par les murs des bâtiments ou par les arbres. Dans les cas où la sélection des sites est ainsi biaisée au lieu d'être aléatoire, ce fait doit être signalé dans les résultats des essais et dans la base de données.

Il est recommandé de signaler les cas où les mesures n'ont pas pu être effectuées sur un site donné, ainsi que la raison de ce fait. Il est souhaitable de faire des mesures fournissant des données qui révèlent le manque d'uniformité (caractère sporadique) ou l'uniformité des erreurs dans le temps.

3.3.5 Analyse des résultats

L'état et l'environnement du site seront consignés en tant que documentation de l'environnement des mesures. L'état du site ne fait pas l'objet d'une mesure en tant que tel mais il renferme des informations utiles pour l'analyse. On consignera également des détails de la construction des bâtiments, tels qu'ils peuvent être observés ou tels qu'ils sont connus. Chaque fois que possible, une mesure pourra être répétée si l'état du site indique que le résultat est sujet à caution, et les deux résultats devront être archivés.

La précision et la vraisemblance des données seront révisées sur le site de mesure, mais pas au point de rejeter des données qui peuvent sembler contraires à l'intuition. On pourra confirmer la vraisemblance des données par divers moyens: notes, observations, comparaison avec des valeurs attendues et mesures supplémentaires non obligatoires.

Dans les mesures de service, en particulier, des images photographiques (film ou images numériques) sont un moyen important pour décrire l'état d'un site dans le détail. Outre les images de la zone environnante, on fournira des photographies du système de mesure en relation avec cette zone.

Des images spectrales donnent une idée de l'état du signal mesuré et précisent le spectre qui contient le signal.

3.4 Détermination des caractéristiques des canaux

Sur un site donné, les caractéristiques des canaux décrivent l'état du signal reçu. Outre des paramètres tels que le niveau du signal reçu, ces caractéristiques spécifient d'autres aspects de ce signal, par exemple la réponse impulsionnelle et, en particulier, les conditions de propagation par trajets multiples telles qu'elles évoluent dans le temps. En un point donné, un signal reçu est influencé par les caractéristiques de l'emplacement, son environnement, les objets (artificiels et naturels) présents sur le trajet de transmission, le brouillage, le bruit et l'antenne de réception (type, hauteur, orientation).

En général, le signal reçu est la résultante de composantes qui ont suivi des trajets différents entre l'émetteur et le récepteur. C'est ce qu'on appelle la «propagation par trajets multiples». La composante principale, généralement définie comme la plus forte dans cette propagation, peut être constituée par le signal transmis sur le trajet direct de l'émetteur jusqu'au récepteur si ce trajet ne comporte pas d'obstacles. Toutefois, selon l'emplacement considéré, le signal le plus fort pourrait être un des signaux réfléchis.

La position des autres signaux est spécifiée par référence au signal principal (signal le plus fort). On aura donc des signaux qui arriveront avant, et d'autres qui arriveront après le signal principal. On les appelle signaux en avance (prééchos) et signaux en retard (postéchos), ce qui explicite leurs positions respectives par rapport au signal principal. Il est très rare que ces échos soient des échos statiques. Le plus souvent, leur amplitude et/ou leur phase varient continûment dans le temps, d'où la désignation de propagation par trajets multiples dynamique. Si l'amplitude du signal le plus fort varie de telle façon qu'un autre signal devienne le signal le plus fort, il y a modification de la référence pour le décalage temporel des autres réflexions. Cela semblerait indiquer qu'il y a eu variation de la répartition temporelle des trajets multiples, alors qu'en fait seules les amplitudes relatives des composantes ont varié.

Dans les conditions normales, les caractéristiques et l'orientation de l'antenne de réception influent sur l'intensité du phénomène de trajets multiples à la réception. De ce fait, il faut bien connaître l'influence exercée par le choix et l'orientation de l'antenne lorsqu'on enregistre un signal pour analyse ultérieure. La détermination des caractéristiques des canaux sur les sites de mesure vise plusieurs objectifs:

- créer un ensemble de statistiques relatives à l'occurrence de divers niveaux et formes de dégradation. Pour recueillir les données correspondantes, il faut établir une corrélation avec les essais sur le terrain portant sur la qualité de fonctionnement du système, afin de pouvoir évaluer son importance au point de vue de la qualité de fonctionnement des récepteurs. Par ailleurs, les données enregistrées devront permettre de cataloguer les caractéristiques (par exemple, longueur ou amplitude des signaux d'images fantômes), en vue d'une étude de corrélation entre les divers paramètres du signal.
- répertorier des sites difficiles pour des tests sur des variantes nouvelles et améliorées du système DTTB. Dans ce cas, comme ci-dessus, les données enregistrées devront permettre de cataloguer les caractéristiques (par exemple, longueur ou amplitude des signaux d'images fantômes), en vue d'extraire les caractéristiques des sites présentant un intérêt particulier. Si on recueille des données spécialement en vue du développement de récepteurs, on devra caractériser des sites «normaux standard», certains présentant un phénomène moyen de trajets multiples, d'autres avec de longs prééchos et/ou postéchos,

certaines dynamiques et d'autres statiques. Il est logique de tester les récepteur DTTB dans le contexte de sites «faciles», modérément difficiles ou difficiles; on aura par conséquent besoin de critères pour classer les sites en vue de leur sélection ultérieure aux fins des tests. Ces critères pourraient être spécifiés sur la base des paramètres suivants:

- nature statique ou dynamique du phénomène des trajets multiples,
- trajets multiples de proximité immédiate ($<1 \mu\text{s}$), proches ($<5 \mu\text{s}$), moyens ($<20 \mu\text{s}$) ou éloignés ($>20 \mu\text{s}$) pour les prééchos et les postéchos,
- phénomène de trajets multiples fort (niveau de l'écho compris entre 0 et -3 dB) et faible (niveau de l'écho $< -3 \text{ dB}$),
- trajets multiples localisés ou étalés.

En cataloguant selon ces critères, le concepteur pourra choisir des signaux pertinents, et toute une gamme de signaux pour des tests comparatifs des récepteurs;

- l'enregistrement des caractéristiques peut être fait sur la base de la spécification de certains paramètres (qui ont été énumérés précédemment), ou par l'enregistrement des caractéristiques de l'environnement radioélectrique, ce qui permet d'analyser et de reproduire le signal qui sera appliqué à l'entrée des récepteurs. Toutefois, la reproduction d'un signal pour injection à un récepteur n'est utile que pour le système de transmission qui fait l'objet de l'enregistrement. Il n'est pas certain qu'il soit possible, sur cette base, de réaliser une analyse et une reproduction générales de l'état du signal pour un système arbitraire. L'enregistrement de signaux génériques, par exemple des séquences PN, peut être souhaitable pour la caractérisation générale du canal;
- les signaux peuvent être enregistrés ou saisis sur le terrain:
 - 0 Le signal RF d'un système DTTB peut être enregistré en direct pendant une durée minimum de 20 s, puis reproduit par la suite au laboratoire pour tester les récepteurs qui fonctionnent sur la base de la norme d'émission considérée.
 - 1 Un signal de test ou de référence spécial, par exemple une séquence pseudo-aléatoire, est échantillonné (enregistré) à des intervalles de temps déterminés (20 s au minimum), et analysé en différé pour déterminer les caractéristiques (réponse impulsionnelle) d'un canal (amplitude du phénomène trajets multiples, variation du retard et de la phase dans le temps) pour un site donné. Cette information pourra être utilisée par la suite pour programmer un simulateur de canal qui reproduira l'état du canal. On pourra appliquer à ce simulateur un signal DTTB spécifique qui permettra d'évaluer la réaction du système de transmission à l'état de fonctionnement du canal tel que défini précédemment.
 - 2 Il peut être intéressant aussi d'effectuer des essais de longue durée.

3.4.1 Méthodologie

La procédure générale pour ce type de test consiste à enregistrer le signal RF DTTB pendant un minimum de 20 s.

3.4.1.1 Détermination des caractéristiques du canal: méthode directe

Un signal donné est envoyé par l'installation d'émission et enregistré sur le site de réception pour analyse. Il peut s'agir du signal d'émission normal ou d'une séquence spéciale émise hors service. On compare la séquence RF reçue avec les caractéristiques de réception pour vérifier leur cohérence.

3.4.1.2 Détermination des caractéristiques du canal: méthode du signal radiofréquence DTTB

- 0 Bande latérale résiduelle (BLR): on peut avoir recours à la méthode par déduction appliquée aux prises de l'égaliseur si la méthode directe ne peut pas être appliquée. On enregistre les valeurs obtenues sur les prises d'un égaliseur, pour effectuer la caractérisation en calculant l'intensité du phénomène trajets multiples.
- 1 Systèmes multiplexage fréquentiel orthogonal codé (MFOC): si la méthode directe ne peut pas être appliquée, on pourra enregistrer le profil des retards.

3.4.2 Installations servant aux essais sur le terrain

Dans la réalisation du système de saisie du signal RF, il faut veiller à ce que le signal puisse être reproduit avec précision à un stade ultérieur. Voir les § 3.1.10 et 3.2.2 pour ce qui concerne les principes qui guident le choix des équipements.

Ensemble des données de mesure

Cet ensemble de données est constitué par l'ensemble des signaux RF recueillis. On enregistre également d'autres données, par exemple celles énumérées aux § 3.2.3 et 3.3.3.

3.4.3 Sélection des sites

Les sites peuvent être choisis sur la base des mêmes critères que pour les mesures de service, ou le choix peut être biaisé et s'appuyer sur des dégradations particulières. Dans ce dernier cas, les sites peuvent être choisis en fonction des conditions de réception attendues: réception «facile», «moyenne» et/ou «difficile».

Dans le cas d'un biais, celui-ci doit être indiqué explicitement dans la base de données. Certains sites pourront être choisis uniquement parce qu'ils semblent présenter des avantages pour des tests futurs portant sur des récepteurs ou des systèmes améliorés.

L'enregistrement des signaux est particulièrement indiqué si le récepteur à l'essai ne satisfait pas aux critères d'une qualité de fonctionnement acceptable. On pourra ainsi faire une analyse du canal et savoir pourquoi le récepteur est incapable de se caler. Par ailleurs, des enregistrements effectués dans un échantillon statistiquement significatif de sites permettent de savoir si les dégradations présentes surviennent avec une grande ou une faible probabilité. Avec cette information, le constructeur peut prendre des dispositions pour remédier aux dégradations en améliorant le matériel.

3.4.4 Analyse des résultats

3.4.4.1 Caractéristiques des canaux

L'enregistrement du signal fournit des données qui permettent d'analyser au moins la durée, la phase et l'amplitude de l'écho (réponse impulsionnelle du canal). On peut analyser les résultats pour déterminer quelle est la complexité des dégradations et quelles améliorations sont nécessaires pour l'acquisition du canal considéré. Le dispositif de saisie du signal RF devra sortir un fichier de données pouvant être mis dans un format utilisé dans les logiciels classiques de simulation et d'analyse.

3.4.4.2 Enregistrements des RF DTTB

Ces signaux enregistrés peuvent être injectés directement dans les récepteurs pour évaluer les effets produits par les améliorations de la conception, ou par les ajustements, sur la qualité de fonctionnement des récepteurs – les signaux ayant été enregistrés sur la base de tous les critères de sélection indiqués précédemment. Le signal peut aussi être appliqué simultanément à l'entrée de plusieurs récepteurs, ce qui permet de comparer leurs qualités de fonctionnement respectives pour des canaux qui se trouvent exactement dans le même état.

3.5 Mesures en télévision analogique

Dans certains cas, on peut inclure, dans les essais sur le terrain de la télévision DTTB, des tests de signaux de télévision analogique aux fins de comparaison avec la réception des signaux DTTB. Ces tests peuvent présenter de l'importance pour des stations où l'on souhaite comparer les conditions de couverture et de réception de l'installation analogique et de l'installation DTTB. Ces comparaisons sont souhaitables à première vue mais il faut les faire avec les plus grandes précautions; en effet, des différences de fréquence, de puissance et d'implantation des diverses installations d'émission peuvent influencer profondément sur la réception en un site donné et avec une orientation donnée de l'antenne de réception.

Il existe un certain nombre de raisons pour lesquelles on est amené à faire des tests comparatifs du service analogique et du service numérique. Les spécifications des plans d'essais et des installations d'essais seront déterminées en fonction des différents objectifs. Plus précisément:

- le procédé optimum est de faire les mesures analogiques dans le même canal que les mesures numériques. Pour ce faire, la station doit se commuter entre la DTTB et l'analogique. Cela n'est pas toujours possible, les facteurs de planification du canal DTTB en matière de brouilleurs n'étant pas les mêmes que ceux applicables à l'analogique. Par ailleurs, il existe une différence entre la puissance de l'analogique et celle de la DTTB lorsque l'analogique a la même zone de service que la DTTB. Si le canal fonctionne déjà en analogique, la commutation sur DTTB est une opération plus simple. Il serait possible de comparer deux systèmes DTTB fonctionnant l'un et l'autre avec une puissance d'émission qui donnera le même niveau de brouillage dans le même canal ou dans le canal adjacent;
- on effectuera les mesures analogiques sur le canal utilisé par le même titulaire de licence pour le système DTTB. Par exemple, au canal analogique 4 a été associé le canal 48 pour la DTTB. Cette mesure est facile à exécuter parce que les deux stations émettent sans interruption et il est inutile de prévoir une commutation;
- on effectuera les mesures analogiques dans la même bande que pour la DTTB et aussi près que possible du canal DTTB. Par exemple, à une station analogique à ondes décimétriques fonctionnant dans le canal 20 est associé le canal 35 pour la DTTB, mais le canal 32 est plus proche en fréquence et fonctionne à partir de la même tour.

Dans le cas d'un système DTTB, les dégradations de la transmission ou de la propagation ne sont pas visibles sur l'écran, ni entendues dans le son, jusqu'à ce que ces dégradations provoquent des interruptions ou rendent impossible le décodage ou la démodulation. Grâce aux puissantes techniques mises en oeuvre pour la correction des erreurs, la différence entre une réception sans erreurs et l'état «un peu gênant» (Note 3 sur l'échelle de l'UIT-R) est seulement d'environ 1 dB. Il est donc extrêmement difficile de faire une estimation du système DTTB avec une échelle de dégradation. Il vaut mieux faire l'estimation de la réception en DTTB d'après la valeur mesurée du TEB ou du taux d'erreur sur les segments, ou encore d'après le nombre de perturbations brusques dues aux dégradations et observées sur l'écran ou dans le son ou cours d'un intervalle de temps donné.

3.5.1 Méthodologie

Pour la mesure subjective d'un signal analogique, on utilisera l'échelle de dégradation subjective donnée dans la Recommandation UIT-R BT.500, complétée par des mesures objectives standard. Il s'agit d'une échelle à cinq notes:

- dégradations imperceptibles,
- perceptibles mais non gênantes,
- légèrement gênantes,
- gênantes.
- très gênantes.

La qualité du programme n'est pas prise en compte dans la mesure subjective, ni les dégradations de la transmission telles que la phase et le gain différentiels, le bruit vidéo, le bruit audio, etc. Seules sont prises en considération les dégradations qui surviennent entre l'antenne d'émission et l'antenne du récepteur.

Chaque individu a son opinion personnelle sur les niveaux des dégradations. Il est donc recommandé de demander à un minimum de trois observateurs expérimentés d'établir la moyenne de leurs appréciations subjectives, pour fixer une valeur qui sera consignée dans les résultats du test.

Il est recommandé que le visionnage subjectif soit effectué à une distance de l'écran égale à cinq fois la hauteur de l'image, avec un éclairage modéré. La taille du moniteur sera choisie en fonction des contraintes imposées par l'environnement.

3.5.2 Installation servant aux essais sur le terrain

D'une manière générale, les mesures analogiques peuvent être faites avec le même dispositif que pour le système DTTB, exception faite du récepteur et de certains appareils de mesure. Les caractéristiques de l'installation seront déterminées en fonction de l'objectif de l'essai (mesure de couverture ou de service). Les signaux analogiques et les signaux numériques reçus doivent emprunter le même trajet, ou un trajet équivalent, dans l'installation.

3.5.3 Ensemble des données de mesure

Les mesures obligatoires à effectuer dans le cadre des essais analogiques sur terrain portent sur les caractéristiques suivantes: champ (niveau de crête de la porteuse image), rapport image/son, rapport signal vidéo/bruit (pondéré), évaluation subjective, observations concernant la nature des dégradations (bruit, brouillage, trajets multiples, fluctuations dues aux aéronefs, etc.). Il y a intérêt à faire un enregistrement vidéo/audio de haute qualité du signal reçu, parallèlement à l'évaluation subjective.

On peut aussi envisager d'effectuer l'évaluation subjective à un stade ultérieur, en utilisant l'information enregistrée. A signaler cependant que, pour procéder ainsi, il faut contrôler de la façon la plus rigoureuse si cette information était adéquate au moment de son enregistrement.

3.5.4 Sélection des sites

Les sites choisis doivent être compatibles avec les sites choisis pour les mesures de couverture (§ 3.2) ou pour les mesures de service (§ 3.3), compte tenu des objectifs des essais.

3.5.5 Analyse des résultats

Une partie de la méthodologie des mesures et des procédures d'essai spécifiques porte sur la collecte et l'enregistrement des données sur les modalités d'utilisation de ces données. Les résultats de mesure seront entrés (enregistrés) dans une base de données spécialement conçue pour permettre des échanges et des analyses efficaces. Dans la conception de cette base de données et l'élaboration des procédures de mesure, il faut prendre en compte, d'une part, les types de traitement et d'analyse auxquels il sera procédé et, d'autre part, les modalités d'utilisation des données par comparaison avec les comptes rendus d'autres tests effectués ultérieurement et en d'autres lieux.

Si l'on effectue des mesures analogiques à des fins de comparaison, le compte rendu de ces mesures doit faire état d'une concertation ou d'explications suffisantes pour permettre d'établir la relation existant entre les signaux analogiques et les signaux DTTB.

3.6 Lignes directrices pour les essais DTTB comparatifs sur le terrain

Outre les dispositions à prendre pour l'essai sur le terrain d'un système individuel, il faut organiser des essais comparatifs. Les enseignements tirés de l'analyse des résultats de plusieurs essais sur le terrain conduisent à formuler un certain nombre de recommandations pratiques («A faire» et «A ne pas faire»). On a ainsi la garantie que les essais comparatifs des systèmes seront fiables et justes, et que les résultats fournis par différents essais sur le terrain pourront être comparés sur la base de critères communs.

A faire:

- Décrire la méthode utilisée de façon suffisamment détaillée, avec indication des résultats.
- Décrire en détail l'environnement des essais sur le terrain.
- Décrire le service souhaité (réception à l'intérieur des bâtiments, à l'extérieur, fixe, type portable, mobile, etc.).
- Reproduire dans toute la mesure du possible les conditions de fonctionnement du service souhaité.
- Décrire les compromis nécessaires qui ont été faits.
- Limiter le plus possible le nombre des variables (hauteur d'antenne, orientation des antennes, saison, modes d'exploitation, ...).
- Décrire le type de récepteur utilisé (au minimum, indiquer sa génération) et présenter des données pertinentes de qualité de fonctionnement, par exemple des résultats d'essais de laboratoire portant sur le bruit aléatoire et le phénomène de trajets multiples.
- Indiquer si la bande passante du récepteur a été adaptée et quelle est la FI interne utilisée. Cette caractéristique peut expliquer l'obtention de résultats inattendus dus à des canaux adjacents ou tabous présents sur le site des essais.
- Utiliser les modems DTTB de la génération la plus récente disponible.
- Effectuer les essais sur un nombre suffisant de sites, pour faire en sorte qu'ils soient statistiquement représentatifs.
- Définir clairement la zone de couverture visée.
- Contrôler en permanence les données recueillies afin d'assurer leur cohérence.
- Se méfier des résultats étranges ou inattendus. Rechercher leurs causes possibles, notamment mais pas exclusivement pour les sites à l'intérieur des bâtiments, où le bruit impulsif provoqué par les appareils ménagers et autres, les perturbations audibles, les phénomènes dynamiques de trajets multiples dus à la circulation automobile ou aux aéronefs peuvent apparaître et disparaître sans prévenir.
- Trouver un site d'étalonnage approprié et y passer chaque jour pour vérifier le bon fonctionnement de l'émetteur, des appareils de mesure à la réception et des récepteurs DTTB.
- Choisir des sites représentatifs, dans toute la mesure du possible, des conditions de réception des utilisateurs typiques.
- S'efforcer de choisir des sites caractérisés par une diversité de types de construction et des emplacements représentatifs des utilisateurs typiques que l'on souhaite desservir dans les divers marchés.
- Lorsque l'on compare les conditions de réception en DTTB pour différents systèmes:
 - Effectuer les essais simultanément, afin de réduire les variations dans les canaux à un minimum.
 - Utiliser exactement le même site et les mêmes conditions de réception (position de l'antenne, emplacement, type d'antenne, hauteur de l'antenne, ...). Par exemple, pendant des essais à l'intérieur d'un bâtiment, prendre des photographies montrant la position exacte de l'antenne dans le local.

- Dresser la liste des limites auxquelles on s'est heurté s'agissant des résultats des essais et des méthodes d'essai (ce qu'on avait l'intention de tester et de ne pas tester, ou ce qu'on n'a pas pu tester, et pourquoi).
- Chaque fois que possible, identifier la ou les causes éventuelles des échecs de la réception. De nombreux enseignements peuvent être tirés d'une analyse approfondie des sites sensibles et/ou des sites où ces échecs ont eu lieu.

A ne pas faire:

- Supprimer des sites sans explication.
- Modifier la méthode d'essai quand cela n'est pas impératif.
- Utiliser le meilleur site des parcours (réception mobile) ou des essais en grappes pour effectuer le test de réception en service. Il est raisonnable d'utiliser un emplacement moyen ou d'effectuer le test dans le meilleur emplacement, le plus mauvais emplacement et un emplacement moyen pour représenter le site.
- Choisir par inadvertance des sites qui favorisent un système par rapport à un autre.
- Chercher à tester un trop grand nombre de variables à la fois.

4 Equipements types et coûts correspondants

On trouvera ci-après, dans les § 4.1.1 à 4.1.4, la liste des appareils à mettre en oeuvre dans les essais de laboratoire et les essais sur le terrain des systèmes DTTB, types A, B et C, de l'UIT-R, avec indication des coûts types établis sur la base de tests antérieurs. Tous les coûts sont indiqués en dollars canadiens.

4.1 Coûts des appareils et installations

4.1.1 Installations d'essai en laboratoire

Rubrique	Coût (1000 \$ canadiens)⁽¹⁾
Modulateur numérique (Systèmes A, B et C)	60 chacun
Simulateur de canaux	85
Analyseur de spectre	35
Générateur de bruit aléatoire	10
Filtres	5
Modulateur analogique (PAL, SECAM ou NTSC)	10
Appareils d'essai divers	30
TOTAL	355

⁽¹⁾ Ces estimations supposent l'utilisation de matériels professionnels qui étaient disponibles durant la période 2001/2002; à la mi-septembre 2002, les taux de change étaient les suivants: 1\$ canadien = ~ 0,7 \$EU = ~ 0,7 euro.

4.1.2 Installations d'émission

Cette estimation de coûts est établie dans l'hypothèse où un bâtiment d'émission existant, une tour d'antenne existante et une antenne existante peuvent être utilisés en partage.

Rubrique	Coût (1000 \$ canadiens)
Combineur	60
Lignes de transmission	10
Équipement RF (excitateur DTTB, émetteur 2 500 W, charge fictive, etc.)	325
Unité de traitement du flux de transport	40
Matériel d'installation	2
Bâtis, appareils de surveillance, etc.	12
Installation (émetteur, combineur, bâtis, etc.)	15
Intégration des bâtiments	100
Ingénierie (planification, mise en service, maintenance)	15
Divers (déplacements, expéditions)	10
Codeur DTTB (pour haute définition et définition normalisée) – Compression vidéo en temps réel	100
Filtre supplémentaire pour utilisation de canaux adjacents	20
1 an de coûts d'exploitation (maintenance, énergie, formation, etc.)	70
TOTAL	779

4.1.3 Installations d'essai sur le terrain

Rubrique	Coût (1000 \$ canadiens)
Fourgon d'essai (avec générateur alternatif et mât d'antenne de 10 m)	100
Récepteurs DTTB professionnels (systèmes A, B et C) ⁽¹⁾	5
Antennes	5
Logiciel pour prévision de couverture (CRC-COV)	55
Analyseur vectoriel	60
TOTAL	235

⁽¹⁾ Ces estimations sont valables pour le type de récepteur professionnel utilisé dans les essais sur le terrain. Elles ne concernent pas les récepteurs ni les boîtiers décodeurs fabriqués en grande série pour le marché grand public.

4.1.4 Récapitulation coûts des équipements et installations

Rubrique	Coût (1000 \$ canadiens)
Installations d'essai en laboratoire	355
Installations d'émission	779
Installations d'essai sur le terrain	235
TOTAL	1 369

5 Description des systèmes

5.1 DTTB, système A, de l'UIT-R – Le système ATSC 8-VSB

La norme de télévision numérique ATSC a été élaborée aux Etats-Unis d'Amérique par l'Advanced Television Systems Committee.

Le système ATSC a été conçu pour transmettre des images et un son de haute qualité (TVHD), ainsi que des données auxiliaires, dans un canal unique de 6 MHz. Ce système a été développé pour les besoins de la radiodiffusion de Terre. Il est capable de transmettre de façon fiable, 19,4 Mbit/s de données dans un canal de Terre de 6 MHz.

Pour la radiodiffusion de Terre, le système permet d'adjoindre un émetteur numérique supplémentaire à chaque émetteur analogique existant ayant une couverture comparable avec un minimum de perturbation du service analogique existant, s'agissant de la couverture en superficie et en population. Cette possibilité est réalisée, et même dépassée, car les caractéristiques de transmission RF du système sont choisies avec soin pour le contexte de l'environnement analogique.

Il est possible d'obtenir plusieurs qualités d'image avec 18 formats vidéo (haute définition ou définition normalisée, progressive ou entrelacée et plusieurs fréquences d'image). Grandes possibilités de mettre en oeuvre des services à base de données, en exploitant la capacité résiduelle instantanée de transmission de données du système. Celui-ci peut fonctionner en réception fixe (et éventuellement de type «portatif»).

Le système est des plus efficaces. Il est capable de fonctionner dans des conditions variées, par exemple avec canaux dégagés ou dans la forme de mise en oeuvre adoptée aux Etats-Unis d'Amérique, avec une contrainte d'insertion de 1 600 canaux supplémentaires dans un spectre déjà surchargé et avec réception par antennes montées sur toit ou portatives.

Le système est conçu pour résister à de nombreuses formes de brouillage: brouillage causé par les services existants de télévision analogique, bruit blanc, bruit impulsif, bruit de phase, ondes entretenues et réflexions passives (trajets multiples). Il se distingue aussi par une bonne efficacité spectrale et par une grande facilité de planification des fréquences.

La modulation utilisée est la modulation à bande latérale résiduelle à huit niveaux (BLR-8) appliquée à une porteuse unique. La mise en oeuvre est faite dans la version à un seul émetteur (réseau multifréquence), mais le fonctionnement est fiable également avec répéteur dans le canal et réémetteur de remplissage.

Bien que développé et testé avec des canaux de 6 MHz, le système peut être adapté à d'autres largeurs de canal (6, 7 ou 8 MHz), avec une adaptation correspondante de la capacité en données.

5.2 DTTB, système B, de l'UIT-R – Le système DVB-T COFDM

Le système DVB-T a été développé par un consortium européen formé d'organisations des secteurs public et privé, le Digital Vidéo Broadcasting Project.

La spécification DVB-T fait partie d'une famille de spécifications qui s'étend également à l'exploitation par satellite (DVB-S) et par câble (DVB-C). Ces spécifications prévoient la distribution d'images numériques et du son numérique ainsi que le transport des futurs services multimédias.

Pour la télévision de Terre, le système a été conçu pour fonctionner dans le spectre d'ondes décimétriques attribué actuellement aux transmissions télévisuelles analogiques PAL et SECAM. Bien que développé pour des canaux de 8 MHz, il peut être adapté à d'autres largeurs de canal (8, 7 ou 6 MHz), avec une adaptation correspondante de la capacité en données. Le débit binaire net disponible dans un canal de 8 MHz est compris entre 4,98 et 31,67 Mbit/s, selon le choix des paramètres de codage du canal, des types de modulation et de la durée de l'intervalle de garde.

Le système a été conçu avec une souplesse de fonctionnement intrinsèque qui lui permet de s'adapter à tous les types de canal. Il accepte non seulement des canaux à caractéristiques gaussiennes, mais aussi des canaux de type Rice et Rayleigh. Il peut résister à de fortes distorsions (jusqu'à 0 dB) causées par le phénomène statique et dynamique de trajets multiples à longs temps de propagation. Le système résiste bien aussi aux brouillages causés par des signaux retardés – échos dus aux réflexions sur le terrain ou sur les bâtiments – ou par des signaux provenant d'émetteurs éloignés dans les réseaux RFU.

Dans le fonctionnement du système, on peut sélectionner un certain nombre de caractéristiques qui permettent l'exploitation avec une large gamme de rapports C/N et de comportements des canaux. La réception est possible en mode fixe, portatif ou mobile, moyennant un compromis sur le débit binaire utilisable. Cet ensemble de paramètres permet aux radiodiffuseurs de choisir un mode approprié à l'application projetée. Par exemple, on a besoin d'un mode modérément résistant (avec, en conséquence, un débit de données plus faible) pour obtenir une réception fiable en version portative avec une antenne simple installée sur le téléviseur. On peut avoir recours à un mode moins résistant, avec un débit de données plus élevé, si des canaux à fréquences entrelacées sont prévus dans la planification du service. Les modes moins résistants, qui permettent les plus grandes charges utiles, peuvent être utilisés pour la réception fixe et dans les cas où un canal dégagé est disponible pour la radiodiffusion télévisuelle numérique.

On utilise dans ce système un grand nombre de porteuses par canal, modulées en parallèle selon le procédé FFT (transformation de Fourier rapide). Cette méthode, appelée multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence, MRFO est susceptible de deux modes de fonctionnement: un «mode 2k» appliquant une FTT 2k et un «mode 8k» qui nécessite une FTT 8k. Le système permet de choisir entre différents niveaux de modulation MAQ et différents débits de code interne; il permet aussi l'emploi d'un codage et d'une modulation hiérarchiques des canaux à deux niveaux. Par ailleurs, les symboles transmis sont séparés par un intervalle de garde dont on peut choisir la largeur, d'où la possibilité pour le système de fonctionner dans différentes configurations de réseau, par exemple les grands RFU et les réseaux à un seul émetteur. Le «mode 2k» se prête bien à l'exploitation à un seul émetteur et dans les petits RFU avec émetteurs peu éloignés les uns des autres. On peut recourir au «mode 8k» dans les réseaux à un seul émetteur et dans les réseaux RFU, grands et petits.

5.3 DTTB, système C, de l'UIT-R – Le Système ISDB-T BST-OFDM

Le Système ISDB-T a été développé par l'Association of Radio Industries and Businesses (ARIB) du Japon.

La radiodiffusion numérique à intégration des services, RNIS, est un nouveau mode de radiodiffusion conçu pour fournir des services audio, vidéo et multimédias. Le système a été mis au point pour la radiodiffusion de Terre (RNIS-T) et la radiodiffusion par satellite (RNIS-S). Il intègre systé-

matiquement plusieurs types de contenus numériques dont chacun peut inclure la vidéo multiprogramme, la télévision à faible définition, jusqu'à la TVHD, l'audio multiprogramme, des graphiques, des textes, etc.

Comme le concept RNIS s'étend à une variété de services, le système doit satisfaire à un grand nombre d'exigences qui peuvent différer d'un service à un autre. Par exemple, on a besoin d'une grande capacité de transmission en TVHD, alors qu'une grande disponibilité de service (ou fiabilité de transmission) est requise dans les services de données tels que la remise d'une «clé» pour l'accès conditionnel, le téléchargement de logiciels, etc. Pour permettre l'intégration d'exigences de service différentes, le système de transmission offre toute une gamme de procédés de modulation et de protection contre les erreurs; ceux-ci peuvent être sélectionnés et combinés de façon souple pour satisfaire à chaque exigence des services intégrés.

Pour la radiodiffusion de Terre, le système a été conçu avec suffisamment de souplesse pour transmettre des programmes télévisuels et sonores numériques et pour offrir des services multimédias qui intégreront plusieurs types d'informations numériques: vidéo, audio, textes et programmes informatiques. Il vise également à assurer une réception stable sur des récepteurs mobiles compacts, légers et peut coûteux, en plus des récepteurs intégrés qui sont typiquement utilisés dans les foyers.

La méthode de modulation mise en oeuvre dans le système est la méthode dite de transmission MRFO avec segmentation de bande (BST, *band segmented transmission*), dans laquelle on utilise un ensemble de blocs de fréquences de base communs appelés segments BST. Chaque segment a une largeur de bande qui correspond à 1/14 de l'espacement des canaux de la télévision de Terre (6, 7 ou 8 MHz selon la région). Par exemple, dans un canal de 6 MHz, un segment occupe $6/14$ MHz = 428,6 kHz de spectre et sept segments occupent $6 \times 7/14 = 3$ MHz.

S'ajoutant aux propriétés de la modulation MRFO exposées dans le § 5.2, le Système BST-OFDM offre des possibilités de transmission hiérarchique, par le recours à différents procédés de modulation des porteuses et à différents débits de codage interne appliqués aux segments BST. Chaque segment de données peut être transmis avec son propre procédé de protection contre les erreurs (débits de codage pour le code interne, profondeur de l'entrelacement temporel) et son propre type de modulation (MDP-4, MDP-4D, MAQ-16 ou MAQ-64). Dans ces conditions, chaque segment peut satisfaire aux exigences diverses des services. Il est possible d'associer plusieurs segments de façon souple pour fournir un service à large bande (par exemple, TVHD). On obtient une transmission hiérarchique en envoyant des groupes de segments MRFO avec des paramètres de transmission différents. Un seul canal de Terre permet d'avoir jusqu'à trois couches de service (trois groupes de segments différents). Il est possible de réaliser la réception partielle des services fournis dans le canal de transmission en utilisant un récepteur à bande étroite, dont la bande passante correspond à un seul segment MRFO.

Treize segments spectraux MRFO sont actifs dans un canal de télévision de Terre. La largeur de bande utile: $LB_{TV} \times 13/14$, est égale à 5,57 MHz pour un canal dont $LB_{TV} = 6$, à 6,50 MHz pour un canal de 7 MHz, et à 7,43 MHz pour un canal de 8 MHz.

Le système a été développé et testé avec des canaux de 6 MHz, mais il peut être adapté à d'autres largeurs de bande de canal, avec une modification correspondante de la capacité de données. Pour un segment de 428,6 kHz dans un canal de 6 MHz, le débit binaire net est compris entre 280,85 et 1 787,28 kbit/s. Dans un canal DTTB de 5,57 MHz, le débit des données est compris entre 3,65 et 23,23 Mbit/s.

Le système a été conçu pour permettre la réception de type fixe, portatif ou mobile à différents débits de données et avec différents degrés de «robustesse». Il est prévu également pour fonctionner dans des réseaux RFU.

Annexe 1

Tableau récapitulatif des essais sur le terrain

Objet du test ou type de test	Information primaire (* indique la principale information recherchée)	Mode de réception ⁽¹⁾	Choix des sites	Durée du test ⁽²⁾	Catégorie d'antenne et hauteur d'antenne	Orientation de l'antenne	Conditions de test (environnement et mesure)
Couverture (vérification du modèle de couverture)	Champ (vérification de la couverture projetée): niveau du signal reçu bruit impulsif brouillage RF	A l'extérieur: grappe (parcours de 30 m (points multiples) (angle d'azimut)	Typique de 30 à 100; un nombre plus élevé est préférable du point de vue statistique. Emplacements sur rayon, arc ou quadrillages	Durée courte ⁽³⁾	A l'extérieur, 10 m; antenne directive étalonnée avec gain	Dans la direction de la tour d'émission	Météo Mesure sur: arcs, rayons, quadrillages, grappes Brouillage RF Variabilité dans le temps
Service (conditions de réception)	Statistiques des signaux démodulés et décodés: qualité de réception du signal? Dégradations: bruit impulsif brouillage RF Variations de niveau du signal Mesures sur trajets multiples – portent sur les caractéristiques suivantes (liste non limitative): force du signal bruit de fond taux d'erreur seuil avec addition de bruit prises d'égaliseur information d'étalonnage du système testé emplacement orientation de l'antenne niveau de l'onde pilote (le cas échéant) Le site n'est jamais choisi en fonction des dégradations	Fixe	Typique de 30 à 100; un nombre plus élevé est préférable du point de vue statistique. Emplacements sur rayon, arc ou quadrillages	Saisonnière Durée très longue Durée longue Durée courte Durée très courte	A l'extérieur, 10 m au-dessus du sol; antenne directive avec gain	Optimale ⁽⁴⁾ Non optimale ⁽⁵⁾	Météo Dégradations ⁽⁶⁾ Objets à proximité en mouvement ⁽⁷⁾ : voisins éloignés
			Au moins 20% des sites où la réception à l'extérieur est bonne (niveau de signal élevé)	Saisonnière Durée très longue Durée longue Durée courte Durée très courte	A l'intérieur, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne directive avec un peu de gain doublet de référence ⁽⁸⁾	Optimale Non optimale	Météo Dégradations ⁽⁶⁾ Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés
		Portatif	Au moins 20% des sites où la réception à l'extérieur est bonne (niveau de signal élevé)	Durée longue Durée courte Durée très courte	A l'intérieur, 1 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire antenne directive	Optima No optima	Météo Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés
		Piéton: < 5 km/h < 3,11 m/h	Au moins 20% des sites où la réception à l'extérieur est bonne (niveau de signal élevé)	Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés Récepteur en mouvement

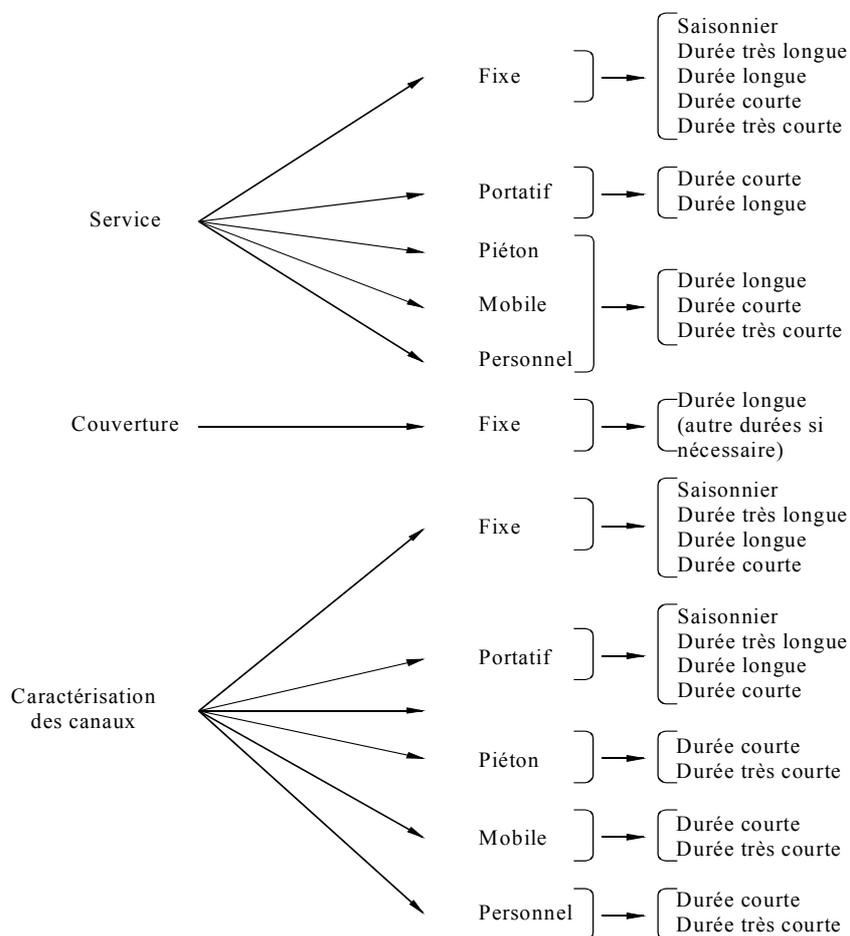
Tableau récapitulatif des essais sur le terrain (*fin*)

Objet du test ou type de test	Information primaire (* indique la principale information recherchée)	Mode de réception ⁽¹⁾	Choix des sites	Durée du test ⁽²⁾	Catégorie d'antenne et hauteur d'antenne	Orientation de l'antenne	Conditions de test (environnement et mesure)
Service (conditions de réception (<i>fin</i>))		Mobile: 5 km/h > 3,11 m/h		Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité par tronçon de parcours
		Personnel: 5 km/h > 3,11 m/h	Au moins un parcours d'une longueur minimum de 10 km	Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité par tronçon de parcours
Caractéristiques des canaux	Trajets multiples: * amplitude phase retard quantité nombre et dispersion Doppler Champ de force	Fixe	Si les mesures sont faites en même temps que pour les conditions de réception dans le service, indiquer les sites où la réception échoue et les sites difficiles (par exemple, C/N dégradé)	Saisonnière Durée très longue Durée longue Durée courte	A l'extérieur, 10 m au-dessus du sol: antenne directive avec gain A l'intérieur, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne directive avec un peu de gain	Optimale Non optimale	Météo Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés
	Bruit impulsif	Portatif	Si les mesures sont faites en même temps que pour les conditions de réception dans le service, indiquer les sites où la réception échoue et les sites difficiles	Saisonnière Durée très longue Durée longue Durée courte	A l'intérieur, 1 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire antenne directive	Optimale Non optimale	
	Autres informations selon les besoins: brouillage RF; par exemple: canal adjacent et canal tabou statistiques des signaux décodés variations du niveau des signaux	Piéton		Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Optimale Non optimale	Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés Récepteur en mouvement
	La sélection des sites peut être biaisée; par exemple, dégradations	Personnel	Si les mesures sont faites en même temps que pour les conditions de réception dans les services, indiquer les tronçons du parcours où la réception échoue et les tronçons difficiles	Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Optimale Non optimale	
		Mobile		Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Optimale Non optimale	

Notes relatives au Tableau

- (1) Fixe: emplacement invariable; orientable ou non orientable.
 Portatif: mobile, immobile pendant l'utilisation.
 Piéton: en mouvement pendant l'utilisation; < 5 km/h, antennes à faible gain.
 Mobile: en mouvement pendant l'utilisation; > 5 km/h.
 Personnel: en mouvement pendant l'utilisation; > 5 km/h, antennes à faible gain.
- (2) Durée du test (incluant période d'observation et intervalle entre observations):
 Saisonnière: mois/année (neige).
 Durée très longue: jours/mois (météo).
 Durée longue: min/h (longueur de programme).
 Durée courte: secondes (longueur d'annonces/données).
 Durée très courte: < secondes (données).
- (3) Analyse à long terme: il est possible aussi de faire une mesure à long terme de la couverture, pour obtenir la variabilité dans le temps.
- (4) Antenne orientée pour réception optimale dans chaque canal testé.
- (5) Antenne orientée pour réception «optimale» moyenne sur tous les canaux à recevoir.
- (6) Dégradations types: éclairage urbain, transformateurs, gradateurs de lumière, allumage des moteurs d'automobile, brouillage, trajets multiples, variations de niveau du signal.
- (7) Proches: sur quelques longueurs d'onde (par exemple, personnes).
 Voisins: depuis quelques longueurs d'onde jusqu'à 200 pieds (60 m) (par exemple, véhicules).
 Eloignés: plus de 200 pieds (60 m) (par exemple, aéronefs).
- (8) Un doublet de référence étalonné peut aussi être utilisé pour les mesures à l'intérieur des bâtiments.

Type de test, modes de réception et durée des tests



Annexe 2

Tableau récapitulatif des essais comparatifs minimums sur le terrain pour le système DTTB

Objet du test ou type de test	Information primaire	Mode de réception	Choix du site	Durée du test	Catégorie d'antenne et hauteur d'antenne	Orientation de l'antenne	Conditions de test (environnement et mesure)
Service (conditions de réception)	Statistiques des signaux démodulés et décodés. Quelle est la qualité de réception des signaux? Dégradations: bruit impulsif brouillage RF variations du niveau des signaux Mesures en trajets multiples (liste non limitative): niveau du signal bruit de fond taux d'erreur seuil avec addition de bruit information d'étalonnage du système testé emplacement orientation de l'antenne Le site n'est jamais choisi en fonction des dégradations. Spécifiques à l'ATSC: prises d'égaliseur niveau de l'onde pilote, le cas échéant Spécifique au Système COFDM: profil des retards	Fixe, à l'extérieur	Au moins 100 sites placés sur des rayons, des arcs ou des quadrillages.	Durée longue Durée courte	A l'extérieur, 10 m au-dessus du sol: antenne directive avec gain	Optimale Non optimale	Météo Dégradations Objet à proximité en mouvement: voisins éloignés
		Fixe, à l'intérieur	Au moins 20% des sites où la réception est bonne (niveau de signal élevé) à l'extérieur.	Durée longue Durée courte	A l'intérieur, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne directive avec un peu de gain doublet de référence ⁽¹⁾	Optimale Non optimale	Météo Dégradations Objet à proximité en mouvement: proches voisins éloignés
		Portatif	Au moins 20% des sites où la réception est bonne (niveau de signal élevé) à l'extérieur.	Durée courte	A l'intérieur, 1 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire antenne directive	Optimale Non optimale	Météo Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés
		Piéton: < 5 km/h < 3,11 m/h	Au moins 20% des sites où la réception est bonne (niveau de signal élevé) à l'extérieur.	Durée courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité en mouvement: proches voisins éloignés Récepteur en mouvement
		Mobile: 5 km/h > 3,11 m/h	Au moins un parcours long de 10 km au minimum	Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité par tronçon de parcours
		Personnel	Au moins un parcours long de 10 km au minimum	Durée courte Durée très courte	Antenne non directive, 1,5 m au-dessus du plancher: antenne unipolaire	Non spécifiée	Météo Dégradations Objets à proximité par tronçon de parcours

⁽¹⁾ Un doublet de référence étalonné peut aussi être utilisé pour les mesures à l'intérieur des bâtiments.

Remarque: Certains des modes de réception indiqués peuvent être supprimés, selon les besoins du pays.

Annexe 3

Séquences de test PN

Un grand nombre de séquences PN sont utilisées dans diverses applications; parmi celles-ci, les suivantes sont employées aujourd'hui:

$2^{11} - 1$ (2047) voir la Recommandation UIT-T O.152

$2^{15} - 1$ (32767) voir la Recommandation UIT-T O.151

$2^{23} - 1$ (8388607) voir la Recommandation UIT-T O.151

Annexe 4

Ensembles multitrajets

Un grand nombre d'ensembles multitrajets sont utilisés par différents laboratoires. Ci-dessous, quelques-uns des ensembles en usage pour la simulation du phénomène multitrajets statique:

Désignation	Caractéristiques	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	Trajet 4	Trajet 5	Trajet 6
UK Short Delay	Retard (μ s)	0	0,05	0,4	1,45	2,3	2,8
	Affaiblissement(dB)	2,8	0	3,8	0,1	2,6	1,3
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Phase (degrés)	0	0	0	0	0	0
UK Long Delay	Retard (μ s)	0	5	14	35	54	75
	Affaiblissement(dB)	0	9	22	25	27	28
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Phase (degrés)	0	0	0	0	0	0
DVB-T (mode de «réception» portatif)	Retard (μ s)	0,5	1,95	3,25	2,75	0,45	0,85
	Affaiblissement(dB)	0	0,1	0,6	1,3	1,4	1,9
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Phase (degrés)	336	9	175	127	340	36
CRC	Retard (μ s)	0	-1,8	0,15	1,8	5,7	35
	Affaiblissement(dB)	0	11	11	1	Variable	9
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	5	0
	Phase (degrés)	0	125	80	45	0	90
Brazil A	Retard (μ s)	0	0,15	2,22	3,05	5,86	5,93
	Affaiblissement(dB)	0	13,8	16,2	14,9	13,6	16,4
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Phase (degrés)	0	0	0	0	0	0
Brazil B	Retard (μ s)	0	0,3	3,5	4,4	9,5	12,7
	Affaiblissement(dB)	0	12	4	7	15	22
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Fase (degrés)	0	0	0	0	0	0

TABLEAU (fin)

Désignation	Caractéristiques	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	Trajet 4	Trajet 5	Trajet 6
Brazil C	Retard (μ s)	0	0,089	0,419	1,506	2,322	2,799
	Affaiblissement(dB)	2,8	0	3,8	0,1	2,5	1,3
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Phase (degrés)	0	0	0	0	0	0
Brazil D	Retard (μ s)	0,15	0,63	2,22	3,05	5,86	5,93
	Affaiblissement(dB)	0,1	3,8	2,6	1,3	0	2,8
	Fréquence (Hz)	0	0	0	0	0	0
	Fase (degrés)	0	0	0	0	0	0
Brazil E	Retard (μ s)	0	1	2	–	–	–
	Affaiblissement(dB)	0	0	0	–	–	–
	Fréquence (Hz)	0	0	0	–	–	–
	Phase (degrés)	0	0	0	–	–	–

Le modèle d'évanouissement le plus largement utilisé dans la simulation de la réception mobile est le canal GSM appliqué à des zones urbaines types. Ce modèle est le suivant:

Désignation	Caractéristiques	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	Trajet 4	Trajet 5	Trajet 6
GSM urbain type	Retard (μ s)	0	0,2	0,5	1,7	2,3	5,0
	Affaiblissement (dB)	13	10	12	16	18	20
	Evanouissements	Rayleigh					