

RECOMMANDATION UIT-R F.1763

Normes relatives aux interfaces radioélectriques pour les systèmes d'accès hertzien à large bande du service fixe fonctionnant au-dessous de 66 GHz

(Question UIT-R 236/9)

(2006)

1 Introduction

La présente Recommandation préconise des normes internationales spécifiques applicables aux systèmes d'accès hertzien à large bande (AHLB)¹ du service fixe. Ces normes sont constituées de spécifications communes élaborées par des organisations de normalisation auxquelles participent de nombreux acteurs internationaux. Grâce à ces normes, les équipiers, les opérateurs et les fournisseurs devraient pouvoir mettre au point des équipements et des systèmes ou dispositifs interopérables et économiques. A noter également que certaines normes applicables à des systèmes du service mobile peuvent être utilisées pour assurer un AHLB fixe.

Ces normes permettent un large éventail d'applications à large bande fixes ou nomades, en zone urbaine, suburbaine ou rurale, pour des données génériques de type internet ou des données en temps réel, y compris des applications comme la voix et la visioconférence.

2 Domaine de compétence

La présente Recommandation identifie les normes spécifiques aux interfaces radioélectriques pour des systèmes d'AHLB du service fixe fonctionnant au-dessous de 66 GHz et traite des profils applicables aux normes d'interopérabilité recommandées. Elle contient des références aux normes d'interopérabilité entre systèmes d'AHLB.

Les normes d'interopérabilité évoquées dans la présente Recommandation comprennent les spécifications suivantes:

- profils de système;
- paramètres de couche physique, c'est-à-dire répartition en canaux, algorithme de modulation, débits binaires;
- messages de couche commande d'accès au support (MAC) et champs d'en-tête;
- méthodes de test de conformité.

La présente Recommandation n'a pour but de traiter ni l'identification de bandes de fréquences appropriées pour les systèmes d'accès hertzien à large bande ni les questions réglementaires.

3 Références

- Recommandation UIT-R F.1399: Terminologie relative aux accès hertziens.

¹ Les termes «accès hertzien» et «accès hertzien à large bande» sont définis dans la Recommandation UIT-R F.1399.

- Recommandation UIT-R F.1401: Principes à suivre pour l'identification de bandes de fréquences utilisables pour l'accès hertzien fixe et études de partage associées.
- Recommandation UIT-R F.1499: Systèmes de transmission radioélectriques pour l'accès hertzien fixe à large bande, sur la base des normes relatives aux câblo-modems.
- Manuel de l'UIT-R sur l'accès hertzien fixe: (Volume 1 du Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris accès hertzien)).
- Recommandation UIT-R M.1450: Caractéristiques des réseaux locaux hertziens à large bande.
- Recommandation UIT-R M.1457: Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales 2000 (IMT-2000).
- Recommandation UIT-T J.122: Systèmes de transmission de deuxième génération pour les services interactifs de télévision par câble – Câblo-modems pour protocole IP.

4 Acronymes et abréviations

| | |
|-------------|--|
| AHLB | accès hertzien à large bande |
| ATM | mode de transfert asynchrone (<i>asynchronous transfer mode</i>) |
| ATS | suite de tests abstraits (<i>abstract test suite</i>) |
| BRAN | réseau d'accès radioélectrique à large bande (ETSI) (<i>broadband radio access network</i>) |
| CED | correction d'erreur directe |
| CL | couche de convergence (<i>convergence layer</i>) |
| DLC | commande de liaison de données (<i>data link control</i>) |
| DRF | duplex à répartition de fréquence |
| DRT | duplex à répartition dans le temps |
| ETSI | Institut européen des normes de télécommunication (<i>European Telecommunications Standards Institute</i>) |
| HA | HiperACCESS (ETSI) |
| HiperACCESS | réseau d'accès radioélectrique à haute performance (<i>high performance radio access network</i>) |
| HiperMAN | réseau radioélectrique de zone urbaine à haute performance (<i>high performance radio metropolitan area network</i>) |
| HM | HiperMAN (ETSI) |
| IEEE | Institut des ingénieurs en électricité et en électronique (<i>institute of electrical and electronics engineers</i>) |
| IP | protocole Internet (<i>Internet protocol</i>) |
| LAN | réseau local (<i>local area network</i>) |
| LoS | en visibilité directe (<i>line of sight</i>) |
| MAC | commande d'accès au support physique (couche OSI) (<i>medium access control</i>) |
| MAN | réseau de zone urbaine (<i>metropolitan area network</i>) |

| | |
|-------------|--|
| MIB | base d'information de gestion (<i>management information base</i>) |
| MIMO | entrées multiples, sorties multiples (<i>multiple input multiple output</i>) |
| MROF | multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (<i>orthogonal frequency-division multiplexing</i>) |
| NLoS | sans visibilité directe (<i>non-line of sight</i>) |
| OSI | interconnexion des systèmes ouverts (<i>open systems interconnection</i>) |
| PHY | physique (couche OSI) (<i>PHYSical</i>) |
| PICS | déclaration de conformité d'une instance de protocole (<i>protocol implementation conformance statement</i>) |
| PME | petite et moyenne entreprise (<i>small medium enterprise</i>) |
| QoS | qualité de service (<i>quality of service</i>) |
| RCT | test de conformité radioélectrique (<i>radio conformance test</i>) |
| SC | porteuse unique (<i>single carrier</i>) |
| SDO | organisation de normalisation (<i>standards development organization</i>) |
| SNMP | protocole simple de gestion de réseau (<i>simple network management protocol</i>) |
| SOHO | professions libérales et télétravailleurs (<i>small office home office</i>) |
| TS | spécification technique (de l'ETSI) (<i>technical specification</i>) |
| TSS&TP | structure de suite de tests et objectifs de tests (<i>test suite structure and test purposes</i>) |
| WirelessMAN | réseau hertzien de zone urbaine (IEEE) (<i>wireless metropolitan area network</i>) |

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

notant

- a) la Recommandation UIT-R F.1499, qui contient des spécifications applicables aux systèmes de transmission radioélectriques pour l'AHLB fixe, sur la base des normes relatives aux câblo-modems;
- b) le Manuel sur l'accès hertzien fixe (Volume 1 du Manuel sur les communications mobiles terrestres (y compris accès hertzien)), qui présente également un certain nombre de solutions propriétaires pour l'AHLB fixe;
- c) la Recommandation UIT-R F.1401, qui contient des principes à suivre pour l'identification de bandes de fréquences utilisables pour l'accès hertzien fixe et les études de partage associées;
- d) la Recommandation UIT-R M.1450, qui préconise des normes de réseaux locaux hertziens à large bande;
- e) la Recommandation UIT-R M.1457, qui contient des spécifications des interfaces radioélectriques des IMT-2000, dont certaines peuvent également être utilisées pour assurer l'AHLB fixe,

recommande

1 que les normes spécifiques relatives aux interfaces radioélectriques figurant à l'Annexe 1 soient utilisées pour des systèmes AHLB du service fixe fonctionnant au-dessous de 66 GHz (voir la Note 1).

NOTE 1 – D'autres interfaces radioélectriques utilisées pour des systèmes AHLB différents de ceux mentionnés dans l'Annexe 1, y compris les futures versions des normes mentionnées dans ladite Annexe, pourraient faire l'objet, dans l'avenir, d'une Recommandation UIT-R conformément aux procédures énoncées dans la Résolution UIT-R 1-4.

Annexe 1

Normes relatives aux interfaces radioélectriques pour les systèmes AHLB du service fixe

1 Présentation de l'interface radioélectrique

Selon la bande de fréquences et les modalités de mise en œuvre, un système d'accès construit conformément à cette interface radioélectrique interopérable normalisée peut prendre en charge une large gamme d'applications, allant des applications d'entreprise aux applications privées en zone urbaine, suburbaine ou rurale. Cette interface radioélectrique peut également être utilisée pour d'autres applications, comme les applications de réseau de raccordement. Cette spécification pourrait permettre de prendre facilement en charge des données génériques de type internet et des données en temps réel, y compris des applications comme la voix et la visioconférence.

Ce type de système est appelé réseau hertzien, de zone urbaine (WirelessMAN dans la Norme IEEE 802.16, HiperACCESS ou HiperMAN dans le cadre du BRAN de l'ETSI²). Le mot «urbaine» ne renvoie pas à l'application mais à la taille. L'architecture de ce type de système est essentiellement point à multipoint (P-MP): une station de base dessert des abonnés situés dans sa zone de couverture (cellule) dont le rayon peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres. Les terminaux fixes sont une solution idéale pour assurer un accès AHLB dans des bâtiments (entreprises, habitations, cafés internet, téléboutiques (télécentres), etc.). De même, en règle générale, aux fréquences inférieures à 11 GHz, les terminaux portables tels que les ordinateurs portables et les terminaux «bookshelf» acceptent un accès hertzien nomade.

L'interface radioélectrique permet de prendre en charge différents débits de données. A des fréquences plus élevées (par exemple au-dessus de 10 GHz), les débits de données dépassent 100 Mbit/s pour un canal de 25 MHz ou 28 MHz, (certaines administrations gèrent de nombreux canaux). A des fréquences plus basses (par exemple au-dessous de 11 GHz), les débits de données atteignent 70 Mbit/s pour un canal de 20 MHz. L'interface radioélectrique fonctionne en mode DRT ou DRF et permet l'utilisation opérationnelle de différentes techniques sophistiquées de traitement d'antenne (formation de faisceaux, précodage, codage spatio-temporel, MIMO, etc.).

² L'ETSI (Institut européen des normes de télécommunication) et l'IEEE (l'Institut des ingénieurs en électricité et en électronique) sont des organisations de normalisation (SDO) chargées des normes relatives aux interfaces radioélectriques examinées dans la présente Annexe.

L'interface radioélectrique est composée d'une couche physique (PHY) et d'une couche de commande d'accès au support physique (MAC). La couche MAC repose sur un accès multiple par assignation en fonction de la demande dans lequel les transmissions sont programmées en fonction de la priorité et de la disponibilité. En effet, il est nécessaire de fournir un accès de type opérateur aux réseaux publics, utilisant le protocole Internet (IP) ou le mode de transfert asynchrone (ATM), en assurant complètement la qualité de service (QoS).

La commande MAC prend en charge plusieurs spécifications de la couche PHY, selon les bandes de fréquences visées et les spécifications opérationnelles. En particulier, les solutions possibles sont généralement les suivantes:

- a) *Au-dessous de 11 GHz*
- WirelessMAN-OFDM et HiperMAN: cette spécification, définie dans la norme IEEE 802.16 et dans la spécification ETSI TS 102 177 est fondée sur le MROF;
 - WirelessMAN-OFDMA: cette spécification, définie dans la norme IEEE 802.16, est fondée sur l'accès MROF;
 - WirelessMAN-SCa: cette spécification, définie dans la norme IEEE 802.16, utilise une transmission à porteuse unique fondée sur le DRT et sur le DRF.
- b) *Au-dessus de 10 GHz*
- WirelessMAN-SC: cette spécification, définie dans la norme IEEE 802.16, utilise une transmission à porteuse unique, fondée sur les modes DRT/DRF, le multiplexage par répartition dans le temps (MRT)/l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT);
 - HiperACCESS: cette spécification, définie par le groupe BRAN de l'ETSI pour des fréquences supérieures à 11 GHz, utilise des modes de transmission MRT et AMRT à porteuse unique.

Sauf dans le cas de la norme HiperACCESS, toutes les couches PHY susmentionnées utilisent la même commande MAC. La norme HiperACCESS définit un système P-MP interopérable pour l'accès BWA fixe au-dessus de 10 GHz, et prévoit l'utilisation de transmissions à porteuse unique de type MRT en liaison montante et AMRT en liaison descendante, afin d'obtenir une efficacité et une flexibilité spectrales importantes.

L'Appendice 1 illustre à l'aide de schémas les points communs et les différences existant entre les normes de l'IEEE et celles de l'ETSI.

Il s'agit de normes d'interopérabilité des interfaces radioélectriques. Une norme d'interopérabilité est un document qui définit des prescriptions mécaniques et techniques à appliquer lors de la mise au point d'un système, d'une unité ou d'une force et pour utiliser les services échangés par ce biais afin de leur permettre de fonctionner efficacement ensemble. D'autres définitions applicables décrivant d'autres types de normes ont été publiées par l'ISO/CEI³.

Les SDO, qui ont élaboré les normes indiquées ci-dessus, définissent des profils de système pour les paramètres d'interopérabilité recommandés. Les profils contenus dans la norme IEEE 802.16 figurent dans le document normatif principal. Les profils HiperMAN sont définis dans la spécification ETSI TS 102 210, tandis que les profils HiperACCESS sont contenus dans les spécifications ETSI TS 101 999 et TS 102 000. Ces profils sont nécessaires pour assurer l'interopérabilité. L'Appendice 2 contient d'autres lignes directrices, y compris des références aux spécifications de test de conformité.

³ «Normalisation et activités connexes – Vocabulaire général», Guide 2 de l'ISO/CEI, huitième édition. Genève (Suisse), Organisation internationale de normalisation, 2004.

2 Spécification détaillée de l'interface radioélectrique

Les spécifications figurant dans la présente section reprennent les normes ci-après de l'AHLB du service fixe:

2.1 Norme IEEE 802.16-2004

802.16-2004 IEEE Standard for local and metropolitan area networks Part 16: Air interface for fixed broadband wireless access systems.

Résumé: Cette norme contient des spécifications pour l'interface hertzienne de systèmes d'AHLB fixe prenant en charge des services multimédias. La couche MAC permet une architecture essentiellement P-MP, avec une possibilité de topologie de réseau maillé. La commande MAC est structurée de façon à prendre en charge plusieurs spécifications PHY, chacune étant adaptée à un environnement opérationnel particulier. Pour les fréquences d'exploitation comprises entre 10 et 66 GHz, la couche PHY repose sur une modulation à porteuse unique. Pour les fréquences au-dessous de 11 GHz, lorsqu'il s'agit d'une propagation sans visibilité directe, on dispose de trois solutions utilisant la technologie MROF et l'accès MROF ou une modulation à porteuse unique. Cette norme constitue une révision et une synthèse des normes IEEE 802.16-2001, 802.16a-2003 et 802.16c-2002.

Norme: Cette norme de l'IEEE est disponible au format électronique à l'adresse suivante: <http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16-2004.pdf>

Sous réserve du Corrigendum 1 de l'IEEE⁴

<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.16e-2005.pdf>

2.2 Normes de l'ETSI

Les spécifications figurant dans la présente section reprennent les normes ci-après pour ce qui est de l'accès hertzien à large bande du service fixe:

- a) Normes portant sur l'accès hertzien à large bande fixe au-dessous de 11 GHz:
- ETSI TS 102 177 v1.2.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Physical (PHY) layer.
 - ETSI TS 102 178 v1.2.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Data link control (DLC) Layer.
 - ETSI TS 102 210 v1.2.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; System profiles.
 - ETSI TS 102 389 v1.1.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Simple network management protocol (SNMP) Management information base (MIB).

Résumé: Les normes HiperMAN traitent de l'interopérabilité pour des systèmes AHLB fixes fonctionnant entre 2 et 11 GHz et utilisant une liaison montante MROF et une liaison descendante à accès MROF, afin de disposer de cellules de grande taille en exploitation sans visibilité directe (NLoS). Cette norme présente les caractéristiques suivantes: fonctionnement en mode DRF et DRT, efficacité spectrale et débit de données élevés, modulation adaptative, rayon des cellules important, prise en charge de systèmes d'antenne évolués et algorithmes de chiffrement à haute sécurité. Les profils qu'elle contient

⁴ Cette publication contient non seulement le Corrigendum 1 mais aussi des informations supplémentaires qui s'appliquent uniquement au service mobile et qui ne font pas partie intégrante de la présente Recommandation.

concernent les espacements de canaux de 1,75 MHz, de 3,5 MHz et 7 MHz, adaptés à la bande de 3,5 GHz.

- b) Normes portant sur l'accès hertzien à large bande fixe au-dessus de 10 GHz:
- ETSI TS 101 999 v1.1.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperACCESS; Physical (PHY) layer.
 - ETSI TS 102 000 v1.4.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperACCESS, Data link control (DLC) layer.
 - ETSI TS 102 115 v1.1.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperACCESS; Cell-based convergence layer. Part 1: Common Part and Part 2: UNI Service specific convergence sublayer (SSCS).
 - ETSI TS 102 117 v1.1.1: Broadband radio access networks (BRAN); HiperACCESS; Packet-based convergence layer. Part 1: Common Part and Part 2: Ethernet SSCS.

Résumé: La norme HiperACCESS présente l'interface hertzienne de systèmes AHLB fixe P-MP. Elle est optimisée pour des réseaux dorsaux par paquets ou cellulaires. Les principales applications concernent les réseaux de raccordement fonctionnant en LoS, les PME et les SOHO. La spécification HiperACCESS est composée de plusieurs éléments: une couche physique reposant sur une transmission à porteuse unique optimisée pour des liaisons en visibilité directe au-dessus de 10 GHz, une commande DLC avec un ensemble bien défini de fonctionnalités facultatives et de possibilités d'évolution future, plusieurs couches de convergence, un ensemble complet de spécifications de test afin d'assurer l'interopérabilité entre équipements de différents fabricants. L'adaptabilité de la norme HiperACCESS permet un débit élevé, supérieur à 100 Mbit/s, dans des conditions de propagation normale, et des facteurs de réutilisation des fréquences élevés; il garantit en outre, des brouillages faibles et maîtrisables vis-à-vis d'autres systèmes et des puissances surfaciques ajustables en fonction de ce que prévoit la réglementation nationale.

Normes: On peut obtenir toutes les normes ETSI au format électronique à l'adresse: <http://pda.etsi.org/pda/queryform.asp>, en indiquant le numéro de la norme dans le champ de recherche.

Appendice 1 à l'Annexe 1

Comparaison et équivalence des normes IEEE et ETSI

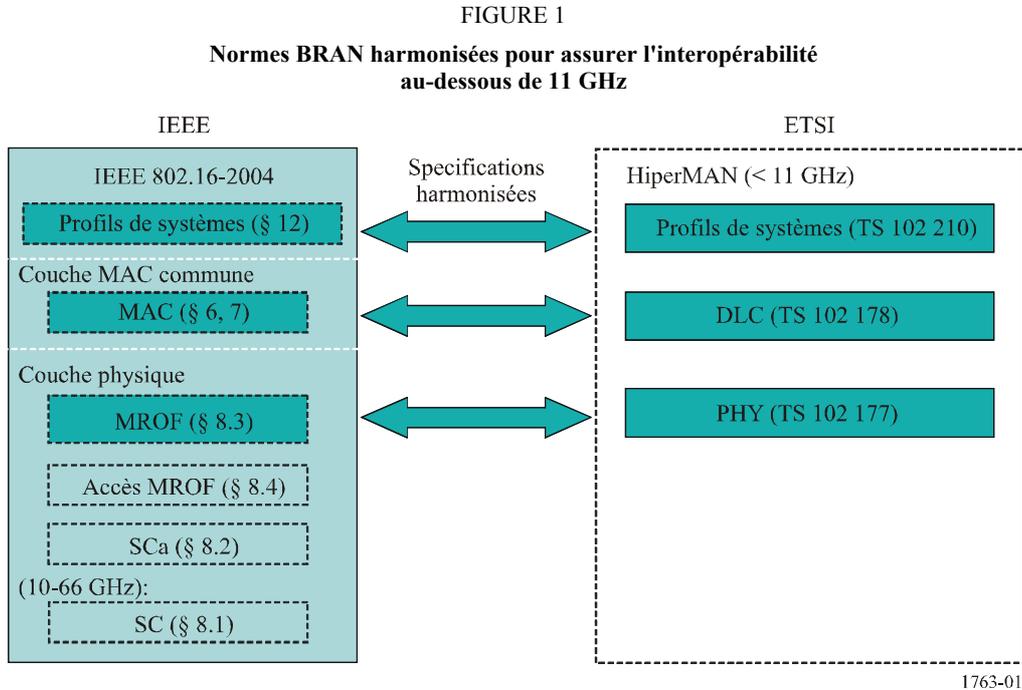
1 Introduction

Le présent Appendice montre les équivalences entre les normes IEEE et ETSI visées dans la présente Recommandation. Puisque les spécifications contenues dans les normes d'interopérabilité diffèrent selon qu'il s'agit de systèmes destinés à fonctionner au-dessous de 11 GHz ou de systèmes destinés à fonctionner au-dessus de 10 GHz, lesdites spécifications sont présentées séparément sur les Fig. 1 et 2.

Il est à noter que sur une gamme de 1 GHz, les deux types de normes peuvent être appliqués. Il est donc possible de choisir les spécifications utilisées entre 10 et 11 GHz et les concepteurs de systèmes feront leur choix selon qu'ils souhaitent mettre en place un système identique à ceux fonctionnant au-dessous de 10 GHz ou à ceux fonctionnant au-dessus de 11 GHz.

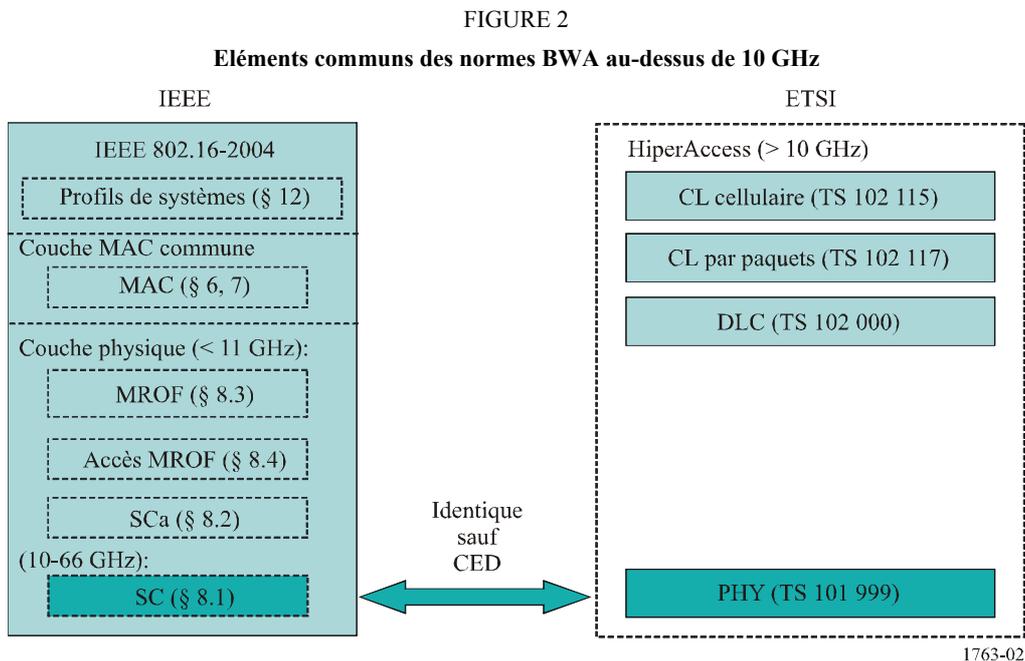
2 Normes applicables dans les bandes inférieures à 11 GHz

La Fig. 1 présente les spécifications d'interopérabilité harmonisées des normes IEEE WirelessMAN et ETSI HiperMAN pour les bandes inférieures à 11 GHz. Ces normes prévoient des spécifications pour la couche physique MROF, la couche MAC, la sécurité et les profils de système.



3 Normes applicables dans les bandes au-dessus de 10 GHz

La Fig. 2 montre les points communs entre les normes IEEE WirelessMAN et ETSI HiperACCESS pour les fréquences supérieures à 10 GHz. Les spécifications des systèmes fonctionnant au-dessus de 10 GHz sont différentes dans les normes HiperACCESS et WirelessMAN.



Appendice 2 à l'Annexe 1

Spécifications des tests de conformité

1 Introduction

Les profils de système sont des ensembles de fonctionnalités à prévoir dans des cas de mise en œuvre type. Etant donné que les normes prévoient différentes solutions pour répondre aux besoins dans différents environnements, la première étape pour assurer l'interopérabilité consiste à définir des profils de système communs. Exception à cette règle, la norme HiperACCESS qui ne nécessite pas de profils de système puisque la station de base commande entièrement l'utilisation des fonctionnalités facultatives pour chaque terminal.

Les fonctionnalités indiquées comme facultatives dans la norme peuvent être considérées comme «requis» ou «requis sous condition» dans un profil. Lorsqu'une norme indique qu'une fonctionnalité donnée est obligatoire, le profil ne peut pas prévoir un statut différent pour ladite fonctionnalité. Les fonctionnalités facultatives doivent être mises en œuvre comme indiqué dans la norme.

Les étapes suivantes pour assurer l'interopérabilité correspondent aux tests de conformité et aux tests d'interopérabilité.

- Tester la conformité consiste à déterminer dans quelle mesure une mise en œuvre unique répond aux différentes spécifications de la norme fondamentale applicable au système.
- Tester l'interopérabilité consiste à déterminer si la fonctionnalité de bout en bout entre (au moins) deux systèmes de communication est celle prescrite dans les normes fondamentales applicables à ces systèmes.

Les spécifications de test de conformité applicables aux normes WirelessMAN, HiperMAN et HiperACCESS sont définies conformément à la norme ISO/IEC 9646 «Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Cadre général et méthodologie des tests de conformité».

2 Spécifications de test de conformité applicables aux systèmes IEEE 802.16-2004 WirelessMAN et ETSI HiperMAN fonctionnant dans les bandes inférieures à 11 GHz

Les spécifications de test pour les systèmes HiperMAN ci-après s'appliquent de la même manière aux normes HiperMAN DLC et WirelessMAN MAC, ce qui montre que ces normes sont équivalentes.

ETSI TS 102 385-1 V1.1.1 (2005-02)

Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Conformance testing for the Data link control layer (DLC); Part 1: Protocol implementation conformance statement (PICS) proforma.

ETSI TS 102 385-2 V1.1.1 (2005-02)

Broadband radio access networks (BRAN); HiperMAN; Conformance testing for the Data link control layer (DLC); Part 2: Test suite structure and Test purposes (TSS&TP) specification.

3 Spécifications de test de conformité applicables aux systèmes IEEE 802.16-2004 WirelessMAN et ETSI HiperACCESS fonctionnant au-dessus de 10 GHz

Les spécifications de test pour des systèmes fonctionnant au-dessus de 10 GHz ne sont pas les mêmes pour les normes WirelessMAN et HiperACCESS.

3.1 Spécifications de test de conformité applicables aux systèmes IEEE 802.16-2004 WirelessMAN fonctionnant entre 10 et 66 GHz

Les spécifications de test de conformité pour des systèmes IEEE 802.16-2004 WirelessMAN figurent dans les normes IEEE suivantes:

IEEE Standard 802.16/Conformance01-2003

IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 – Part 1: Protocol implementation conformance statements for 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air interface.

IEEE Standard 802.16/Conformance02-2003

IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 – Part 2: Test suite structure and Test purposes (TSS&TP) for 10-66 GHz WirelessMAN-SC.

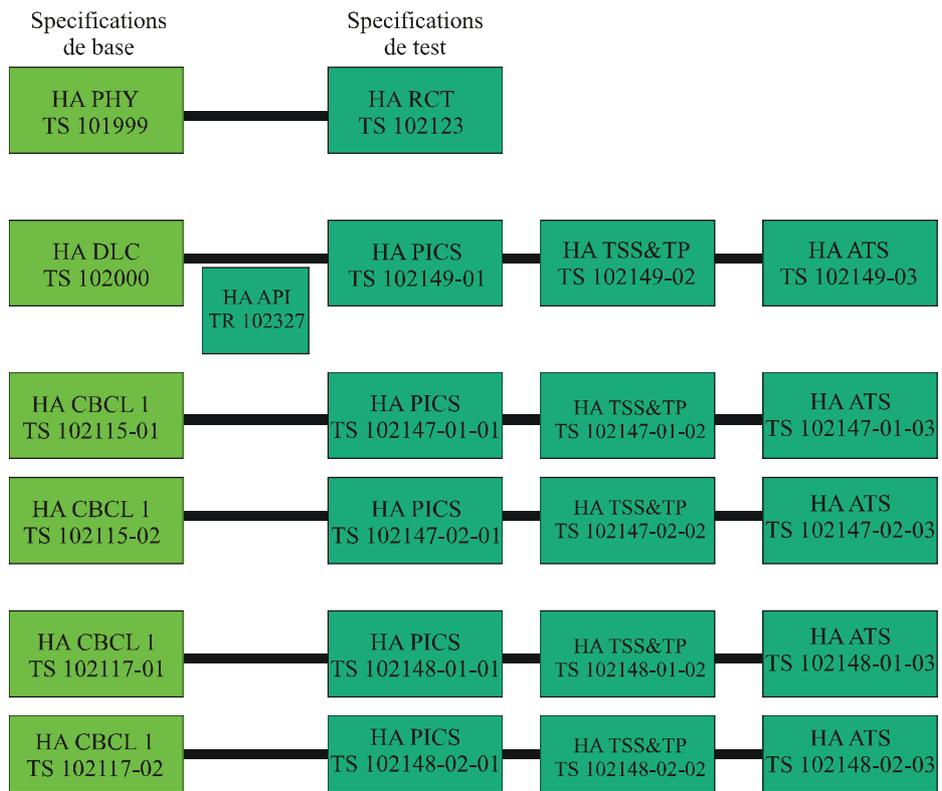
IEEE Standard 802.16/Conformance03-2004

IEEE Standard for Conformance to IEEE 802.16 – Part 3: Radio conformance tests (RCT) for 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air interface 10-66 GHz WirelessMAN-SC Air interface.

3.2 Spécifications de test de conformité pour des systèmes ETSI HiperACCESS fonctionnant au-dessus de 10 GHz

La Fig. 3 montre la relation entre les spécifications de base et les spécifications de test pour des systèmes HiperACCESS.

FIGURE 3
 Normes et spécifications de test pour des systèmes BRAN HiperACCESS



1763-03