

## 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\***

(Questions UIT-R 215/8 et UIT-R 140/9)

(2000)

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Introduction.....	3
Domaine d'application.....	3
Références.....	3
Définitions et abréviations.....	6
Conventions.....	11
Avant-propos.....	11
Recommandation.....	11
1 Prescriptions générales applicables aux systèmes.....	11
1.1 Objectifs de service.....	11
1.2 Architecture de référence.....	12
1.3 Catégories de spécification d'interface.....	12
1.3.1 Phase 1.....	12
1.3.2 Phase 2.....	12
1.3.3 Phase 3.....	12
1.3.4 Phase 4.....	12
1.4 Localisation de serveur.....	14
2 Hypothèses fonctionnelles.....	14
2.1 Réseau à accès BWA.....	14
2.2 Hypothèses posées pour ce qui concerne l'équipement.....	14
2.2.1 Répartition de fréquences.....	14
2.2.2 Compatibilité avec d'autres services.....	14
2.2.3 Conséquences de la localisation des pannes pour d'autres utilisateurs.....	14
2.3 Hypothèses posées en matière de canal RF.....	14
2.3.1 Transmission dans les sens montant et descendant.....	15
2.4 Niveaux de transmission.....	15
2.5 Prescriptions en matière de régulation de puissance.....	15
2.6 Spécification du TEB en fonction du rapport <i>S/N</i> .....	15
2.7 Inversion de fréquences.....	15
3 Protocoles de communication.....	17
3.1 Pile de protocoles.....	17
3.1.1 Modems CPE BWA et BTS BWA en tant qu'hôtes.....	17
3.1.2 Renvoi de données par les modems CPE BWA et BTS BWA.....	18

\* Cette Recommandation concerne exclusivement les systèmes fonctionnant avec accès hertzien fixe à large bande, basés sur l'Annexe B de la Recommandation UIT-T J.112 – Interface radioélectrique pour la transmission de données par câble. La Recommandation complète la Recommandation UIT-T J.116. Dans la mise en œuvre de systèmes BWA, il y a lieu de considérer à la fois la présente Recommandation et la Recommandation UIT-T J.116, dans leur totalité.

3.2	Le groupeur MAC .....	21
3.2.1	Exemples de règles pour le renvoi par couche Liaison de données .....	22
3.3	Couche Réseau .....	22
3.4	Au-dessus de la couche Réseau .....	22
3.5	Couche Liaison de données .....	23
3.5.1	Sous-couche LLC .....	23
3.5.2	Sous-couche de sécurité de couche Liaison .....	23
3.5.3	Sous-couche MAC .....	23
3.6	Couche PHY .....	24
3.6.1	Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant .....	24
3.6.2	Sous-couche PMD .....	24
4	Spécification de la sous-couche PMD .....	24
4.1	Domaine d'application .....	24
4.2	Sens montant (amont) .....	25
4.2.1	Aperçu général .....	25
4.2.2	Formats de modulation .....	26
4.2.3	Codage CED .....	29
4.2.4	Brouilleur (brasseur) .....	29
4.2.5	Ajout du préambule .....	29
4.2.6	Profils de rafales .....	29
4.2.7	Convention de synchronisation de rafale .....	32
4.2.8	Prescriptions de puissance d'émission .....	32
4.2.9	Prescriptions de fidélité .....	34
4.2.10	Structure de trame .....	36
4.2.11	Prescriptions de traitement du signal .....	37
4.2.12	Caractéristiques de puissance d'entrée du récepteur dans le sens montant .....	37
4.2.13	Sortie électrique du modem CPE BWA dans le sens montant .....	38
4.3	Sens descendant (aval) .....	39
4.3.1	Protocole pour le sens descendant .....	39
4.3.2	Entrelacement échelonnable destiné à assurer des temps de passage courts .....	39
4.3.3	Plan de fréquence dans le sens descendant .....	39
4.3.4	Sortie électrique de la station BTS BWA .....	39
4.3.5	Entrée RF à l'équipement CPE BWA dans le sens descendant .....	40
4.3.6	Qualité de fonctionnement du modem CPE BWA en terme de TEB .....	40
5	Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant .....	41
5.1	Introduction .....	41
5.2	Format de paquet MPEG .....	42
5.3	En-tête MPEG pour transmission hertzienne de données BWA .....	42
5.4	Charge utile MPEG pour transmission hertzienne de données avec accès BWA .....	43
5.5	Interaction avec la sous-couche MAC .....	43
5.6	Interaction avec la couche PHY .....	44
5.7	Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG .....	44
6	Spécification de la MAC .....	45
	Annexe 1 – Documents traitant de l'interface pour transmission de données avec accès BWA .....	45

## Introduction

L'accès local et d'autres réalisations en matière de planification et de systèmes des services de faisceaux hertziens à grande densité ont connu un développement accéléré au cours des dernières années dans de nombreux pays. Cette accélération s'explique en grande partie par la tendance à un accroissement de la demande et de la concurrence dans la prestation de services locaux de télécommunications à grand débit binaire et de services de distribution vidéo. Pour des raisons tenant au coût et à la rapidité de la mise en œuvre, ces développements confèrent un regain d'intérêt à la prestation de services fournis directement aux utilisateurs finals via des systèmes fonctionnant avec accès hertzien fixe (AHF).

Actuellement, les débits de données pour l'accès hertzien à large bande (BWA, *broadband wireless access*) sur les trajets des circuits s'échelonnent entre les limites approximatives de 1,5 Mbit/s et 45 Mbit/s. On pense que ces débits atteindront au moins 310 Mbit/s au cours des prochaines années, à mesure qu'apparaîtront des systèmes radioélectriques fonctionnant avec des procédés de modulation d'ordre plus élevé (voir la Recommandation UIT-R F.758).

Les diverses configurations possibles de réseaux exploités avec AHF à large bande sont les suivantes: réseaux classiques du type point à point (P-P), réseaux classiques point à multipoint (P-MP) et combinaisons de ces deux types de réseaux, par exemple systèmes P-P mis en œuvre dans des configurations P-MP à plusieurs secteurs. De la même façon, la mise en œuvre de liaisons P-P indépendantes à grande densité aboutit à la formation de grappes (clusters) qui possèdent les caractéristiques fondamentales des systèmes multipoint à multipoint (MP-MP) semblables à des systèmes maillés.

Ces systèmes AHF à large bande sont implantés, en grande majorité, dans des zones urbaines, suburbaines et dans des campus, à grande densité de peuplement, où les angles d'élévation des trajets de transmission peuvent atteindre des valeurs de l'ordre de 40 à 60°. Les liaisons sont mises en place régulièrement à la demande, pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs finals au fur et à mesure que ces besoins apparaissent.

La présente Recommandation traite des systèmes BWA à large bande, sur la base de l'Annexe B à la Recommandation UIT-T J.112 – Interface radioélectrique pour la transmission de données par câble. Plusieurs bandes de fréquences de la gamme 2,5-66 GHz peuvent convenir à ces systèmes. Ces systèmes, et d'autres, qui pourront faire l'objet d'autres Recommandations, appartiennent à la catégorie des systèmes hertziens multimédias (MWS, *multimedia wireless systems*). Ces derniers sont des systèmes hertziens qui assurent l'échange d'informations de plusieurs types: textes, graphiques, signaux vocaux, sons, images, données et vidéo.

La présente Recommandation complète la Recommandation UIT-T J.116. Dans la mise en œuvre de systèmes BWA, il y a lieu de considérer à la fois la présente Recommandation et la Recommandation UIT-T J.116, dans leur totalité.

## Domaine d'application

La présente Recommandation se fonde sur les normes approuvées et publiées par l'UIT-T pour les câblo-modems (Annexe B à la Recommandation UIT-T J.112), moyennant une adaptation des paramètres techniques utilisables dans l'accès hertzien, à savoir pour les modems d'équipement des locaux client (CPE, *customer premises equipment*) fonctionnant avec BWA. On a une communauté maximale des caractéristiques, afin de réaliser des économies d'échelle.

La présente Recommandation complète la Recommandation UIT-T J.116. Dans la mise en œuvre de systèmes BWA, il y a lieu de considérer à la fois la présente Recommandation et la Recommandation UIT-T J.116, dans leur totalité.

## Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT en vigueur est régulièrement publiée.

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| Recommandation UIT-R F.755:  | Systèmes point à multipoint utilisés dans le service fixe   |
| Recommandation UIT-R F.1402: | Critères de partage des fréquences entre un système d'accès hertzien mobile terrestre et un système d'accès hertzien fixe utilisant le même type d'équipement |
| Recommandation UIT-R F.1400: | Caractéristiques et objectifs de qualité et de disponibilité applicables à l'accès hertzien fixe au réseau téléphonique public commuté                        |
| Recommandation UIT-R F.1399: | Terminologie relative aux accès hertziens   |

- Recommandation UIT-R F.1401: Bandes de fréquences utilisables par les systèmes d'accès hertzien fixe et méthodologie d'identification de ces bandes
- Recommandation UIT-T H.222.0: ISO/CEI 13818-1:1996: Technologies de l'information – Codage générique des images animées et du son associé: systèmes
- Recommandation UIT-T I.361: Spécifications de la couche ATM du RNIS à large bande
- Recommandation UIT-T I.363: Spécification de la couche d'adaptation du mode de transfert asynchrone du RNIS à large bande
- Recommandation UIT-T J.83: Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données
- Recommandation UIT-T J.110: Principes de base d'une famille mondiale commune de systèmes pour la fourniture de services interactifs de télévision
- Recommandation UIT-T J.111: Protocoles indépendants des réseaux pour systèmes interactifs
- Recommandation UIT-T J.112: Systèmes de transmission pour services interactifs de télévision par câble
- Recommandation UIT-T J.116: Canal d'interaction pour systèmes de distribution multipoint locale
- Recommandation UIT-T V.21: Modem à 300 bit/s duplex, normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation
- Recommandation UIT-T V.22: Modem fonctionnant en duplex à 1 200 bit/s, normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués à deux fils de type téléphonique de poste à poste
- Recommandation UIT-T V.22bis: Modem fonctionnant en duplex à 2 400 bit/s utilisant la technique de la répartition en fréquence et normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur circuits loués à deux fils du type téléphonique de poste à poste
- Recommandation UIT-T V.23: Modem à 600/1200 bauds normalisé pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation
- Recommandation UIT-T V.25: Equipement de réponse automatique et procédures générales pour équipements d'appel automatique en mode parallèle sur le réseau téléphonique général comuté, y compris les procédures de neutralisation des dispositifs de réduction d'écho lorsque les appels sont établis aussi bien d'une manière manuelle que d'une manière automatique
- Recommandation UIT-T V.32: Famille de modems à deux fils fonctionnant en duplex à des débits binaires allant jusqu'à 9 600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits loués de type téléphonique
- Recommandation UIT-T V.32bis: Modem fonctionnant en mode duplex à des débits binaires allant jusqu'à 14 400 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général avec commutation et sur les circuits à 2 fils de type téléphonique loués de poste à poste
- Recommandation UIT-T V.34: Modem fonctionnant à des débits allant jusqu'à 33 600 bit/s pour usage sur le réseau téléphonique général comuté et sur les circuits loués point à point à 2 fils de type téléphonique
- Recommandation UIT-T V.42: Procédures de correction d'erreur pour les équipements de terminaison de circuits de données utilisant la conversion asynchrone/synchrone
- Recommandation UIT-T X.25: Interface entre équipement terminal de traitement de données et équipement de terminaison de circuit de données pour terminaux fonctionnant en mode paquet et raccordés par circuit spécialisé à des réseaux publics pour données
- Recommandation UIT-T Z.100: SDL: langage de description et de spécification du CCITT

*ISO/CEI:*

- ISO 8025: Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Spécification de règles de base pour coder la notation de syntaxe abstraite numéro une (ASN.1), (décembre 1987)
- ISO/CEI 8802-2: Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 2: Contrôle de liaison logique, 1994 (IEEE Std 802.2:1994)
- ISO/CEI 8802-3: Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Prescriptions spécifiques – Partie 3: Accès multiple par surveillance du signal et détection de collision (CSMA/CD) et spécifications pour la couche physique, 1996 (IEEE Std 802.3:1996)
- ISO/CEI 10038: Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'informations entre systèmes – Réseaux locaux – Contrôle d'accès au milieu (MAC) – Ponts, 1993 ANSI/IEEE Std 802.1D:1993
- ISO/CEI 10039: Technologies de l'information – Interconnexion de systèmes ouverts – Réseaux locaux – Définition du service de contrôle d'accès au milieu (MAC), 1991
- ISO/CEI 15802-1 Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Spécifications communes – Partie 1: Définition du Contrôle d'accès au support (MAC), 1995

*IETF:*

- RFC-791: POSTEL, J. [septembre 1981] Internet Protocol (MIL STD 1777). Internet Engineering Task Force (IETF).
- RFC-826: PLUMMER, D. [novembre 1982] Ethernet Address Resolution Protocol: Or converting network protocol addresses to 48-bit Ethernet address for transmission on Ethernet hardware.
- RFC-868: HARRENSTIEN, K. et POSTEL, J. [mai 1983] Time Protocol, IETF.
- RFC-1042: POSTEL, J. et REYNOLDS, J. [février 1988] A Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks, IETF.
- RFC-1058: HEDRICK, C. [juin 1988] Routing Information Protocol. IETF.
- RFC-1157: SCHOFFSTALL, M., FEDOR, M., DAVIN, J. et CASE, J. [mai 1990] A Simple Network Management Protocol (SNMP). IETF.
- RFC-1350: SOLLINGS, K. [juillet 1992] The TFTP Protocol (Révision 2). IETF.
- RFC-1533: ALEXANDER, S. et DROMS, R. [octobre 1993] DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions. IETF.
- RFC-1541: DROMS, R. [octobre 1993] Dynamic Host Configuration Protocol. IETF.
- RFC-1633: BRADEN, R., CLARK, D. et SHENKER, S. [juin 1994] Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview. IETF.
- RFC-1812: BAKER, F. [juin 1995] Requirements for IP Version 4 Routers. IETF.
- RFC-2104: KRAWCZYK, H., BELLARE, M. et CANETTI, R. [février 1997] HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication. IETF.

## Définitions et abréviations

**Abonné:** voir utilisateur final.

**Accès multipoint:** accès utilisateur sur lequel plus d'un équipement terminal est pris en charge par une seule terminaison de réseau.

**Adresse de commande d'accès au support physique (MAC, *media access control*):** adresse de matériel intégré à un appareil raccordé à un support partagé.

**Adresses de diffusion:** adresse de destination prédéfinie qui désigne l'ensemble de tous les points d'accès aux services du réseau de données.

**Amont; montant:** sens des locaux de l'abonné vers la station BTS.

**Aval; descendant:** sens de transmission de la station BTS vers l'abonné.

**Bruit impulsif:** bruit caractérisé par des perturbations transitoires ne se chevauchant pas.

**Client:** voir utilisateur final.

**Code Reed-Solomon:** code de correction d'erreur directe situé avant l'entrelacement permettant la correction d'erreurs induites par des rafales de bruit.

**Connexion multipoint:** connexion entre plus de deux terminaisons de réseau de données.

**Couche:** subdivision de l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI), constituée de sous-systèmes du même rang.

**Couche Liaison de données:** couche 2 dans l'architecture d'interconnexion des systèmes ouverts; couche qui permet aux services de transférer des données par la liaison entre systèmes ouverts.

**Couche Physique (PHY):** couche 1 dans l'architecture d'OSI; couche qui fournit les services pour transmettre des bits ou des groupes de bits par une liaison entre systèmes ouverts et qui déclenche les procédures électriques, mécaniques et de prise de contact.

**Couche Réseau:** couche 3 dans l'architecture d'OSI; couche qui permet aux services d'établir des voies entre des systèmes ouverts.

**Disponibilité:** rapport à long terme entre le temps réel de fonctionnement des canaux RF et le temps programmé de fonctionnement des canaux RF (exprimé en pourcentage), fondé sur un taux d'erreur binaire (TEB) hypothétique.

**Durée moyenne de réparation; temps moyen de dépannage (MTTR, *mean time to repair*):** le MTTR est le temps moyen écoulé entre le moment où le dysfonctionnement d'un canal RF est décelé et le moment où le fonctionnement du canal RF est entièrement rétabli.

**Dynamique:** rapport entre la puissance de signal la plus élevée qui peut être transmise par un système de transmission analogique multivoie sans dépasser les limites de distorsion ou autres limites de qualité de fonctionnement, et la puissance de signal la plus faible qui peut être utilisée sans dépasser les limites de bruit, taux d'erreur ou autres limites de qualité de fonctionnement.

**En-tête:** information de contrôle du protocole située au début d'une unité de données de protocole.

**Entrelacement:** méthode de correction d'erreur qui permet la correction d'erreurs en paquet dues au bruit.

**Équipement local d'abonné (CPE, *customer premises equipment*):** équipements dans les locaux de l'utilisateur final; il peut s'agir d'équipements fournis par l'utilisateur final ou par le fournisseur de services.

**Facteur d'adaptation (en réflexion); affaiblissement d'adaptation:** paramètre décrivant l'affaiblissement d'un signal à onde guidée (par câble coaxial, par exemple) retourné à une source par un appareil ou un support, suite aux réflexions du signal produit par la source.

**Facteur d'arrondi; coupure:** coefficient de fonction de coupure en cosinus qui détermine les caractéristiques de fréquence du filtre.

**Flux de programme:** dans le cadre de MPEG-2, un multiplex de paquets vidéo et audionumériques de longueurs variables provenant d'une ou de plusieurs sources de programme ayant une base de temps commune.

**Flux de transport:** dans le cadre de MPEG-2, méthode de multiplexage par paquets d'un ou de plusieurs flux vidéo et audionumériques ayant une ou plusieurs bases de temps indépendantes, en un seul flux.

**Gestion de réseau:** fonctions associées à la gestion des ressources de la couche Liaison de données et de la couche Physique et de leurs positions dans le réseau de données ayant pour support le système hybride fibre optique/câble coaxial.

**Gestion-systèmes:** fonctions de la couche Application associées à la gestion de différentes ressources d'OSI et de leur état dans toutes les couches de l'architecture OSI.

**Identificateur de paquet (PID, *packet identifier*):** valeur entière unique utilisée pour identifier les flux élémentaires d'un programme dans un flux MPEG-2 uniprogramme ou multiprogrammes.

**Identificateur propre à une organisation (OUI, *organizationally unique identifier*):** identificateur de trois octets attribué par l'IEEE, le OUI peut être utilisé afin de produire des adresses LAN MAC et des identificateurs de protocole universels selon la norme ANSI/IEEE Std 802 pour l'utilisation dans les applications de réseaux locaux et métropolitains.

**Information spécifique au programme (PSI, *program specific information*):** dans le cadre de MPEG-2, données normatives nécessaires au démultiplexage de flux de transport et à l'extraction correcte de programmes.

**Interconnexion des systèmes ouverts (OSI, *open systems interconnection*):** cadre de normes ISO pour la communication entre différents systèmes fabriqués par différents fournisseurs, dans lequel le procédé de communication est organisé en sept catégories différentes, placées dans une séquence en couches fondée sur leur relation par rapport à l'utilisateur. Chaque couche utilise la couche située immédiatement au-dessous et fournit un service à la couche située immédiatement au-dessus. Les couches 7 à 4 traitent la communication de bout en bout entre la source et la destination du message et les couches 3 à 1 traitent les fonctions de réseau.

**Interface de données avec distribution par fibre optique (FDDI, *fiber distributed data interface*):** norme de réseaux locaux à fibre optique.

**Intervalle de garde:** intervalle minimal inséré entre les rafales montantes, pris à partir du centre du dernier symbole d'une rafale jusqu'au centre du premier symbole de la rafale suivante.

**Latence; temps de passage:** temps, exprimé en quantité de symboles, nécessaire à un élément de signal pour passer par un appareil.

**Liaison de transmission:** unité physique d'un sous-réseau qui assure la connexion de transmission entre nœuds adjacents.

**Mini-intervalle:** un mini-intervalle est un multiple entier d'incrément de 6,25  $\mu$ s. La relation entre mini-intervalles, octets et tops d'horloge est décrite au § 6.

**Mode de transfert asynchrone (ATM, *asynchronous transfer mode*):** protocole de transmission de différents signaux numériques utilisant des cellules uniformes de 53 octets.

**Modem BTS BWA: (*BWA BTS modem*):** modem de station d'émission-réception de base fonctionnant avec accès hertzien à large bande. Un ou plusieurs démodulateurs agissant dans le sens descendant et les modulateurs correspondants agissant dans le sens montant.

**Modem CPE BWA (*BWA CPE modem*):** modem d'équipement des locaux client fonctionnant avec accès hertzien à large bande.

**Modulation d'amplitude de porteuses en quadrature (MAQ):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique impliquant un codage de phase et d'amplitude.

**Modulation par déplacement de phase quadrivalente (MDP-4):** méthode de modulation de signaux numériques sur un signal de porteuse radioélectrique utilisant quatre états de phase pour coder deux bits numériques.

**Modulation parasite de la porteuse:** distorsion d'amplitude crête à crête du niveau de signal de porteuse RF due à la fondamentale et aux harmoniques d'ordre inférieur de la fréquence de l'alimentation.

**Nœud optique:** point d'interface entre une artère optique et la distribution par câble coaxial.

**Point d'accès au service (SAP, *service access point*):** point auquel des services sont fournis par une couche, ou sous-couche, à la couche située immédiatement au-dessus.

**Point d'accès au service MAC:** un point d'accès au service MAC est une annexe du domaine de sous-couche MAC.

**Procédure de commande d'accès au support physique (MAC):** partie du protocole dans un sous-réseau qui gouverne l'accès au support de transmission, indépendamment des caractéristiques physiques du support, mais en tenant compte de la topologie du sous-réseau, afin de permettre l'échange de données entre nœuds. Les procédures MAC comprennent le verrouillage de trame, la protection contre les erreurs et l'acquisition du droit d'utiliser le support de transmission sous-jacent.

**Procédure de commande de liaison logique (LLC, *logical link control*):** partie du protocole dans un réseau local (LAN) ou un réseau métropolitain (MAN) qui gouverne l'assemblage de trames de couche Liaison de données et leur échange entre stations de données, indépendamment de la manière dont le support de transmission est partagé.

**Protocole:** ensemble de règles et de formats qui déterminent le comportement de communication des entités de couche lorsqu'elles exécutent les fonctions de couche.

**Protocole d'accès au sous-réseau (SNAP, *subnetwork access protocol*):** extension de l'en-tête LLC permettant d'utiliser des réseaux de type IEEE 802 comme des réseaux IP.

**Protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*):** protocole Internet de couche de transport qui assure un service fiable de transfert de paquets de données de bout en bout, sans erreur, tel que défini par l'IETF.

**Protocole de configuration de serveur dynamique (DHCP, *dynamic host configuration protocol*):** protocole Internet utilisé pour attribuer des adresses (IP) de couche Réseau.

**Protocole de gestion de réseau simple (SNMP, *simple network management protocol*):** protocole de gestion de réseau de l'IETF.

**Protocole de message de commande Internet (ICMP):** protocole de couche Réseau Internet.

**Protocole de résolution d'adresse (ARP, *address resolution protocol*):** protocole de l'IETF destiné à convertir les adresses réseau en adresses Ethernet 48 bits.

**Protocole de transfert de fichiers simplifié (TFTP, *trivial file transfer protocol*):** protocole Internet de transfert de fichiers sans exigence de noms d'utilisateur et de mots de passe, utilisé normalement pour le téléchargement automatique de données et de logiciels.

**Protocole d'information de routage (RIP, *routing information protocol*):** protocole de l'IETF pour l'échange d'information de routage sur les réseaux et sous-réseaux IP.

**Protocole Internet:** protocole de la couche Réseau d'Internet, défini par l'IETF.

**Radiofréquence (RF):** signaux électromagnétiques, normalement dans une gamme allant de 5 à 1 000 MHz.

**Rapport de tout ou rien en émission; rapport de transmission marche/arrêt:** dans les systèmes multi-accès, rapport entre la puissance du signal envoyé sur la ligne pendant la transmission et hors transmission.

**Rapport porteuse sur bruit (C/N):** carré du rapport entre la valeur quadratique moyenne (efficace) de la tension de la porteuse RF à modulation numérique et la valeur quadratique moyenne de la tension du bruit aléatoire continu dans la largeur de bande de mesure définie. (En l'absence de spécification explicite, la largeur de bande de mesure est la rapidité de modulation de la modulation numérique.)

**Réseau local (LAN, *local area network*):** réseau de données privé sur lequel la transmission série est utilisée pour la communication directe de données entre stations de données situées dans les locaux de l'utilisateur.

**Seconde avec rafale d'erreurs:** toute seconde erronée contenant au moins 100 erreurs.

**Seconde erronée:** tout intervalle d'une seconde qui contient au moins une erreur binaire.

**Sous-couche:** subdivision d'une couche dans le modèle de référence d'OSI.

**Sous-couche de commande d'accès au support physique (MAC):** partie de la couche Liaison de données qui prend en charge les fonctions dépendantes de la topologie et utilise les services de la couche Physique afin de fournir des services à la sous-couche de commande de liaison logique (LLC)

**Sous-couche de convergence de transmission:** sous-couche de la couche Physique qui assure une interface entre la couche Liaison de données et la sous-couche PMD.

**Sous-couche dépendante du support physique (PMD, *physical media dependent*):** sous-couche de la couche Physique chargée de la transmission de bits ou de groupes de bits par des types particuliers de liaison entre systèmes ouverts et qui déclenche les procédures électriques, mécaniques et de prise de contact.

**Sous-réseau:** les sous-réseaux sont créés physiquement en raccordant des nœuds adjacents par des liaisons de transmission.

**Sous-système:** élément dans une division hiérarchique d'un système ouvert qui agit directement avec des éléments de la division immédiatement supérieure ou immédiatement inférieure de ce système ouvert.

**Support de transmission:** support matériel sur lequel des signaux d'informations peuvent être transmis, par exemple support hertzien, fibre optique, câble coaxial et paire torsadée.

**Système de transmission:** interface et support de transmission par lesquels des entités de couche Physique homologues transfèrent des bits.



**Temps de propagation de groupe:** différence de temps de transmission par un appareil, circuit ou système entre la plus haute et la plus basse de plusieurs fréquences.

**Temps de transit:** temps entre l'instant auquel le premier bit d'une unité PDU franchit une certaine frontière et l'instant auquel le dernier bit de la même unité PDU franchit une seconde frontière.

**Tête de réseau:** point central du réseau BWA, chargé d'injecter des signaux vidéo diffusés et autres dans le sens descendant. Voir également tête de réseau collective, pivot de distribution.

**Top:** intervalles de temps qui servent de référence pour la définition du mini-intervalle et des temps de transmission dans le sens montant.

**Transmodulation:** type de distorsion d'un signal de télévision dans laquelle la modulation d'un ou plusieurs canaux de télévision est imposée à un ou plusieurs autres canaux.

**Type/longueur/valeur (TLV):** codage de trois champs où le premier champ indique le type d'élément, le deuxième la longueur de l'élément et le troisième la valeur.

**Unité de données de service (SDU, *service data unit*):** informations échangées sous forme d'unité entre points d'accès au service homologues.

**Unité de données protocolaires de pont (BPDU, *bridge protocol data unit*):** messages de protocole d'interconnexion arborescente tels que définis par la norme ISO/CEI 10038.

**Utilisateur final:** individu, organisation ou système de télécommunications qui accède au réseau afin de communiquer par le biais des services fournis par le réseau.

**Voie d'aller:** sens du flux de signaux RF de la station BTS vers l'utilisateur final, équivalant à descendant.

**Voie de retour:** sens du flux des signaux vers la tête de réseau, s'éloignant de la station BTS; équivalant à montant.

AHF: accès hertzien fixe.

AMRT: accès multiple par répartition dans le temps.

BC: canal de diffusion (*broadcast channel*).

BRA: accès au débit de base (*basic rate access*).

BTS: station d'émission-réception de base (*base transceiver station*). Une station BTS peut comporter plusieurs modems BTS.

BWA: accès hertzien à large bande (*broadband wireless access*).

CATV: (système de télévision à antenne collective (*community antenna television (system)*)).

CED: correction d'erreur directe (*forward error correction*).

CEI: Commission électrotechnique internationale.

CRC: contrôle de redondance cyclique (*cyclic redundancy check*), méthode de détection d'erreur utilisant un code cyclique.

DA: adresse de destination (*destination address*)

DAVIC: Digital Audiovisual Council.

DCE: équipement de transmission de données (*data communication equipment*).

DOBSS: système de sécurité pour transmission de données avec accès BWA (*data over BWA security system*).

DTMF: multifréquence bitonalité (*dual tone multifrequency*).

DVB: diffusion vidéonumérique (*digital video broadcasting*).

EH ou EHDR: en-tête étendu (*extended header*).

ETTD: équipement terminal de traitement de données.

FC: commande de trame (*frame control*).

FDMA, AMRF: accès multiple par répartition en fréquence (*frequency division multiple access*).

GT: heure universelle (*global time*).

HCS: séquence de vérification d'en-tête (*header check sequence*).

HFC: système hybride fibre optique/câble coaxial (*hybrid fibre/coax system*).

IC:	canal d'interaction ( <i>interaction channel</i> ).
IE:	élément d'information ( <i>information element</i> ).
IEEE:	Institute of Electrical and Electronic Engineers.
IETF:	Internet Engineering Task Force.
INA:	adaptateur réseau interactif ( <i>interactive network adapter</i> ).
IQ:	composantes en phase et en quadrature ( <i>in-phase and quadrature components</i> ).
IRD:	récepteur-décodeur intégré ( <i>integrated receiver decoder</i> ).
ISO:	Organisation internationale de normalisation ( <i>international organization for standardization</i> ).
LEN:	longueur (en octets, sauf indication contraire) ( <i>length (in bytes unless otherwise stated)</i> ).
LFSR:	registre à décalage avec réinjection linéaire ( <i>linear feedback shift register</i> ).
LMCS:	système de communication local multipoint ( <i>local multipoint communication system</i> ).
LMDS:	système de distribution local multipoint ( <i>local multipoint distribution system</i> ).
LSB:	bit de plus faible poids ( <i>least significant bit</i> ).
LT:	heure locale ( <i>local time</i> ).
MCNS:	systèmes de réseau câblé multimédia ( <i>multimedia cable network system</i> ).
MMDS:	système de radiodistribution multipoint ( <i>multi-channel multi-point distribution systems</i> ).
MPEG:	groupe d'experts pour les images animées ( <i>moving picture experts group</i> ).
MRF:	multiplexage par répartition en fréquence.
MSAP:	point d'accès au service MAC ( <i>MAC service access point</i> ).
MSB:	bit de plus fort poids ( <i>most significant bit</i> ).
NIU:	unité d'interface avec le réseau ( <i>network interface unit</i> ).
NSAP:	point d'accès au service du réseau ( <i>network service access point</i> ).
OOB:	hors bande ( <i>out of band</i> ).
PM:	modulation par impulsion ( <i>pulse modulation</i> ).
QS:	qualité de service.
REQ:	indicateur de demande ( <i>request indicator</i> ).
RNG:	téléométrie ( <i>ranging</i> ).
RNIS:	réseau numérique à intégration de services.
RTD:	temps de propagation aller et retour ( <i>round trip delay</i> ).
RTGC:	réseau téléphonique général avec commutation.
RTPC:	réseau téléphonique public commuté.
SID:	identificateur de service ( <i>service identifier</i> ).
SMATV:	système de réception collective de télévision par satellite ( <i>satellite master antenna television</i> ).
SMS:	système de gestion du spectre ( <i>spectrum management system</i> ).
SNMP:	protocole simple de gestion de réseau ( <i>simple network management protocol</i> ).
STB:	boîtier convertisseur-décodeur ( <i>set-top box</i> ).
STU:	unité terminale d'abonné; moniteur ( <i>set-top unit</i> ).
SYNC:	synchronisation.
TC:	sous-couche de convergence de transmission ( <i>transmission convergence sublayer</i> ).
TS:	flux de transport ( <i>transport stream</i> ).
UCC:	changement de voie montante ( <i>upstream channel change</i> ).
UCD:	descripteur de voie montante ( <i>upstream channel description</i> ).

## Conventions

Dans la présente Recommandation, les mots employés pour définir l'importance d'une prescription particulière sont écrits en majuscules. Ces mots sont:

DOIT	Ce mot ainsi que l'adjectif REQUIS indiquent que l'article est une prescription absolue de la présente- spécification.
NE DOIT PAS	Cette expression indique que l'article est une interdiction absolue de la présente spécification.
IL CONVIENT DE	Cette expression ainsi que l'adjectif RECOMMANDÉ indiquent qu'il peut, dans des circonstances particulières, exister des raisons valables pour ignorer cet article, mais qu'il convient, avant de faire ce choix, de prendre en considération la totalité des incidences et d'étudier soigneusement le cas.
IL NE CONVIENT PAS DE	Cette expression indique qu'il peut, dans des circonstances particulières, exister des raisons valables pour que le comportement indiqué soit acceptable ou même utile, mais qu'il convient, avant de faire ce choix, de prendre en considération la totalité des incidences et d'étudier soigneusement le cas.
PEUT	Ce mot ainsi que l'adjectif FACULTATIF indiquent que cet article est effectivement facultatif. Un fournisseur peut choisir d'inclure l'article par exemple parce qu'il est requis sur un marché particulier ou parce qu'il améliore le produit, alors qu'un autre fournisseur peut choisir d'omettre ce même article.

Pour le reste, le texte est descriptif ou explicatif.

## Avant-propos

L'UIT-T a élaboré, pour les câblo-modems, des Recommandations qui peuvent être prises comme base de la spécification des systèmes à accès hertzien, afin de réaliser des économies d'échelle. En particulier, peuvent être prises en considération à cet effet l'Annexe B à la Recommandation UIT-T J.112, et la Recommandation UIT-T J.83 – Systèmes numériques multiprogrammes pour la distribution par câble des services de télévision, son et données. Les paramètres techniques peuvent être adaptés à l'environnement hertzien, en lieu et place de l'environnement câble, afin de prendre en charge la transmission bidirectionnelle de données sur des systèmes fonctionnant avec BWA aux fins de services interactifs.

## Recommandation

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT recommande que les prescriptions suivantes soient appliquées aux systèmes de transmission radioélectrique pour BWA sur la base des normes spécifiées pour les câblo-modems (Annexe B à la Recommandation UIT-T J.112).

La présente Recommandation complète la Recommandation UIT-T J.116. Dans la mise en œuvre de systèmes BWA, il y a lieu de considérer à la fois la présente Recommandation et la Recommandation UIT-T J.116, dans leur totalité.

## 1 Prescriptions générales applicables aux systèmes

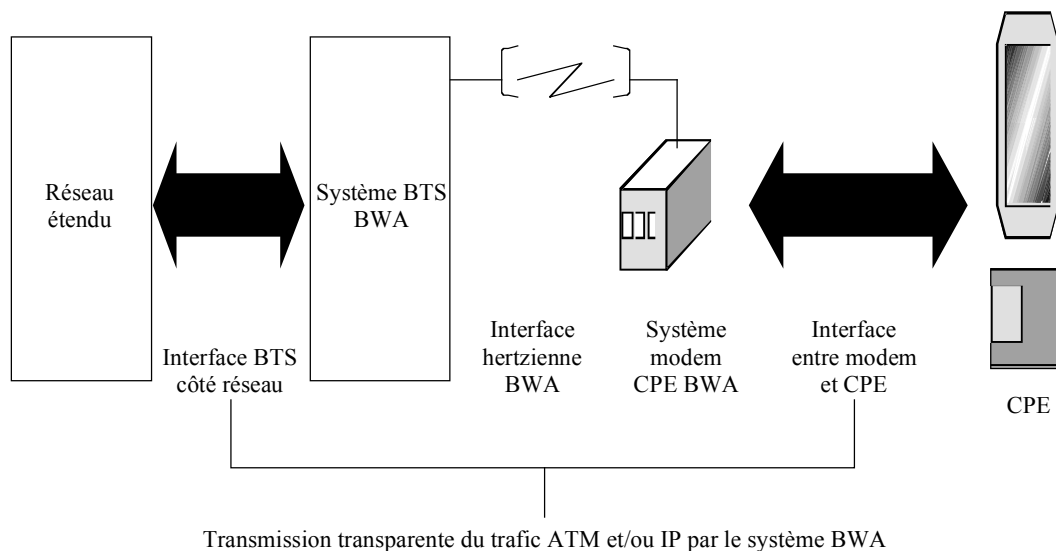
### 1.1 Objectifs de service

Les services prévus permettront une transmission bidirectionnelle transparente du trafic ATM et/ou du trafic de IP entre la BTS BWA et les locaux de l'abonné par un réseau BWA. Ceci est illustré d'une manière simplifiée à la Fig. 1.

La voie de transmission par un système BWA est établie côté réseau fixe par une BTS fonctionnant en BWA et au niveau de chaque local d'abonné par un modem CPE BWA. Côté réseau fixe, l'interface avec le système BTS BWA est appelée interface station BTS BWA – côté réseau (BTS-NSI) et est spécifiée dans MCNS3 (voir Annexe 1). Dans les locaux d'abonné, l'interface est appelée interface entre le modem CPE et les équipements des locaux d'abonné (CMCI, *CPE-modem-to-customer-premises-equipment-interface*) et est spécifiée dans MCNS4 (voir Annexe 1). Pour les opérateurs BWA le but est la transmission transparente ATM et IP entre ces interfaces, y compris – mais sans s'y limiter – les datagrammes, DHCP, ICMP, et adressage de groupe IP (diffusion et multidiffusion).

FIGURE 1

## Transmission transparente du trafic ATM et/ou IP par le système BWA



1499-01

## 1.2 Architecture de référence

L'architecture de référence pour les services et les interfaces de transmission de données par système BWA est donnée à la Fig. 2.

### 1.3 Catégories de spécification d'interface

L'architecture de référence de base de la Fig. 2 implique quatre catégories d'interface. Celles-ci sont développées en phases:

#### 1.3.1 Phase 1

*Interfaces de données* – Il s'agit des CMCI (MCNS4 (voir Annexe 1)) et BTS-NSI (MCNS3 (voir Annexe 1)), qui correspondent respectivement à l'interface entre modem CPE et CPE (par exemple, entre l'ordinateur de l'abonné et le modem CPE BWA), et l'interface côté réseau d'un système de modem BTS BWA entre le système de terminaison de modem BTS BWA et le réseau de données.

#### 1.3.2 Phase 2

*Interfaces de systèmes d'appui pour l'exploitation* – Il s'agit des interfaces de couche de gestion d'élément de réseau entre les éléments de réseau et les systèmes d'appui pour l'exploitation (OSS, *operations support system*) de haut niveau qui peuvent traiter des processus commerciaux de base et qui sont documentées dans MCNS5 (voir Annexe 1).

#### 1.3.3 Phase 3

*Interfaces FI* – Les interfaces FI définies dans la présente Recommandation sont les suivantes:

- entre le modem BWA des équipements CPE (modem CPE) et le module FI des CPE;
- entre le modem de la station BTS (modem BTS) et le module FI de cette station.

#### 1.3.4 Phase 4

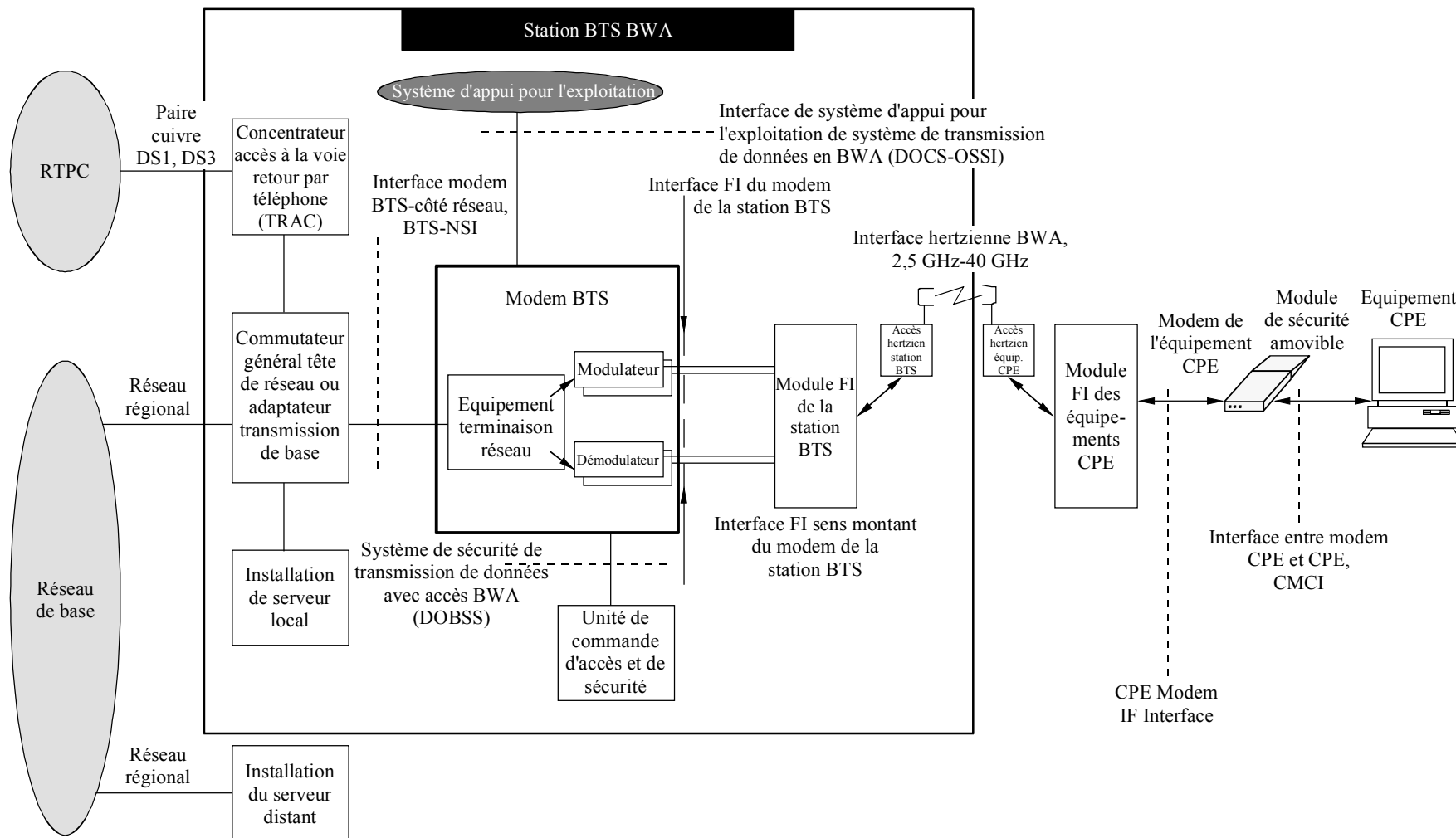
*Interfaces hertziennes* - Les interfaces RF définies dans la présente Recommandation sont les suivantes:

- entre l'accès hertzien de la station BTS et l'accès hertzien des équipements CPE dans le sens descendant;
- entre l'accès hertzien de la station BTS et l'accès hertzien des équipements CPE dans le sens montant.

*Prescriptions de sécurité*

- Le système de sécurité de transmission de données avec accès BWA (DOBSS) est défini dans MCNS2 (voir Annexe 1).
- Le module de sécurité amovible (RSM, *removable security module*) des équipements CPE est défini dans MCNS7 (voir Annexe 1).
- La sécurité fondamentale de transmission de données avec accès BWA est définie dans MCNS8 (voir Annexe 1).

FIGURE 2  
**Architecture de référence de transmission de données en BWA**



1499-02

## 1.4 Localisation de serveur

La présente Recommandation fait référence à plusieurs serveurs qui sont d'une importance primordiale pour l'exploitation d'un système (par exemple les serveurs de mise en service et de sécurité).

Les diagrammes de séquence de messages qui servent d'exemples dans la présente Recommandation montrent des échanges de messages possibles où l'accès aux serveurs se fait par le modem de la station BTS.

## 2 Hypothèses fonctionnelles

La présente section décrit les caractéristiques d'un réseau fonctionnant avec accès BWA aux fins de l'exploitation du système de transmission de données par câble. Il ne s'agit pas d'une description des paramètres du système de terminaison de données avec BWA. Ce système de transmission de données DOIT fonctionner de manière satisfaisante dans l'environnement décrit dans la présente section.

### 2.1 Réseau à accès BWA

Le réseau à accès BWA utilise l'AMRT. Les caractéristiques fonctionnelles clés sont les suivantes:

- transmission radioélectrique unidirectionnelle et bidirectionnelle;
- utilisation du MRT dans le sens descendant;
- utilisation de l'AMRT dans le sens montant;
- utilisation des bandes de fréquences comprises entre 2,5 et 66 GHz;
- une zone de service de station BTS est appelée cellule; le rayon d'une cellule est généralement inférieur à 15 km, la valeur exacte dépendant de la région hydroclimatique et des prescriptions en matière de disponibilité;
- une cellule peut être divisée en plusieurs secteurs;
- le système doit être capable de résister à des évanouissements de 30 dB dus à la pluie, et à un taux d'évanouissement de 5 dB/s.

### 2.2 Hypothèses posées pour ce qui concerne l'équipement

#### 2.2.1 Répartition de fréquences

Les bandes de fréquences comprises entre 2,5 GHz et 66 GHz sont idéales pour les applications de l'accès BWA dans le monde entier (par exemple, les bandes de fréquences utilisées pour les LMDS, les LMCS et les MMDS). Ces types de systèmes appartiennent à la catégorie des MWS. Compte tenu de la diversité des bandes RF à utiliser pour les applications de l'accès BWA, il est souhaitable de définir la FI pour l'interface placée entre les modems et les appareils radiofréquence. Cependant, la mise en œuvre spécifique de la FI est laissée à la discrétion des fournisseurs.

#### 2.2.2 Compatibilité avec d'autres services

Certaines des bandes de fréquences désignées pour l'accès BWA peuvent être partagées avec des systèmes à satellites. En pareils cas, il faut tenir compte des brouillages mutuels et gérer ces brouillages de telle manière que les systèmes des deux types fonctionnent avec une dégradation minimale de leur qualité.

#### 2.2.3 Conséquences de la localisation des pannes pour d'autres utilisateurs

Etant donné que le système de transmission de données avec accès BWA est un système point à multipoint à support partagé, les procédures de localisation des pannes DOIVENT tenir compte des éventuelles conséquences négatives de pannes et des procédures de localisation des pannes pour de nombreux utilisateurs du service de transmission de données avec accès BWA et d'autres services.

### 2.3 Hypothèses posées en matière de canal RF

Le système de transmission de données avec accès BWA, configuré avec au moins un ensemble de paramètres de couche Physique définis (par exemple, modulation, CED, rapidité de modulation, etc.) de la gamme de réglages de configuration décrits dans la présente spécification, doit être capable de fonctionner avec un taux de perte de paquets de 1500 octets inférieur à 1% en acheminant au moins 100 paquets/s sur des réseaux BWA ayant les caractéristiques définies au § 2.3.

### 2.3.1 Transmission dans les sens montant et descendant

Les caractéristiques de transmission des canaux RF du réseau BWA dans les sens montant et descendant sont décrites dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

#### Hypothèses posées en matière de caractéristiques de transmission des canaux RF dans les sens montant et descendant

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences	2,5-66 GHz (y compris les bandes désignées pour les systèmes LMDS, LMCS et MMDS)
Espacement des canaux RF dans le sens montant (largeur de bande nominale)	Jusqu'à 26 MHz
Espacement des canaux RF dans le sens descendant (largeur de bande nominale)	Jusqu'à 40 MHz
Temps de propagation entre la station BTS et l'équipement CPE le plus éloigné	$\leq 0,05$ ms (généralement beaucoup moins)
Affaiblissement maximum dû à la pluie	30 dB
Taux d'évanouissement maximum dû à la pluie	5 dB/s
Principal mécanisme de transmission	Visibilité directe

#### 2.3.1.1 Disponibilité

Une disponibilité normale de réseau BWA est sensiblement supérieure à 99%.

### 2.4 Niveaux de transmission

Soit  $P_{1dBc}$  le point de compression à 1 dB de la sortie de l'amplificateur de puissance. La valeur exacte de la puissance de sortie dépendra de l'ingénierie spécifique de la liaison.

Paramètres	Valeur (dBm)
Puissance d'émission $P_{1dBc}$ à la sortie de la station BTS	>15
Puissance d'émission $P_{1dBc}$ à la sortie de l'équipement CPE	>15

### 2.5 Prescriptions en matière de régulation de puissance

Il n'est pas prévu de régulation de la puissance d'émission dans le sens descendant. Cette régulation est nécessaire dans le sens montant.

### 2.6 Spécification du TEB en fonction du rapport $S/N$

Vu la diversité des rapidités de modulation adoptées respectivement pour le sens montant et le sens descendant, il est plus commode de spécifier TEB en fonction de  $S/N$ . Pour une valeur donnée de TEB, il est possible de choisir le seuil de niveau du signal reçu, une fois connus la rapidité de modulation et le facteur de bruit du récepteur. Les Fig. 3 à 5 donnent les courbes de TEB en fonction de  $S/N$ , pour les modulations MDP quadrivalentes (MAQ-4), MAQ-16 et MAQ-64. TEB brut désigne le taux d'erreur sans CED. A titre d'exemple, on a donné les valeurs de TEB avec code RS (204,188).

### 2.7 Inversion de fréquences

L'inversion de fréquences doit être prise en compte sur la voie de transmission, dans le sens descendant ou montant. Les modems doivent être capables de corriger les inversions de fréquences dans les deux sens.

FIGURE 3  
TEB en fonction de S/N pour MAQ-64

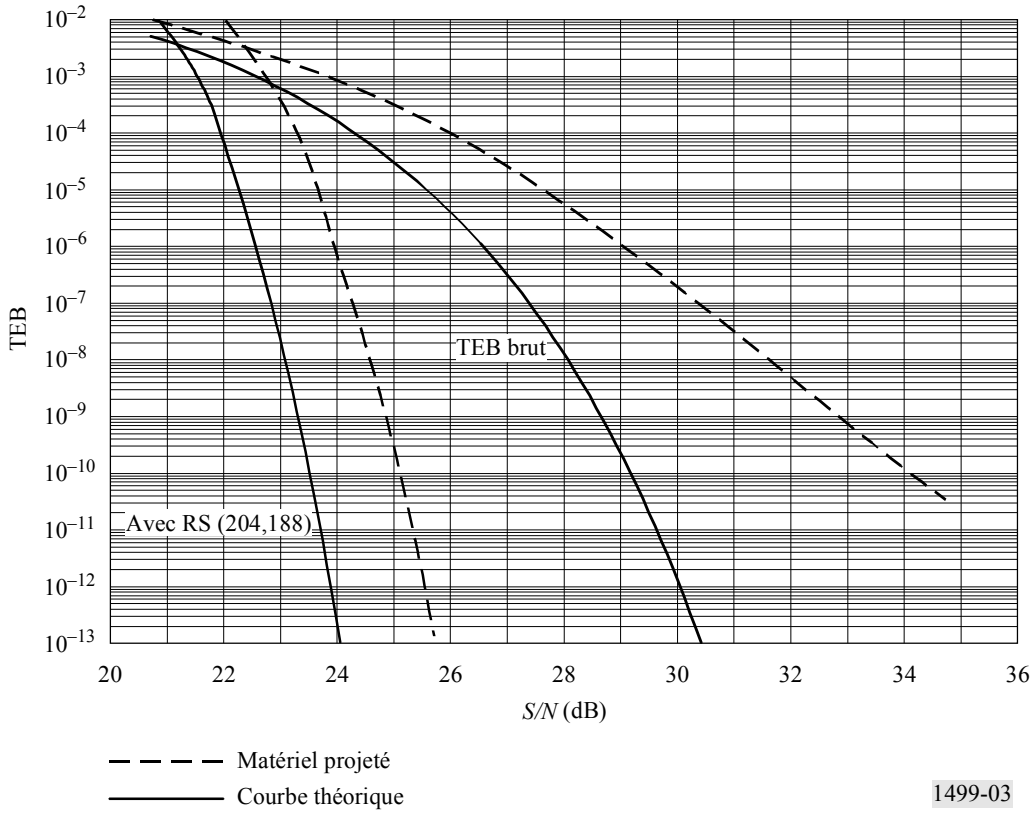


FIGURE 4  
TEB en fonction de S/N pour MAQ-16

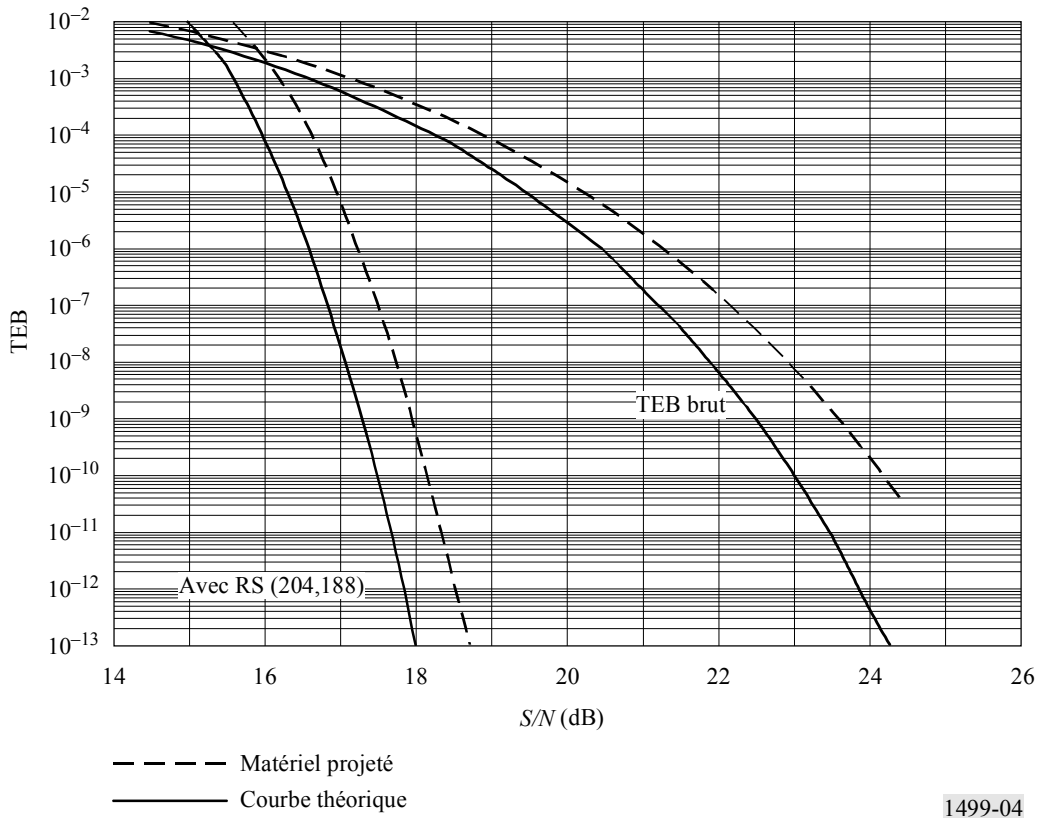
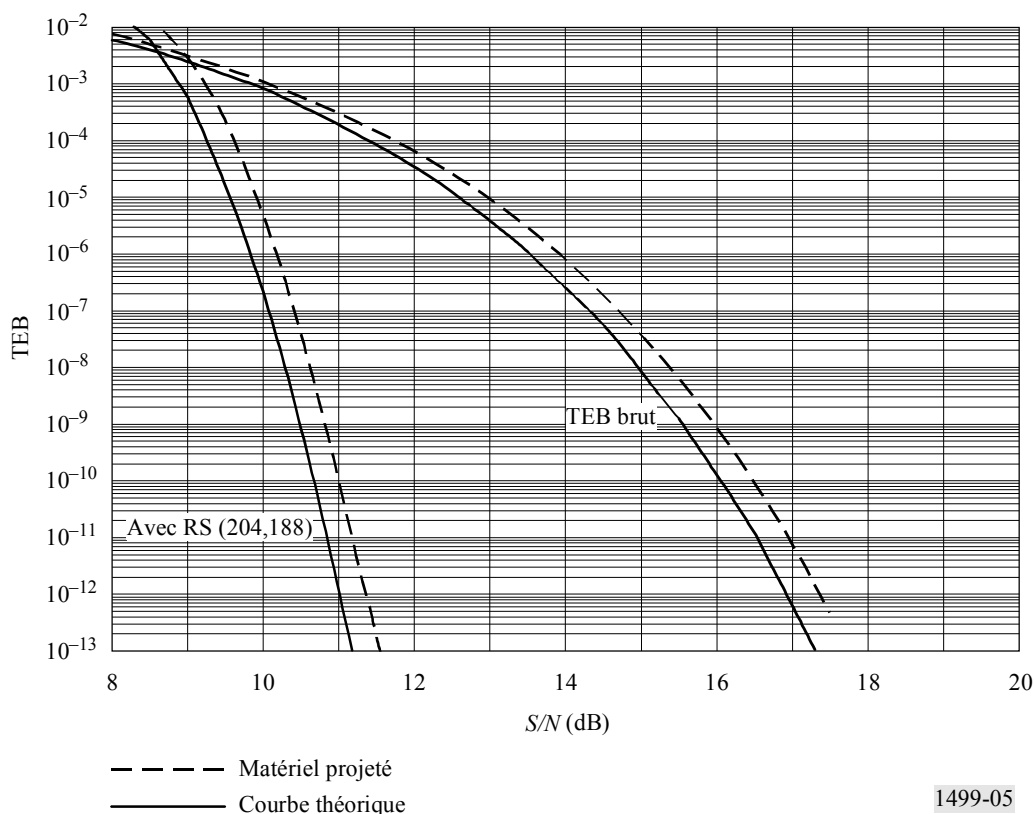




FIGURE 5

TEB en fonction de S/N pour la modulation MDP-4 (MAQ-4)



1499-05

### 3 Protocoles de communication

La présente section fournit une présentation détaillée des protocoles de communication qui DOIVENT être utilisés dans le système de transmission de données avec accès BWA. Des spécifications détaillées sur les sous-couches dépendantes du support physique, de transmission dans le sens descendant et de MAC sont respectivement fournies dans les § 4, 5 et 6.

#### 3.1 Pile de protocoles

Le modem BWA de l'équipement CPE (modem CPE BWA) et le modem BWA de la station BTS (modem BTS BWA) servent de positions de renvoi et également de systèmes de terminaison (hôtes). Les piles de protocoles utilisées dans ces modes diffèrent comme indiqué ci-dessous.

La fonction principale du système modem CPE BWA est de transmettre des paquets de IP de manière transparente entre le côté réseau fixe BWA et les locaux d'abonné. Certaines fonctions de gestion fonctionnent également sur les IP, de sorte que la pile de protocoles sur le réseau BWA se présente comme indiqué à la Fig. 6 (ceci n'implique pas de restriction de la généralité de la transparence IP entre le réseau fixe BWA et l'abonné). Ces fonctions de gestion comprennent, par exemple, la prise en charge de fonctions de gestion du spectre et le téléchargement de logiciels.

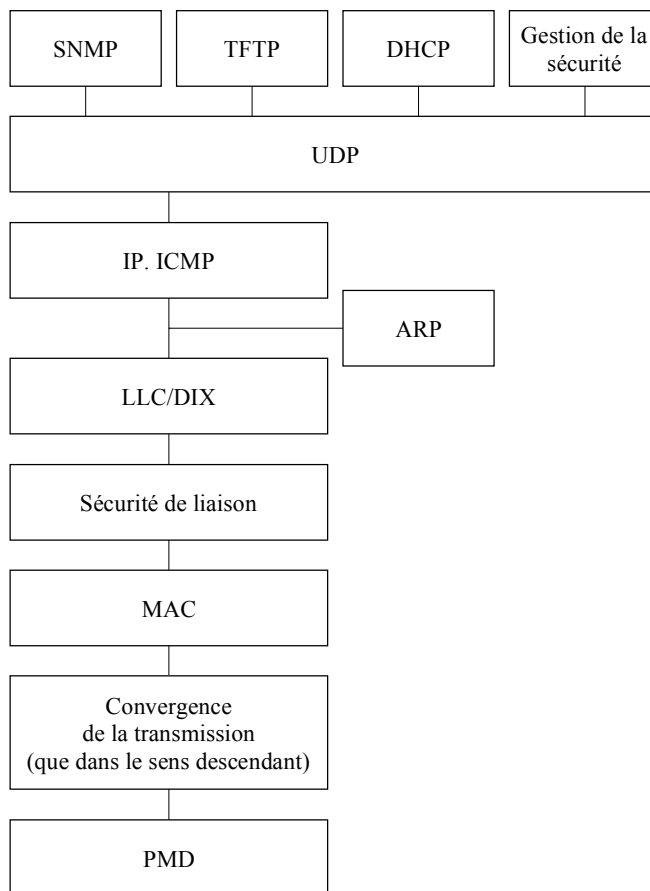
##### 3.1.1 Modems CPE BWA et BTS BWA en tant qu'hôtes

Les modems CPE BWA et BTS BWA fonctionnent en tant qu'hôtes IP et LLC selon les termes de la norme 802 de l'IEEE (IEEE 802), pour les communications par réseau BWA. La pile de protocoles au niveau des interfaces hertziennes des modems CPE BWA et BTS BWA est illustrée à la Fig. 6.

Le modem CPE BWA et le modem BTS BWA DOIVENT fonctionner en tant qu'hôtes IP. En tant que tels, ces deux modems DOIVENT prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trame de liaison DIX (*data interface transmitter*). Ils PEUVENT également prendre en charge les protocoles IP et ARP par verrouillage de trame SNAP RFC-1042.

FIGURE 6

## Pile de protocoles à l'interface hertzienne



1499-06

Le modem CPE BWA et le modem BTS BWA DOIVENT également fonctionner en tant qu'hôtes LLC. En tant que tels, ils DOIVENT répondre de manière appropriée aux demandes TEST et d'échange d'identification (XID) selon ISO/CEI 8802-2.

### 3.1.2 Renvoi de données par les modems CPE BWA et BTS BWA

#### 3.1.2.1 Généralités

Le renvoi de données par le modem BTS BWA PEUT être une transition transparente, ou PEUT utiliser un renvoi de couche Réseau (routage, commutation IP) tel qu'illustré à la Fig. 7.

Le renvoi de données par le modem CPE BWA est une transition transparente de couche liaison tel qu'indiqué à la Fig. 7. Les règles de renvoi sont similaires à celles de l'ISO/CEI 10038 avec les modifications décrites au § 3.1.2.2 et au § 3.1.2.3. Ceci permet la prise en charge de couches Réseau multiples.

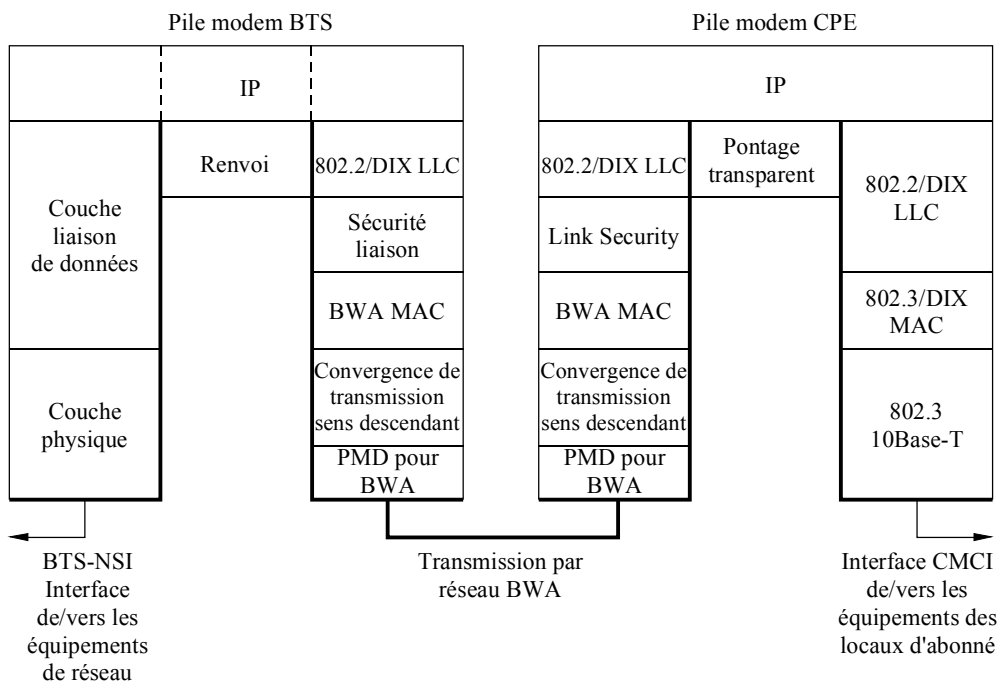
Le renvoi de IP DOIT être pris en charge. La prise en charge d'autres protocoles de couche Réseau est FACULTATIVE. La capacité de limiter la couche Réseau à un seul protocole, tel que le protocole IP, est REQUISE.

La prise en charge du protocole de dédoublement d'interconnexion 802.1d défini dans l'ISO/CEI 10038 avec les modifications décrites au § 3.1.2.3 est FACULTATIVE pour les modems d'équipement CPE destinés à l'usage privé. Les modems d'équipement CPE destinés à un usage commercial et à la transition de modems de station BTS DOIVENT prendre en charge cette version de dédoublement d'interconnexion. Les modems de CPE et les modems de BTS DOIVENT être capables de filtrer (et ignorer) les unités BPDU 802.1d.

La présente spécification suppose que les modems de CPE destinés à un usage privé ne sont pas connectés dans une configuration qui crée des boucles de réseau telles que celles qui sont illustrées à la Fig. 8.

FIGURE 7

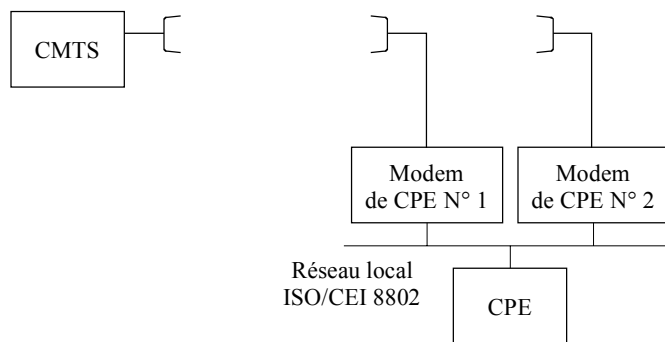
Renvoi de données par le modem CPE BWA et le modem BTS BWA



1499-07

FIGURE 8

Exemple de condition de boucles de réseau



CMTS: système de tête du câble du modem

1499-08

3.1.2.2 Règles de renvoi par le modem BTS BWA

Si le renvoi de couche liaison est utilisé au niveau du modem BTS BWA, il DOIT être conforme aux lignes directrices générales 802.1d:

- les trames de couche liaison entre deux stations terminales données DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames de couche liaison ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (celles qui ne peuvent être acheminées au bon moment) DOIVENT être éliminées.

Les mécanismes d'apprentissage et de péremption d'adresses varient en fonction des fournisseurs.

Si un renvoi de couche Réseau est utilisé, il convient que le modem BTS BWA soit conforme aux prescriptions de routeur de l'IETF RFC-1812 en ce qui concerne l'interface modem RFI et l'interface modem NSI.

En principe, le modem BTS BWA renvoie des paquets de données à deux interfaces abstraites: entre l'interface modem RFI et l'interface modem NSI, et entre les voies montantes et descendantes. Ce modem PEUT utiliser une combinaison de sémantiques de couche Support (transition) et de couche Réseau (routage) à chacune de ces interfaces. Il n'est pas nécessaire d'utiliser les mêmes méthodes aux deux interfaces.

Le renvoi entre les voies montantes et descendantes au sein d'une couche MAC est différent du renvoi dans un réseau local traditionnel par le fait que:

- une voie unique est simplex et ne peut être considérée comme une interface complète pour la majorité des protocoles (par exemple, arbre couvrant 802.1d, protocole d'information de routage selon RFC-1058);
- les voies montantes sont principalement point à point, alors que les voies descendantes sont en support partagé;
- s'agissant d'un réseau public, des décisions politiques peuvent être prioritaires par rapport à la connexité totale.

C'est pourquoi dans le modem BTS BWA, il existe une entité abstraite, appelée groupeur MAC, permettant d'assurer la connexité entre les stations d'un domaine MAC (voir le § 3.2).

### 3.1.2.3 Règles de renvoi par modem CPE BWA

Le renvoi de données par un modem CPE BWA est une transition de couche Liaison avec les règles spécifiques suivantes.

#### 3.1.2.3.1 Apprentissage d'adresses

- Le modem CPE BWA DOIT acquérir les adresses MAC Ethernet des appareils CPE connectés, par le procédé de mise en service ou par apprentissage, jusqu'à ce qu'il ait acquis son nombre maximal d'adresses CPE (cette valeur varie en fonction des appareils). Une fois que le modem a acquis son nombre maximal d'adresses CPE, les nouvelles adresses CPE ne DOIVENT PAS remplacer les adresses déjà acquises. Le modem doit assurer l'acquisition d'au moins une adresse CPE.
- Le modem CPE BWA DOIT permettre la configuration des adresses CPE pendant le procédé de mise en service (jusqu'à son nombre maximal d'adresses CPE) afin de prendre en charge des configurations dans lesquelles l'apprentissage n'est pas applicable ou non souhaité.
- Les adresses fournies pendant la mise en service du modem DOIVENT être prioritaires par rapport aux adresses apprises.
- Il ne DOIT PAS exister de péremption d'adresses CPE.
- Lors de la réinitialisation d'un modem CPE BWA (un cycle d'alimentation, par exemple), toutes les adresses apprises et mises en service DOIVENT être éliminées (elles ne sont pas conservées dans la mémoire rémanente, afin de permettre des modifications d'adresses MAC ou le déplacement du modem). Cependant, un modem CPE BWA PEUT conserver, après une réinitialisation, des adresses mises en service.

#### 3.1.2.3.2 Renvoi

Le renvoi par le modem CPE BWA dans les deux sens DOIT être conforme aux lignes directrices 802.1d générales suivantes:

- les trames de couche Liaison entre deux stations terminales données DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames de couche Liaison ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames tardives (celles qui ne peuvent pas être acheminées au bon moment) DOIVENT être éliminées.

Le renvoi du réseau BWA vers Ethernet DOIT suivre les règles spécifiques suivantes:

- des trames adressées à des destinations inconnues ne DOIVENT PAS être renvoyées du port BWA au port Ethernet;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées au port Ethernet;
- les trames de multidiffusion DOIVENT être renvoyées au port Ethernet conformément aux réglages de configuration de filtrage spécifiés par les systèmes d'appui pour l'exploitation et le commerce de l'opérateur du système BWA.

Le renvoi d'Ethernet au réseau BWA DOIT suivre les règles spécifiques suivantes:

- des trames adressées à des destinations inconnues DOIVENT être renvoyées du port Ethernet au port modem CPE;
- les trames de diffusion DOIVENT être renvoyées au port modem CPE;

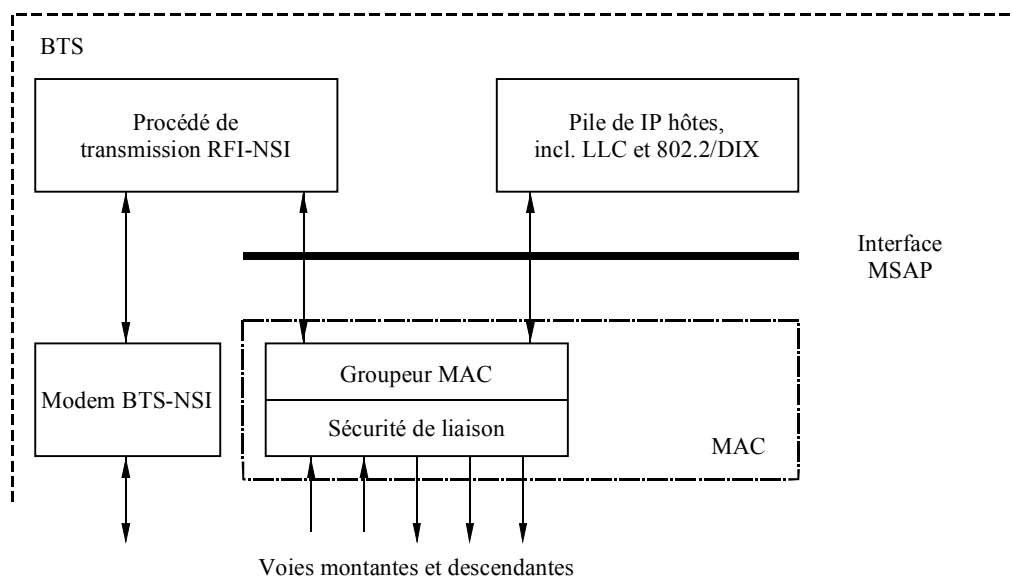
- les trames de multidiffusion DOIVENT être renvoyées au port modem CPE conformément aux réglages de configuration de filtrage spécifiés par les systèmes d'appui pour l'exploitation et le commerce de l'opérateur du système BWA;
- les trames en provenance d'adresses autres que celles fournies ou apprises comme étant des adresses d'appareils CPE pris en charge, ne DOIVENT PAS être renvoyées;
- si un modem CPE BWA mono-utilisateur a appris une adresse prise en charge, il ne DOIT PAS renvoyer des données en provenance d'une autre source. D'autres adresses sources CPE (non prises en charge) DOIVENT être apprises par le port Ethernet et ces informations utilisées afin de filtrer les transmissions locales comme dans un pont intelligent traditionnel;
- si un modem CPE BWA mono-utilisateur a appris que A est son appareil CPE pris en charge et B un deuxième appareil raccordé au port Ethernet, il DOIT filtrer toute transmission de A à B.

### 3.2 Le groupeur MAC

Le groupeur MAC est une sous-couche MAC qui est située dans le modem BWA BTS, juste au-dessous de l'interface de point d'accès au service MAC (MSAP), comme indiqué à la Fig. 9. Il est chargé d'acheminer les trames montantes vers:

- une ou plusieurs voies descendantes;
- les interfaces MSAP.

FIGURE 9  
Groupeur MAC



1499-09

Dans la Fig. 9, la sous-couche LLC et les sous-couches de sécurité de liaison des voies montantes et descendantes du réseau BWA se terminent au groupeur MAC.

L'interface MSAP PEUT être le procédé de renvoi NSI-RFI ou la pile de protocoles hôtes du modem BTS BWA.

L'acheminement de trame peut être fondé sur une sémantique couche Liaison de données (transition), une sémantique de couche Réseau (routage) ou une combinaison des deux. Une sémantique de couche supérieure peut également être utilisée (par exemple des filtres sur les numéros de port de protocole UDP). Le modem BTS BWA DOIT assurer la connexité IP entre des hôtes rattachés à des modems CPE BWA, et doit le faire de manière à satisfaire les attentes des abonnés rattachés à Ethernet. Par exemple, le modem BTS BWA doit renvoyer les paquets ARP ou faciliter la mise en place d'un service ARP mandataire. Le groupeur MAC du modem BTS BWA PEUT fournir des services pour des protocoles autres que IP.

Il est à noter qu'il n'est pas prescrit que toutes les voies montantes et descendantes soient groupées en un seul point MSAP comme indiqué ci-dessus. Le fournisseur peut aussi bien choisir de mettre en place des points MSAP multiples, chacun avec une seule voie montante et descendante.

### 3.2.1 Exemples de règles pour le renvoi par couche Liaison de données

Si le groupeur MAC est mis en œuvre en utilisant uniquement la sémantique de couche Liaison de données, les prescriptions du présent sous-paragraphe s'appliquent.

L'acheminement des trames dépend de l'adresse de destination contenue dans la trame. Les moyens d'apprendre la localisation de chaque adresse varient en fonction du fournisseur et PEUVENT inclure:

- apprentissage et péremption d'adresses sources similaires à la transition transparente;
- collecte dans les messages de demande d'enregistrement MAC;
- moyens administratifs.

Si une trame a une adresse de destination de monodiffusion, et si cette adresse est associée à une voie descendante particulière, la trame DOIT être renvoyée sur cette voie (voir la Note 1).

Si une trame a une adresse de destination de monodiffusion et s'il est connu que l'adresse se trouve de l'autre côté (supérieur) de l'interface MSAP, la trame DOIT être acheminée vers l'interface MSAP.

Si l'adresse de destination est une adresse de diffusion, multidiffusion (voir la Note 2), ou inconnue, la trame DOIT être acheminée vers le MSAP et vers toutes les voies descendantes.

Les règles d'acheminement sont similaires aux règles de la transition transparente:

- les trames d'une source spécifique à une destination particulière DOIVENT être acheminées dans l'ordre;
- les trames ne DOIVENT PAS être dupliquées;
- les trames qui ne peuvent être acheminées au bon moment DOIVENT être éliminées;
- IL CONVIENT DE préserver la séquence de vérification de trame plutôt que de la régénérer.

NOTE 1 – Les fournisseurs peuvent mettre en œuvre des extensions, similaires aux adresses statiques dans la transition telles que définies dans la norme 802.1d/ISO/CEI 10038, ce qui entraîne une autre manière de filtrer ou de traiter les trames.

NOTE 2 – L'adresse de multidiffusion tous BTS (voir Annexe B de la Recommandation UIT-T J-116) est une exception. Les PDU de pont d'arbre couvrant telles que définies dans la norme 802.1d/ISO/CEI 10038 doivent être renvoyées.

## 3.3 Couche Réseau

Comme indiqué ci-dessus, l'objet du système de transmission de données avec accès BWA est la transmission transparente de protocoles IP à travers le système.

Le protocole de couche Réseau est le IP version 4, tel que défini dans RFC-791, et la conversion en protocole IP version 6.

La présente Recommandation n'impose aucune prescription en matière de réassemblage de paquets IP.

## 3.4 Au-dessus de la couche Réseau

Les abonnés ont la possibilité d'utiliser la capacité IP transparente en tant que porteur pour les services de couche supérieure. L'utilisation de ces services est transparente pour le modem de l'équipement CPE.

Outre la transmission de données d'utilisateur, il existe plusieurs capacités de fonctionnement et de gestion de réseau qui dépendent de la couche Réseau. Il s'agit des paramètres suivants:

- SNMP (RFC-1157), pour la gestion de réseau;
- TFTP (RFC-1350), un protocole de transfert de fichiers pour le téléchargement de logiciels et d'informations de configuration;

- DHCP (DHCP RFC-1541), un cadre pour passer des informations de configuration à des hôtes sur un réseau TCP/IP;
- un protocole de gestion de la sécurité tel que défini dans MCNS2 (voir l'Annexe 1).

### 3.5 Couche Liaison de données

La couche Liaison de données est répartie en sous-couches conformément à la norme IEEE 802, avec en plus la sécurité de couche Liaison conformément à MCNS2 (voir l'Annexe 1). En partant du haut, les sous-couches sont:

- sous-couche LLC (uniquement classe 1);
- sous-couche de sécurité de couche liaison;
- sous-couche MAC.

#### 3.5.1 Sous-couche LLC

La sous-couche LLC DOIT être conforme à l'ISO/CEI 10039. La résolution d'adresse DOIT être utilisée de la manière définie dans RFC-826. La définition du service MAC à LLC est spécifiée dans l'ISO/CEI 10039.

#### 3.5.2 Sous-couche de sécurité de couche Liaison

La sécurité de couche Liaison DOIT être conforme à MCNS2 (voir l'Annexe 1) et MCNS8 (voir l'Annexe 1).

#### 3.5.3 Sous-couche MAC

La définition détaillée de la sous-couche MAC et des interfaces associées est fournie dans la Recommandation UIT-T J.116, Annexe B.

La sous-couche MAC définit un émetteur unique pour chaque voie descendante – le modem BWA de la station BTS. Tous les modems BWA d'équipement CPE sont à l'écoute de toutes les trames transmises sur la voie descendante sur laquelle ils sont enregistrés et acceptent celles dont la destination correspond au modem CPE BWA lui-même ou à des CPE qui sont atteints par le port de l'interface placée entre le modem BWA et le CPE. Les modems CPE BWA peuvent communiquer avec d'autres modems CPE BWA uniquement par le biais du modem BTS BWA.

La voie montante est caractérisée par de nombreux émetteurs (modems CPE BWA) et un récepteur (le modem BTS BWA). Dans la voie montante, le temps est réparti en intervalles, assurant l'AMRT à des tops d'horloge réguliers. Le modem BTS BWA fournit la référence de temps et commande l'utilisation autorisée de chaque intervalle. Les intervalles peuvent être accordés pour la transmission par des modems CPE BWA particuliers, ou par tous les modems CPE BWA sur une base de contention. Les modems CPE BWA peuvent faire des demandes de temps de transmission. Ces modems peuvent également, dans une certaine limite, tenter de transmettre des données réelles. Dans les deux cas, des collisions peuvent avoir lieu et des répétitions sont utilisées.

La Recommandation UIT-T J.116, Annexe B décrit les messages de sous-couche MAC du modem BTS BWA qui dirigent le comportement des modems CPE BWA sur la voie montante, ainsi que la messagerie du modem CPE BWA au modem BTS BWA.

##### 3.5.3.1 Aperçu général

Certaines des caractéristiques du protocole MAC comprennent:

- attribution de largeur de bande commandée par le modem BTS BWA;
- un flux de mini-intervalles dans le sens montant;
- combinaison dynamique de possibilités de transmission en mode contention et sur réservation;
- efficacité de largeur de bande par la prise en charge de paquets de longueurs variables;
- extensions assurées pour la future prise en charge d'unités de données de protocole (PDU) de données ATM ou autres;
- prise en charge de classe de service;
- extensions assurées pour la sécurité et réseaux locaux virtuels dans la couche Liaison de données;
- prise en charge d'une large gamme de débits.

##### 3.5.3.2 Définition du service MAC

La définition du service de sous-couche MAC est fournie dans l'Annexe B de la Recommandation UIT-T J.116.

### 3.6 Couche PHY

La couche PHY est constituée de deux sous-couches:

- sous-couche de convergence de transmission (uniquement dans le sens descendant);
- sous-couche PMD.

#### 3.6.1 Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant

La sous-couche de convergence de transmission n'existe que dans le sens descendant. Elle permet d'assurer des services supplémentaires par le flux binaire de couche Physique. Ces services supplémentaires peuvent, par exemple, comprendre la vidéonumérique. La définition de tels services supplémentaires ne s'inscrit pas dans le domaine d'application de la présente Recommandation.

Cette sous-couche est définie comme une série continue de paquets MPEG de 188 octets de la Recommandation UIT-T H.222.0, chacun d'entre eux étant constitué d'un en-tête de 4 octets suivi de 184 octets de charge utile. L'en-tête identifie la charge utile comme appartenant à la transmission de données MAC avec accès BWA. D'autres valeurs d'en-tête peuvent indiquer qu'il s'agit d'autres charges utiles. La combinaison de charges utiles est arbitraire et commandée par le modem BTS BWA.

La sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant est définie dans le § 5.

#### 3.6.2 Sous-couche PMD

##### 3.6.2.1 Aperçu général

La sous-couche PMD implique des porteuses RF à modulation numérique en transmission hertzienne RF.

Dans le sens descendant, la sous-couche PMD est fondée sur la Recommandation UIT-T J.83, à l'exception des points précisés au § 4.3, et comprend les caractéristiques suivantes:

- formats de modulation MDP-4, MAQ-16 et MAQ-64;
- jusqu'à 40 MHz de spectre occupé;
- codage complet de RS et codage en treillis définis par la Recommandation UIT-T J.83;
- entrelaceur de profondeur variable prenant en charge des données sensibles et insensibles au temps de passage; voir définition dans la Recommandation UIT-T J.83.

Les caractéristiques dans le sens montant sont les suivantes:

- modem CPE BWA flexible et programmable commandé par le modem BTS BWA;
- agilité de fréquence;
- AMRT;
- formats de modulation MDP-4 et MAQ-16;
- prise en charge de formats de PDU de trame fixe et de longueur variable;
- débits multiples;
- codage complet de RS programmable;
- préambules programmables.

##### 3.6.2.2 Points d'interface

Trois points d'interface RF sont définis dans la sous-couche PMD:

- sortie dans le sens descendant sur le modem BTS BWA;
- entrée dans le sens montant sur le modem BTS BWA;
- entrée/sortie par CPE sur le modem CPE BWA.

Des interfaces séparées de sortie dans le sens descendant et d'entrée dans le sens montant sont requises sur le modem BTS BWA afin d'assurer la compatibilité avec des dispositifs types de combinaison et de division des signaux descendants et des signaux montants dans le système BWA.

## 4 Spécification de la sous-couche PMD

### 4.1 Domaine d'application

La présente spécification définit les caractéristiques électriques et les protocoles pour un modem CPE BWA et pour un modem BTS BWA. Le but de la présente spécification est de définir un modem CPE BWA et un modem BTS BWA



interopérables de sorte que toute implémentation d'un modem CPE BWA puisse fonctionner avec n'importe quel modem BTS BWA. La présente spécification ne précise cependant aucune implémentation spécifique.

## 4.2 Sens montant (amont)

### 4.2.1 Aperçu général

La sous-couche PMD dans le sens montant utilise un format de modulation de paquet AMRF/AMRT qui peut assurer des rapidités de modulation variables et deux formats de modulation (MDP-4 et MAQ-16). Le format de modulation comprend la mise en forme des impulsions pour l'efficacité spectrale, est agile en fréquence porteuse, et a des niveaux de puissance de sortie réglables. Le format de la sous-couche PMD comprend une rafale modulée à longueur variable qui débute de manière précise dans le temps à des frontières espacées de multiples entiers de 6,25  $\mu$ s.

Chaque rafale est compatible avec une modulation flexible, un débit, un préambule, un brassage de la capacité utile et un codage CED programmable.

Tous les paramètres de transmission dans le sens montant associés aux sorties de transmission par rafale du modem CPE BWA peuvent être configurés par le modem BTS BWA par l'intermédiaire de la messagerie descriptive MAC. Un grand nombre de ces paramètres peuvent être programmés rafale par rafale.

La sous-couche PMD peut assurer un mode de transmission quasi continu, dans lequel l'extrémité de fin d'une rafale PEUT chevaucher l'extrémité de début de la rafale suivante de sorte que l'enveloppe transmise n'est jamais zéro. La synchronisation système des transmissions AMRT en provenance des différents modems CPE BWA DOIT garantir que le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole du préambule de la rafale suivante seront séparés par une durée de plusieurs symboles au minimum. L'intervalle de garde DOIT être égal ou supérieur à la durée de cinq symboles plus l'erreur de synchronisation maximale. L'erreur de synchronisation provient autant du modem CPE BWA que du modem BTS BWA. La qualité de fonctionnement de synchronisation du modem CPE BWA est spécifiée dans le § 4. L'erreur de synchronisation maximale et l'intervalle de garde peuvent varier entre les modems BTS BWA de différents fournisseurs.

Le modulateur dans le sens montant fait partie du modem CPE BWA qui fait l'interface avec le réseau BWA. Le modulateur contient la fonction proprement dite de modulation du niveau électrique et la fonction de traitement du signal numérique; cette dernière assure la correction CED, l'ajout du préambule, le mappage des symboles et d'autres étapes de traitement. La présente spécification se fonde sur le principe consistant à mettre les rafales en mémoire tampon dans la portion de traitement du signal pour que celle-ci:

- accepte le flux d'informations rafale par rafale;
- transforme ce flux en une rafale complète de symboles destinée au modulateur;
- envoie le flux de symboles mis en rafales correctement synchronisées à un modulateur sans mémoire au moment exact de la transmission de rafale.

La partie sans mémoire du modulateur ne réalise que la mise en forme des impulsions et la transposition de fréquence en quadrature.

Au niveau du démodulateur, similaire au modulateur, il existe deux composantes fonctionnelles fondamentales: la fonction de démodulation et la fonction de traitement du signal. Contrairement au modulateur, le démodulateur est situé dans le modem BTS BWA et la spécification est rédigée sur la base de l'existence d'une fonction de démodulation (pas nécessairement un démodulateur physique réel) pour chaque fréquence porteuse utilisée. La fonction de démodulation reçoit toutes les rafales à une fréquence donnée.

NOTE 1 – Il convient que la conception de l'unité tienne compte de la nature de voies multiples de la démodulation et du traitement du signal qui doivent être réalisés dans la tête de réseau, il convient également que les fonctionnalités de partition/partage soient appropriées à une application multivoie d'un niveau optimal. Il peut être indiqué d'adopter un type de démodulateur capable de prendre en charge des voies multiples dans une unité de démodulation.

La fonction de démodulation du démodulateur accepte des signaux de niveaux variables, centrés sur un niveau de puissance commandé, et réalise la synchronisation des symboles, la poursuite et la récupération de la porteuse, l'acquisition de rafale et la démodulation. De plus, la fonction de démodulation fournit une estimation de la synchronisation de rafale par rapport à une limite de référence, une estimation de la puissance des signaux reçus, une estimation du rapport  $S/N$ , et peut déclencher une égalisation adaptative afin d'atténuer les effets des trajets multiples et de la distorsion dans les circuits FI. La fonction de traitement du signal du démodulateur réalise le traitement inverse de la fonction de traitement du signal du modulateur. Ceci comprend l'acceptation du flux de données en rafale, le décodage, etc., et éventuellement le multiplexage des données de voies multiples en un seul flux de sortie. La fonction de traitement du signal fournit également la référence de synchronisation par rapport à une limite et le signal de validation du déblocage aux démodulateurs afin d'activer l'acquisition de rafale pour chaque intervalle de rafale attribué. La fonction de traitement du signal peut également fournir une indication sur la réussite du décodage, l'erreur de décodage ou l'échec du décodage pour chaque mot de code et le nombre de symboles de RS corrigés dans chaque mot de code.

#### 4.2.2 Formats de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT fournir les formats de modulation MDP-4 et facultativement MAQ-16 et/ou MAQ-64.

Le démodulateur dans le sens montant DOIT prendre en charge le format MDP-4 et, facultativement, le format MAQ-16 et/ou MAQ-64.

##### 4.2.2.1 Débits de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer la modulation MDP-4 et la rapidité de modulation doit être choisie dans la liste suivante: 160, 320, 640, 1 280, 2 560, 5 120, 10 240 et 20 480 ksymboles/s. Il convient que le modulateur dans le sens montant assure, à titre facultatif, la modulation MAQ-16 et/ou MAQ-64 et la rapidité de modulation doit être choisie dans la liste suivante: 160, 320, 640, 1 280, 2 560, 5 120, 10 240 et 20 480 ksymboles/s.

La rapidité de modulation dans le sens montant DOIT être fixée pour chaque fréquence dans le sens montant.

##### 4.2.2.2 Mappage des symboles

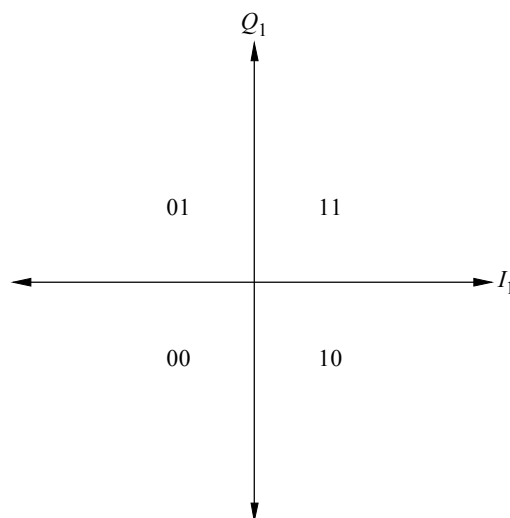
Il convient que le mode de modulation (MDP-4, MAQ-16 ou MAQ-64) soit programmable. Les symboles transmis dans chaque mode et le mappage des bits d'entrée dans la constellation  $I$  et  $Q$  DOIVENT être conformes au Tableau 2. Dans ce Tableau,  $I_1$  est le bit de plus fort poids du mappage du symbole,  $Q_1$  est le bit de plus faible poids pour MDP-4 et  $Q_0$  est le bit de plus faible poids pour MAQ-16.  $Q_1$  et  $I_0$  ont des positions binaires intermédiaires dans la modulation MAQ-16. Le bit de plus fort poids DOIT être le premier bit des données en série à entrer dans le mappeur de symbole.

TABLEAU 2  
Conversion  $I/Q$

Mode MAQ	Définition de bit d'entrée
MDP-4	$I_1 Q_1$
MAQ-16	$I_1 Q_1 I_0 Q_0$

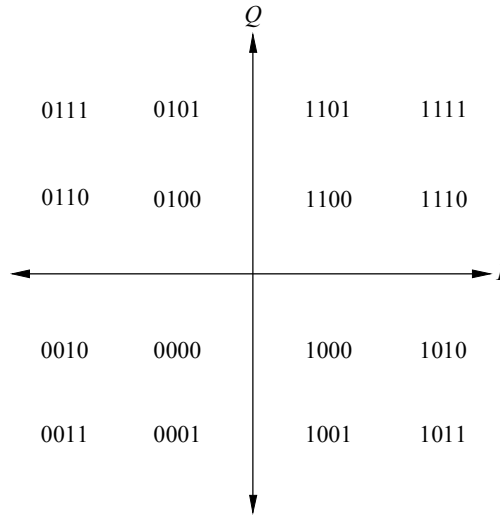
Le mappage des symboles MDP-4 dans le sens montant DOIT être tel que représenté à la Fig. 10.

FIGURE 10  
Mappage des symboles MDP-4



Le mappage non inversé des symboles MAQ-16 (code de Gray) DOIT être tel que représenté à la Fig. 11.

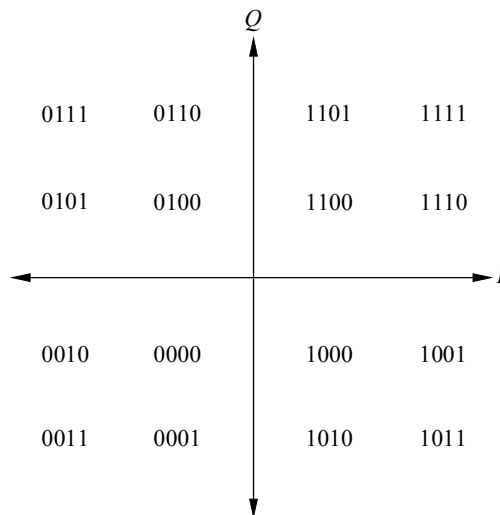
FIGURE 11  
Mappage des symboles MAQ-16 par codage de Gray



1499-11

Le mappage différentiel des symboles MAQ-16 DOIT être tel qu'indiqué à la Fig. 12.

FIGURE 12  
Mappage des symboles MAQ-16 par codage différentiel



1499-12

Si un codage de quadrant différentiel est validé, le quadrant du symbole en cours de transmission est dérivé du quadrant du symbole transmis précédemment et des bits d'entrée en cours conformément au Tableau 3.

TABLEAU 3

**Obtention du quadrant du symbole en cours de transmission**

Bits d'entrée en cours $I(1) Q(1)$	Changement de phase du quadrant (degrés)	MSB du symbole transmis précédemment	MSB pour le symbole en cours de transmission
00	0	11	11
00	0	01	01
00	0	00	00
00	0	10	10
01	90	11	01
01	90	01	00
01	90	00	10
01	90	10	11
11	180	11	00
11	180	01	10
11	180	00	11
11	180	10	01
10	270	11	10
10	270	01	11
10	270	00	01
10	270	10	00

**4.2.2.3 Mise en forme du spectre**

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge une mise en forme de Nyquist en racine carrée de cosinus surélevé au facteur de 25%.

Le spectre occupé ne DOIT PAS dépasser les largeurs de canal indiquées dans le Tableau 4.

TABLEAU 4

**Largeur maximale de canal**

Rapidité de modulation (ksymboles/s)	Largeur de canal (kHz) <sup>(1)</sup>
160	200
320	400
640	800
1 280	1 600
2 560	3 200
5 120	6 400
10 240	13 000
20 480	26 000

<sup>(1)</sup> La largeur de canal est la largeur de bande à -30 dB.

#### 4.2.2.4 Agilité et gamme de fréquences dans le sens montant

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT assurer le fonctionnement dans la gamme de fréquences allant de 2,5 à 40 GHz de bord à bord.

La résolution de fréquence décalée DOIT être prise en charge dans une gamme de  $\pm 350$  kHz.

#### 4.2.2.5 Format de spectre

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer le fonctionnement avec le format  $s(t) = I(t) * \cos(\omega t) \pm Q(t) * \sin(\omega t)$ , où  $t$  désigne le temps et  $\omega$  la fréquence angulaire.

#### 4.2.3 Codage CED

Le modulateur dans le sens montant DOIT pouvoir assurer les sélections suivantes: codes de RS par GF(256) avec  $T = 1$  à 10 ou pas de codage CED.

Le polynôme générateur de RS suivant DOIT être pris en charge:

$$g(x) = (x + \alpha^0)(x + \alpha^1)(x + \alpha^{2T-1})$$

Le polynôme primitif de RS suivant DOIT être pris en charge:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$$

Le modulateur dans le sens montant DOIT fournir des mots de code d'une longueur minimale de 3 à 255 octets. La taille des mots non codés est d'un octet au minimum.

En mode de dernier mot de code raccourci, le modem CPE BWA DOIT fournir le dernier mot de code d'une rafale raccourcie de  $k$  octets de données par mot de code, par rapport à la longueur attribuée de la manière indiquée au § 4.2.10.1.2.

La valeur de  $T$  DOIT être configurée en réponse au descripteur de voie montante du modem BTS BWA.

#### 4.2.4 Brouilleur (brasseur)

Le modulateur dans le sens montant DOIT activer un brouilleur (illustré à la Fig. 13) où la valeur de départ de 15 bits DOIT être programmable de manière arbitraire.

Au début de chaque rafale, le registre est libéré et la valeur de départ est chargée. La valeur de départ DOIT être utilisée pour calculer le bit brouilleur qui est combiné dans un OU EXCLUSIF (XOR) avec le premier bit de données de chaque rafale (qui est le bit de plus fort poids du premier symbole suivant le dernier symbole du préambule).

La valeur de départ du brouilleur DOIT être configurée en réponse au descripteur de voie montante du modem BTS BWA.

Le polynôme DOIT être  $x^{15} + x^{14} + 1$ .

#### 4.2.5 Ajout du préambule

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge un champ préambule de longueur variable qui est ajouté au début des données après qu'elles ont été brassées et traitées par un codage de RS.

La valeur du préambule qui est ajoutée DOIT être programmable et la longueur DOIT être de 0, 2, 4, ..., ou 1 024 bits pour la modulation MDP-4 et 0, 4, 8, ..., ou 1 024 bits pour la modulation MAQ-16. Ainsi, la longueur maximale du préambule est de 512 symboles MDP-4 ou 256 symboles MAQ.

La longueur et la valeur du préambule DOIVENT être configurées en réponse au message de descripteur de voie montante transmis par le modem BTS BWA.

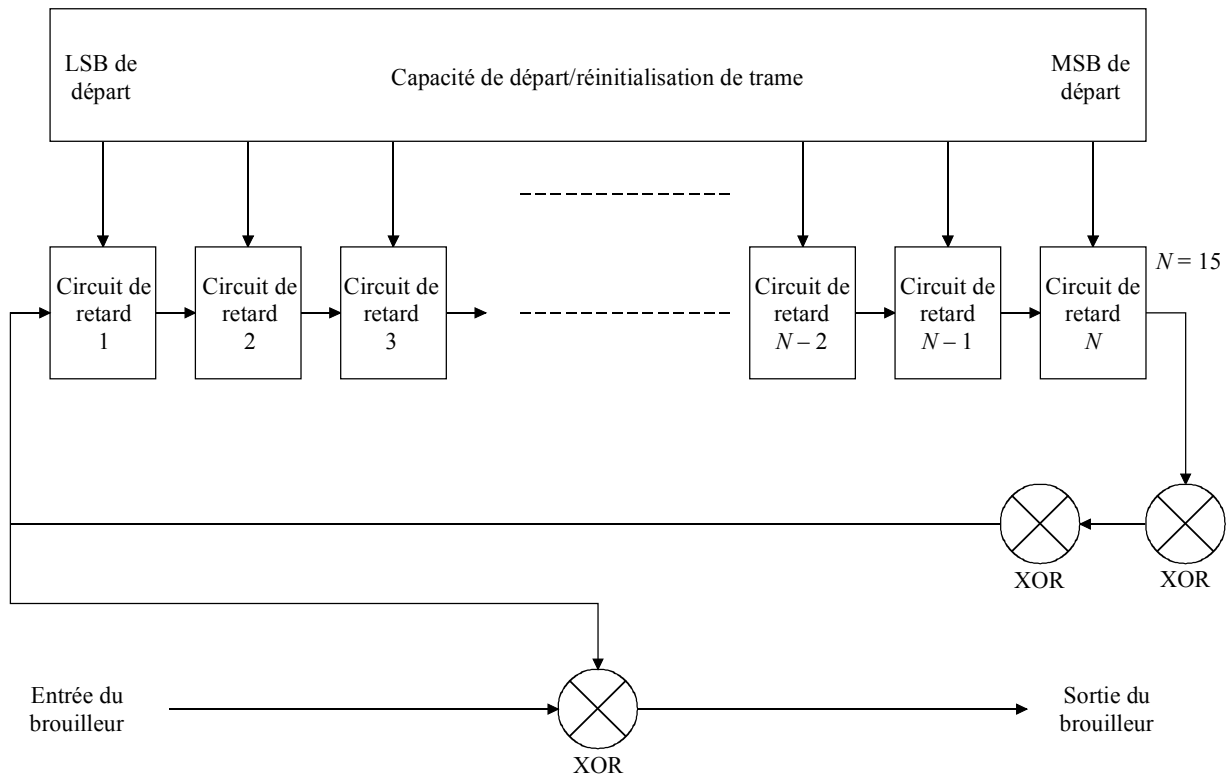
#### 4.2.6 Profils de rafales

Les profils de rafales se composent de deux parties:

- les paramètres de rafale de canal, qui sont communs à tous les utilisateurs affectés à un canal donné qui utilise le type de rafale considéré, et
- les paramètres uniques d'utilisateur qui varient d'un utilisateur à l'autre, même si un utilisateur emploie le même type de rafale sur le même canal qu'un autre utilisateur (par exemple, le niveau de puissance).

En plus de ces paramètres, le modem BTS BWA DOIT fournir les fréquences centrales attribuées et les attributions de mini-intervalles.

FIGURE 13  
Structure du brouilleur



1499-13

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge un minimum de quatre profils de rafale distincts qui seront mis en mémoire dans le modem CPE BWA, avec les paramètres variables définis dans le Tableau 5. Les paramètres uniques d'utilisateur sont définis dans le Tableau 6.

TABLEAU 5  
Paramètres de rafale de canal

Paramètre	Réglages de configuration
Modulation	MDP-4, MAQ-16
Codage différentiel	Activé/désactivé
Rapidité de modulation	8 réglages de configuration
Longueur de préambule	0-1 024 bits (voir le § 4.2.5)
Valeurs du préambule	1 024 bits
CED activée/désactivée	Activée/désactivée
Octets d'informations de mot de code CED ( $k$ )	Fixe: 1 à 253 (si la CED est active) Raccourci: 16 à 253 (si la CED est active)
CED ( $T$ octets)	0 à 10
Valeur de départ du brouilleur	15 bits
Longueur de rafale $m$ mini-intervalles <sup>(1)</sup>	0 à 255
Longueur du dernier mot de code	Fixe, raccourci
Intervalle de garde	5 à 255 symboles

<sup>(1)</sup> Une longueur de rafale de 0 mini-intervalle dans le profil de canal indique que la longueur de rafale est variable sur ce canal pour ce type de rafale. Tant qu'elle n'est pas fixée, la longueur de rafale est accordée explicitement par le modem BTS BWA au modem CPE BWA dans le MAP.

TABLEAU 6

## Paramètres de rafale uniques d'utilisateur

Paramètre	Réglages de configuration
Niveau de puissance <sup>(1)</sup> (gamme minimale) (au flasque d'antenne)	-30 dB à +20 dBm (MDP-4) -27 dBm à +17 dBm (MAQ-16), pas de 1 dB
Excursion de fréquence <sup>(1)</sup>	Etendue = $\pm 350$ kHz
Inversion spectrale	Normal, inverse
Décalage de télémétrie	0 à $(2^{16} - 1)$ , incréments de $6,25 \mu\text{s}/64$
Longueur de rafale (mini-intervalles) si variable sur ce canal (varie de rafale en rafale)	1 à 255 mini-intervalles
Coefficients de l'égaliseur de transmission <sup>(1)</sup> (uniquement sur des modems de haut de gamme)	Jusqu'à 64 coefficients; 4 octets par coefficient: 2 réels et 2 complexes

<sup>(1)</sup> Les valeurs du Tableau s'appliquent au canal donné et à la rapidité de modulation donnée.

Le décalage de télémétrie est la correction d'erreur appliquée par le modem CPE BWA au temps de trame montante du modem BTS BWA (temps dérivé au niveau du modem CPE BWA), afin de synchroniser les transmissions montantes selon la méthode AMRT. Le décalage de télémétrie est une avance dont la valeur est environ égale au temps de propagation aller et retour du modem CPE BWA à partir du modem BTS BWA. Pour ce décalage, le modem BTS BWA DOIT fournir des retours de correction au modem CPE BWA. Ces informations sont fondées sur la bonne réception d'une ou de plusieurs rafales (c'est-à-dire sur des résultats satisfaisants pour chacune des techniques employées: correction d'erreur ou CRC), avec une précision de 1/2 symbole et une résolution de 1/64 de l'incrément du top de trame ( $6,25 \mu\text{s}/64 = 0,09765625 \mu\text{s}$ ).

Le modem BTS BWA envoie des corrections au modem CPE BWA, une valeur négative correspondant à une réduction du décalage de télémétrie, et donc à un retardement des instants de transmission au niveau du modem CPE BWA. Ce dernier DOIT introduire la correction avec une résolution inférieure ou égale à la durée d'un symbole (pour la rapidité de modulation adoptée pour la rafale), et avec une précision (pour les éléments autres qu'un biais fixe) dans les limites de  $\pm 0,25 \mu\text{s} + \pm 1/2$  symbole relativement à la résolution. Cette précision sur le temps de rafale du modem CPE BWA est donnée relativement aux limites du mini-intervalle de temps, et peut être dérivée au niveau du modem CPE BWA par un traitement idéal des signaux d'horodatage reçus du modem BTS BWA.

Le modem CPE BWA DOIT être capable de commuter les profils de rafale sans qu'un délai de reconfiguration soit nécessaire entre les rafales, sauf pour les changements des paramètres suivants:

- puissance de sortie;
- modulation;
- rapidité de modulation;
- fréquence décalée;
- fréquence des canaux; et
- décalage de télémétrie.

Pour la modulation, la rapidité de modulation, l'excursion de fréquence et le décalage télémétrique, le modem CPE BWA DOIT être capable de transmettre des rafales consécutives aussi longtemps que le modem BTS BWA attribue au moins 25 symboles entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante. Le modem CPE BWA DOIT implémenter, et DOIT avoir établi des modifications de la puissance de sortie, de la modulation, de la rapidité de modulation ou de l'excursion de fréquence dans un intervalle allant de 12,5 symboles, au moins, avant le centre du premier symbole d'une rafale transmise jusqu'à 12,5 symboles, au moins, après le centre du symbole d'une rafale transmise. La puissance de sortie, la modulation, la rapidité de modulation, l'excursion de fréquence, la fréquence de voie et le décalage télémétrique ne DOIVENT PAS être modifiés tant que le modem BTS BWA ne fournit pas au modem CPE BWA suffisamment de temps entre les rafales.

Si la fréquence des canaux doit être modifiée, le modem CPE BWA DOIT être capable de réaliser la modification entre les rafales tant que le modem BTS BWA attribue au moins 25 symboles plus 100 ms entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante.

La fréquence des canaux du modem CPE BWA DOIT être fixée dans une gamme conforme aux prescriptions de bruit de phase et de précision fournies au § 4.2.9.5 et 4.2.9.6 dans un délai de 100 ms après le début de la modification.

Si la puissance de sortie doit être modifiée de 1 dB ou moins, le modem CPE BWA DOIT être capable d'appliquer les modifications entre les rafales tant que le modem BTS BWA attribue au moins 25 symboles plus 5  $\mu$ s entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante.

Si la puissance de sortie doit être modifiée de plus de 1 dB, le modem CPE BWA DOIT être capable d'appliquer les modifications entre les rafales tant que le modem BTS BWA attribue au moins 25 symboles plus 10  $\mu$ s entre le centre du dernier symbole d'une rafale et le centre du premier symbole de la rafale suivante.

La puissance de sortie du modem CPE BWA DOIT être fixée dans une gamme de tolérance de  $\pm 0,1$  dB par rapport à son niveau de puissance de sortie final:

- dans les 5  $\mu$ s à partir du début d'une modification de 1 dB ou moins; et
- dans un délai de 10  $\mu$ s à partir du début d'une modification supérieure à 1 dB.

La puissance de transmission de sortie DOIT être maintenue constante pendant une rafale AMRT avec une tolérance inférieure à 0,1 dB (sans tenir compte de la quantité théoriquement présente due à la mise en forme des impulsions, et à la modulation d'amplitude dans le cas d'une modulation MAQ-16).

#### 4.2.7 Convention de synchronisation de rafale

La Fig. 14 illustre la synchronisation de rafale nominale.

La Fig. 15 indique la synchronisation de rafale dans le cas le plus défavorable. Dans cet exemple, la rafale  $N$  arrive 1,5 symbole en retard et la rafale  $N + 1$  arrive 1,5 symbole en avance, la séparation de 5 symboles est toutefois maintenue; la bande passante de sécurité de 8 symboles est représentée.

A une rapidité de modulation  $R_s$ , le débit de symbole est de  $T_s = 1/R_s$  s. Les extrémités de début et de fin sont les zones d'empiètement d'un symbole dans le domaine temporel au-delà de  $T_s$ , sous l'effet du filtre de mise en forme des symboles. Si un seul symbole était transmis, sa durée serait plus longue que  $T_s$  étant donné que la réponse impulsionnelle du filtre de mise en forme est supérieure à  $T_s$ . La zone d'empiètement du premier et du dernier symbole d'une transmission en rafale étend la durée effective de la rafale à plus de  $N \cdot T_s$ , où  $N$  est le nombre de symboles que contient la rafale.

#### 4.2.8 Prescriptions de puissance d'émission

La sous-couche PMD dans le sens montant DOIT prendre en charge différentes valeurs de puissance d'émission. Les prescriptions portent sur:

- la gamme de puissance d'émission commandée;
- la valeur du pas des commandes de puissance; et
- la précision (puissance de sortie réelle comparée à la valeur commandée) de la réponse à la commande.

Les ajustements de puissance DOIVENT s'inscrire dans les gammes de tolérances décrites ci-dessous.

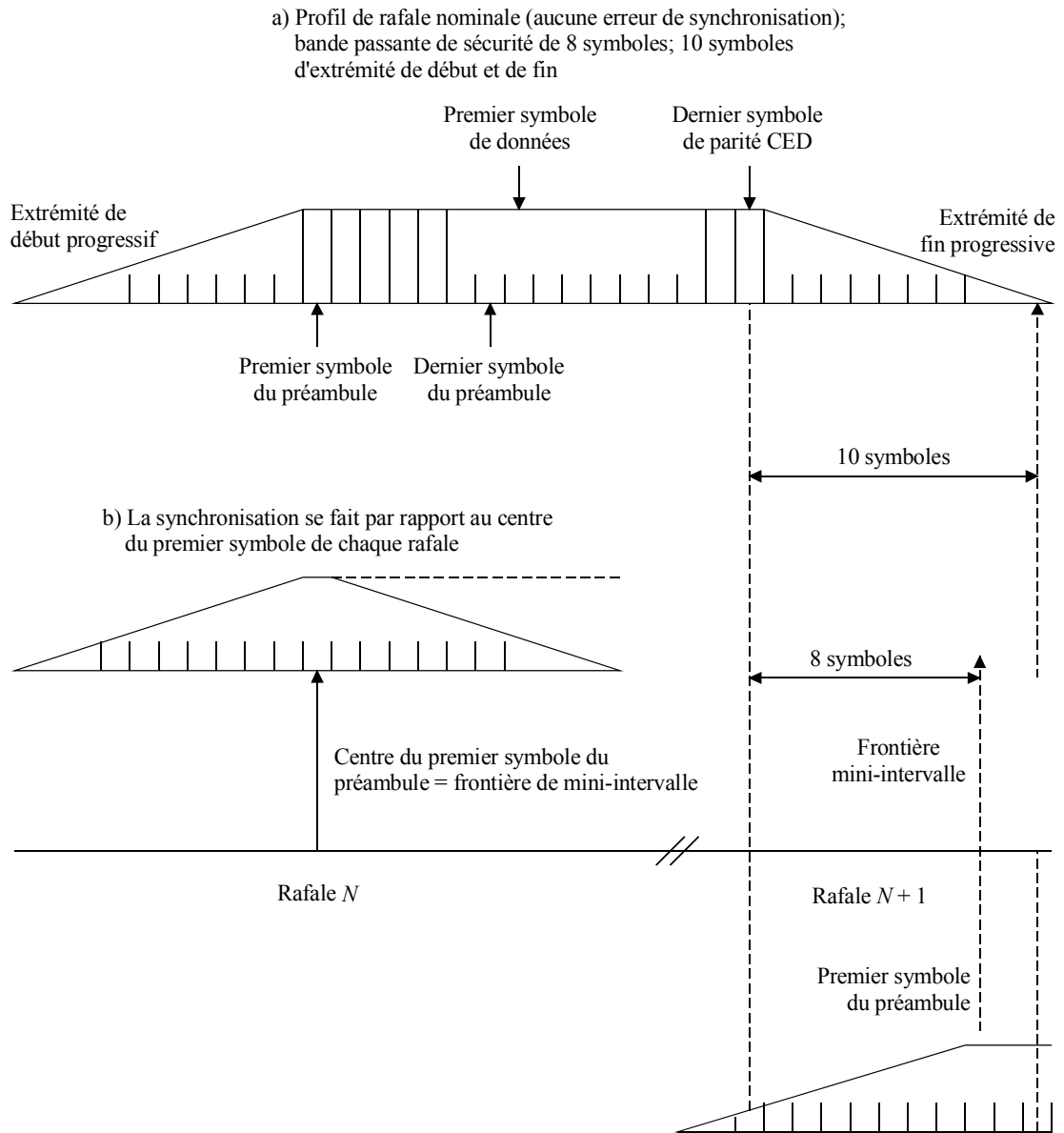
##### 4.2.8.1 Gamme et agilité de puissance de sortie

La puissance d'émission de sortie dans la largeur de bande de référence DOIT être variable dans une gamme minimum allant de  $-27$  dBm à  $+17$  dBm (MAQ-16),  $-30$  dBm à  $+20$  dBm (MDP-4), par pas de 1 dB.

La précision absolue de la puissance transmise DOIT être de  $\pm 2$  dB, et la précision de la taille des pas de  $\pm 0,4$  dB. Par exemple, l'augmentation de la puissance réelle suite à une commande d'augmentation du niveau de puissance de 1 dB pour la prochaine rafale transmise par le modem CPE BWA DOIT se situer entre 0,6 dB et 1,4 dB.



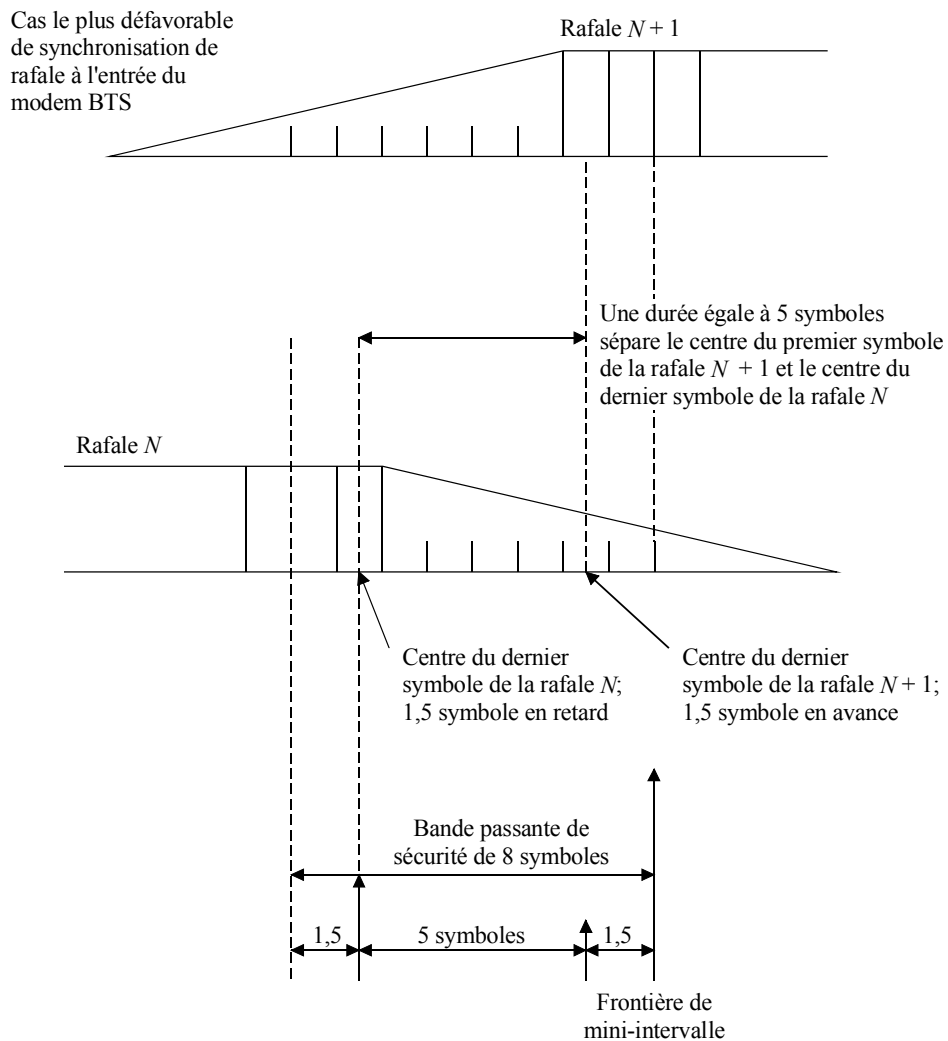
FIGURE 14  
Synchronisation de rafale nominale



Note 1 – L'extrémité de fin progressive d'une rafale peut chevaucher l'extrémité de début de la rafale suivante même si le même émetteur est attribué aux deux.

FIGURE 15

## Synchronisation de rafale dans le cas le plus défavorable



1499-15

## 4.2.9 Prescriptions de fidélité

## 4.2.9.1 Emissions parasites

La puissance du bruit et des composantes non essentielles ne DOIT PAS dépasser les niveaux indiqués dans le Tableau 7. La largeur de bande de mesure est égale numériquement à la rapidité de modulation (par exemple, 160 kHz pour 160 ksymboles/s) pour satisfaire aux prescriptions. Outre le Tableau 7, les émissions parasites DOIVENT respecter les limites locales, nationales et/ou régionales.

TABLEAU 7

## Emissions parasites

Paramètre	Rafale d'émission (dBc)	Niveau entre rafales
Dans la bande	-40	-72 dBc ou -97 dBm, selon la valeur la plus élevée
Dans la bande adjacente	-45	-72 dBc ou -97 dBm, selon la valeur la plus élevée

#### 4.2.9.2 Emissions parasites au cours de transitoires binaires de rafale

Chaque émetteur DOIT contrôler les émissions parasites, avant et pendant l'extrémité de début et pendant et après l'extrémité de fin, avant et après une rafale dans la méthode AMRT.

Des émissions parasites binaires, telles que des variations de tension à la sortie de l'émetteur dans le sens montant dues à l'activation ou à la désactivation de la transmission, DOIVENT être inférieures à 100 mV et de tels pas DOIVENT être dissipés en 2  $\mu$ s au maximum à partir du changement constant. Cette prescription s'applique lorsque le modem CPE BWA transmet à +20 dBm ou plus; pour des niveaux de transmission en attente, les variations de tension maximales DOIVENT être réduites d'un facteur de 2 pour chaque réduction de 6 dB du niveau de puissance par rapport à +20 dBm, jusqu'à une variation maximale de 7 mV à -4 dBm et moins. Cette prescription ne s'applique pas aux transitoires de mise sous tension et d'arrêt du modem CPE BWA.

#### 4.2.9.3 TEB

La qualité de fonctionnement globale du modem DOIT s'inscrire dans une gamme de 1,5 dB du taux TEB théorique non codé en fonction du rapport  $C/N$ , à  $TEB = 1 \times 10^{-6}$ , pour MDP-4 et MAQ-16.

#### 4.2.9.4 Distorsion de filtre

La prescription suivante suppose que toute préégalisation est inhibée.

##### 4.2.9.4.1 Amplitude

Le masque spectral DOIT être le spectre idéal en racine carrée de cosinus surélevé avec  $\alpha = 0,25$ , dans les gammes données ci-dessous:

$$f_c - R_s/4 \text{ Hz à } f_c + R_s/4 \text{ Hz: } -0,3 \text{ dB à } +0,3 \text{ dB}$$

$$f_c - 3R_s/8 \text{ Hz à } f_c - R_s/4 \text{ Hz, et } f_c + R_s/4 \text{ Hz à } f_c + 3R_s/8 \text{ Hz: } -0,5 \text{ dB à } 0,3 \text{ dB}$$

$$f_c - R_s/2 \text{ Hz et } f_c + R_s/2 \text{ Hz: } -3,5 \text{ dB à } -2,5 \text{ dB}$$

$$f_c - 5R_s/8 \text{ Hz et } f_c + 5R_s/8 \text{ Hz: non supérieur à } -30 \text{ dB}$$

où

$f_c$ : fréquence centrale

$R_s$ : rapidité de modulation.

##### 4.2.9.4.2 Phase

$f_c - 5R_s/8 \text{ Hz à } f_c + 5R_s/8 \text{ Hz}$ : les variations de temps de propagation de groupe ne DOIVENT PAS être supérieures à 100 ns.

#### 4.2.9.5 Bruit de phase de porteuse

Le bruit de phase intégré total d'un émetteur dans le sens montant (y compris le bruit parasite discret) DOIT être inférieur ou égal à -43 dBc, calculé sur les zones spectrales couvrant 1 kHz à 1,6 MHz au-dessus et au-dessous de la porteuse.

#### 4.2.9.6 Précision de la fréquence de canal

Le modem CPE BWA DOIT appliquer la fréquence de canal attribuée avec une précision de  $\pm 5 \times 10^{-6}$  dans une gamme de températures de -40 à 75° C pendant les 5 ans suivant la date de fabrication.

#### 4.2.9.7 Précision de la rapidité de modulation

Le modulateur dans le sens montant DOIT assurer une précision absolue des rapidités de modulation de  $\pm 50 \times 10^{-6}$  dans une gamme de températures de 0 à 40° C pendant les 5 ans suivant la date de fabrication.

#### 4.2.9.8 Gigue de synchronisation du symbole

La gigue de symbole de crête à crête, prise par rapport au passage à zéro du symbole précédent, de la forme d'onde transmise, DOIT être inférieure à 0,02 de la durée de symbole nominale sur une période de 2 s. En d'autres termes, la différence entre les durées de symbole maximale et minimale pendant une période de 2 s doit être inférieure à 0,02 de la durée de symbole nominale pour chacune des huit rapidités de modulation dans le sens montant.

L'erreur de phase cumulée de crête à crête, prise par rapport à l'instant du premier symbole et compte non tenu de tout décalage fixe de la fréquence des symboles, DOIT être inférieure à 0,04 de la durée de symbole nominale sur une période de 0,1 s. En d'autres termes, la différence entre les erreurs de phase cumulées maximale et minimale pendant une période

de 0,1 s doit être inférieure à 0,04 de la durée de symbole nominale pour chacune des huit rapidités de modulation dans le sens montant. L'élimination d'un décalage fixe de la fréquence des symboles doit être réalisée en utilisant la durée de symbole moyenne calculée sur une période de 0,1 s.

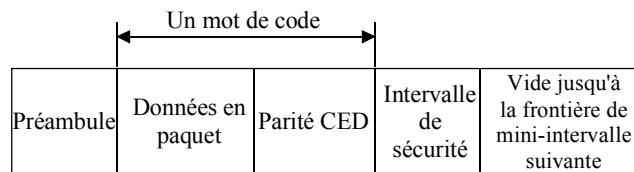
#### 4.2.10 Structure de trame

La Fig. 16 donne deux exemples de structure de trame: l'une où la longueur de paquet est égale au nombre d'octets d'information dans un mot de code, et une autre où la longueur du paquet est supérieure au nombre d'octets d'information dans un mot de code, mais inférieure à deux mots de code. L'exemple 1 illustre le mode avec longueur de mot de code fixe et l'exemple 2 le mode avec dernier mot de code raccourci. Ces modes sont définis § 4.2.10.1.

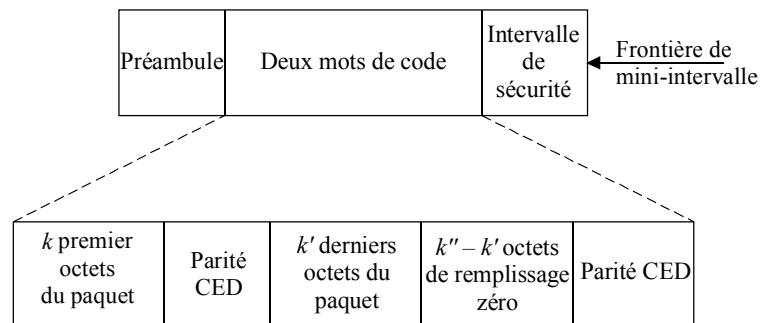
FIGURE 16

#### Exemple de structures de trame en mode de longueur de rafale flexible

*Exemple 1:* Longueur de paquet = nombre d'octets d'information dans le mot de code =  $k$



*Exemple 2:* Longueur de paquet =  $k$  + reste des octets d'information dans 2ème mot de code =  $k + k' \leq k + k'' \leq 2$  Koctets



1499-16

##### 4.2.10.1 Longueur de mot de code

Le modem CPE BWA fonctionne en mode de longueur de mot de code fixe ou avec une capacité de mot de code raccourci validée. La capacité de mot de code raccourci est disponible avec  $k \geq 16$  octets, où  $k$  est le nombre d'octets d'information dans un mot de code. Avec  $k < 16$ , la capacité de mot de code raccourci n'est pas disponible.

Les descriptions suivantes s'appliquent à une attribution accordée de mini-intervalles dans des régions caractérisées respectivement par la présence et par l'absence de contention. (L'attribution de mini-intervalles est traitée dans le § 6 de la présente Recommandation.) Le but de la description est de définir les règles et les conventions permettant au modem CPE BWA de demander le nombre approprié de mini-intervalles et au modem BTS BWA de la couche PHY de connaître la nature du verrouillage de trame CED prévu dans les deux modes: longueur de mot de code fixe et dernier mot de code raccourci.

##### 4.2.10.1.1 Longueur de mot de code fixe

Dans ce mode, après codage de toutes les données, le mot de code est rempli de zéros, si nécessaire, afin d'obtenir le nombre  $k$  d'octets de données attribués par mot de code. Le remplissage de zéros DOIT se poursuivre jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des mots de code de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle accordé, en tenant compte des symboles de parité CED et d'intervalle de garde.

##### 4.2.10.1.2 Dernier mot de code raccourci

Comme illustré à la Fig. 16, soit  $k'$  = le nombre d'octets d'information qui restent après répartition des octets d'information de la rafale en mots de code de pleine longueur ( $k$  octets de données en rafale). La valeur de  $k'$  est

inférieure à  $k$ . Considérons un fonctionnement en mode de dernier mot de code raccourci, et soit  $k''$  = nombre d'octets de données en rafale plus les octets remplis de zéros dans le dernier mot de code raccourci. En mode de mot de code raccourci, le modem CPE BWA code les octets de données de la rafale (y compris l'en-tête MAC) en utilisant la taille de mot de code attribuée ( $k$  octets d'information par mot de code) jusqu'à ce que:

- toutes les données soient codées, ou
- le reste d'octets d'information est inférieur à  $k$ .

Les derniers mots de code raccourcis ne doivent pas avoir moins de 16 octets d'information, et ceci doit être pris en compte lorsque les modems CPE BWA font une demande de mini-intervalles. En mode de dernier mot de code raccourci, le modem CPE BWA, si nécessaire, remplit les données de zéros jusqu'à la fin de l'attribution de mini-intervalles, qui est dans la plupart des cas la frontière du mini-intervalle suivante, compte tenu des symboles de parité CED et d'intervalle de garde. Dans de nombreux cas, il suffit de  $k'' - k'$  octets de zéros pour remplir un mini-intervalle attribué avec  $16 \leq k'' \leq k$  et  $k' \leq k''$ . Il est toutefois important de noter le point suivant.

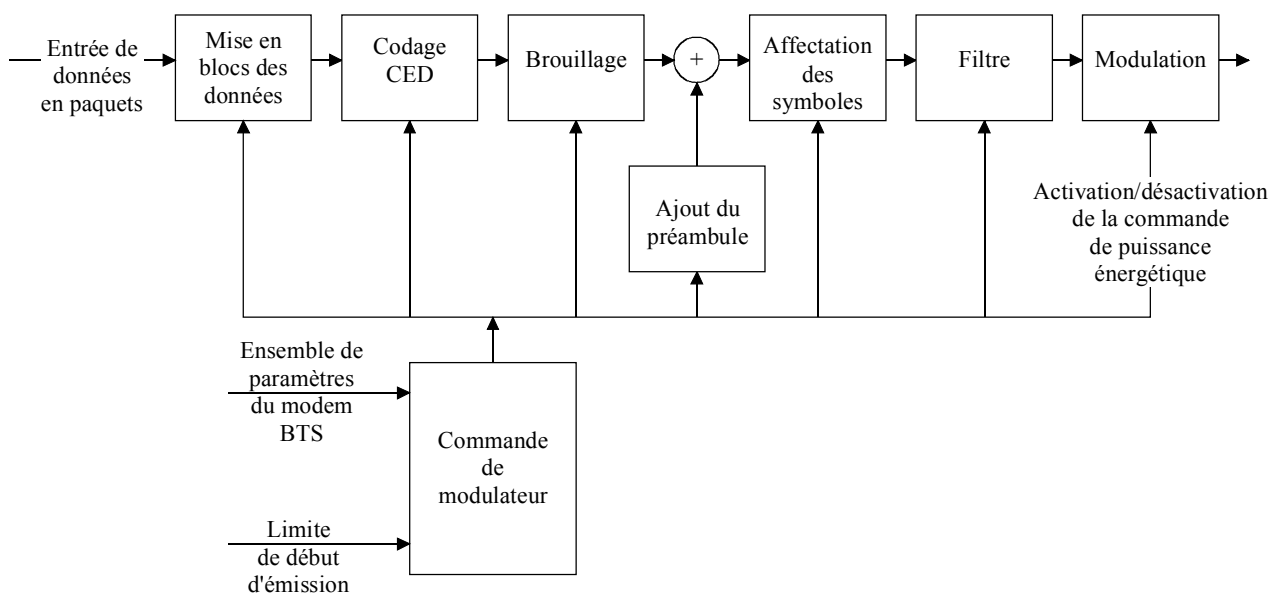
En général, le modem CPE BWA remplit les données de zéros jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'insérer des mots de code de longueur fixe supplémentaires avant la fin du dernier mini-intervalle dans la concession (comptant pour la parité CED et les symboles de temps de garde). Ensuite, si cela est possible, un dernier mot de code rempli de zéros doit être inséré pour finir de remplir l'attribution de mini-intervalles.

Si, après avoir rempli de zéros les mots de code supplémentaires avec  $k$  octets d'information, il reste moins de 16 octets dans l'attribution de mini-intervalles accordés, compte tenu des symboles de parité et d'intervalle de garde, le modem CPE BWA ne doit pas créer ce dernier mot de code raccourci.

#### 4.2.11 Prescriptions de traitement du signal

L'ordre de traitement du signal pour chaque type de paquet en rafale DOIT être compatible avec la séquence donnée à la Fig. 17 et DOIT suivre l'ordre des étapes de la Fig. 18.

FIGURE 17  
Séquence de traitement du signal



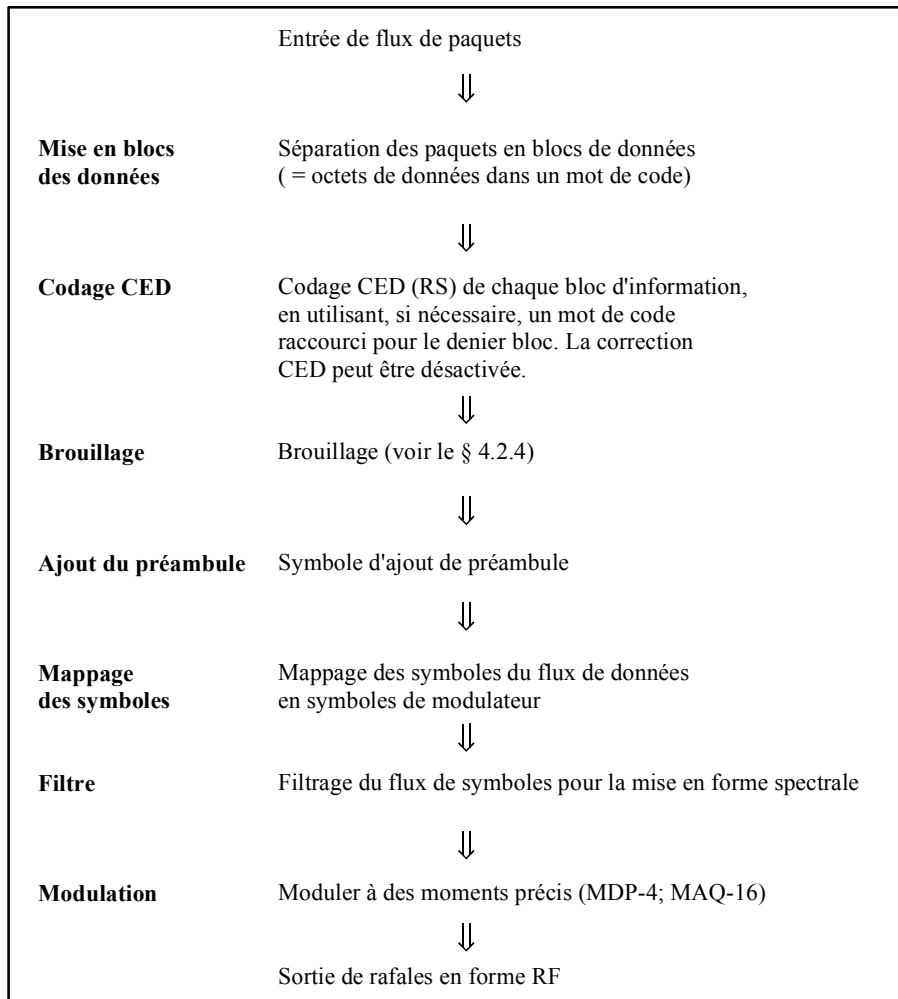
1499-17

#### 4.2.12 Caractéristiques de puissance d'entrée du récepteur dans le sens montant

Tous les équipements CPE DOIVENT effectuer la régulation de puissance dans le sens montant, afin que les diverses rafales provenant de CPE différents arrivent à la station BTS BWA avec plus ou moins le même niveau de puissance. Le signal reçu pris comme objectif pour le récepteur de la station BTS dépend de l'algorithme spécifique de régulation de puissance mis en oeuvre. Une fois que le niveau de ce signal est défini, le démodulateur DOIT fonctionner conformément aux spécifications de qualité de fonctionnement définies, les rafales reçues devant se situer dans une gamme de  $\pm 6$  dB par rapport à la puissance de réception commandée nominale.

FIGURE 18

## Procédé AMRT de transmission dans le sens montant



1499-18

## 4.2.13 Sortie électrique du modem CPE BWA dans le sens montant

Le modem CPE BWA DOIT fournir un signal modulé RF ayant les caractéristiques données au Tableau 8.

TABLEAU 8

## Sortie électrique RF du modem CPE BWA

Paramètre	Valeur
Fréquence (GHz)	2,5 à 40
Gamme de niveaux minimale (un canal) (dBm)	-27 à +17 (MAQ-16) -30 à +20 (MDP-4)
Type de modulation	MDP-4 et, facultativement, MAQ-16 et/ou MAQ-64
Rapidité de modulation (nominale) (ksymboles/s)	160, 320, 640, 1 280, 2 560, 5 120, 10 240, et 20 480
Largeur de bande (kHz)	200, 400, 800, 1 600, 3 200, 6 400, 13 000, et 26 000
Impédance de sortie ( $\Omega$ )	50
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie (dB)	>6

### 4.3 Sens descendant (aval)

#### 4.3.1 Protocole pour le sens descendant

La sous-couche PMD dans le sens descendant DOIT être conforme à la Recommandation UIT-T J.83, sauf pour la modulation MAQ-256 et avec les exceptions précisées au § 4.3.2. Cette sous-couche DOIT prendre en charge les modulations MDP-4, MAQ-16 et, facultativement, MAQ-64, ainsi que les rapidités de modulation et les largeurs de bande indiquées dans le Tableau 10.

#### 4.3.2 Entrelacement échelonnable destiné à assurer des temps de passage courts

La sous-couche PMD dans le sens descendant DOIT prendre en charge un entrelaceur de profondeur variable ayant les caractéristiques définies dans la Recommandation UIT-T J.83, sauf pour les temps de passage supérieurs à 4 ms.

La profondeur de l'entrelaceur, qui est codée dans un mot de contrôle de 4 bits contenu dans le postamble de synchronisation de trame CED, reflète toujours l'entrelacement de la trame suivante. De plus, des erreurs sont autorisées pendant la purge de la mémoire de l'entrelaceur faisant suite à l'indication d'une modification d'entrelacement.

Voir la Recommandation UIT-T J.83 B pour les spécifications de bit de commande nécessaires pour spécifier le mode d'entrelacement à utiliser.

#### 4.3.3 Plan de fréquence dans le sens descendant

Il convient que la fréquence dans le sens descendant soit comprise dans l'intervalle 2,5-40 GHz, avec une largeur de bande de canal pouvant aller jusqu'à 40 MHz.

#### 4.3.4 Sortie électrique de la station BTS BWA

La station BTS BWA DOIT fournir un signal modulé RF ayant les caractéristiques suivantes, définies au Tableau 9.

TABLEAU 9  
Sortie RF de la station BTS BWA

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale, $f_c$	2,5 à 40 GHz $\pm 5 \times 10^{-6}$
Niveau de puissance à l'émission (au flasque de l'antenne d'émission) (dBm)	>10
Type de modulation	MDP-4, MAQ-16 et facultativement MAQ-64
Rapidité de modulation, $R_s$	Jusqu'à 34,78 Msymboles/s
Espacement nominal des canaux	Jusqu'à 40 MHz
Réponse en fréquence	Mise en forme en racine de cosinus carré surélevé 12%–18%
Rayonnements non essentiels et bruit	
Dans la bande ( $f_c \pm R_s/2$ )	< -50 dBc dans la largeur de bande de la rapidité de modulation ( $R_s$ )
Canal adjacent de ( $f_c \pm R_s/2$ ) à ( $f_c \pm 1,25 \cdot R_s/2$ )	< -51 dBc dans une largeur de bande $R_s/8$
Canal adjacent de ( $f_c \pm 1,25 \cdot R_s/2$ ) à ( $f_c \pm 3 \cdot R_s/2$ )	< -55 dBc, dans $1,75 \cdot R_s$ , à l'exclusion d'un maximum de 3 résidus, qui doivent être chacun < -53 dBc lorsqu'ils sont mesurés dans une bande de 10 kHz
Canal adjacent suivant de ( $f_c \pm 3 \cdot R_s/2$ ) à ( $f_c \pm 5 \cdot R_s/2$ )	< -58 dBc dans la largeur de bande de la rapidité de modulation ( $R_s$ )
Impédance de sortie ( $\Omega$ )	50
Facteur d'adaptation (en réflexion) à la sortie (dB)	>14

### 4.3.5 Entrée RF à l'équipement CPE BWA dans le sens descendant

L'équipement CPE BWA DOIT accepter un signal modulé RF ayant les caractéristiques suivantes (voir le Tableau 10).

TABLEAU 10  
Entrée RF à l'équipement CPE BWA

Paramètre	Valeur
Fréquence centrale	2,5 à 40 GHz $\pm 5 \times 10^{-6}$
Gamme de niveaux (un canal) (dBm)	-87 à -32
Type de modulation	MDP-4 et MAQ-16 et facultativement MAQ-64
Rapidité de modulation (nominale)	Jusqu'à 34,78 Msymboles/s
Largeur de bande	Jusqu'à 40 MHz mise en forme en racine carrée de cosinus surélevé de 12%~18%
Impédance (charge) d'entrée ( $\Omega$ )	50
Perte par réflexion à l'entrée (dB)	>14

### 4.3.6 Qualité de fonctionnement du modem CPE BWA en terme de TEB

La qualité de fonctionnement en terme de TEB du modem CPE BWA DOIT être telle que définie dans la présente section.

#### 4.3.6.1 MDP-4

##### 4.3.6.1.1 Qualité de fonctionnement en TEB du modem CPE BWA en modulation MDP-4

La perte d'implémentation du modem CPE BWA DOIT être telle que ce modem donne un taux d'erreur binaire post-CED inférieur ou égal à  $1 \times 10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport ( $C/N$ ) de 10,8 dB ou plus.

##### 4.3.6.1.2 Qualité de fonctionnement dans les canaux adjacents en modulation MDP-4

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.1.1 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.1.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

#### 4.3.6.2 MAQ-16

##### 4.3.6.2.1 Qualité de fonctionnement en TEB du modem CPE BWA en modulation MAQ-16

La perte d'implémentation du modem CPE BWA DOIT être telle que ce modem donne un TEB post-CED inférieur ou égal à  $1 \times 10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport  $C/N$  de 17,8 dB ou plus.

##### 4.3.6.2.2 Qualité de fonctionnement dans les canaux adjacents en modulation MAQ-16

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.2.1 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.2.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

#### 4.3.6.3 MAQ-64

##### 4.3.6.3.1 Qualité de fonctionnement en TEB du modem CPE BWA en modulation MAQ-64

La perte d'implémentation du modem CPE BWA DOIT être telle que ce modem donne un TEB post-CED inférieur ou égal à  $1 \times 10^{-8}$  quand il fonctionne avec un rapport  $C/N$  de 24,5 dB ou plus.



### 4.3.6.3.2 Qualité de fonctionnement dans les canaux adjacents en modulation MAQ-64

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.3.1 DOIT être assurée avec des signaux numériques à 0 dBc dans les canaux adjacents.

La qualité de fonctionnement telle que décrite au § 4.3.6.3.1, avec une tolérance supplémentaire de 0,2 dB, DOIT être assurée avec des signaux numériques à +10 dBc dans les canaux adjacents.

## 5 Sous-couche de convergence de transmission dans le sens descendant

### 5.1 Introduction

Afin d'améliorer la robustesse de la démodulation, de faciliter la réception sur équipements communs pour vidéo et données, et d'assurer ultérieurement un éventuel multiplexage de vidéo et de données dans le flux binaire de la sous-couche PMD définie dans le § 4, une sous-couche est intercalée entre la sous-couche PMD dans le sens descendant et la sous-couche MAC de transmission de données avec accès BWA.

Le flux binaire dans le sens descendant est défini comme une série continue de paquets MPEG de 188 octets Recommandation UIT-T H.222.0. Ces paquets sont constitués d'un en-tête de 4 octets suivi de 184 octets de charge utile. L'en-tête identifie la charge utile comme appartenant à la transmission de données avec accès BWA. D'autres valeurs d'en-tête peuvent indiquer d'autres charges utiles. La combinaison de charges utiles MAC et de celles d'autres services est facultative et est commandée par le modem BTS BWA.

La Fig. 19 montre l'entrelacement des octets MAC de transmission de données (DOC, *data over cable*) avec accès BWA avec d'autres informations numériques (vidéonumériques dans l'exemple donné).

FIGURE 19

#### Exemple d'entrelacement de paquets MPEG dans le sens descendant

En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = DOC	Charge utile de DOC MAC
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique
En-tête = vidéo	Charge utile de vidéonumérique

## 5.2 Format de paquet MPEG

Le format d'un paquet MPEG acheminant des données BWA est illustré à la Figure 20. Le paquet est constitué d'un en-tête MPEG de 4 octets, d'un champ `pointer_field` (non présent dans tous les paquets) et de la charge utile d'accès BWA.

FIGURE 20  
Format d'un paquet MPEG

En-tête MPEG (4 octets)	<code>pointer_field</code> (1 octet)	Charge utile BWA (183 ou 184 octets)
----------------------------	---	---

1499-20

## 5.3 En-tête MPEG pour transmission hertzienne de données BWA

Le format de l'en-tête d'un flux de transport MPEG est défini au § 2.4 de la Recommandation UIT-T H.222.0. Les valeurs particulières de champs qui caractérisent les flux MAC de transmission hertzienne de données avec accès BWA sont définies au Tableau 11. Les noms des champs proviennent de la spécification UIT.

TABLEAU 11  
Format d'en-tête MPEG pour paquets de transmission hertzienne  
de données avec accès BWA

Champ	Longueur (bits)	Description
<code>sync_byte</code>	8	0x47; octet de synchronisation de paquet MPEG
<code>transport_error_indicator</code>	1	Indique qu'une erreur a eu lieu à la réception du paquet. Ce bit est remis à zéro par l'émetteur, et réglé à un chaque fois qu'une erreur a lieu lors de la transmission d'un paquet.
<code>payload_unit_start_indicator</code>	1	Une valeur de un indique la présence d'un champ <code>pointer_field</code> comme premier octet de charge utile (cinquième octet du paquet)
<code>transport_priority</code>	1	Réservé; réglé à zéro
PID <sup>(1)</sup>	13	PID communément admis de transmission hertzienne de données avec accès BWA (0x1FFE)
<code>transport_scrambling_control</code>	2	Réservé, réglé à '00'
<code>adaptation_field_control</code>	2	'01'; l'utilisation du champ <code>adaptation_field</code> n'est PAS AUTORISÉE sur le PID BWA
<code>continuity_counter</code>	4	Compteur cyclique dans ce PID

<sup>(1)</sup> A l'avenir, des PID supplémentaires PEUVENT être attribués à un modem CPE BWA.

L'en-tête MPEG est constitué de 4 octets qui commencent un paquet MPEG de 188 octets. Le format de l'en-tête utilisé sur un identificateur de paquet de transmission hertzienne de données avec accès BWA est limité aux paramètres donnés dans le Tableau 11. Le format de l'en-tête est conforme à la norme MPEG, mais son utilisation dans la présente spécification N'AUTORISE PAS l'inclusion d'un champ `adaptation_field` dans les paquets MPEG.

## 5.4 Charge utile MPEG pour transmission hertzienne de données avec accès BWA

La partie de charge utile MPEG du paquet MPEG achemine les trames MAC avec accès BWA. Le premier octet de la charge utile MPEG est un champ `pointer_field` si l'indicateur `payload_unit_start_indicator` (PUSI) de l'en-tête MPEG est établi.

### stuff\_byte

La présente norme définit un motif `stuff_byte` d'une valeur de (0xFF) utilisé dans la charge utile d'accès BWA pour remplir d'éventuels interstices entre les trames MAC d'accès BWA. Cette valeur est choisie comme valeur non utilisée pour le premier octet de trame MAC d'accès BWA. L'octet FC de l'en-tête MAC est défini pour ne jamais contenir cette valeur. (FC\_TYPE = 11 indique une trame spécifique MAC, et FC\_PARM = 11111 n'est normalement pas utilisée et, conformément à la présente spécification, définie comme valeur illégale pour FC\_PARM.)

### pointer\_field

Le champ `pointer_field` est présent comme cinquième octet du paquet MPEG (premier octet après l'en-tête MPEG) chaque fois que l'indicateur PUSI est réglé à un dans l'en-tête MPEG. L'interprétation du champ `pointer_field` est la suivante:

«Le `pointer_field` contient le nombre d'octets du paquet donné qui suit immédiatement le `pointer_field` que le décodeur du modem CPE BWA doit sauter avant de chercher le début d'une trame MAC d'accès BWA. Un champ `pointer_field` DOIT être présent s'il est possible de commencer une trame d'accès BWA dans le paquet et DOIT pointer, soit vers le début de la première trame MAC qui commence dans le paquet, soit vers tout octet `stuff_byte` précédent.»

## 5.5 Interaction avec la sous-couche MAC

Les trames MAC peuvent commencer n'importe où dans un paquet MPEG, les trames MAC peuvent couvrir des paquets MPEG, et plusieurs trames MAC peuvent se trouver dans un paquet MPEG.

Les Figs. 21 à 24 montrent le format des paquets MPEG qui acheminent des trames MAC d'accès BWA. Dans tous les cas, l'indicateur PUSI indique la présence du champ `pointer_field` en tant que premier octet de la charge utile MPEG.

La Fig. 21 montre une trame MAC qui est positionnée immédiatement après l'octet `pointer_field`. Dans ce cas, le champ `pointer_field` est zéro et le décodeur BWA commence la recherche d'un octet FC valide immédiatement après ce `pointer_field`.

FIGURE 22

**Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage**

En-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= <i>M</i> )	Queue de trame MAC N° 1 ( <i>M</i> octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	Début de trame MAC N° 2
----------------------------	---	---	---	----------------------------

1499-22

La Fig. 22 montre le cas plus général où une trame MAC est précédée par la queue d'une trame MAC précédente et par une séquence d'octets de bourrage. Dans ce cas, le champ `pointer_field` identifie toujours le premier octet après la queue de la trame No. 1 (un `stuff_byte`) comme la position où le décodeur doit commencer la recherche d'une valeur FC légale de sous-couche MAC. Ce format permet au modem BTS BWA, pendant les opérations de multiplexage, d'insérer immédiatement une trame MAC disponible pour la transmission si cette trame arrive après la transmission de l'en-tête MPEG et du `pointer_field`.

FIGURE 22

**Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage**

En-tête MPEG (PUSI = 1)	<code>pointer_field</code> (= <i>M</i> )	Queue de trame MAC N° 1 ( <i>M</i> octets)	<code>stuff_byte(s)</code> (0 ou plus)	Début de trame MAC N° 2
----------------------------	---	---	---	----------------------------

1499-22

Afin de faciliter le multiplexage du flux de paquets MPEG qui acheminent des données BWA avec d'autres données codées MPEG, il ne CONVIENT PAS que le modem BTS BWA transmette des paquets MPEG avec un PID BWA contenant uniquement des `stuff_bytes` dans la zone de charge utile. Il CONVIENT de transmettre des paquets MPEG nuls à la place. Il est à noter qu'il existe des relations de synchronisation implicites dans la sous-couche MAC d'accès BWA et que celles-ci doivent également être préservées par toute opération de multiplexage MPEG.

La Fig. 23 montre que le paquet MPEG peut contenir plusieurs trames MAC. Les trames MAC peuvent être concaténées les unes après les autres ou être séparées par une séquence facultative d'octets de bourrage.

FIGURE 23

**Format de paquet dans lequel une trame MAC est immédiatement précédée par des octets de bourrage**

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	Trame MAC N° 1	Trame MAC N° 2	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Trame MAC N° 3
----------------------------	------------------------	-------------------	-------------------	------------------------------	-------------------

1499-23

La Fig. 24 montre le cas où une trame MAC couvre plusieurs paquets MPEG. Dans ce cas, le champ `pointer_field` de la trame suivante pointe vers l'octet qui suit le dernier octet de la queue de la première trame.

FIGURE 24

**Format de paquet dans lequel une trame MAC couvre plusieurs paquets**

En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= 0)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC N° 1 (jusqu'à 183 octets)		
En-tête MPEG (PUSI = 0)	Suite de trame MAC N° 1 (184 octets)				
En-tête MPEG (PUSI = 1)	pointer_field (= $M$ )	Queue de trame MAC N° 1 ( $M$ octets)	stuff_byte(s) (0 ou plus)	Début de trame MAC N° 2 ( $M$ octets)	

1499-24

La sous-couche de convergence de transmission doit fonctionner en étroite collaboration avec la sous-couche MAC afin de fournir un horodateur précis à insérer dans le message de synchronisation d'horloge (voir le § 6).

## 5.6 Interaction avec la couche PHY

Le flux de paquets MPEG-2 DOIT être codé conformément à la Recommandation UIT-T J.83, y compris pour ce qui est de la mise en trames du flux de transport MPEG-2 utilisant un contrôle de parité tel que décrit dans ladite Recommandation.

## 5.7 Synchronisation et récupération de l'en-tête MPEG

Il CONVIENT que le flux de paquets MPEG-2 soit déclaré dans la trame (c'est-à-dire qu'un alignement de paquets correct ait été réalisé) lorsque cinq contrôles de parité corrects successifs, chacun séparé de 188 octets du précédent, ont été reçus.

Il CONVIENT de déclarer le flux de paquets MPEG-2 hors trame et de déclencher une recherche d'alignement de paquets correct, lorsque neuf contrôles de parité incorrects successifs ont été reçus.

Le format de trames MAC est décrit en détail dans le § 6.

## 6 Spécification de la MAC

Le protocole de MAC est spécifié dans la Recommandation UIT-T J.116, Annexe B.

### ANNEXE 1

#### Documents traitant de l'interface pour transmission de données avec accès BWA

On trouvera ci-après une liste de textes faisant partie d'un groupe de spécifications relatives à l'interface BWA pour transmission de données. Pour les mises à jour de ces documents on est prié de consulter URL <http://www.cablemodem.com>.

Spécification	Désignation	Titre
MCNS1	SP-RFI	Radio Frequency Interface Specification (Spécification de l'interface RF), SP-RFI-I01-970326
MCNS2	SP-DOCSS	Data Over Cable Security System (DOCSS) Specification (Spécification du système de sécurité pour transmission de données sur câble (DOCSS)), SP-SSI-I01-970506
MCNS3	SP-CMTS-NSI	Cable Modem Termination System Network Side Interface Specification (Spécification de l'interface côté réseau du système de terminaison de câblo-modem), SP-CMTS-NSI-I01-960702
MCNS4	SP-CMCI	Cable Modem to Customer Premises Equipment Interface Specification (Spécification de l'interface entre câblo-modem et équipement des locaux client), SP-CMCI-I01-960702
MCNS5	SP-OSSI	Operations Support System Interface Specification (Spécification de l'interface du système d'appui opérationnel), SP-OSSI-I01-970403
MCNS6	SP-CMTRI	Cable Modem Telco Return Interface Specification (Spécification de l'interface de retour téléphonique de câblo-modem), SP-CMTRI-I01-970804
MCNS7	SP-RSM	Removable Security Module Specification (Spécification du module de sécurité amovible), SP-RSM-D02-971004
MCNS8	SP-BDS	Baseline Data Over Cable Security Specification (Spécification de sécurité fondamentale pour la transmission de données sur câble), SP-BPI-I01-970609

#### Légende:

SP: Spécification

TR: Rapport technique (fournit un contexte pour la compréhension et l'application de documents de spécification de cette nature qui pourraient être publiés ultérieurement).