

RECOMMANDATION UIT-R SNG.1561

Transmission numérique de la télévision à haute définition pour les reportages d'actualités par satellite et la transmission par satellite de programmes produits en extérieur

(Question UIT-R 226/4)

(2002)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'en transmission vidéo point à point par satellite, les objectifs de qualité de service sont fixés pour des stations d'émission et de réception équipées d'antennes de grande taille;
- b) que l'introduction des stations d'émission facilement transportables répond à un besoin essentiel, notamment pour le reportage d'actualités, et peut constituer une solution technique satisfaisante;
- c) que les caractéristiques spécifiques nécessaires pour les stations portables et transportables et notamment la disponibilité réduite des liaisons assurées par des stations facilement transportables, peuvent nécessiter l'acceptation d'objectifs de qualité de transmission moins élevés;
- d) qu'il peut être nécessaire d'insérer, sur le même support satellite, des signaux auxiliaires nécessaires à l'exploitation des stations d'émission portables et transportables, ces signaux ne devant néanmoins pas avoir d'effet perceptible sur la qualité de transmission des signaux télévisuels;
- e) qu'il convient d'établir des procédures techniques et d'exploitation normalisées et uniformes pour activer rapidement tout système de reportage d'actualités par satellite (RAS) et les programmes en extérieur, quel que soit l'endroit du monde où il faut couvrir un événement;
- f) que, pour faciliter la couverture internationale des événements d'actualité, il est nécessaire d'adopter des paramètres d'exploitation unifiés pour le RAS de télévision à haute définition (TVHD) numérique, afin d'assurer l'interopérabilité entre équipements provenant de différents fabricants,

notant

- a) que la Recommandation UIT-R SNG.1007 définit des normes techniques unifiées pour le RAS;
- b) que la Recommandation UIT-R SNG.1421 définit des paramètres d'exploitation communs permettant d'assurer l'interopérabilité dans le cas de la transmission de RAS en télévision numérique conventionnelle,

recommande

1 de se conformer, lorsque l'on exige une interopérabilité des équipements RAS de TVHD numériques au niveau international, aux paramètres de fonctionnement unifiés décrits dans l'Annexe 1.

ANNEXE 1

1 Domaine d'application

Le système considéré est fondé sur les prescriptions techniques suivantes:

- Le système doit être compatible avec tous les répéteurs de satellite possibles existants et à venir.
- Le système de codage source doit être conforme à celui des systèmes de norme MPEG-2¹.
- Le système de codage de canal doit être aussi souple et efficace que possible, pour l'application considérée. L'utilisateur doit pouvoir sélectionner le système de codage en fonction des caractéristiques du canal de transmission utilisé.
- Le débit binaire utilisateur doit être compatible avec les exigences de qualité d'image que peuvent fixer d'autres Commissions d'études concernées de l'UIT.
- Le débit binaire d'informations ainsi que le codage de sortie, doit pouvoir être défini en tenant compte de la connectivité avec les hiérarchies numériques internationales existantes et de la qualité de codage.
- Le système RAS peut comprendre les canaux auxiliaires, tels que les canaux de communication.

2 Codage source, information de service et multiplexage

2.1 Codage vidéo

On recommande l'utilisation de la norme MPEG-2 4:2:2P@HL pour le codage vidéo. On peut aussi envisager d'utiliser la norme MPEG-2 MP@HL.

La source vidéo, le débit binaire (résolution horizontale et résolution verticale) n'affectent pas l'interopérabilité. Ces paramètres ne sont pas spécifiés dans la présente Recommandation car ils doivent être automatiquement inclus dans les récepteurs-décodeurs intégrés (IRD, *integrated receiver decoders*).

2.2 Codage audio

Il convient d'utiliser pour le codage audio le codage MPEG-1 couche I ou II, le codage MPEG-2 couche I ou II, le codage MPEG-2 AAC ou AC-3.

La configuration des canaux audio, la source et le débit binaire n'affectent pas l'interopérabilité. Ces paramètres ne sont pas spécifiés dans la présente Recommandation car ils doivent être automatiquement inclus dans les IRD.

2.3 Codage des données

Ce sujet appelle un complément d'étude.

¹ Au sujet de la norme MPEG-2, se référer aux Recommandations UIT-T H.222, UIT-T H.262 ou à la norme ISO/CEI 13818.

2.4 Informations spécifiques du programme (PSI, *program specific information*) et informations sur les services (SI, *service information*)

2.4.1 Généralités

Les informations PSI et SI doivent se conformer à toutes les prescriptions pertinentes en fonction des normes et des lignes directrices applicables.

Pour pouvoir être conformes à la norme MPEG-2 DVB-S, (radiodiffusion vidéo numérique par satellite, *digital video broadcasting using satellite*) les tables ci-après doivent être obligatoirement présentes:

PAT: Table d'association de programme (*Program Association Table*)

PMT: Table de correspondance de programme (*Program Map Table*)

CAT: Table d'accès conditionnel (*Conditional Access Table*)

NIT: Table d'informations sur le réseau (*Network Information Table*) (le système de livraison actuel)

SDT: Table de description de service (*Service Description Table*) (le flux de transport actuel)

TDT: Table heure et date (*Time and Date Table*)

EIT: Table d'informations d'événement (*Event Information Table*) flux de transport réel, présent/suivant.

Il est possible que certaines de ces tables d'informations de service (ou leur contenu) ne s'appliquent pas au service RAS numérique, leur présence est néanmoins obligatoire.

La présente Recommandation ne spécifie ni les valeurs, ni la syntaxe des tables d'informations de service mais préconise, chaque fois que possible, les valeurs par défaut à utiliser pour l'équipement afin de permettre une mise en œuvre simple et rapide du RAS numérique.

S'agissant de transmissions RAS numériques, il se peut que l'édition des tables SI sur le terrain soit impossible en raison de problèmes d'exploitation. Par conséquent, seules les tables SI définies pour le MPEG-2, à savoir les tables PAT, PMT et la table de description du service de flux de transport (SDT, *transport stream Service Description Table*) sont obligatoires.

2.4.2 Premier descripteur SDT

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421.

2.4.3 Second descripteur SDT

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421.

2.4.4 Directives

2.4.4.1 Directives pour l'utilisation de la table SDT (table de description du service de flux de transport) dans les flux RAS numériques

Les tables SDT sont répétées au minimum toutes les 10 s.

Le champ *station_identification_char* (caractère d'identification de la station) contient les éléments suivants, séparés par une virgule et dans l'ordre suivant:

- code usuel de la station;
- centre opérationnel du service RAS;
- fournisseur du service RAS.

Le code usuel de la station est assigné à la station par l'opérateur du satellite avec lequel la station est le plus souvent utilisée.

Le centre opérationnel du service RAS (qui fonctionne pendant la période d'émission) est le centre de contrôle par l'intermédiaire duquel la station peut être identifiée sans ambiguïté (son code habituel de station est indiqué) et rapidement localisée. Le fournisseur du service RAS est le propriétaire de la station RAS.

Les décodeurs IRD doivent avoir suffisamment de souplesse pour gérer au moins les tableaux obligatoires d'informations sur le service et ignorer les informations sur le service facultatives qu'ils ne sont pas censés utiliser.

Les décodeurs IRD du RAS numérique doivent pouvoir décoder et interpréter la table SDT et les descripteurs spécifiés.

2.4.4.2 Directives pour assurer la compatibilité avec les décodeurs IRD grand public

Si l'on souhaite que la compatibilité avec les décodeurs IRD grand public soit assurée, la table SDT doit contenir trois descripteurs:

- Le premier est un descripteur de flux de transport [0x67] qui contient la chaîne ASCII «DVB». La présence de ce descripteur signifie que toutes les tables SI doivent être présentes conformément à la spécification DVB-SI.
- Le suivant est le descripteur de flux de transport [0x67] qui contient la chaîne ASCII «CONA». La présence de ce descripteur indique que la transmission est de type contribution.
- Le dernier pour les transmissions RAS numériques est le descripteur RAS numérique [0x68].

2.5 Multiplexage

A l'entrée du système, le flux de données est structuré en paquets de longueur fixe, après passage dans le multiplexeur de transport MPEG-2 (MUX) (voir la Recommandation UIT-T H.222). La longueur totale d'un paquet en sortie de multiplexage de transport MPEG-2 est de 188 octets.

3 Système de transmission

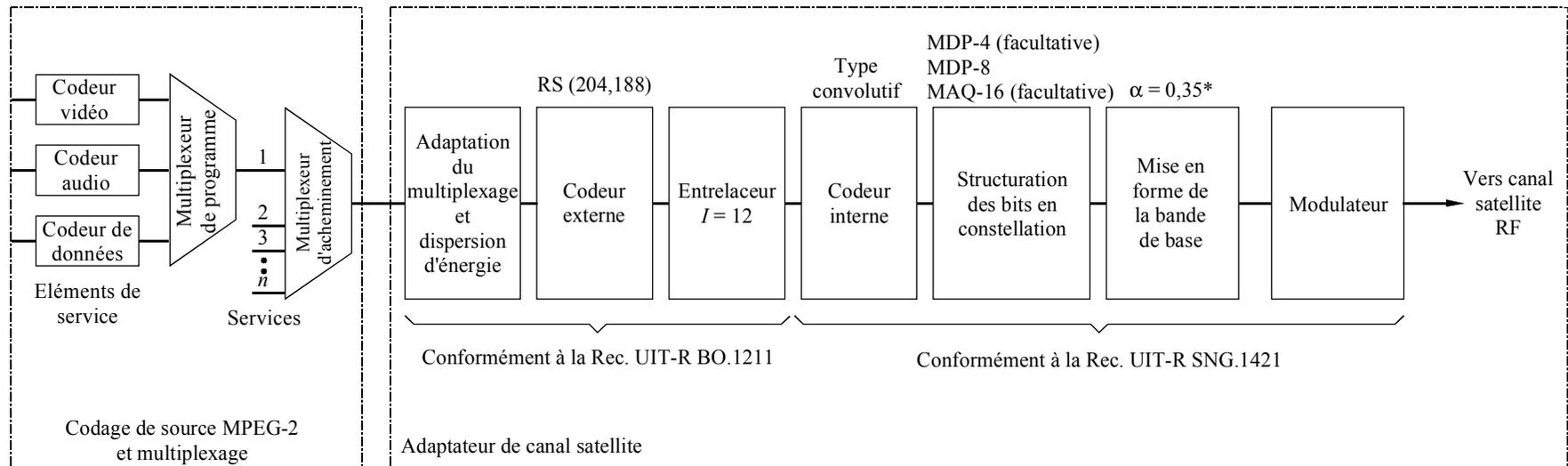
Le système est défini sous forme de blocs fonctionnels d'équipements assurant l'adaptation des signaux de télévision en bande de base en sortie du multiplexeur de transport MPEG-2 (voir la Recommandation UIT-T H.222), aux caractéristiques du canal satellite.

La trame de transmission du système est synchronisée sur les paquets de transport sortant du multiplexeur MPEG-2 (voir la Recommandation UIT-T H.222).

Le système utilise la modulation par déplacement de phase à 8 états (MDP-8) et, à titre facultatif, les modulations par quadrature de phase (MDP-4) et modulation d'amplitude en quadrature à 16 états (MAQ-16); les opérations de codage convolutif et de codage Reed-Solomon (RS) sont effectuées en série. S'agissant des modulations MDP-8 et MAQ-16, le codage pragmatique en treillis s'applique, permettant ainsi d'optimiser la protection contre les erreurs du code convolutif défini dans la Recommandation UIT-R BO.1211. Le code convolutif se prête à des configurations souples permettant l'optimisation du fonctionnement du système pour une largeur de bande de répéteur de satellite donnée.

Tous les systèmes de transmission sont conformes à la Recommandation UIT-R SNG.1421 (voir la Fig. 1).

FIGURE 1
Diagramme fonctionnel du système



* $\alpha = 0,25$ pour la MDP-8 et la MAQ-16 (facultative).

Le flux de données subit les opérations suivantes (voir la Fig. 1):

- adaptation du multiplexage de transport et randomisation pour dispersion d'énergie (conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211);
- codage externe (par exemple, RS) (conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211);
- entrelacement convolutif (conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211);
- codage interne:
 - codage convolutif discontinu (conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211);
 - codage pragmatique en treillis associé à la MDP-8 et à la MAQ-16 (à titre facultatif);
- structuration des bits en constellations:
 - MDP-8;
 - MDP-4 (facultatif);
 - MAQ-16 (facultatif);
- mise en forme de la bande de base en racine carrée de cosinus augmenté:
 - facteur de décroissance $\alpha = 0,35$ conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211 pour les modulations MDP-4, MDP-8 et MAQ-16;
 - facteur de décroissance facultatif supplémentaire $\alpha = 0,25$ (pour les modulations facultatives MDP-8 et MAQ-16);
- modulation en quadrature (conformément à la Recommandation UIT-R BO.1211).

Lorsque pour le signal les seuils de C/N et C/I sont dépassés, la technique de correction d'erreur directe adoptée dans le système permet de respecter un objectif de qualité quasi exempt d'erreur, correspondant à moins d'un événement d'erreur non corrigé par heure de transmission, soit un taux d'erreur binaire compris entre 1×10^{-10} et 1×10^{-11} à l'entrée du démultiplexeur MPEG-2.

3.1 Adaptation aux caractéristiques du répéteur du satellite

Le débit de symboles est adapté aux caractéristiques du répéteur et lorsqu'il s'agit de plusieurs porteuses par répéteur (multiplexage par répartition en fréquence (MRF)), au plan de fréquence adopté. L'Appendice 1 contient des exemples d'utilisation possible du système.

3.2 Interfaces

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421.

3.3 Codage du canal

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421.

3.4 Mise en forme de la bande de base et modulation en quadrature

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421, en tenant compte du fait que la MDP-8 est la modulation recommandée.

3.5 Caractéristiques d'erreur

Voir la Recommandation UIT-R SNG.1421, en tenant compte du fait que la MDP-8 est la modulation recommandée.

3.6 Dispositifs de transmission pour des situations d'urgence

Il convient de définir au moins un ensemble de paramètres de fonctionnement pour le mode d'exploitation prédéfini ou par défaut.

4 Canaux de communication bidirectionnels

Ce sujet appelle un complément d'étude.

APPENDICE 1

À L'ANNEXE 1

Exemple d'utilisation possible du système

Dans des configurations à une seule porteuse par répéteur, le débit de symboles à la transmission R_s peut être adapté à une largeur de bande donnée (BW), du répéteur (à -3 dB) pour obtenir la capacité de transmission maximale compatible avec la dégradation de signal acceptable compte tenu des limitations de largeur de bande du répéteur. Pour tenir compte des instabilités éventuelles dues à la température et au vieillissement, il est possible de se référer au gabarit de réponse en fréquence du répéteur.

Dans la configuration MRF à plusieurs porteuses, le débit de symboles, R_s , peut être adapté à l'intervalle de fréquences (BS), attribué au service dans le plan de fréquence, pour optimiser la capacité de transmission tout en maintenant à un niveau acceptable les brouillages mutuels entre les porteuses adjacentes.

Le Tableau 1 donne des exemples de la capacité en débit binaire utile maximum, R_u , pouvant être obtenue par le système en fonction des largeurs de bande attribuées BW ou BS. Les valeurs correspondant à des débits binaires très faibles ou très élevés seront peut-être sans intérêt pour certaines applications. Dans ces exemples, les rapports BW/ R_s ou BS/ R_s adoptés sont $\eta = 1 + \alpha = 1,35$, où α est le facteur de décroissance de la modulation. Compte tenu de ce choix, on peut obtenir une dégradation E_b/N_0 négligeable due aux limitations de largeur de bande du répéteur ainsi qu'au brouillage par le canal adjacent causé à un canal linéaire. On peut obtenir des débits binaires plus élevés avec le facteur de décroissance plus faible $\alpha = 0,25$ (facultatif pour les modulations MDP-8 et MAQ-16) et des rapports BW/ R_s ou BS/ R_s égaux à $\eta = 1 + \alpha = 1,25$.

Le Tableau 2 donne des exemples possibles d'utilisation du système pour la configuration à une seule porteuse par répéteur. Différentes modulations et différents débits de code interne sont indiqués avec les débits binaires correspondants. Conformément aux applications pratiques types, un rapport BW/ R_s égal à 1,31 est envisagé; il permet d'obtenir une efficacité d'utilisation du spectre légèrement supérieure à celle des exemples fournis dans le Tableau 1 pour les mêmes schémas de modulation/codage. La largeur de bande de répéteur envisagée de 36 MHz est suffisamment large pour permettre des transmissions de type 4:2:2P@HL à une seule voie par porteuse (SCPC) de haute qualité, ainsi que des transmissions MP@HL et 4:2:2P@HL à plusieurs voies par porteuse (MCPC, *multiple channels per carrier*).

Le Tableau 3 donne des exemples utiles pour des équipements de transmission prévus pour fonctionner avec un rapport BW/ R_s de 1,207.

TABLEAU 1

Exemples de débits binaires maximums en fonction de la BW du répéteur ou de la BS pour BW/R_s ou $BS/R_s = \eta = 1,35$ (applicables à la TVHD)

BW ou BS (MHz)	$R_s = BW/1,35$ (MBd) ⁽¹⁾	R_u (Mbit/s) ⁽²⁾									
		MDP-4					MDP-8			MDP-16	
		Débit 1/2	Débit 2/3	Débit 3/4	Débit 5/6	Débit 7/8	Débit 2/3	Débit 5/6	Débit 8/9 ⁽³⁾	Débit 3/4	Débit 7/8
72	53,333	49,1503	65,5338	73,7255	81,9172	86,0131	98,3007	122,876	131,068	147,451	172,026
54	40,000	36,8627	49,1503	55,2941	61,4379	64,5098	73,7255	92,1568	98,3007	110,588	129,020
46	34,074	31,4016	41,8688	47,1024	52,3360	54,9528	62,8032	78,5040	83,7376	94,2047	109,906
41	30,370	27,9884	37,3178	41,9826	46,6473	48,9797	55,9768	69,971	74,6357	83,9651	97,9593
36	26,666	24,5752	32,7669	36,8627	40,9586	43,0065	49,1503	61,4379	65,5338	73,725	86,0131
33	24,444	22,5272	30,0363	33,7908	37,5454	39,4227	45,0545	56,3181	60,0726	67,5817	78,8453
30	22,222	20,4793	27,3057	30,7190	34,1322	35,8388	40,9586	51,1983	54,6115	61,4379	71,6776
27	20,000	18,4314	24,5752	27,6471	30,7190	32,2549	36,8627	46,0784	49,1503	55,2941	64,5098
18	13,333	–	16,3834	18,4314	20,4793	21,5030	24,5752	30,7190	32,7669	36,8627	43,0065
15	11,111	–	–	–	17,0661	17,9194	24,5752	25,5991	27,3057	30,7190	35,8388
12	8,888	–	–	–	–	–	16,3834	20,4793	21,8446	24,5752	28,6710
9	6,666	–	–	–	–	–	–	–	16,3834	18,4314	21,5033

- (1) On peut adopter des rapports BW/R_s ou BS/R_s , autres que $1 + \alpha$ pour répondre à des besoins de service différents. L'adoption de valeurs du rapport BS/R_s sensiblement inférieures à $1 + \alpha$ (par exemple, $BS/R_s = 1,207$ associé à $\alpha = 0,35$), pour améliorer le fonctionnement du spectre, doit être étudiée soigneusement cas par cas, car de graves dégradations du fonctionnement peuvent survenir en raison des limitations de la largeur de bande ou du brouillage causé par le canal adjacent, en particulier avec les modulations MDP-8 et MAQ-16 et des débits de codage élevés (par exemple, 5/6 ou 7/8).
- (2) R_u correspond au débit binaire utile (format de 188 octets) après multiplexage MPEG-2; R_s (débit de symboles) correspond à la largeur de bande à -3 dB du signal modulé; $R_s (1 + \alpha)$ correspond à la largeur de bande théorique totale du signal à la sortie du modulateur.
- (3) La modulation MDP-8 au débit de 8/9 convient à des répéteurs de satellite fonctionnant au niveau proche de la saturation, alors que la modulation MAQ-16 au débit de 3/4 offre une meilleure efficacité d'utilisation du spectre pour les répéteurs quasi linéaires, dans une configuration d'accès multiple par répartition en fréquence.

TABLEAU 2

Exemples de configurations de systèmes à satellites: une seule porteuse par répéteur

BW de satellite (à -3 dB) (MHz)	Mode du système	Débit de symboles R_s (MBd)	Débit binaire R_u (après multiplexage) (Mbit/s)	E_b/N_0 ⁽¹⁾ (spécification) (dB)
36	MDP-4, débit de 3/4	27,500	38,015	5,5
36	MDP-8, débit de 2/3	27,500	50,686	6,9

- (1) Les valeurs du rapport E_b/N_0 correspondent à la spécification de la boucle FI pour un niveau quasi exempt d'erreur. Les dégradations linéaire, non linéaire, ainsi que la dégradation de la qualité due aux brouillages, imputables au satellite, doivent être évaluées cas par cas; les valeurs se situent généralement entre 0,5 et 1,5 dB.

Les modulations à enveloppe quasi constante, comme la MDP-4 et la MDP-8, présentent un excellent rendement en puissance dans une configuration à une seule porteuse par répéteur car elles peuvent fonctionner sur des répéteurs au niveau proche de la saturation. Tel n'est pas le cas en revanche pour la modulation MAQ-16, qui ne peut fonctionner que sur des répéteurs quasi linéaires (c'est-à-dire avec un recul de sortie important). L'utilisation du facteur de décroissance plus faible $\alpha = 0,25$ avec la modulation MDP-8 peut produire une dégradation non linéaire plus importante de la part du satellite.

TABLEAU 3

Exemples de dispositifs de transmission

BW ou BS (MHz)	$R_s =$ BW/1,207 (MBd)	R_u (Mbit/s)							
		MDP-4					MDP-8		
		Débit 1/2	Débit 2/3	Débit 3/4	Débit 5/6	Débit 7/8	Débit 2/3	Débit 5/6	Débit 8/9
27	22,368	20,6136	–	30,9205	–	–	41,2273	–	–
36	29,824	27,4849	–	41,2273	–	–	54,9697	–	–

Le Tableau 4 contient des exemples possibles d'utilisation du système pour la configuration à plusieurs porteuses avec MRF et pour le mode SCPC. Différents modes de modulation/codage sont indiqués avec les débits binaires pertinents.

TABLEAU 4

Exemples de configurations de systèmes à satellites: transmissions à plusieurs porteuses avec multiplexage MRF, mode SCPC

BW du satellite (MHz)	BS (MHz)	Nombre d'intervalles de fréquences dans la BW	Codage vidéo	Mode du système	Débit de symboles (MBd)	BS/ R_s (Hz/Bd)	Débit binaire R_u (Mbit/s)	E_b/N_0 ⁽¹⁾ (spécification) (dB)
36	18	2	4:2:2P@HL	MDP-4 débit 7/8	13,3332	1,35	21,5031	6,4
36	12	3	4:2:2P@HL	MDP-8 débit 5/6	9,3332	1,28	21,5030	8,9
36	9	4	4:2:2P@HL	MAQ-16 débit 7/8	6,6666	1,35	21,5030	10,7
72	18	4	4:2:2P@HL	MDP-4 débit 7/8	13,3332	1,35	21,5031	6,4

⁽¹⁾ Les valeurs du rapport E_b/N_0 correspondent à la spécification de la boucle FI pour un niveau quasi exempt d'erreur. Les dégradations linéaire, non linéaire, ainsi que la dégradation de la qualité due aux brouillages, imputables au satellite, doivent être évaluées cas par cas; les valeurs se situent généralement entre 0,5 et 1,5 dB.

Dans la configuration MRF, le répéteur du satellite doit être quasi linéaire (c'est-à-dire avec un recul de sortie important) pour éviter les brouillages d'intermodulation excessifs entre les signaux. La modulation MAQ-16 peut donc être utilisée.

Lorsqu'il fonctionne en modes de modulation MDP-8 et MAQ-16, le système est plus sensible au bruit de phase que lorsqu'il fonctionne en mode MDP-4.