

C'est encore mieux avec



# Guide technique

de référence pour les

# Installateurs

de systèmes de réception numérique

# HOT BIRD™



# **Guide technique de référence pour les Installateurs de systèmes de réception numérique HOT BIRD™**

*Ce document fournit des recommandations pour l'utilisation et l'installation des équipements de réception et de distribution des transmissions numériques DVB-S d'EUTELSAT via le système de satellites HOT BIRD™ à 13 degrés Est.*

*Les caractéristiques techniques des satellites HOT BIRD™ figurent en Annexe, avec leurs plans de fréquences, leurs couvertures et les angles d'azimut et d'élévation à la position orbitale 13 degrés Est.*

*Les caractéristiques techniques des autres réseaux à satellite d'EUTELSAT (à 7, 10 ou 16 degrés Est) sont disponibles sur demande.*

*On trouvera ici des informations sur la configuration opérationnelle des différents répéteurs. On se reportera également à la liste à jour des programmes de télévision et radio numériques transmis par les satellites EUTELSAT (TV and Radio Line-Up), qu'il est possible de se procurer sur simple demande à EUTELSAT (Voir "Point de contact" page 57). On peut aussi télécharger ces informations du site web d'EUTELSAT (<http://www.eutelsat.com>).*



# Sommaire

	Page
<b>1. Transmissions numériques DVB-S</b> .....	<b>4</b>
1.1 Mode d'accès au satellite (MCPC et SCPC) .....	4
1.2 Débits de symboles .....	5
1.3 Niveaux de puissance rayonnée .....	5
1.4 Correction d'erreurs directe .....	6
1.5 Stabilité de fréquence et bruit de phase .....	6
1.6 Changement de canal .....	7
<b>2. Architecture des systèmes de réception</b> .....	<b>8</b>
2.1 Généralités .....	8
2.2 Positions orbitales .....	8
2.3 Systèmes de réception individuelle .....	8
2.4 Systèmes de réception collective .....	11
2.5 Fonctions de contrôle des systèmes de réception .....	25
<b>3. Equipement de réception</b> .....	<b>28</b>
3.1 Caractéristiques générales .....	28
3.2 Types de porteuses .....	28
3.3 Sous-système d'antenne .....	28
3.4 Récepteur-décodeur intégré (IRD) .....	32
<b>4. Recommandations</b> .....	<b>38</b>
4.1 Fréquences des transmissions DVB .....	38
4.2 PIRE de porteuse .....	39
4.3 Diamètres d'antenne TVRO .....	39
4.4 Réglage de l'antenne .....	41
4.5 Connecteurs .....	42
4.6 Installations SMATV .....	43
<b>5. Annexe</b>	
<b>Caractéristiques de réception     du système de satellites HOT BIRD™</b> .....	<b>44</b>

## 1.1 Modes d'accès au satellite (MCPC et SCPC)

Les transmissions via le système HOT BIRD™ d'EUTELSAT peuvent être diffusées de plusieurs manières :

- Multiplex à haut débit (généralement 38 Mbit/s), comprenant plusieurs programmes de télévision numérique (quatre à huit programmes de définition standard). Ce mode d'exploitation est communément appelé MCPC (plusieurs canaux (programmes) par porteuse). Ces transmissions utilisent habituellement un répéteur dédié (accès au répéteur en mode monoporteuse).
- Multiplex à moyen débit (environ 4 à 8 Mbit/s), comprenant normalement un seul programme de télévision numérique (mais pas nécessairement dans tous les cas). Ce mode d'exploitation est communément appelé SCPC (un seul canal (programme) par porteuse). Ces transmissions utilisent une partie de la largeur de bande et de la puissance du répéteur de satellite. En d'autres termes, l'accès au répéteur se fait en mode multiporteuse. Dans ce cas, les ressources du répéteur sont partagées entre plusieurs utilisateurs (porteuses de liaison montante).
- Liaison montante Skyplex™ (seulement sur certains répéteurs HOT BIRD™).

A la réception, il n'y a pas de distinction entre les transmissions Skyplex et MCPC qui ont un débit de symboles entre 20 et 30 Msymboles/s et peuvent donc être traitées de la même manière.

L'accès SCPC peut procurer de nombreux avantages au radiodiffuseur, comme la possibilité de réduire les coûts du répéteur et de la station terrienne d'émission et d'exploiter des liaisons montantes indépendantes. Par conséquent, il est fréquemment utilisé pour des applications de contribution et pour la distribution aux têtes de réseaux câblés. En revanche, l'accès SCPC n'utilise pas la puissance du satellite et les ressources en largeur de bande avec le maximum d'efficacité.

Consommant beaucoup moins de puissance, l'accès MCPC est à l'inverse normalement utilisé pour les services de diffusion, et EUTELSAT recommande aux radiodiffuseurs et aux prestataires de services de l'utiliser pour les applications de diffusion directe.

La modulation, le codage et les structures de multiplexage des porteuses MCPC et SCPC sont identiques, et leurs caractéristiques sont celles spécifiées dans la norme numérique DVB-S.

Toutefois, les transmissions SCPC et MCPC diffèrent sur les points suivants :

- débits de transmission (symboles) utilisés,
- niveaux de puissance rayonnée (PIRE),
- degrés de correction d'erreurs directe (FEC) employée,
- niveaux de précision et de stabilité des fréquences, et caractéristique du bruit de phase de l'équipement de réception,
- temps de réponse lors d'un changement de canal.

Chacune des caractéristiques est examinée brièvement dans les sections qui suivent.

## 1.2 Débits de symboles

Les transmissions MCPC ont un débit de symboles généralement compris entre 20 et 30 Msymboles/s, selon la largeur de bande disponible pour la transmission. On utilise communément un débit de 27,5 Msymboles/s avec les répéteurs de 33 MHz, et de 30 Msymboles/s avec les répéteurs de 36 MHz.

Dans le cas des transmissions SCPC, le débit peut descendre jusqu'à 3 Msymboles/s, selon la quantité d'informations transmises (par exemple un ou plusieurs programmes TV numériques). Un équipement doit pouvoir traiter tous les débits compris entre 3 à 30 Msymboles/s pour recevoir à la fois des porteuses SCPC et MCPC.

## 1.3 Niveaux de puissance rayonnée

Les transmissions MCPC emploient généralement la totalité de la puissance disponible du répéteur de satellite avec un "recul de puissance"<sup>1</sup> minimale, voire nul.

Les transmissions SCPC partagent le répéteur de satellite avec d'autres transmissions SCPC et, par conséquent, la PIRE assignée à chaque porteuse est nettement inférieure à la capacité de PIRE maximum du répéteur. Le recul de puissance par porteuse est normalement d'au moins 5 dB et souvent plus, selon le nombre de transmissions SCPC partageant le répéteur. Par conséquent, pour une couverture de satellite donnée (PIRE), une transmission SCPC peut nécessiter une antenne de réception plus grande qu'une transmission MCPC. C'est pourquoi l'accès MCPC est préconisé pour les applications de diffusion directe.

<sup>1</sup> Fonctionnement de l'amplificateur de puissance du satellite en-dessous de son niveau de puissance maximal de sortie afin de réduire les effets du défaut de linéarité des canaux sur la qualité des transmissions.

## 1.4 Correction d'erreurs directe

Les transmissions MCPC et SCPC emploient toute la gamme des rendements de FEC spécifiés dans la norme numérique DVB-S (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 et 7/8).

Les transmissions MCPC utilisent fréquemment un rendement de FEC 3/4, mais ce n'est pas obligatoire.

Les signaux SCPC sont transmis avec une puissance moindre et utilisent donc souvent un rendement de FEC inférieur (2/3 ou 1/2) afin de minimiser la taille de l'antenne requise pour la réception du service.

## 1.5 Stabilité de fréquence et bruit de phase

La caractéristique de stabilité de fréquence et de bruit de phase des systèmes de réception extérieurs destinés à des services TV FM peut convenir pour la réception des transmissions TV numériques MCPC. Par conséquent, les accessoires extérieurs initialement installés pour la réception TV FM peuvent être adaptés pour recevoir des transmissions MCPC numériques DVB-S, moyennant l'ajout d'un IRD adéquat. En effet, les transmissions numériques aux débits de symboles élevés utilisés par les porteuses MCPC sont relativement insensibles à l'instabilité de fréquence et au bruit de phase. Toutefois, l'utilisation d'un LNB "conçu pour le numérique" garantira la réception de toutes les transmissions MCPC.

A des vitesses de transmission inférieures, comme celles utilisées pour les services SCPC, la caractéristique de stabilité de fréquence et de bruit de phase de certains accessoires extérieurs (LNB) peut être inadéquate. Dans ce cas, les utilisateurs peuvent avoir des difficultés avec la syntonisation automatique et l'acquisition initiale des émissions SCPC, ce qui les oblige à remplacer le LNB existant par un dispositif conçu pour le numérique, plus performant.

Dans le choix d'un LNB numérique pour la réception SCPC, les paramètres les plus importants sont la précision en fréquence initiale et la stabilité de température. Des dispositifs devront être sélectionnés pour obtenir la meilleure précision en fréquence initiale et la meilleure stabilité de température ( $< \pm 1$  ou  $2$  MHz dans la plage des températures de fonctionnement).

## 1.6 Changement de canal

Le temps de réponse en cas de changement de canal peut être relativement court avec l'accès MCPC, dès lors que les informations de service sont transmises à un rythme adéquat. C'est lors de la commutation d'un multiplex à l'autre que le retard maximum risque de se produire, nécessitant une resyntonisation du récepteur sur la nouvelle fréquence porteuse.

Avec l'accès SCPC, les temps de réponse peuvent être plus longs et aller jusqu'à quatre à cinq secondes. Cela tient en partie au fait que la vitesse de transmission des données est nettement inférieure à celle des transmissions MCPC, d'où un transfert plus lent des informations de service pour le même niveau de surdébit (pourcentage de capacité allouée aux informations de service). La commutation d'un multiplex à l'autre, et donc la resyntonisation du récepteur, sera également plus fréquente puisque les transmissions SCPC seront limitées en général à un seul programme TV numérique ou à un très petit nombre.

## 2.1 Généralités

Cette section donne une vue d'ensemble des différentes architectures possibles pour les systèmes de réception, qui se répartissent en deux catégories : les systèmes de réception individuelle, dits "DTH" (*Direct-To-Home*), et les systèmes de réception collective, dits "SMATV" (*Satellite Master Antenna Television*). Elle examine également les avantages et inconvénients de chacune de ces architectures.

Ces informations ont pour but d'aider les installateurs à choisir l'architecture qui convient pour un système, compte tenu de l'environnement dans lequel il doit fonctionner. En particulier, il est recommandé que les installateurs utilisent des équipements compatibles DiSEqC™ pour que les systèmes de réception nouvellement installés aient une souplesse de configuration maximale, quelle que soit leur architecture.

## 2.2 Positions orbitales

Si EUTELSAT fournit de nombreux services de télévision ou autres à diverses positions orbitales, la majeure partie de ses services de télévision grand public est concentrée à 13 degrés Est (position HOT BIRD™).

Au minimum, les systèmes de réception DTH et SMATV doivent pouvoir recevoir les programmes transmis à partir de cette position orbitale.

Toutefois, étant donné que des services de télévision grand public sont également disponibles à d'autres positions orbitales, et afin d'offrir au consommateur le choix de programmes le plus large, EUTELSAT encourage l'installation de systèmes de réception DTH et SMATV qui permettent de capter simultanément deux positions orbitales ou plus.

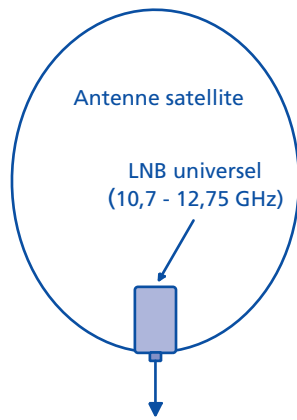
## 2.3 Systèmes de réception individuelle

La Figure 1 présente six architectures de réception DTH.

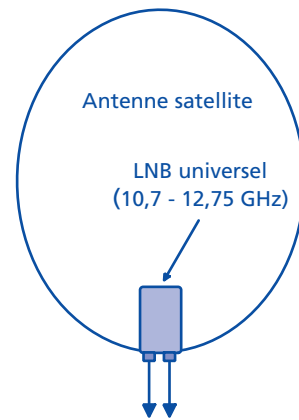
La Figure 1(a) est un système à une tête pour la réception uniquement du système HOT BIRD™ à 13 degrés Est. Il utilise un seul LNB "universel" pour recevoir tous les signaux dans la gamme 10,7 - 12,75 GHz sur l'une des deux polarisations rectilignes. La commutation de la bande de fréquences et de la polarisation s'effectue dans le LNB.

La Figure 1(b) est un système à une tête pour la réception du système HOT BIRD™ alimentant 2 IRD distincts (par exemple un récepteur numérique pour la télévision et une carte de réception numérique intégrée dans un micro-ordinateur).

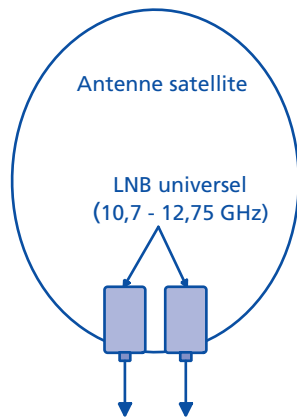
**Figure 1 :**  
**Architectures des**  
**systèmes de**  
**réception DTH**



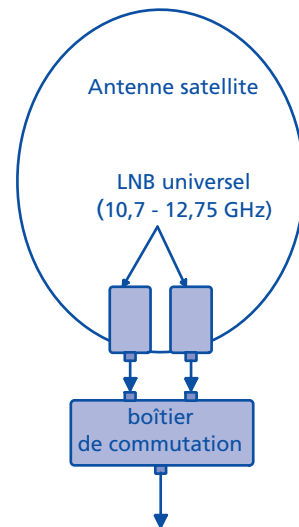
**(a) Système à une tête**  
1 câble, récepteur une seule entrée,  
méthode de commutation  
bande/polarisation traditionnelle ou DiSEqC™



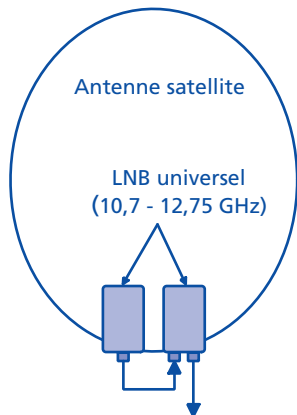
**(b) Système à une tête "twin"**  
2 câbles, 2 récepteurs distincts,  
méthode de commutation  
bande/polarisation traditionnelle DiSEqC™



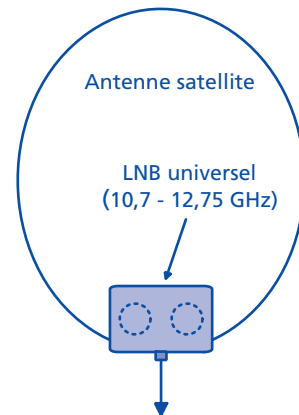
**(c) Système à deux têtes**  
2 câbles, récepteur double entrée,  
méthode de commutation  
bande/polarisation traditionnelle ou DiSEqC™



**(d) Système à deux têtes commutées**  
1 câble, récepteur une seule entrée,  
1 boîtier externe de commutation,  
méthode de commutation  
LNB/bande/polarisation DiSEqC™



**(e) Système à deux têtes en boucle (loop-through)**  
1 câble, récepteur une seule entrée,  
méthode de commutation  
LNB/bande/polarisation DiSEqC™



**(f) Système monobloc**  
1 câble, récepteur une seule entrée,  
méthode de commutation source/bande/polarisation  
DiSEqC™

Les Figures 1(c), 1(d), 1(e), 1(f) présentent des systèmes permettant la réception de deux positions orbitales avec un dispositif à deux sources. Les architectures à une seule antenne de ce type sont recommandées pour les systèmes DTH captant deux positions orbitales, afin d'éviter l'incidence sur le coût et l'environnement de l'installation de deux sous-systèmes d'antenne distincts. Des systèmes à une seule antenne orientable mécaniquement conviendraient également dans ce cas, avec un temps de réponse plus long lors de la commutation d'une position orbitale à l'autre. Les architectures des Figures 1(c), 1(d), 1(e) et 1(f) diffèrent par les conditions de câblage et de signalisation pour le branchement entre l'IRD et le sous-système d'antenne.

Sur la Figure 1(c), deux LNB double bande partagent un réflecteur commun. Le système est prévu pour la réception simultanée du système HOT BIRD™ à 13 degrés Est et d'une deuxième position orbitale voisine. La commutation de la bande de fréquences et de la polarisation s'effectue indépendamment dans le LNB pour chaque position orbitale. Il faut deux câbles pour la connexion à l'IRD (accessoire intérieur) qui doit être équipé de deux entrées LNB pouvant être commandées individuellement.

La Figure 1(d) est une autre architecture bi-tête qui permet en outre la commutation entre les deux LNB (positions orbitales) au niveau de l'antenne sous le contrôle de l'IRD. Un seul câble suffit pour raccorder le sous-système d'antenne et l'IRD, qui n'a besoin d'être équipé que d'une seule entrée LNB.

La Figure 1(e) est également une architecture bi-tête, logiquement similaire à celle de la Figure 1(d), mais qui utilise la commutation interne à l'un des LNB pour fournir une connexion "loop-through" au LNB. Du point de vue fonctionnel, elle est équivalente à l'architecture de la Figure 1(d) et requiert également un seul câble pour raccorder le sous-système d'antenne et l'IRD. La commutation dans le LNB évite l'installation d'un boîtier de commutation séparé.

La Figure 1(f) montre un LNB universel monobloc pour la réception de deux satellites espacés de 6 degrés. La réception de chaque position orbitale est possible sur toute la bande de fréquences 10,7 - 12,75 GHz et sur les deux polarisations. Ces systèmes sont plus simples à installer que leurs homologues comportant deux LNB physiquement distincts pour remplir la même fonction (cf. Figures 1(c), 1(d) et 1(e)). Ils sont conçus afin que les antennes existantes recevant une seule position satellitaire puissent être facilement adaptées pour la réception de deux positions orbitales. Un seul câble suffit pour relier le LNB et l'IRD.

En général, il est souhaitable de limiter le nombre de connexions en extérieur afin de minimiser le risque de panne due à un câblage défectueux ou à l'humidité. Parmi les quatre architectures bi-têtes présentées à la Figure 1, le LNB monobloc (Figure 1(f)) constitue à cet égard la meilleure solution, puisqu'il n'y a qu'une seule connexion à effectuer et à protéger contre l'humidité. De plus amples informations sur ce type de LNB et son utilisation, y compris une liste de fabricants, sont disponibles auprès d'EUTELSAT (cf. "Point de contact" page 57).

Dans toutes les architectures de la Figure 1, l'IRD doit être équipé d'un système de signalisation permettant de sélectionner la bande de fréquences et la polarisation appropriées au niveau du sous-système d'antenne. Selon l'architecture retenue, cela peut se faire au moyen du protocole de communication compatible dénommé DiSEqC™ (cf. section 2.5). L'utilisation d'un équipement compatible DiSEqC™ est donc fortement recommandée.

## 2.4 Systèmes de réception collective

### 2.4.1 Architectures possibles

L'installation de systèmes de réception collective répond à différents objectifs. On peut envisager un système relativement simple s'il s'agit uniquement d'équiper un logement de plusieurs points de réception où les programmes pourront être sélectionnés de façon autonome. Des systèmes plus complexes peuvent desservir un immeuble, lorsqu'une visibilité réduite, la réglementation locale ou des limitations physiques au nombre d'antennes empêchent l'installation de multiples systèmes de réception individuelle.

Les systèmes de réception collective peuvent être mis en oeuvre de différentes façons et comprennent les éléments suivants :

- Remodulation FM/QPSK en AM
- BIS commutée
- Conversion BIS-BIS
- Conversion BIS-RF-BIS
- Têtes de réseau télécommandées
- Remodulation QPSK/QAM

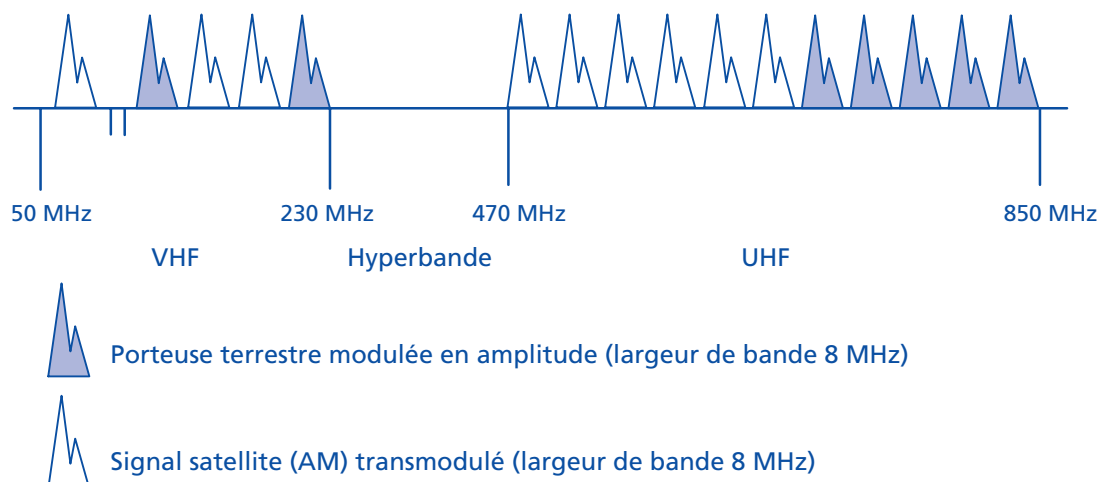
Chacune de ces solutions est brièvement décrite dans les sections suivantes. Des IRD numériques DVB-S pourront être employés dans la plupart de ces architectures.

#### 2.4.1.a Remodulation FM/QPSK en AM

Il s'agit d'une technique classique pour la distribution de chaînes analogiques en clair (non cryptées). Le signal FM (analogique) ou QPSK (numérique) du satellite est démodulé et le signal en bande de base récupéré est utilisé pour moduler en amplitude une nouvelle porteuse dans les bandes de fréquences utilisées pour la télévision terrestre (bandes VHF/UHF). Le signal en bande de base récupéré ne subit aucun traitement avant la remodulation. Il est distribué via un câble unique aux téléviseurs individuels équipés d'un tuner VHF/UHF classique. Ces systèmes de distribution ne peuvent généralement supporter plus de 20 à 30 chaînes, selon la largeur de bande du système. Ce total inclut toutes les chaînes terrestres reçues par des moyens classiques.

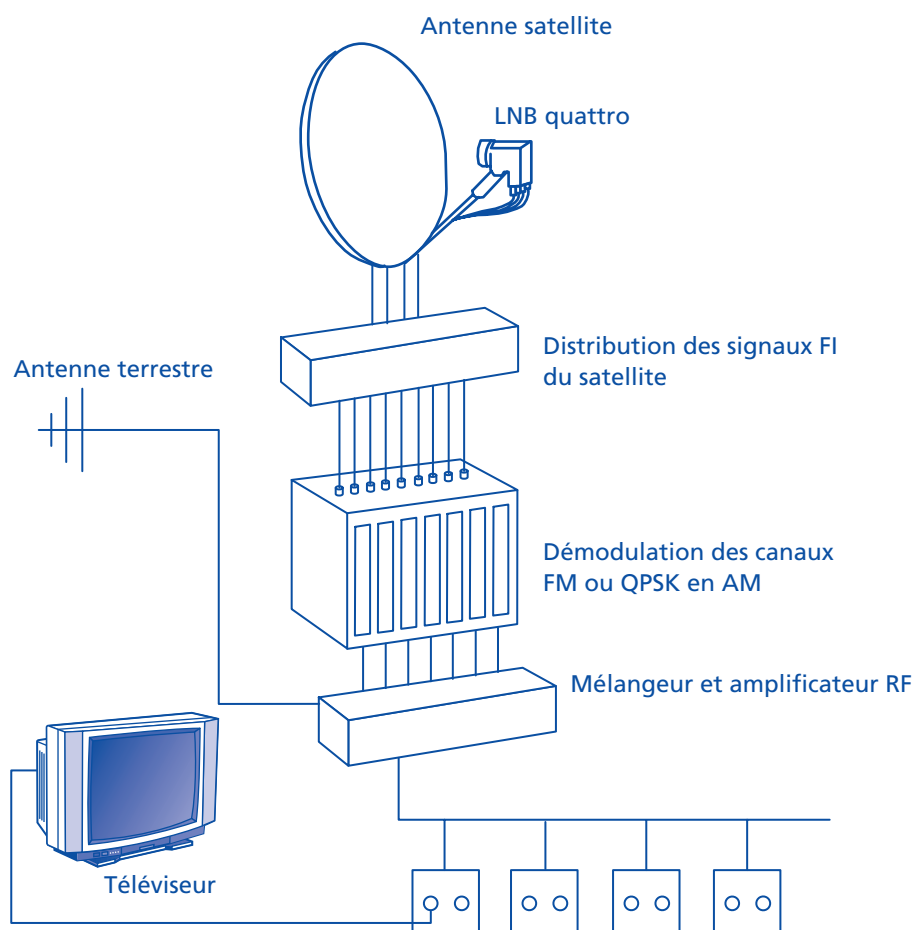
La Figure 2 montre le spectre du signal à large bande distribué aux récepteurs TV individuels. L'"hyperbande", qui est située entre les bandes de fréquences VHF et UHF, n'est normalement pas utilisée dans des réseaux de distribution de ce type.

**Figure 2 :**  
Spectre du signal à large bande pour un réseau de distribution FM/QPSK-AM



La Figure 3 présente l'architecture du système de distribution. Les réseaux de ce type nécessitent un récepteur satellite et un modulateur AM par canal (satellite) en tête du réseau de distribution. Ces deux fonctions sont souvent combinées dans un "transmodulateur". Un "LNB quattro" est utilisé pour délivrer simultanément les signaux reçus sur les deux polarisations (H et V) et dans les deux bandes de fréquences du satellite (la "bande basse" 10,7 - 11,7 GHz et la "bande haute" 11,7 - 12,75 GHz).

**Figure 3 :**  
**Architecture**  
**du réseau**  
**de distribution**  
**FM/QPSK-AM**



Avec les systèmes de réception collective de ce type, les services numériques apparaîtront comme des services analogiques pour les téléspectateurs qui pourront ainsi profiter d'une sélection de chaînes numériques en clair parmi le très large choix proposé à la position HOT BIRD™.

### 2.4.1.b BIS commutée

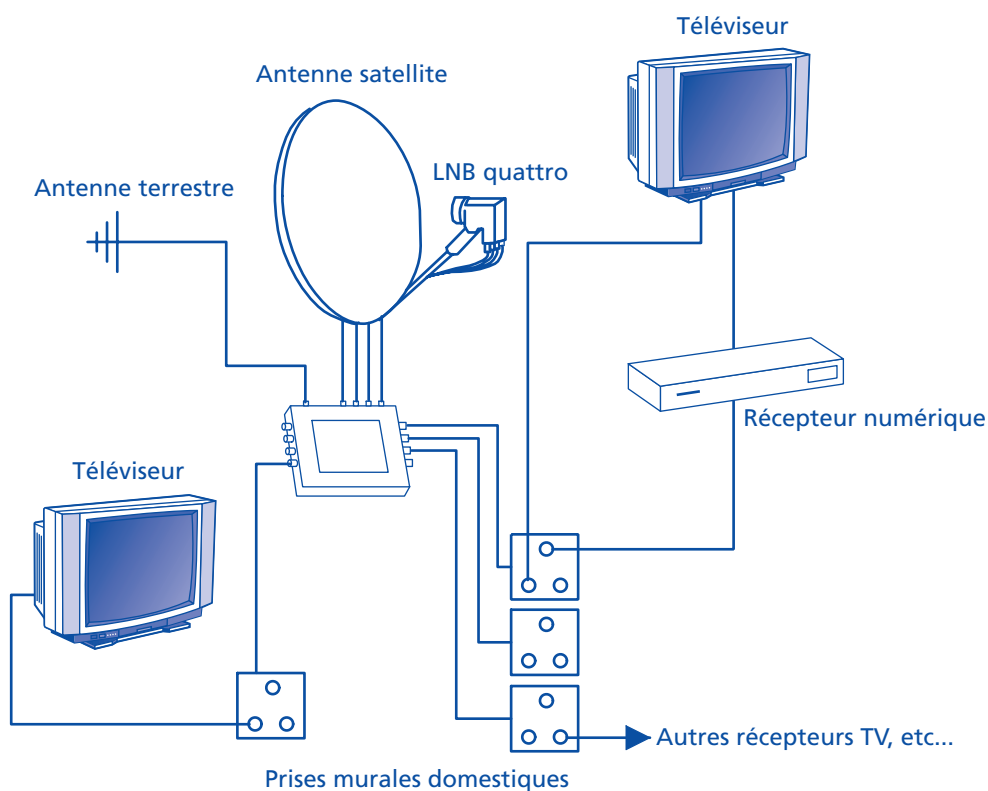
Les systèmes BIS commutée distribuent le signal de fréquence intermédiaire (FI) du satellite fourni par le LNB directement à chaque utilisateur. Ils nécessitent plusieurs câbles ayant chacun une largeur de bande suffisante pour transmettre toute la gamme de fréquences FI du satellite (950 - 2150 MHz) et la gamme de fréquences terrestres (50 - 850 MHz). Le nombre de câbles dépend du nombre de positions orbitales, des polarisations et des bandes de fréquences à prendre en compte.

L'architecture du système pour un utilisateur individuel est illustrée à la Figure 4. Dans cet exemple, la réception se fait à partir d'une seule position orbitale. Là encore, un LNB quattro est utilisé pour délivrer les signaux reçus sur les deux polarisations (H et V) et dans les deux bandes de fréquences (basse et haute).

Chaque utilisateur est raccordé à un "multicommutateur" qui fournit plusieurs points d'accès. Le commutateur permet de sélectionner la polarisation et la bande de fréquences pour le programme désiré. Autrement dit, la commutation s'effectue entre les signaux délivrés par les quatre sorties du LNB quattro. La commutation de la polarisation et de la bande de fréquences pour un point d'accès est indépendante de celle des autres points. Les signaux terrestres sont ajoutés au signal FI émis par le satellite et sont distribués via le même réseau câblé.

Le réseau de distribution domestique est souple dans la mesure où il supporte différents équipements (récepteurs satellite TV FM, IRD satellite numérique et téléviseurs classiques), disposant chacun d'une fonction de sélection de programmes autonome. Pour l'utilisateur, c'est l'équivalent d'un système de réception DTH dédié. Les systèmes de distribution BIS commutée créent ainsi une antenne "virtuelle" pour chaque utilisateur. La différence avec les installations DTH est que l'IRD satellite pourra éventuellement nécessiter un égaliseur pour compenser les distorsions introduites par le réseau de distribution. L'égaliseur compense le fait que l'atténuation du réseau n'est pas constante sur toute la bande de fréquences utilisée pour distribuer les signaux TV. Cette variation de l'atténuation (gain) est appelée "pente de gain". L'égaliseur est souvent incorporé dans les amplificateurs pour la distribution par câble.

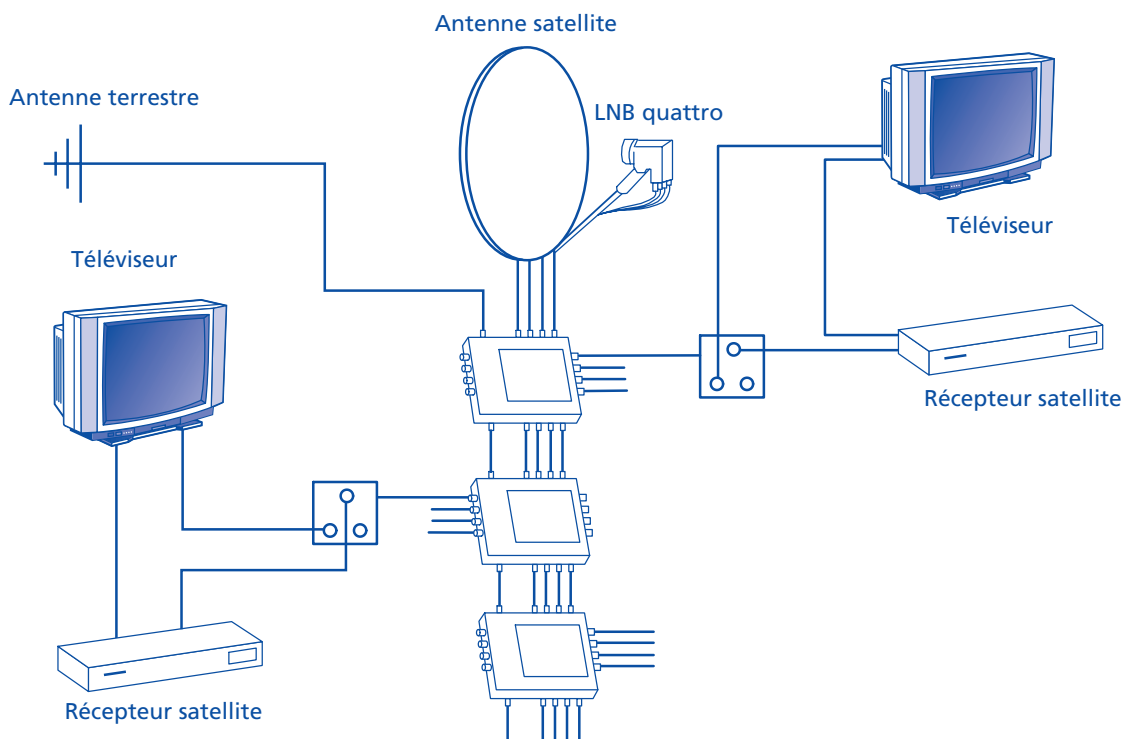
**Figure 4 :**  
**Système**  
**de distribution**  
**BIS commutée -**  
**Architecture**  
**domestique**  
**("mini-collectif")**



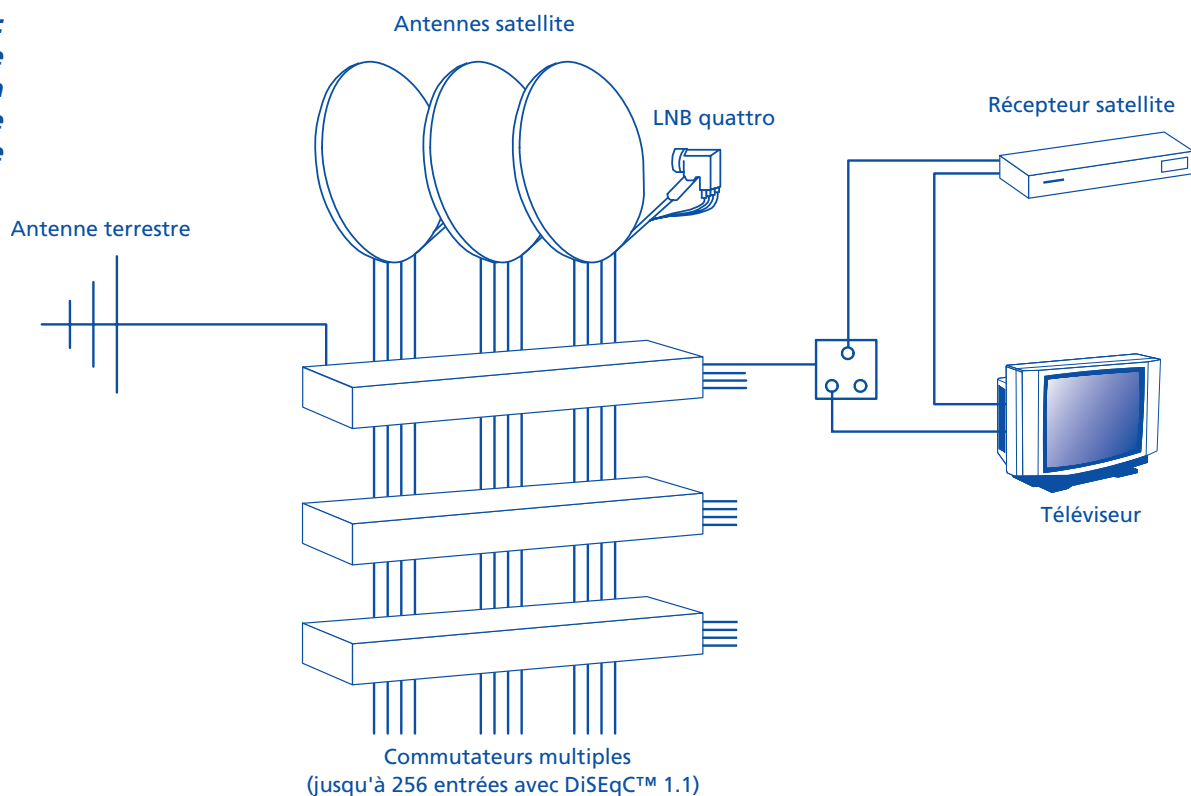
Cette méthode de distribution présente l'avantage de transporter toutes les informations numériques disponibles dans le multiplex numérique DVB-S directement à chaque IRD. L'IRD étant identique à celui utilisé dans chacun des systèmes DTH, l'utilisateur bénéficie de tous les services offerts à un téléspectateur DTH. De plus, le système est transparent pour n'importe quel système utilisé pour le contrôle d'accès (TV payante).

La Figure 5 présente l'architecture générale d'un système de distribution BIS commuté, également pour la réception d'une seule position orbitale. Une dorsale comprenant cinq câbles, quatre pour acheminer les signaux FI du satellite, et le dernier pour transporter les signaux terrestres, alimente chacun des commutateurs multiples connectés en cascade. Chaque commutateur injecte les signaux d'entrée dans le commutateur suivant de la cascade.

**Figure 5 :**  
Réseau  
de distribution BIS  
commuté  
en cascade -  
Architecture  
générale



**Figure 6 :**  
Système  
de distribution  
BIS commuté  
multisatellite



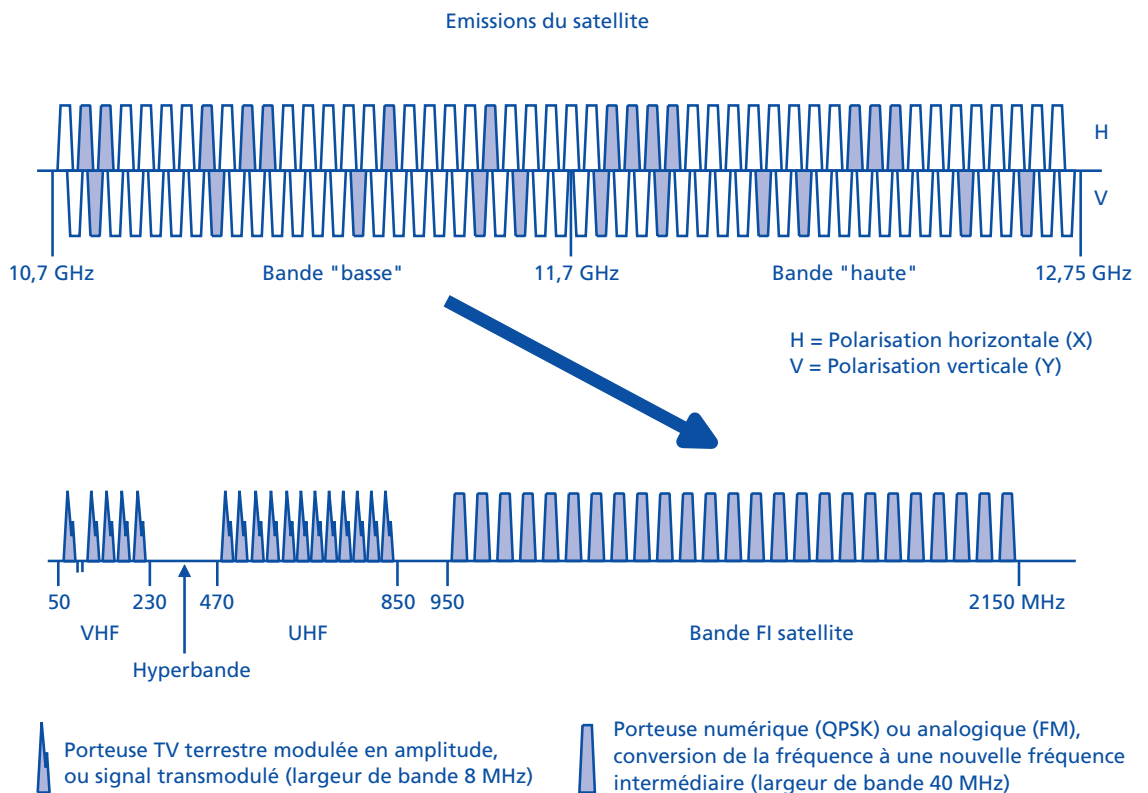
Cette architecture peut être étendue pour recevoir plusieurs positions orbitales (Figure 6). La dorsale contient des câbles supplémentaires, dont le nombre dépend de celui des positions orbitales devant être reçues. Les commutateurs multiples doivent également fournir un plus grand nombre d'entrées afin d'offrir à l'utilisateur une souplesse totale.

### 2.4.1.c Conversion BIS-BIS

Les systèmes de conversion BIS-BIS distribuent un nombre limité d'émissions (analogiques ou numériques) par satellite parmi toutes celles délivrées par l'antenne satellite. Ils "recomposent" un spectre FI afin de l'adapter à la distribution monocâble. C'est un système souple mais qui ne peut comporter que jusqu'à trente canaux (répéteurs). Cette limitation pose moins de problèmes pour les transmissions numériques que pour les transmissions analogiques en raison du caractère multicanal des signaux numériques DVB-S.

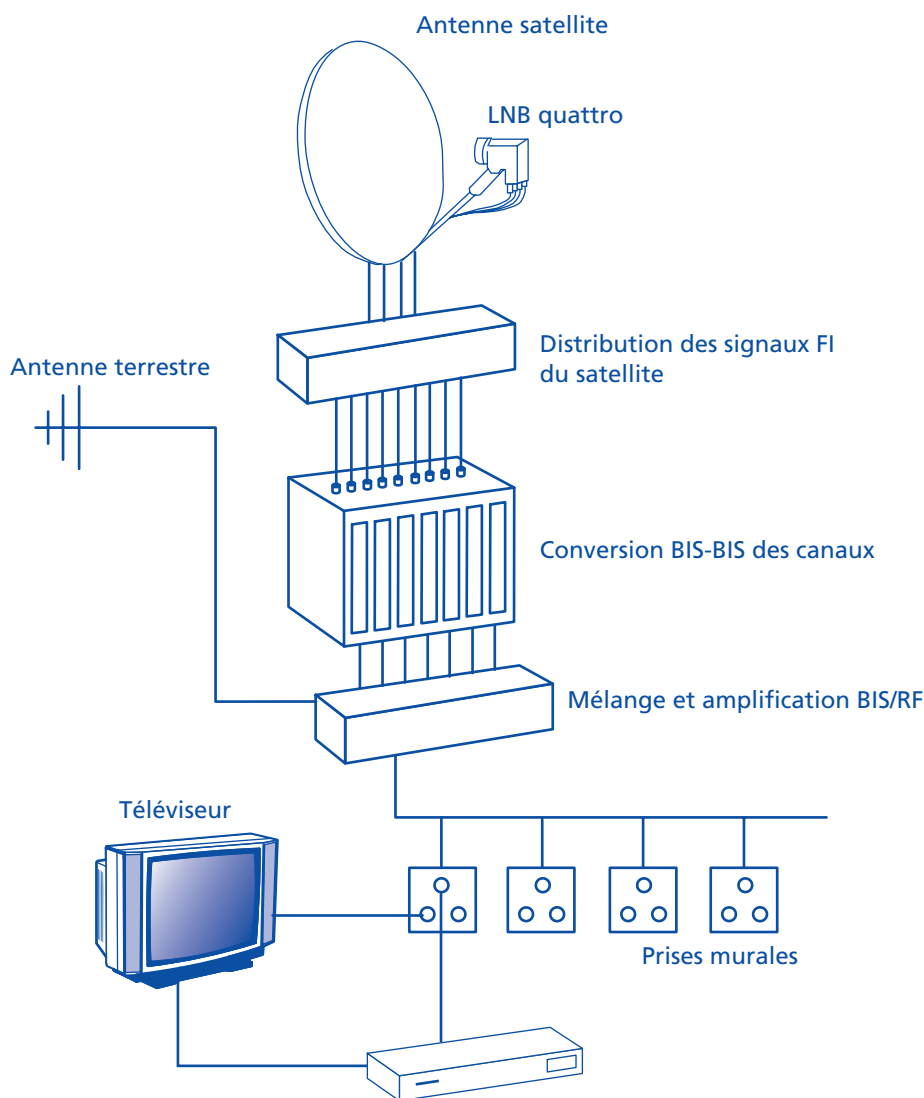
La Figure 7 montre le spectre d'un signal à large bande qui est distribué sur le câble unique et la façon dont le signal FI est assemblé à partir de toutes les émissions du satellite. Le signal FI du satellite peut être distribué en même temps que des signaux occupant la bande de fréquences terrestres. Ces derniers pourront comprendre notamment une combinaison de signaux AM classiques et de signaux satellite transmodulés.

**Figure 7 :**  
*Spectre du signal à large bande pour un réseau de distribution BIS-BIS*



L'architecture du réseau de distribution est illustrée à la Figure 8. Chaque utilisateur est équipé d'un récepteur satellite (analogique ou numérique) et peut utiliser un téléviseur classique pour recevoir les signaux terrestres. Le réseau de distribution doit fonctionner jusqu'à une fréquence de 2150 MHz. Là encore, l'utilisation d'un égaliseur permet de compenser les distorsions introduites par le réseau de distribution.

**Figure 8 :**  
**Architecture**  
**d'un réseau de**  
**distribution en**  
**conversion BIS-BIS**

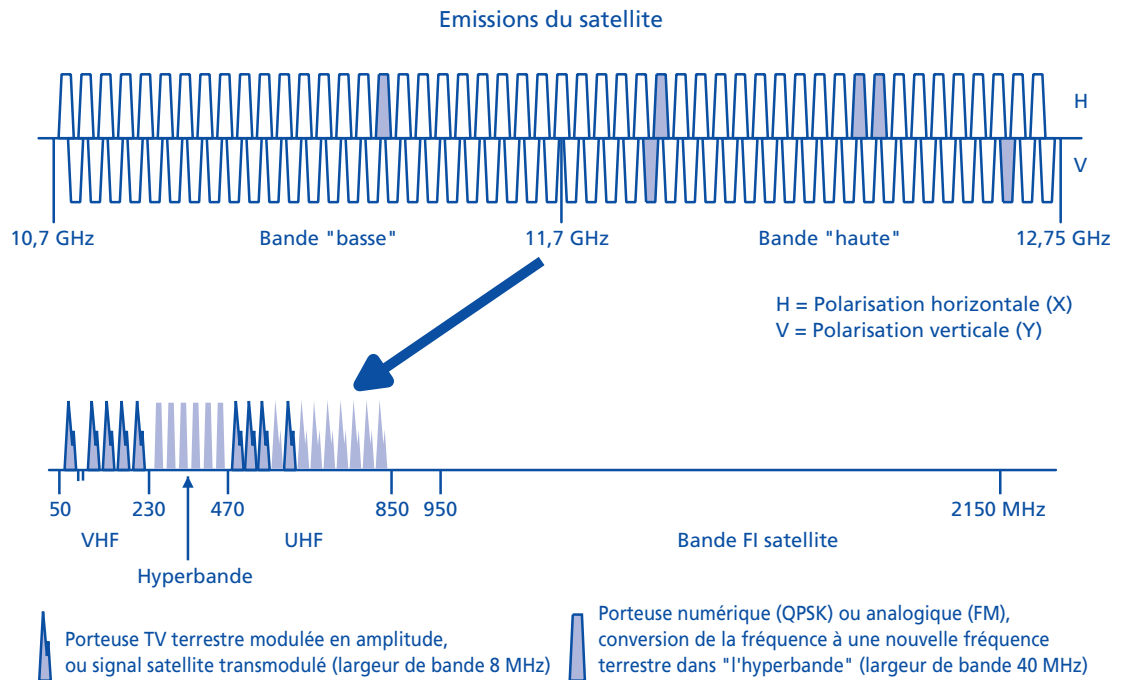


Comme dans le cas des systèmes de distribution BIS commutée, les systèmes de conversion BIS-BIS sont transparents aux signaux qu'ils acheminent. Toutefois, il existe une différence importante en ce qui concerne les signaux de télévision numérique par satellite. En effet, les signaux FI étant simplement déplacés en fréquence, certaines des informations de service transmises à l'utilisateur seront inappropriées pour le réseau de distribution. En particulier, les informations de syntonisation qui sont fournies pour permettre aux IRD de se caler sur la bonne fréquence intermédiaire pour un multiplex particulier en réception directe du satellite, seront incorrectes. Les IRD numériques connectés aux réseaux de distribution BIS-BIS risquent donc de ne pas pouvoir se caler automatiquement et nécessiteront peut-être une intervention manuelle de l'utilisateur.

### 2.4.1.d Conversion BIS-RF-BIS

Comme leur nom l'indique, les réseaux de distribution employant la conversion BIS-RF-BIS sont fondés sur la méthode de conversion BIS-BIS, avec une conversion de fréquence supplémentaire à la bande "RF" pour la distribution via le réseau câblé. Dans ce contexte, le terme "RF" se réfère aux fréquences VHF/UHF utilisées pour la distribution des signaux terrestres.

**Figure 9 :**  
Spectre du signal  
à large bande  
pour un système  
de distribution  
BIS-RF-BIS



La Figure 9 illustre le spectre à large bande distribué dans le réseau monocâble. Les émissions du satellite (analogiques ou numériques) désirées sont sélectionnées parmi celles fournies par le réseau de distribution par satellite et sont converties à une fréquence des bandes VHF, UHF ou "hyperbande". Les signaux satellitaires sélectionnés sont distribués aux prises murales à cette fréquence, en même temps que les signaux terrestres qui occupent les bandes UHF et VHF.

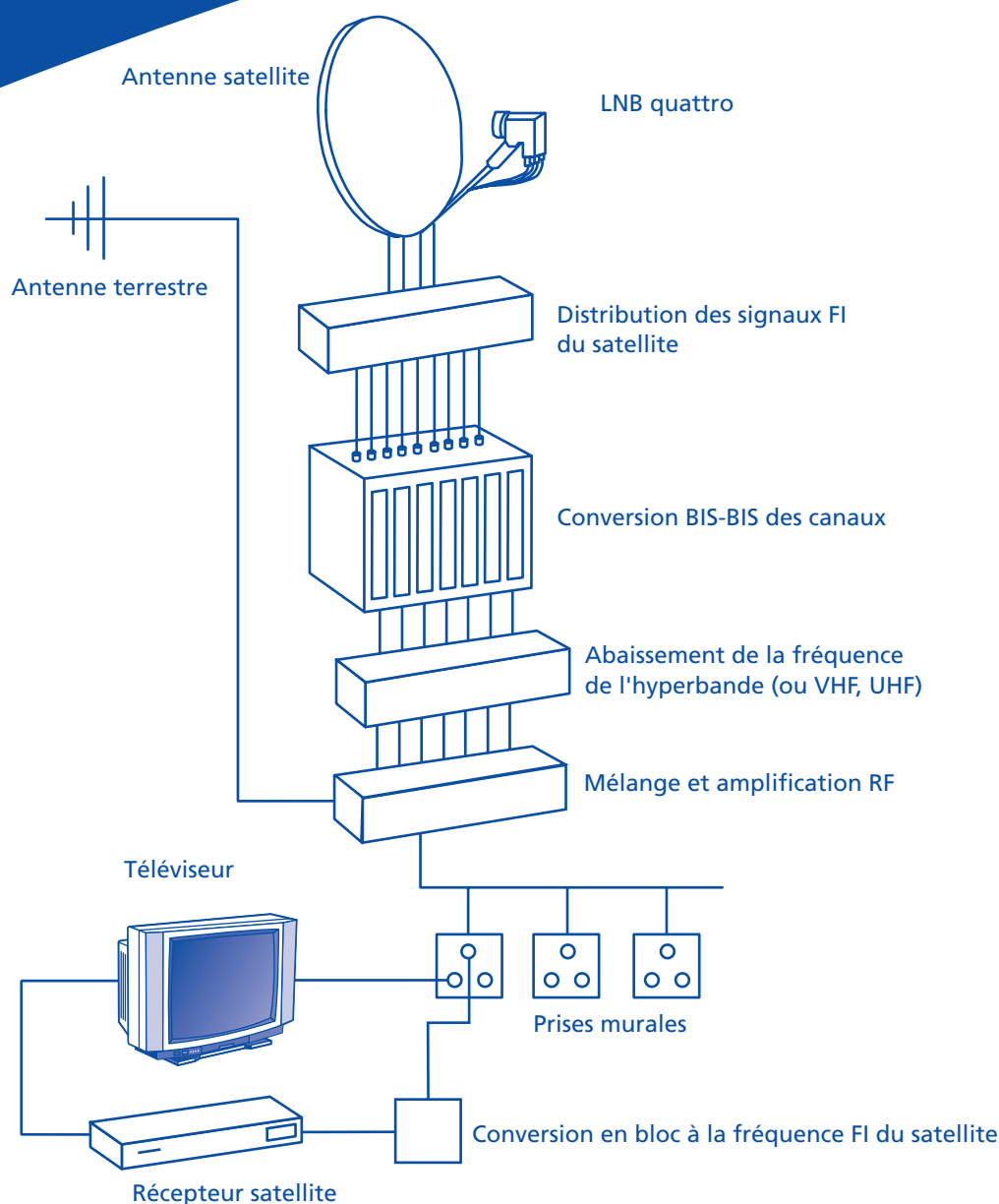
La Figure 10 montre l'architecture d'un système de distribution BIS-RF-BIS.

Les émissions du satellite sélectionnées sont converties à une nouvelle fréquence intermédiaire, puis abaissées à une fréquence de l'hyperbande (ou même de la bande UHF ou VHF). Aux prises murales, le signal est acheminé dans un élévateur de fréquence en bloc qui renvoie les signaux (du satellite) dans la gamme FI du satellite pour qu'ils puissent être reçus au moyen d'un récepteur satellite standard. L'installation de l'utilisateur doit donc être équipée de ces deux éléments. Là encore, l'utilisation d'un égaliseur permet de compenser les distorsions induites par le réseau de distribution.

L'avantage de ce système est qu'il est compatible avec les systèmes de distribution terrestre qui ne fournissent pas de largeur de bande suffisante pour prendre en charge la distribution de signaux FI du satellite (c'est-à-dire des systèmes qui ont été conçus ou spécifiés pour des fréquences allant jusqu'à 850 MHz seulement). Son principal inconvénient est qu'il ne peut distribuer qu'un très petit nombre de signaux satellitaires (entre 4 et 8) dans la largeur de bande disponible.

Par ailleurs, comme il est peu probable que les signaux du satellite soient rétablis à leurs fréquences FI d'origine, ce type de système de distribution peut également poser des problèmes de syntonisation au niveau de l'IRD numérique.

**Figure 10 :**  
**Architecture**  
**d'un système**  
**de distribution**  
**BIS-RF-BIS**



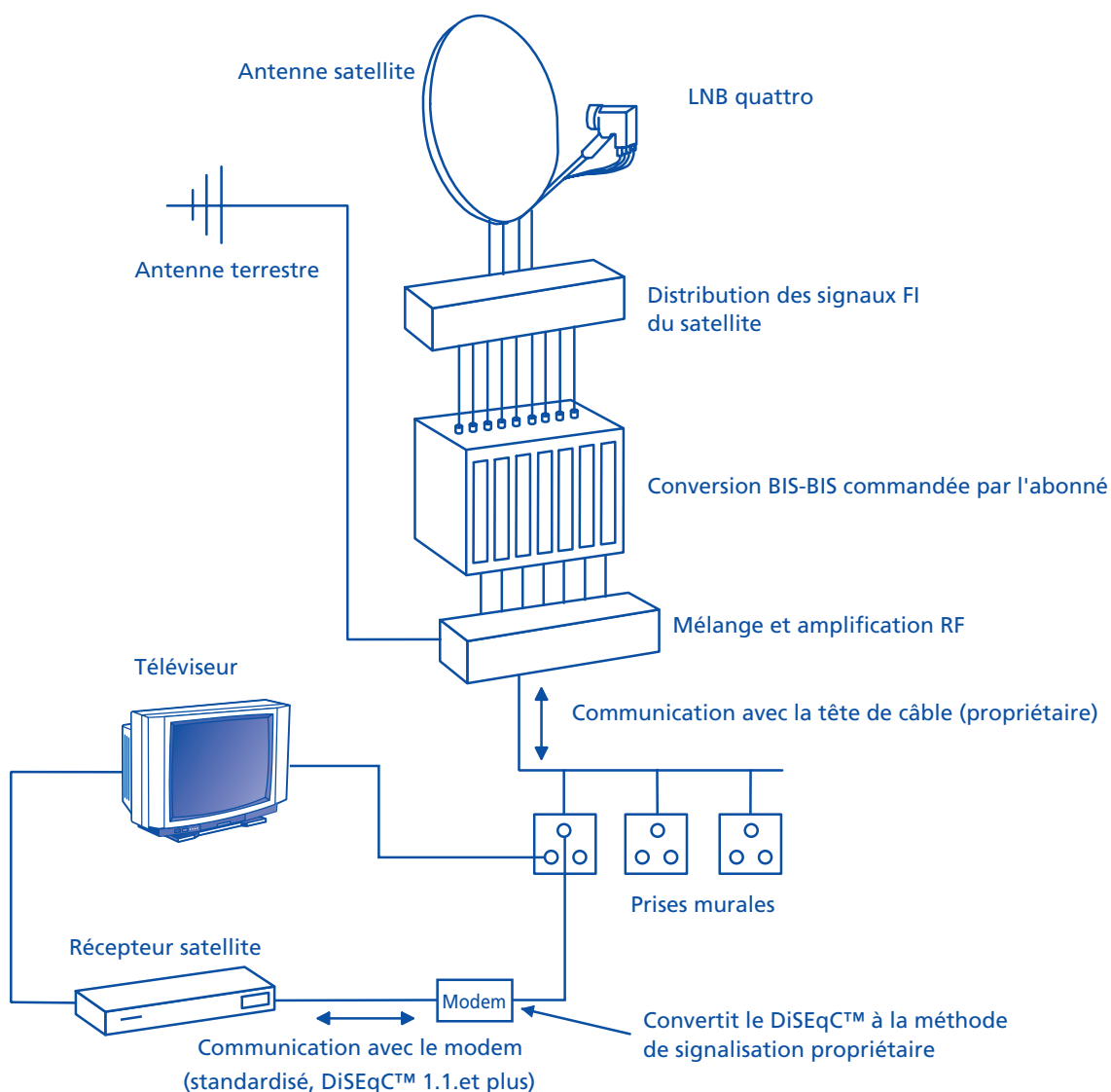
### 2.4.1.e Têtes de réseau télécommandées

Les systèmes de distribution en conversion BIS-BIS sont limités par la largeur de bande du câble utilisé pour la distribution des signaux. Par conséquent, tous les utilisateurs n'ont pas la possibilité d'accéder à tous les canaux disponibles sur le satellite, puisque certains peuvent faire partie de multiplex que ne peut acheminer le système de distribution.

Un choix illimité de canaux est possible si le terminal de l'utilisateur peut se caler à distance sur le canal (multiplex) désiré en tête de réseau. Cela implique qu'une fréquence de distribution fixe (FI fixe) soit attribuée à chaque terminal, qui contrôle son propre convertisseur BIS-BIS situé en tête de câble. L'attribution d'une fréquence fixe limite le nombre d'utilisateurs à une trentaine par câble, mais leur permet à tous d'accéder indépendamment à tous les multiplex distribués par le système de satellites.

L'architecture du système est illustrée à la Figure 11. Elle est semblable à celle de la Figure 8 (réseau de distribution BIS-BIS), si ce n'est qu'il doit y avoir une communication, de préférence bidirectionnelle, entre chaque terminal et la tête de réseau pour pouvoir sélectionner le canal à distance.

**Figure 11 :**  
**Architecture**  
**d'un système**  
**avec tête de réseau**  
**télécommandée**



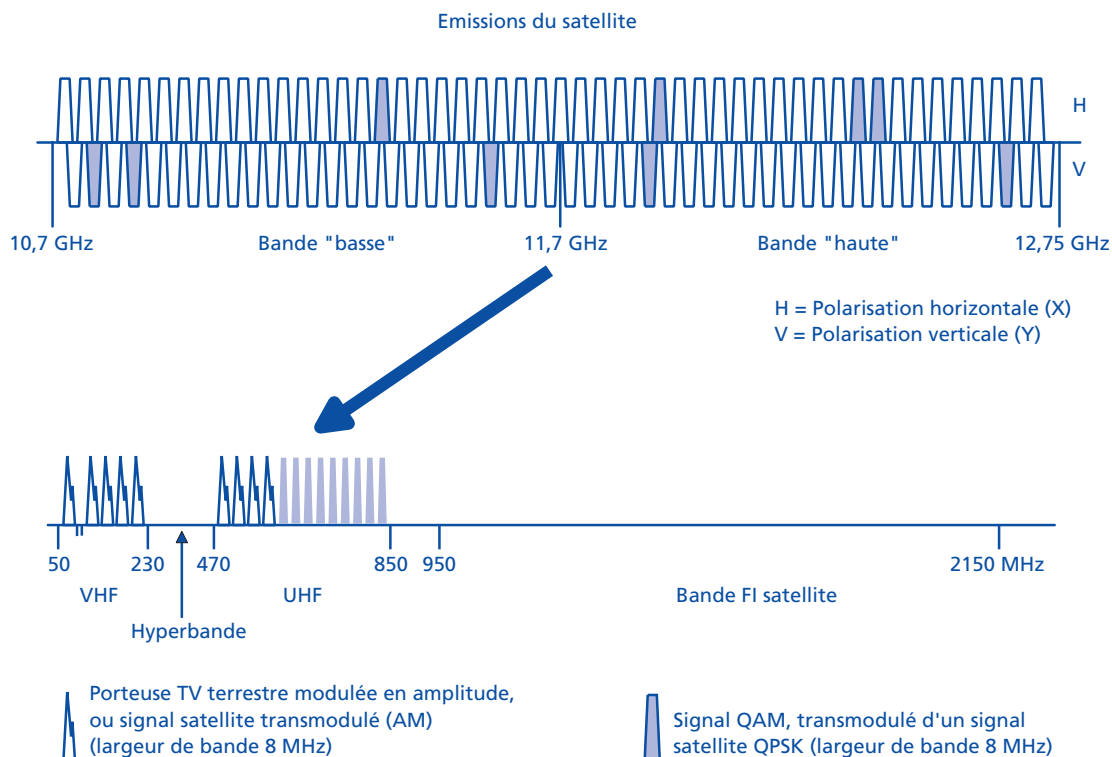
Le système de communication utilisé pour transmettre des informations entre la prise murale et la tête de réseau est habituellement un système propriétaire, alors qu'entre la prise murale et l'IRD, c'est un système normalisé (section 2.5.3). Chaque utilisateur est équipé d'un modem qui convertit les commandes DiSEqC™ standardisées générées par l'IRD au format de signalisation propriétaire (habituellement une version avec déplacement de fréquence du signal DiSEqC™ de 22 kHz).

### 2.4.1.f Remodulation QPSK/QAM

C'est l'équivalent numérique des réseaux de distribution analogique basés sur la conversion FM-AM. Les signaux satellitaires numériques sont "transmodulés" de QPSK en QAM-16, 32 ou 64 en tête de réseau, ce qui accroît sensiblement l'efficacité spectrale. A l'origine, cette technique avait été développée pour des réseaux de télévision câblés (CATV) plus grands, mais elle peut être également utilisée pour les systèmes SMATV. C'est une méthode tout numérique, qui ne convient donc pas à la distribution de la télévision analogique. Dans un système de distribution en remodulation QPSK/QAM, l'utilisateur final doit être équipé d'un IRD adapté différent de ceux conçus pour la réception directe des signaux QPSK.

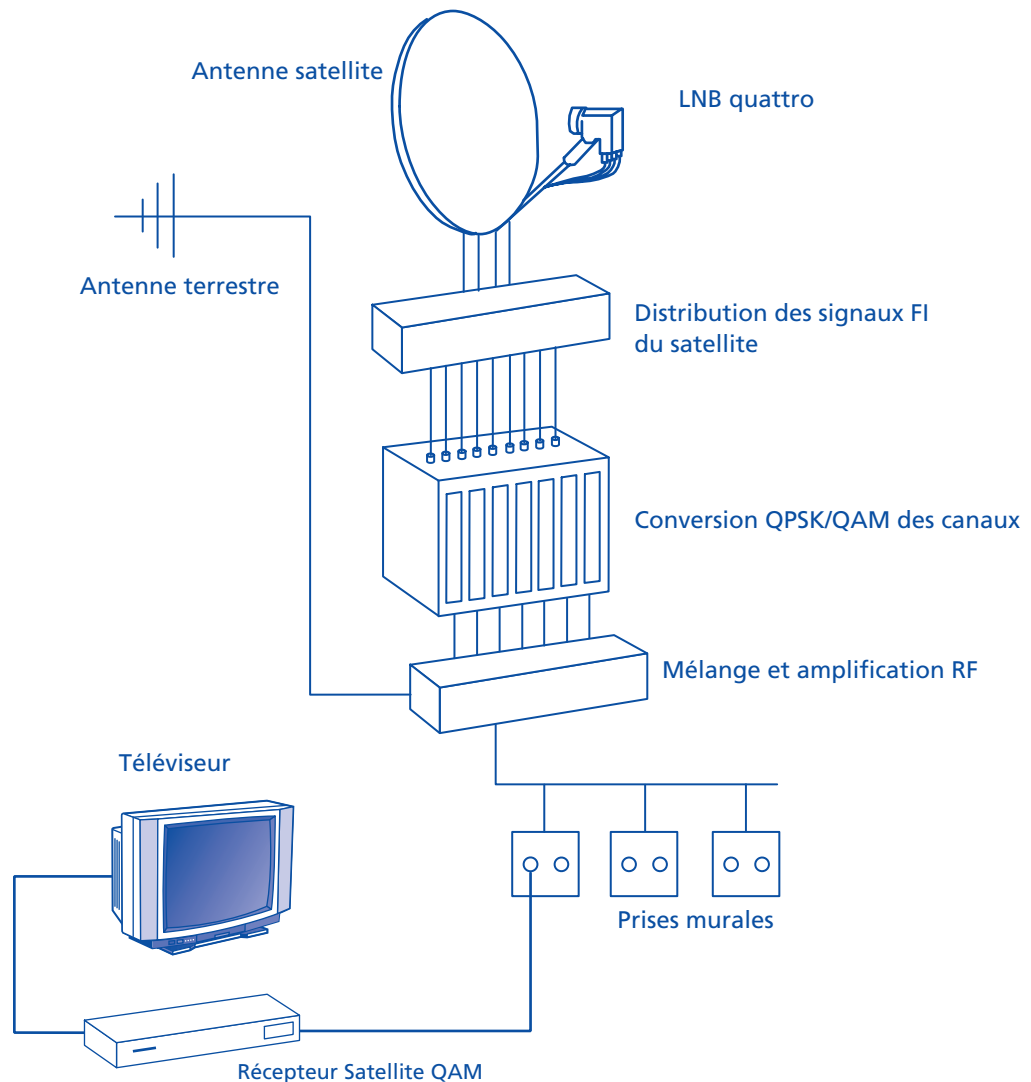
La Figure 12 présente le spectre du signal à large bande pour cette architecture de réseau. On notera qu'il est compatible avec les réseaux de distribution dont l'accès à la largeur de bande nécessiterait une égalisation pour compenser les distorsions induites par le réseau de distribution.

**Figure 12 :**  
*Spectre du signal à large bande pour un système QPSK/QAM*



A terme, on pourra avoir un transmodulateur réglé à distance au niveau de la tête de réseau. L'utilisateur aura une fréquence fixe dans la bande VHF, l'hyperbande ou la bande UHF, et tous les types de signaux numériques (QPSK satellite, COFDM terrestre et QAM CATV) seront convertis en un signal QAM dans le réseau local. Chaque utilisateur occupera environ 8 MHz, de sorte que si toute la largeur de bande est libre (50 - 850 MHz) une centaine d'utilisateurs pourront être desservis par un seul câble sans limitation de source pour la programmation numérique. Evidemment, cette combinaison de transmodulation et de conversion de fréquence pose des problèmes complexes que l'industrie s'emploie actuellement à résoudre en ce qui concerne les informations de service.

**Figure 13 :**  
**Architecture**  
**d'un système**  
**de remodulation**  
**QPSK/QAM**



## 2.4.2 Systèmes SMATV normalisés par l'ETSI (Institut européen des normes de télécommunication)

L'ETSI a normalisé différentes architectures pour les systèmes de réception collective, dont la description est donnée dans l'EN 300 473.

Le système A défini par l'ETSI repose sur la transmodulation QPSK/QAM-16, 32 ou 64 et correspond donc à l'architecture décrite à la section 2.4.1.f. C'est ce que l'on appelle la transmodulation "SMATV-DTM", basée sur la norme applicable aux réseaux câblés définie dans l'EN 300 429. Deux variantes sont décrites ci-après.

La première emploie la transmodulation intégrale en tête de câble, avec application du décodage Reed-Solomon (RS) pour corriger les paquets d'erreurs introduits par la liaison satellite, puis du codage RS pour corriger les erreurs introduites par le réseau de distribution. La seconde variante supprime cette fonction de décodage/codage RS afin de simplifier le transmodulateur. Dans ce cas, le décodage RS n'est appliqué que dans l'IRD et corrige donc les erreurs introduites à la fois par la liaison satellite et par le réseau de distribution. Du fait de ces erreurs en cascade, cette variante ne convient que pour les systèmes disposant d'une marge importante sur la liaison satellite.

Le système B défini par l'ETSI repose sur la distribution directe des signaux FI transmis par le satellite. Il comporte également deux variantes : la "SMATV-FI" et la "SMATV-S".

La SMATV-FI s'applique aux architectures "BIS commutée", "conversion BIS-BIS" et "tête de réseau télécommandée" décrites respectivement aux sections 2.4.1.b, 2.4.1.c et 2.4.1.d. La "SMATV-S" correspond à l'architecture à "conversion BIS-RF-BIS" décrite à la section 2.4.1.e.

## 2.4.3 Voie de retour dans les systèmes SMATV

L'ETSI a publié des lignes directrices pour la mise en œuvre de la voie de retour dans les systèmes de distribution SMATV au moyen de liaisons satellite bidirectionnelles.

L'interaction est réalisée dans le réseau de distribution en affectant des portions du spectre aux voies "d'aller" et "de retour" (70 à 130 MHz pour la voie d'aller et 15 à 35 MHz pour la voie de retour). Chaque voie contient une porteuse QPSK à 3 Mbit/s qui est partagée par tous les utilisateurs. Les réseaux SMATV peuvent donc être adaptés pour fournir des services interactifs avec un trajet retour par satellite.

Pour de plus amples informations, se reporter au document TR 101 201 de l'ETSI.

## 2.4.4 Caractéristiques des réseaux de distribution FI par satellite

Les réseaux SMATV qui sont basés sur la distribution des signaux FI du satellite doivent être capables de délivrer ces signaux sur la gamme de fréquences 47 - 2150 MHz pour permettre la distribution des transmissions AM/VSB terrestres, en plus des transmissions satellitaires analogiques ou numériques. Tous les éléments passifs (répartiteurs, câbles, bandes, etc.) du réseau de distribution doivent être conçus pour cette gamme de fréquences et permettre le passage des signaux de contrôle de chaque récepteur vers le commutateur approprié de la matrice (cf. section 2.5.3).

Les commutateurs de la matrice doivent être capables de combiner les signaux FI du satellite avec les signaux reçus aux fréquences terrestres (47 - 862 MHz). Les discriminations à l'entrée et à la sortie de ces commutateurs doivent être d'au moins 26 dB.

## 2.4.5 Configuration optimale des réseaux

L'architecture optimale des réseaux pour les systèmes de réception collective dépend de plusieurs facteurs, tels que :

- le type de services requis ;
- le type de bâtiment qui abritera le système (ancien ou neuf, grand ou petit) ;
- le nombre de foyers devant être connectés ;
- l'existence ou non d'un réseau de distribution ;
- l'état et la capacité de ces réseaux.

Toutes ces questions doivent être dûment prises en compte avant de déterminer l'architecture optimale. Quelques observations générales peuvent cependant être faites.

Tout d'abord, les systèmes de distribution doivent être transparents aux systèmes de contrôle d'accès (CA) utilisés pour mettre en oeuvre, par exemple, des services de télévision payante et, si possible, aux informations de service contenues dans les multiplex numériques DVB-S (telles que les instructions de réglage). Cela n'est pas possible en particulier avec la transmodulation QPSK/QAM, à moins que les signaux du satellite ne soient démultiplexés de manière à pouvoir adapter les informations de service au nouveau réseau de distribution.

De plus, il est essentiel que le coût pour les utilisateurs soit inférieur ou, au minimum, égal à celui des systèmes de réception DTH. Les systèmes nécessitant un démultiplexage des signaux sont généralement très coûteux et, par conséquent, souvent inadaptés aux applications SMATV. La transmodulation QPSK/QAM suppose également que des terminaux QAM soient disponibles à un prix raisonnable.

Compte tenu de ces observations, seules les architectures qui reposent sur la distribution FI de signaux QPSK paraissent aujourd'hui satisfaisantes. Les architectures BIS commutée, c'est-à-dire employant une "dorsale" multicâble, conviennent généralement pour des bâtiments pouvant regrouper jusqu'à 100 appartements.

**EUTELSAT recommande d'utiliser des architectures BIS commutée (cf. section 2.4.1.b) chaque fois que possible pour maximiser le choix de programmes, la souplesse et la transparence.**

**Une approche progressive est en outre conseillée pour les systèmes qui emploient un seul câble pour la distribution des signaux.**

Les systèmes de ce type doivent utiliser la totalité de la bande de fréquences terrestres (c'est-à-dire jusqu'à 850 MHz) avant d'être étendus à 2150 MHz. L'utilisation de cette bande peut être optimisée en distribuant des canaux analogiques AM en clair dans les bandes VHF/UHF et un nombre limité (5 ou 6) de signaux QPSK dans l'hyperbande. On obtient ainsi l'architecture à "conversion BIS-RF-BIS" décrite dans la section 2.4.1.d.

Il est possible d'acheminer davantage de signaux QPSK (30 ou plus) en étendant le réseau à 2150 MHz et en appliquant les techniques de conversion BIS-BIS (architecture décrite à la section 2.4.1.c).

Enfin, s'il faut par la suite davantage de signaux QPSK, le réseau pourra alors être reconfiguré en attribuant une fréquence à chaque utilisateur et en effectuant le réglage à distance en tête de câble. On obtient ainsi l'architecture à "tête télécommandée", décrite à la section 2.4.1.e, qui est limitée à une trentaine d'utilisateurs par câble.

## 2.5 Fonctions de contrôle des systèmes de réception

### 2.5.1 Méthodes de signalisation

#### 2.5.1.a Méthode de signalisation traditionnelle

Les systèmes de réception, quelle que soit leur architecture, doivent pouvoir fonctionner dans toute la gamme de fréquences 10,7 - 12,75 GHz et sur les deux polarisations rectilignes, pour être capables de recevoir tous les services fournis à la position orbitale 13 degrés Est.

L'architecture de réception la plus simple est une antenne équipée d'une seule source (LNB) et connectée par un seul câble à un IRD (c'est-à-dire l'architecture de réception DTH de la Figure 1(a)). Dans cette configuration, le LNB doit être capable de fonctionner dans toute la gamme de fréquences et sur les deux polarisations.

La largeur de bande employée par le système de radiodiffusion satellitaire est trop grande pour être directement incorporée dans le LNB. La méthode classique consiste à recevoir dans l'une des deux bandes de fréquences : bande "basse" (10,7 - 11,7 GHz) ou bande "haute" (11,7 - 12,75 GHz). Le LNB est commuté pour recevoir, dans la bande de fréquences qui convient, le canal désiré.

Le LNB reçoit également sur l'une des deux polarisations rectilignes : horizontale (X) ou verticale (Y). Il est commuté pour recevoir, sur la polarisation qui convient, le canal désiré.

Par conséquent, l'architecture de réception la plus simple exige que quatre états de signalisation soient communiqués de l'IRD au sous-système d'antenne :

- bande basse, polarisation horizontale ;
- bande basse, polarisation verticale ;
- bande haute, polarisation horizontale ;
- bande haute, polarisation verticale.

La solution traditionnelle utilise la signalisation à tonalité continue et la variation de tension d'alimentation du LNB. Le câble qui achemine les signaux satellitaires reçus vers l'IRD transporte également ces signaux de contrôle.

A noter que certains systèmes bi-têtes qui fonctionnent dans une seule bande de fréquences (normalement la bande "basse") utilisent la tonalité de signalisation pour la commutation entre positions orbitales.

#### 2.5.1.b Nécessité d'une méthode de signalisation perfectionnée

La méthode de signalisation de tonalité/tension convient pour les systèmes qui nécessitent quatre états de signalisation ou moins. Or, de nombreux systèmes en exigent davantage. L'exemple le plus simple est un système de réception DTH bi-tête captant deux positions orbitales différentes. Dans ce cas, il faut sélectionner la tête de réception (LNB) appropriée, de même que la bande de fréquences et la polarisation, ce qui nécessite des états de signalisation supplémentaires.

Le nombre d'états additionnels dépend de la complexité du système de réception. En général, les systèmes SMATV exigent une signalisation plus complexe que les systèmes DTH.

Il est par ailleurs souhaitable d'avoir une communication bidirectionnelle, pour que l'IRD puisse obtenir un retour d'information sur la syntonisation de l'équipement configuré à distance, ainsi qu'un moyen de signalisation propriétaire entre les unités extérieures et intérieures.

### **2.5.1.c Le protocole DiSEqC™**

EUTELSAT a mis au point une méthode de commutation dont les caractéristiques sont pleinement conformes, voire nettement supérieures, à celles de la réception DTH bisatellite.

Le système de contrôle du bus numérique, dénommé DiSEqC™ (Digital Satellite Equipment Control), offre un moyen de communication entre les récepteurs satellite/IRD et l'équipement périphérique à l'aide d'un seul câble coaxial. Le DiSEqC™ est un système ouvert qui a été adopté comme norme internationale par le CENELEC (Comité européen de normalisation électrotechnique).

La spécification applicable au protocole de communication DiSEqC™ est disponible sur demande à EUTELSAT ou sur le site web d'EUTELSAT (<http://www.eutelsat.com>).

Différents niveaux de mise en oeuvre du DiSEqC™, portant le nom générique de DiSEqC™ unidirectionnel et bidirectionnel, ont été proposés pour permettre une introduction évolutive de la norme.

Le système DiSEqC™ utilise le récepteur satellite (IRD) comme terminal commun commandant plusieurs équipements distants tels que les LNB.

Le DiSEqC™ unidirectionnel (DiSEqC™ 1.0) est une norme préparatoire ou intermédiaire, qui permet de commuter et de commander des unités compatibles comme les LNB, les commutateurs et les positionneurs, sans confirmation des appareils asservis distants.

Le DiSEqC™ bidirectionnel (DiSEqC™ 2.0/2.1) est une version plus évoluée qui permet à des unités distantes de signaler leurs configurations potentielles et réelles. Associé au logiciel de contrôle approprié du récepteur, le DiSEqC™ 2.0 va grandement simplifier l'installation et la configuration des systèmes de réception complexes.

La norme DiSEqC™ est également compatible avec les anciennes techniques de commutation de la tonalité/tension, ce qui facilite les adaptations ultérieures. En effet, pour la mise en oeuvre initiale, on a défini une norme, dite DiSEqC™ Tone Burst, prévoyant la signalisation minimum requise pour les systèmes de réception bi-têtes.

**Comme le système DiSEqC™ est simple à mettre en oeuvre et étant donné les perspectives qu'il offre pour les systèmes de réception sophistiqués et intelligents, EUTELSAT recommande que les installateurs emploient le plus vite possible des équipements compatibles avec la norme DiSEqC™ 2.0 ou une version supérieure. Si une introduction évolutive est requise, les solutions intermédiaires doivent alors être basées sur la norme DiSEqC™ 1.0.**

## 2.5.2 Signalisation dans les systèmes de réception individuelle

Cette section renvoie aux six architectures des systèmes de réception DTH illustrées dans la Figure 1, page 9.

Dans les architectures (a), (b) et (c) de la Figure 1, on peut utiliser soit la signalisation de tonalité/tension traditionnelle, soit le protocole de communication DiSEqC™ pour contrôler la commutation de bande et de polarisation. Dans l'architecture (c), la signalisation est réalisée sur les deux câbles, de manière à pouvoir convenablement configurer les deux LNB.

Pour les architectures (d), (e) et (f), il faut utiliser au minimum la norme de signalisation à tonalité DiSEqC™ unidirectionnelle avec la commutation de bande/polarisation traditionnelle, afin de fournir un nombre d'états de signalisation suffisant pour commander les LNB. Toutefois, la mise en oeuvre du DiSEqC™ 2.0 ou d'une version supérieure avec des LNB appropriés est préférable.

## 2.5.3 Signalisation dans les systèmes de réception collective

Différentes architectures de systèmes sont décrites à la section 2.4.1. Certains de ces systèmes supposent l'utilisation d'un IRD satellite chez l'utilisateur, tels que les :

1. systèmes BIS commutée ;
2. systèmes de conversion BIS-BIS ;
3. systèmes de conversion BIS-RF-BIS ;
4. têtes de réseau télécommandées.

Les systèmes (2) et (3) reposent sur une préaffectation de canaux satellite aux fréquences FI. Par conséquent, aucune signalisation n'est requise entre l'IRD et les différents éléments du système de distribution, comme illustré respectivement dans les Figures 8 et 10.

Le système (1) exige une communication entre l'IRD et le commutateur multiple qui délivre ses programmes. Si le système SMATV est destiné à capter une seule position orbitale, (cf. Figure 5), on peut alors employer la signalisation de tonalité/tension traditionnelle ou le DiSEqC™. Par contre, s'il doit en recevoir plusieurs (cf. Figure 6), il faut alors plus de quatre états de commutation, et le DiSEqC™ doit être appliqué.

Le système (4) de la Figure 11 exige également une communication entre l'IRD et les équipements du réseau de distribution. Il faut alors utiliser le DiSEqC™ pour la communication entre l'IRD et la prise murale. La communication entre les prises murales et la tête de câble peut être réalisée au moyen du DiSEqC™ ou d'une méthode de signalisation propriétaire équivalente. Dans ce dernier cas, il faudra un modem pour effectuer la conversion du DiSEqC™ au format propriétaire (cf. Figure 11).

Le DiSEqC™ bidirectionnel présente des avantages certains pour les réseaux de distribution SMATV, où les équipements et les états de commutation à contrôler peuvent être nombreux. Il permet également au récepteur de détecter automatiquement qu'il fonctionne dans un système SMATV et d'ajuster sa configuration en conséquence.

## 3.1 Caractéristiques générales

Les systèmes de réception numérique DVB-S doivent être en conformité avec les normes pertinentes de l'ETSI et avec les lignes directrices pour leur mise en oeuvre. Les normes applicables sont entre autres les suivantes :

- ETR 154 (lignes directrices pour la mise en oeuvre des systèmes MPEG-2, normes vidéo et audio).
- EN 300 421 (structure de trame, codage de canal et modulation applicables aux services satellitaires).
- EN 300 468 et ETR 211 (spécification relative aux informations de service dans les systèmes DVB et lignes directrices pour leur mise en oeuvre).
- EN 50221 (spécification relative aux interfaces communes pour le contrôle d'accès).
- EN 50256 (caractéristiques des récepteurs DVB).
- EN 50201 (interfaces pour les IRD-DVB).

Les installateurs doivent s'assurer auprès de leurs fournisseurs du degré de compatibilité des équipements avec les normes sus-mentionnées. Ils sont également invités à utiliser des équipements compatibles avec les recommandations d'EUTELSAT exposées dans les paragraphes suivants.

## 3.2 Types de porteuses

Il est recommandé que, au minimum, toutes les installations de réception soient capables de recevoir des transmissions MCPC de la position orbitale 13 degrés Est. Les rendements de la plupart des systèmes d'antennes DTH analogiques (unités extérieures) sont généralement suffisants pour la réception des programmes MCPC numériques.

Pour élargir le choix des programmes, les installateurs choisiront peut-être des équipements compatibles avec les transmissions SCPC, auquel cas EUTELSAT leur recommande de tenir dûment compte des caractéristiques de stabilité de fréquence/ bruit de phase ainsi que du temps de réponse lors d'un changement de canal, décrites aux sections 1.5 et 1.6.

## 3.3 Sous-système d'antenne

Le sous-système d'antenne, ou unité extérieure, comprend l'antenne, un ou plusieurs convertisseurs de fréquence en bloc à faible bruit (LNB), des polariseurs et, le cas échéant, les accessoires extérieurs pour la commutation du ou des LNB.

Les systèmes de réception DTH et SMATV compatibles EUTELSAT doivent, sauf indication contraire, satisfaire aux spécifications de la norme ETS 300 784 de l'ETSI. Il est recommandé que tous les équipements de réception puissent fonctionner dans la totalité de la bande de fréquences 10,7 - 12,75 GHz.

Les caractéristiques recommandées pour l'antenne, basées sur l'ETS 300 784, sont récapitulées dans le Tableau 1. Elles s'appliquent à la fois aux systèmes à une ou plusieurs têtes<sup>2</sup>, à l'exclusion du ou des cornets d'alimentation. La valeur de G/T recommandée sert à déterminer la combinaison antenne/LNB adéquate.

<sup>2</sup> Dans les systèmes à plusieurs têtes, les caractéristiques s'appliquent à la tête utilisée pour recevoir les signaux du système de satellites HOT BIRD™.

Comme objectif de conception, la discrimination par polarisations croisées minimale de l'antenne de réception à l'angle de visée nominal de la position de pointage de HOT BIRD™, jusqu'au contour à - 1 dB, doit être de 27 dB pour les systèmes DTH et de 30 dB pour les systèmes SMATV. Au minimum, des valeurs de 22 dB pour un système DTH et de 25 dB pour un système SMATV doivent être satisfaites pour les deux polarisations orthogonales avec un défaut d'alignement de polarisation du LNB de  $\pm 1^\circ$ , erreur de pointage non comprise.

EUTELSAT recommande que les objectifs de conception copolaire et contrapolaire DTH correspondent à ceux des systèmes SMATV indiqués dans la Figure 14, en particulier dans la plage angulaire de  $2,8^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$ .

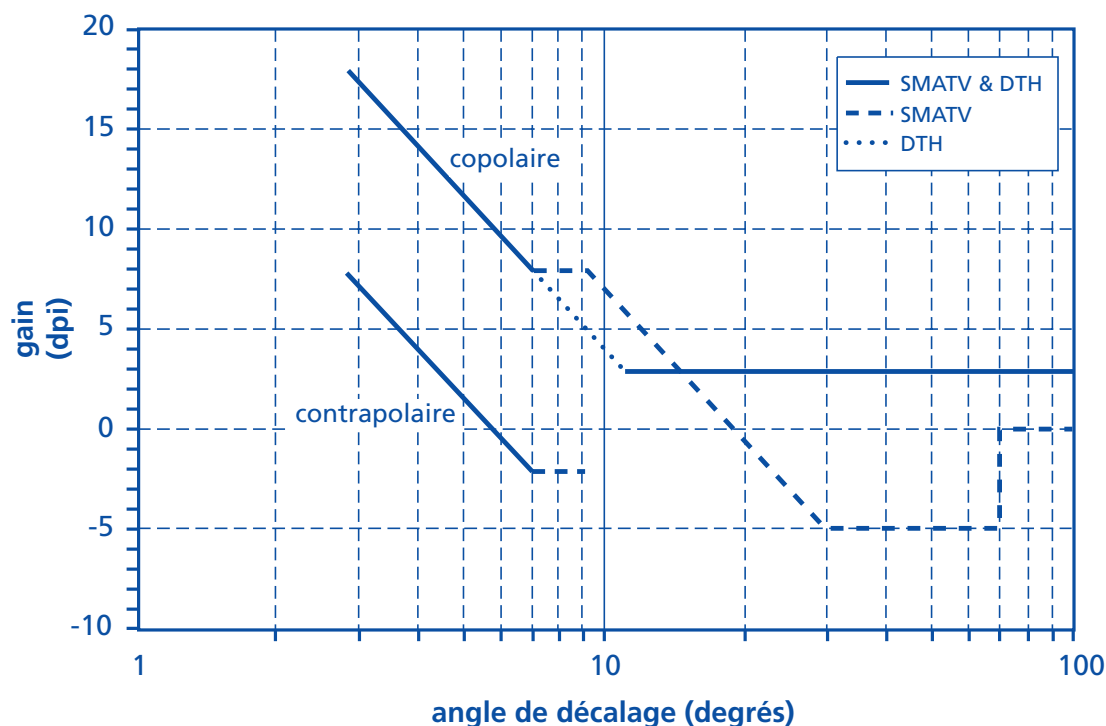
Les caractéristiques recommandées pour le LNB sont données dans le Tableau 2. Les signaux parasites générés par le LNB doivent être limités au niveau indiqué dans la Figure 15.

**Tableau 1 :**  
**Caractéristiques**  
**du sous-système**  
**d'antenne**

Paramètre	DTH	SMATV
Classification des équipements par l'ETSI :	Système B	Système A
Gamme de fréquences de réception	10,7 - 12,75 GHz	10,7 - 12,75 GHz
G/T <sup>a</sup> sur toute la gamme de fréquences (ciel clair, angle d'élévation de 30°) : dBK <sup>-1</sup>	$63 - \text{PIRE} + 20 \log_{10} \left\{ \frac{f}{10,7} \right\}$	$66 - \text{PIRE} + 20 \log_{10} \left\{ \frac{f}{10,7} \right\}$
Polarisation en réception :	Rectiligne double, orthogonale	Rectiligne double, orthogonale
Gain copolaire hors axe :	Cf. Figure 14	Cf. Figure 14
Discrimination <sup>b</sup> par polarisations croisées minimale dans l'axe : ( ) indique l'objectif de conception	$\geq 22$ dB (27 dB)	$\geq 25$ dB (30 dB)
Gain contrapolaire hors axe :	Cf. Figure 14	Cf. Figure 14
Précision du pointage du sous-système d'antenne : degrés ( $\Phi$ = ouverture angulaire minimale du faisceau principal)	$\leq 0,1 \times \Phi$	$\leq 0,1 \times \Phi$
Plage d'ajustement continu des moyens d'alignement de polarisation :	180°	180°
Précision :	$\pm 1^\circ$	$\pm 1^\circ$

- a. La "PIRE" est la PIRE/porteuse en dBW au site de réception, et "f", la fréquence de liaison descendante en GHz. Pour la DTH, la valeur de G/T indiquée doit normalement comporter une faible marge de liaison descendante (environ 3 dB) pour se prémunir contre les dégradations dues à la propagation et aux brouillages. Le dimensionnement tient compte des paramètres de transmission communément utilisés (MCPC, débit de symboles = 27,5 Msymboles/s, rendement de FEC = 3/4). Les fabricants doivent vérifier que ces paramètres s'appliquent à leur marché cible. Un diamètre d'antenne minimum de 60 cm est recommandé pour les applications DTH afin de limiter les effets du brouillage par d'autres systèmes de satellites. Un diamètre d'antenne minimum de 80 cm est recommandé pour les systèmes SMATV ou DTH bi-têtes.
- b. Applicable n'importe où à l'intérieur du faisceau principal en direction du satellite jusqu'au contour de gain à - 1 dB de l'antenne de réception.

Figure 14 :  
Diagramme  
du gain d'antenne  
hors axe



#### Angle de décalage (degrés)

Type d'équipement <sup>a</sup>	Copolaire		Contrapolaire	
	Gain	Angle de décalage	Gain	Angle de décalage
SMATV <sup>b</sup>	29 - 25 log ( $\phi$ )	$2,8^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$		
	+ 8	$7^\circ < \phi \leq 9,2^\circ$	19 - 25 log ( $\phi$ )	$2,8^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$
	32 - 25 log ( $\phi$ )	$9,2^\circ \leq \phi \leq 30^\circ$	-2	$7^\circ \leq \phi \leq 9,2^\circ$
	- 5	$30^\circ < \phi \leq 70^\circ$		
	0	$70^\circ < \phi$		
DTH	29 - 25 log ( $\phi$ )	$2,8^\circ \leq \phi \leq 11^\circ$	19 - 25 log ( $\phi$ )	$2,8^\circ \leq \phi \leq 7^\circ$
	+3	$11^\circ < \phi$		

a. Des chiffres sont donnés pour la polarisation rectiligne et les bandes de fréquences du SFS. Un assouplissement de la caractéristique est proposé dans l'ETS 300 784 pour la bande du SRS. Toutefois, étant donné que les TVRO utilisent une grande largeur de bande, les caractéristiques citées seront les plus contraignantes pour la conception des antennes TVRO.

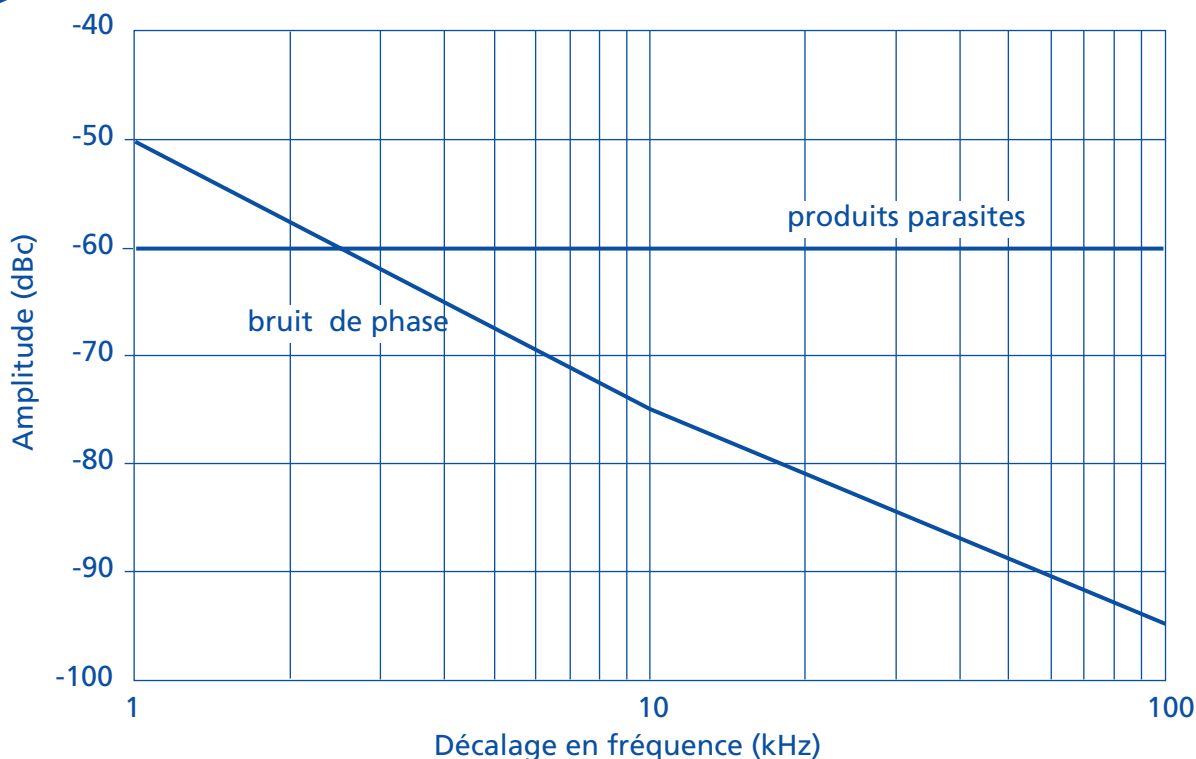
b. Comme objectif de conception, la discrimination d'antenne, définie comme étant la différence entre le gain dans l'axe et le gain à un décalage angulaire,  $\phi$ , doit être d'au moins 28 dB pour  $\phi \geq 2,8^\circ$ .

**Tableau 2 :  
Caractéristiques  
LNB**

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences RF :	10,70 - 12,75 GHz
Bande inférieure : fréquence <sup>a</sup> de l'oscillateur local :	10,70 - 11,70 GHz 9,75 GHz ± 5 MHz
Bande supérieure : fréquence <sup>a</sup> de l'oscillateur local :	11,70 - 12,75 GHz 10,6 GHz ± 5 MHz
Gamme de fréquences FI (minimum) :	950 - 2150 MHz
Gain de petits signaux dans la gamme de fréquences RF :	40 dB ≤ Gain ≤ 65 dB
Variation d'amplitude maximum dans la gamme de fréquences FI :	1,5 dB (dans toute largeur de bande de 27 MHz) 2,0 dB (dans toute largeur de bande de 36 MHz) 5,0 dB (sur toute la gamme FI - SMATV) 8,0 dB (sur toute la gamme FI - DTH)
Variation maximum du temps de propagation de groupe dans la bande FI :	20 ns (dans toute largeur de bande de 36 MHz)
Rapport d'intermodulation <sup>b</sup> lié aux porteuses multiples :	≥ 35 dB
Produits d'intermodulation liés à l'oscillateur local à la sortie du LNB : (dans la bande de fréquences 950-2150 MHz) <sup>c</sup>	< -60 dBc
Bruit de phase de l'oscillateur local : (cf. Figure 15)	-50 dBc (1 kHz) -75 dBc (10 kHz) -95 dBc (100 kHz)
Produits parasites à la sortie du LNB : (dans la bande de fréquences $f_c \pm 120$ kHz : Figure 15)	-60 dBc
Isolation du LNB <sup>d</sup> :	>26 dB
Interface RF à l'entrée du LNB : (en option si l'on utilise un guide d'ondes) :	PBR 120 (rectangulaire) ou C120 (circulaire) avec gorge d'étanchéité
Interface RF de la source d'antenne (en option si l'on utilise un guide d'ondes) :	UBR 120 (rectangulaire) ou C120 (circulaire) avec gorge d'étanchéité
Connecteur FI de sortie :	IEC 169-24, type F, femelle
Impédance caractéristique des sorties FI :	75 Ω
Taux de réjection à la sortie du LNB : valeur recommandée dans les spécifications SRS et SFS de l'ETSI (sur la gamme de fréquences 950-2150 MHz)	≥ 8 dB
Signaux de commande recommandés pour la commutation :	DiSEqC™ 2.0 <sup>e</sup>
Tension d'alimentation en courant continu : (avec la méthode de commutation classique)	+11,5 à +19 V
Courant maximum <sup>f</sup> : (avec la méthode de commutation classique)	250 mA (monobande) 300 mA (double bande)

- a. La variation de la fréquence de conversion est déterminée par la température, la tension d'alimentation, la précision du réglage initial et le vieillissement. La variation due à la température et à la tension d'alimentation ne doit pas dépasser à elle seule ± 3 MHz.
- b. Rapport entre le niveau minimum de sortie des porteuses, lorsque deux porteuses égales sont émises au point de compression du gain à 1 dB, et le plus haut produit d'intermodulation dans la bande.
- c. Applicable uniquement aux LNB double bande.
- d. Applicable aux LNB doubles et aux systèmes monoblocs utilisant la commutation DiSEqC™ lorsque les deux LNB sont activés simultanément sur une polarisation chacun.
- e. Le système DiSEqC™ est recommandé pour la commutation de bande et de polarisation et peut être étendu à la localisation du satellite et (s'il y a lieu) à la commutation de LNB multiples de type SMATV.
- f. L'utilisation de la commutation DiSEqC™ réduira la consommation de courant du LNB.

**Figure 15 :**  
*Bruit de phase  
de l'oscillateur  
local du LNB et  
produits  
parasites*



## 3.4 Récepteur-décodeur intégré (IRD)

### 3.4.1 Généralités

L'IRD doit avoir un comportement conforme aux recommandations de l'ETR 154. Les IRD numériques doivent satisfaire aux caractéristiques de structure de trame, codage de voies et modulation définies dans l'EN 300 421.

### 3.4.2 Débit de symboles

Tous les équipements de réception doivent être capables de fonctionner dans toute la plage de débits de symboles définie à la section 1.2 pour les transmissions MCPC (20 à 30 Msymboles/s).

Les équipements pouvant en option recevoir des transmissions SCPC doivent être conçus pour fonctionner dans une fourchette étendue de 3 à 30 Msymboles/s.

### **3.4.3 Rendements de FEC**

Tous les récepteurs doivent être capables de fonctionner avec tous les rendements de FEC spécifiés dans la norme numérique DVB-S (1/2, 2/3, 3/4, 5/6 et 7/8).

Il est en outre recommandé d'équiper l'installation pour détecter automatiquement le rendement de FEC et de configurer le récepteur de façon à obtenir une bonne réception sans intervention de l'utilisateur.

### **3.4.4 Egalisation**

Les installateurs préféreront peut-être utiliser des récepteurs équipés d'un égaliseur pour améliorer le rendement des systèmes de distribution SMATV FI. La norme EN 300 473 contient des informations sur le temps de réponse type des voies dans un réseau SMATV et le gain de performances potentiel.

### **3.4.5 Micrologiciel**

Pour parer à l'obsolescence des équipements de réception, les installateurs doivent envisager d'utiliser des IRD dont le micrologiciel peut être mis à niveau par satellite.

### **3.4.6 Nombre de trains transport et de services**

L'IRD doit être apte à recevoir au moins 100 trains transport (porteuses DVB) et au moins 1000 services (programmes).

### **3.4.7 Informations sur le réseau EUTELSAT**

Chaque porteuse DVB transmet des "informations de service" (SI) qui permettent à l'IRD de décoder convenablement les services qu'elle achemine. Une porteuse DVB peut contenir des informations sur les services transmis par d'autres porteuses, mais cela n'est pas obligatoire et ne peut être garanti dans tous les cas.

EUTELSAT a l'intention de fournir une voie d'accès commune qui transportera les informations de service pour l'ensemble de son réseau satellitaire. Ces informations proviendront des différents services acheminés par le secteur spatial d'EUTELSAT.

Les IRD destinés à la réception des transmissions effectuées via le secteur spatial d'EUTELSAT doivent comporter un système de réglage automatique sur cette voie pendant le montage et utiliser les informations que contient cette voie pour leur configuration. On aura ainsi la garantie que les informations présentées au téléspectateur sont à jour et complètes pour l'ensemble du secteur spatial d'EUTELSAT.

Le système de distribution des informations est en cours de définition. Il fera l'objet d'un document à part dès que les travaux seront achevés.

### **3.4.8 Contrôle d'accès conditionnel (CA)**

Sachant que le cryptage des programmes est un domaine dans lequel les décisions des radiodiffuseurs ne se fondent peut-être pas uniquement sur la conformité avec d'autres groupes de radiodiffusion, EUTELSAT ne fait pas de recommandations spécifiques sur le système d'accès conditionnel à employer.

EUTELSAT recommande que les radiodiffuseurs/prestataires de services utilisent des systèmes CA équipés de l'interface commune DVB (EN 50221). Autrement dit, les systèmes CA disponibles sur un module PCMCIA peuvent servir pour mettre à niveau les IRD existants employant l'interface commune. Différents systèmes CA peuvent être mis en oeuvre en incorporant un module de contrôle d'accès approprié (carte PCMCIA).

EUTELSAT recommande que les installateurs utilisent ce type d'IRD pour que les systèmes de réception soient aussi "ouverts" que possible et offrent le maximum de souplesse et de choix de programmes à l'utilisateur.

### **3.4.9 Télétexte**

Les installateurs doivent savoir que le DVB prévoit un mécanisme de transmission des informations télétexte à l'intérieur du train transport (porteuse DVB).

Les IRD DVB transcodent les données télétexte dans l'intervalle de suppression de trame (VBI) de la sortie vidéo analogique pour les rendre compatibles avec les décodeurs télétexte des récepteurs TV existants. Le télétexte délivré sous cette forme est également compatible avec les réseaux de distribution UHF (par exemple lorsqu'un foyer compte plusieurs récepteurs).

Les installateurs doivent vérifier que les IRD sont équipés de ce dispositif si leurs clients veulent que le télétexte soit disponible et/ou compatible avec les réseaux de distribution classiques.

## 3.4.10 Interfaces physiques

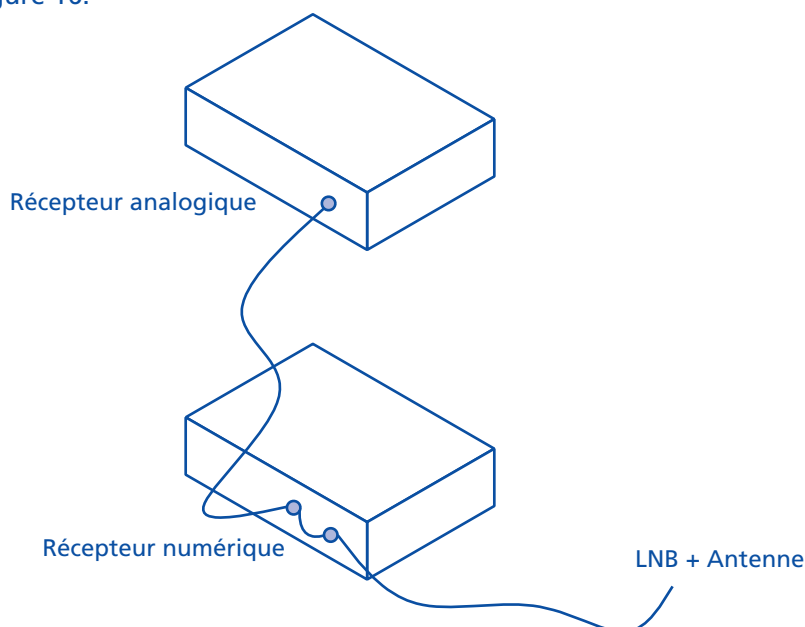
Les IRD doivent être conformes à la norme EN 50201.

### 3.4.10.a Connexions FI

Les caractéristiques recommandées pour l'interface FI (avec le LNB) sont indiquées dans le Tableau 3.

Une connexion en boucle (*loop-through*) est conseillée pour que l'IRD numérique puisse être raccordé en cascade à un récepteur satellite analogique existant, comme illustré à la Figure 16.

Figure 16 :  
Connexion en boucle  
("loop-through")



Lorsque l'IRD numérique est sous tension, c'est lui qui doit commander le LNB. Lorsqu'il est éteint, la commande doit être envoyée par l'IRD analogique.

Tableau 3 :  
Caractéristiques  
de l'interface FI

Paramètre	Valeur
Gamme de fréquences d'entrée :	950 - 2150 MHz (minimum)
Nombre d'entrées du LNB :	1
Nombre de sorties du LNB :	1 (connexion loop-through jusqu'à l'entrée)
Connecteur d'entrée :	IEC 169-24, type F, femelle
Impédance caractéristique :	75 $\Omega$
Taux de réjection d'entrée (sur la gamme de fréquences d'entrée) :	$\geq 8$ dB
Largeur de bande nominale (-3 dB)	Adaptable, en fonction du débit binaire
Isolation du LNB <sup>a</sup> :	> 26 dB
Signaux de commande de commutation du LNB :	DiSEqC™ Niveau 2.0 ou supérieur
Plage de maintien CAF maximum :	$\pm 5$ MHz
Variation maximum du temps de propagation de groupe dans la gamme de fréquences FI :	20 ns (dans toute largeur de bande de 36 MHz)

a. Applicable aux récepteurs à deux entrées lorsque les deux LNB fonctionnent simultanément.

### **3.4.10.b Commande des équipements périphériques**

Il est recommandé de mettre en oeuvre le DiSEqC™ 2.0 ou une version supérieure dans l'IRD.

Son utilisation avec des équipements périphériques à la norme DiSEqC™, comme les LNB, facilitera l'installation, le réglage et la surveillance automatiques des équipements et garantira également la compatibilité avec les réseaux SMATV modernes qui emploient la signalisation DiSEqC™.

A noter que la signalisation DiSEqC™ peut être configurée pour émuler des signaux de commutation de tonalité/tension traditionnels, garantissant ainsi la compatibilité avec les appareils qui ne sont pas à la norme DiSEqC™.

### **3.4.10.c Interface de contrôle d'accès**

(Cf. section 3.4.8)

### **3.4.10.d Connexions VHF/UHF**

Pour être compatibles avec les systèmes de distribution VHF/UHF et l'équipement VCR/TV (magnétoscopes et téléviseurs) du foyer non muni d'entrées en bande de base vidéo et audio, les IRD doivent disposer d'une sortie VHF/UHF par laquelle passeront les données vidéo, audio et télétexte démodulées, décodées puis remodulées du programme numérique sélectionné.

Cela permettra de combiner des signaux terrestres VHF/UHF normaux avec le signal remodulé généré par l'IRD numérique, qui disposera ainsi d'une entrée VHF/UHF pour les signaux terrestres et d'une sortie VHF/UHF pour la combinaison de ces signaux et du signal qu'il génère.

Il devrait être possible d'ajuster la fréquence du signal VHF/UHF généré par l'IRD numérique de manière à l'intégrer dans les réseaux de distribution VHF/UHF existants (cf. section 2.4.1.a).

### **3.4.10.e Connexions en bande de base**

Tous les IRD doivent comporter au moins deux prises péritel (SCART) pour le raccordement à un téléviseur ou un magnétoscope.

Des prises péritel supplémentaires peuvent être utiles pour le branchement avec d'autres équipements, comme les récepteurs satellite analogiques.

Il existe deux types courants de système SCART, l'un comprenant une entrée/sortie composite et RVB (rouge/vert/bleu), et l'autre, une entrée/sortie composite et de luminance/chrominance (S-Video). L'introduction de la luminance/chrominance dans la prise péritel donne plus de souplesse de connexion lorsque plusieurs équipements doivent être raccordés entre eux.

Les prises péritel peuvent comporter un protocole de commande des liaisons audio-vidéo, tel que le système *Programme Delivery Control* spécifié dans l'ETS 300 231, pour générer des signaux de commande du VCR/TV selon l'interprétation par l'IRD des informations de service (SI) contenues dans le multiplex numérique. Une application type est l'enregistrement automatique de programmes sur la base des événements indiqués dans les SI (heures de début et de fin de programme).

Un connecteur S-Video (S-VHS/Hi-8) garantit un couple luminance/chrominance de haute qualité<sup>3</sup> pour un magnétoscope, téléviseur ou autre équipement. Son installation est facultative.

#### **3.4.10.f Sorties audio analogiques**

Au minimum, des prises audio gauche et droite sont à prévoir pour la connexion audio à un appareil hi-fi.

#### **3.4.10.g Interfaces numériques**

Les récepteurs doivent au minimum être équipés d'un port série compatible RS232 ou d'un port parallèle (IEEE 1284) dans l'IRD. Cette interface numérique facilite le transfert des données contenues dans un multiplex DVB vers un ordinateur (ex. téléchargement de logiciel).

Les fabricants envisageront peut-être d'utiliser également des interfaces très performantes comme l'IEEE 1394.

#### **3.4.10.h Connexion téléphonique**

Une "voie de retour" entre l'IRD et le radiodiffuseur/prestataire de services est communément établie via le réseau téléphonique public, mais d'autres solutions sont envisageables (cf. section 2.4.3).

Les récepteurs équipés d'un modem intégré doivent comporter une prise RJ11 avec un connecteur de terminaison locale approprié ou un câble adaptateur pour raccorder le modem à la ligne téléphonique de l'utilisateur. Tous les équipements du modem doivent correspondre aux normes de l'administration chargée de délivrer les licences de télécommunications du pays dans lequel l'équipement est utilisé. Le modem doit être muni d'un détecteur de ligne pour éviter l'utilisation de la voie d'interaction lorsque la ligne est débranchée ou occupée.

La mise en oeuvre d'une voie de retour via le réseau téléphonique est facultative. Si elle est fournie, elle doit être conforme à l'ETS 300 801.

<sup>3</sup> Réduction de la diaphonie luminance/chrominance et augmentation de la largeur de bande de luminance.

## 4.1 Fréquences des transmissions DVB

EUTELSAT a pour principe d'utiliser la bande de fréquences de liaison descendante 10,7 - 12,75 GHz pour les services de télévision aussi bien analogiques (FM) que numériques.

Les satellites HOT BIRD™ sont équipés à la fois de répéteurs à bande étroite et à large bande, les premiers ayant une largeur de bande nominale de 33 MHz ou 36 MHz, et les seconds, de 72 MHz, 46,5 MHz ou 49,5 MHz.

Que les répéteurs soient à bande étroite ou à large bande, ils peuvent être utilisés dans différentes configurations de service. Du fait de cette souplesse, la fréquence centrale d'une transmission DVB peut différer de la fréquence centrale nominale du répéteur indiquée dans l'Annexe.

Quant aux porteuses de télévision numérique, elles peuvent aussi être réparties entre porteuses à "bande étroite" et porteuses à "large bande".

La plupart des porteuses à large bande ont un débit de symboles de 27,5 Msymboles/s, en parfaite adéquation avec une largeur de bande de répéteur nominale de 33 MHz. Elles transportent généralement plusieurs programmes de télévision numérique et sont émises via un répéteur dédié. Toute la puissance du répéteur leur est donc attribuée, et elles sont par conséquent optimisées pour la réception individuelle avec une petite antenne (60 cm). Comme déjà indiqué, ces porteuses sont habituellement dénommées transmissions MCPC<sup>4</sup>.

Certaines porteuses MCPC ont un débit de symboles inférieur, par exemple 20 Msymboles/s.

Les porteuses à bande étroite ont généralement un débit de symboles à l'émission compris entre 3,8 et 6,1 Msymboles/s. Elles partagent le répéteur avec d'autres porteuses, et une fraction seulement de la puissance du répéteur leur est attribuée, ce qui nécessite une antenne de réception plus grande. Ces porteuses sont par conséquent moins adaptées à la réception individuelle. Elles sont habituellement dénommées transmissions SCPC<sup>5</sup>, puisqu'elles transportent normalement un seul programme de télévision numérique.

Le Tableau 4 indique la fourchette de décalages de fréquences des porteuses de télévision numérique que l'on rencontre généralement dans le système de satellites HOT BIRD™. Le décalage de fréquence est exprimé par rapport à la fréquence centrale du répéteur utilisé pour diffuser la porteuse et dépend de la largeur de bande du répéteur. La fourchette indiquée pour les porteuses à bande étroite correspond à la plus petite largeur de bande de porteuse (3,8 Msymboles/s). Les fréquences centrales des répéteurs figurent dans le Tableau 2 de l'Annexe.

**Tableau 4 :**  
Décalages de fréquences des porteuses de télévision numérique

Largeur de bande nominale du répéteur (MHz)	Porteuses (SCPC) à bande étroite (3,8-6,1 Msymboles/s)	Porteuses (MCPC) à large bande (27,5 Msymboles/s)
33	0 à ± 14,2	0
36	0 à ± 15,7	0 à ± 1,5
46,5	0 à ± 21,0	0 à ± 6,75
49,5	0 à ± 22,5	0 à ± 8,25
72	0 à ± 33,7	0 à ± 19,5

<sup>4</sup> MCPC = plusieurs canaux (programmes TV) par porteuse.

<sup>5</sup> SCPC = un seul canal (programme TV) par porteuse.

## 4.2 PIRE de porteuse

Les couvertures des satellites HOT BIRD™ sont illustrées dans les Figures 2 à 4 de l'Annexe. Il existe trois types de couverture : le Superfaisceau large (Figure 2), le Superfaisceau (Figure 3) et le Faisceau large (Figure 4).

Le "TV and Radio Line-Up" précité indique la couverture à laquelle est actuellement connecté chaque répéteur.

Chacune de ces couvertures comprend différents contours de PIRE "à saturation"<sup>6</sup>.

La valeur de PIRE à saturation s'appliquera normalement à une porteuse de télévision numérique MCPC à large bande "normalisée" émise via un répéteur dédié. Dans ce contexte, par "normalisée" on entend une transmission unique à 27,5 Msymboles/s sur un répéteur de 33 MHz ou 36 MHz.

Toutefois, la puissance attribuée à certaines transmissions de télévision numérique sera inférieure à cette valeur de saturation. C'est notamment le cas des transmissions SCPC à bande étroite qui partagent le répéteur avec d'autres porteuses, la puissance de la porteuse pouvant alors être obtenue en soustrayant son "recul de puissance" de la valeur de PIRE à saturation.

Par exemple, si la station terrienne de réception est située sur le contour de PIRE à saturation du Superfaisceau à 53 dBW et si la valeur du recul de puissance de la porteuse est de 2 dB, la PIRE de la porteuse sera alors de  $53 - 2 = 51$  dBW.

La liste à jour des valeurs de recul de puissance des porteuses est disponible sur demande à EUTELSAT.

## 4.3 Diamètres d'antenne TVRO

Les satellites HOT BIRD™ diffusant des programmes TV aussi bien analogiques que numériques, deux types de terminaux peuvent être utilisés avec ce système :

- terminaux de réception uniquement DVB (uniquement numérique) ;
- terminaux de réception DVB (numérique) et analogique.

Ces systèmes sont communément appelés terminaux TVRO (réception TV uniquement)

La dimension de la parabole requise pour recevoir les programmes de télévision DVB transmis par les satellites HOT BIRD™ dépend des services à acheminer, de la couverture associée au répéteur, du mode d'exploitation du répéteur et de l'emplacement géographique du terminal TVRO. Pour la majorité des installations, une antenne de 60 cm est généralement suffisante pour la réception directe de tous les services à 13 degrés Est.

<sup>6</sup> Puissance rayonnée par le répéteur lorsqu'il est exploité à son niveau maximum de puissance de sortie (son amplificateur de grande puissance à bord fonctionnant au point de "saturation").

Dans certains cas, la dimension de l'antenne peut également être conditionnée par la nécessité de rejeter des émissions provenant d'emplacements orbitaux adjacents à la position 13 degrés Est, où l'espacement orbital est nominale de 3 degrés. Un diamètre d'antenne de 80 cm offrira alors une protection accrue des services fournis par les satellites HOT BIRD™ et est particulièrement conseillé pour les systèmes de réception DTH bi-tête.

A toutes fins utiles, le Tableau 5 indique le diamètre d'antenne minimum pour une réception individuelle de bonne qualité des programmes de télévision. A noter que la PIRE est calculée à partir de la PIRE à saturation, indiquée sur les Figures 2 à 4 de l'Annexe, et de la valeur du recul de puissance pour la porteuse en question.

C'est évidemment le service dont la PIRE de porteuse est la plus faible, parmi tous les services concernés, qui déterminera le diamètre minimum de l'antenne TVRO.

Le choix final du diamètre d'antenne doit se fonder sur l'expérience locale, en tenant compte des équipements spécifiques utilisés ainsi que de la marge requise par rapport au seuil.

**Tableau 5 :**  
**Diamètre d'antenne**  
**pour la réception**  
**des satellites**  
**HOT BIRD™**

PIRE du satellite (porteuse)	Diamètre d'antenne de TVRO <sup>a</sup>
53 dBW	45 cm <sup>b</sup>
52 dBW	50 cm <sup>b</sup>
51 dBW	55 cm <sup>b</sup>
50 dBW	60 cm <sup>b</sup>
49 dBW	70 cm <sup>b</sup>
47 dBW	80 cm
46 dBW	90 cm
44 dBW	120 cm
42 dBW	150 cm
40 dBW	180 cm

*a. Valeurs applicables à la réception directe des services analogiques et numériques. De plus grandes antennes sont recommandées pour la réception câblée et collective.*

*b. La réception est possible avec ce diamètre d'antenne, mais une antenne plus petite risque de subir des brouillages provenant de canaux utilisant les mêmes fréquences à des positions voisines de satellites (espacement de 3 degrés). C'est notamment le cas des canaux dans les gammes de fréquences 10,95 - 11,2 GHz, 11,45 - 11,7 GHz et 12,5 - 12,75 GHz.*

Le diamètre minimum de l'antenne TVRO qui convient pour les systèmes de réception bi-têtes sera généralement supérieur à celui indiqué dans le Tableau 5, pour la même qualité. Par exemple, pour un service TV transmis avec une PIRE de 49 dBW, le diamètre minimum recommandé pour un système de réception bi-tête est de 80 cm.

Pour les systèmes de réception communautaire (SMATV), il est recommandé d'utiliser un diamètre plus grand, afin de disposer d'une marge supplémentaire pour les pertes susceptibles de se produire dans le système de distribution par câble<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Une marge de 2 dB est souvent considérée comme suffisante, bien que cette valeur soit tributaire de la mise en place du système. Elle équivaut à une augmentation de 25% du diamètre de l'antenne TVRO.

## 4.4 Réglage de l'antenne

Il est vivement recommandé que toutes les antennes soient pointées avec précision pour obtenir un signal de réception de niveau maximum et éviter les risques de brouillage par les satellites adjacents. La réception DVB se dégradera très vite une fois que le seuil de taux d'erreur sur les bits (BER) aura été atteint.

Les antennes doivent être installées en utilisant la mesure de niveau du signal sélectif en fréquence pour les transmissions analogiques et la mesure de BER pour les transmissions numériques (fournie par exemple par un mesureur de BER portatif).

Le réglage doit s'effectuer en utilisant le signal numérique le plus faible (c'est-à-dire avec la PIRE de porteuse la plus basse).

Pour faciliter l'opération, l'Annexe présente des schémas des angles d'azimut, d'élévation et de polarisation à respecter.

L'angle d'azimut, mesuré dans le plan horizontal local, est positif dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du Nord géographique. Une parabole pointée plein Est aurait ainsi un angle d'azimut de 90 degrés.

On notera que le Nord magnétique local peut s'écarter du Nord géographique au point de réception. Par conséquent, si l'on utilise une boussole magnétique pour l'alignement en azimut, la parabole risque de ne pas être convenablement pointée en azimut. L'angle d'azimut peut être corrigé de l'écart magnétique local, s'il est connu. Pour obtenir un réglage fin en azimut, il faudra toujours recourir à l'indicateur de BER précité.

L'angle d'élévation, mesuré dans le plan vertical local qui contient le satellite, est exprimé par rapport à l'horizontale locale. Une antenne pointée sur l'horizontale locale aurait ainsi un angle d'élévation de zéro degré.

La plupart des antennes TVRO ont une configuration à source décalée<sup>8</sup>. Dans ce cas, le réglage "à vue" de l'antenne, basé sur la mesure directe de l'angle d'élévation, ne sera pas correct. Il faudra alors utiliser l'inclinomètre situé sur la monture de l'antenne. Là encore, un affinement devra être effectué à l'aide d'un indicateur de BER, afin d'optimiser le pointage de la parabole.

L'angle de polarisation est mesuré par rapport à la verticale locale. Une valeur positive indique une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre lorsqu'on regarde en direction du satellite. Une valeur de + 5 degrés signifierait que le plan de polarisation verticale (Y) du satellite subit une rotation de 5 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre (lorsqu'on regarde en direction du satellite) par rapport à la verticale locale.

L'alignement de polarisation s'obtient en faisant pivoter le LNB sur son support. Pour le réglage, on utilise habituellement une graduation figurant sur le LNB et/ou sur son support.

<sup>8</sup> La position de la source est décalée par rapport au foyer naturel du réflecteur parabolique. Lorsque l'antenne est vue de face, de telle sorte que le réflecteur prend la forme d'une ellipse, la source est située en dessous du centre de l'ellipse.

L'alignement vertical du LNB correspond parfois à un décalage de polarisation de zéro degré. Mais ce n'est pas le cas pour certains LNB qui ont un décalage de polarisation fixe intégré. Il convient donc de veiller, en calant le LNB, à effectuer le réglage de polarisation correct. Il faudra dans tous les cas se reporter à la documentation et aux recommandations du fabricant.

Un bon alignement de polarisation est indispensable pour éviter des brouillages entre les transmissions sur une polarisation (ex. horizontale ou X) et les transmissions du même satellite sur l'autre polarisation (ex. verticale ou Y).

L'alignement de polarisation basé sur le niveau du signal ou la mesure de BER est difficile parce que la mesure n'est pas très sensible à l'angle d'alignement de polarisation. Une autre solution consiste à régler le LNB pour obtenir un signal (brouilleur) contrapolaire de niveau minimum.

Pour illustrer cette approche, supposons que l'alignement de polarisation soit effectué pour un canal à polarisation verticale. L'IRD est tout d'abord calé sur la fréquence d'un canal à polarisation horizontale, et le LNB est tourné d'environ 90 degrés (pour correspondre à peu près à la polarisation horizontale) jusqu'à ce que la réception soit possible. Une fois le signal acquis, on tourne lentement le LNB vers la position nominale pour la polarisation verticale jusqu'à la perte du signal. Cette position est notée sur la graduation du LNB. Puis on renouvelle l'opération en faisant pivoter le LNB, qui avait déjà été tourné de 90 degrés, dans le sens opposé, et on note la seconde position correspondant à la perte du signal. Le réglage optimal de polarisation pour les porteuses à polarisation verticale est alors obtenu en tournant le LNB jusqu'à une position à mi-chemin entre les deux valeurs indiquées.

## 4.5 Connecteurs

Il faut toujours utiliser des connecteurs coaxiaux (F) de qualité, en veillant à ce qu'ils correspondent parfaitement à la taille (diamètre) du câble. Normalement, les connecteurs enfichables sont plus fiables, à condition d'employer l'outil adéquat.

Une mauvaise connectique étant la principale source des défauts d'installation, il faut toujours soigneusement veiller à l'étanchéité de tous les branchements extérieurs dès que l'installation est en état de marche.

Dans le cas des signaux numériques, les connexions défectueuses sont souvent la cause d'un taux d'ondes stationnaires (TOS) élevé et d'une réception médiocre ou peu fiable. En outre, il est indispensable que la mise à la terre soit parfaite pour préserver les propriétés de protection (isolation contre le brouillage) et également pour assurer une alimentation en courant continu suffisante du LNB.

## 4.6 Installations SMATV

Vous trouverez ci-après quelques considérations pratiques à garder à l'esprit :

- utilisez une antenne suffisamment grande pour la taille du système que vous prévoyez ;
- dans les systèmes FI, n'utilisez jamais de connecteurs F ou F-F à 90 degrés (pour prolonger le câble) sur la ligne principale du réseau ou sur la dorsale. Une perte minime du signal, due à une augmentation du taux d'ondes stationnaires, risque d'être très difficile à récupérer dans d'autres parties du réseau ;
- veillez à ce que la sortie du LNB soit aussi uniforme que possible dans toute la bande de fréquences, surtout aux fréquences supérieures à 2 GHz. En effet, tous les composants doivent idéalement être dimensionnés pour fonctionner largement au-dessus de la limite de 2150 MHz requise pour une distribution satisfaisante des plus hautes fréquences ;
- n'utilisez l'amplification qu'en cas de nécessité et ne surchargez pas les entrées vers les commutateurs multiples ou tuners ;
- évitez une trop forte égalisation. Les tuners sont conçus pour accepter une réponse en fréquence uniforme ou décroissante. Si la pente de fréquence est positive (c'est-à-dire si les signaux à plus haute fréquence sont d'un niveau plus élevé), cela peut affecter la sensibilité du tuner et poser des problèmes de réception.

# Caractéristiques de réception du système de satellites HOT BIRD™

## SOMMAIRE

1. Les satellites .....page 45
2. Plan de fréquences .....page 46
3. Couvertures des satellites .....page 47
4. Angles d'azimut, d'élévation et de polarisation .....page 54
5. Point de contact .....page 57

# 1. Les satellites

Les principales caractéristiques techniques des satellites HOT BIRD™ sont indiquées dans le Tableau 1.

Cinq satellites HOT BIRD™ sont opérationnels à la position orbitale 13 degrés Est. Leur proximité est telle qu'il n'est pas possible de les discerner l'un de l'autre depuis un terminal au sol équipé d'une petite antenne de réception (ex. 60 cm).

**Tableau 1 :**  
*Caractéristiques techniques*

Satellite	Nb de répéteurs actifs	Largeur de bande des répéteurs (MHz)	Bande(s) de fréquences de fonctionnement
HOT BIRD™ 1	16	36	11,20 - 11,55 GHz
HOT BIRD™ 2	20	33	11,70 - 12,10 GHz
HOT BIRD™ 3	20	33, 49,5	12,10 - 12,50 GHz
HOT BIRD™ 4	20	33, 36, 46,5	10,70 - 10,95 GHz 12,60 - 12,75 GHz
HOT BIRD™ 5	22	33, 36, 72	10,95 - 11,20 GHz 11,55 - 11,70 GHz 12,50 - 12,60 GHz

La réutilisation des fréquences s'effectue sur deux polarisations rectilignes orthogonales, dénommées "X" et "Y" qui, dans la plupart des sites de réception, correspondent respectivement à peu près aux plans horizontal et vertical locaux.

Le satellite HOT BIRD™ 1 fournit un total de 16 répéteurs opérationnels, de 36 MHz de largeur.

Les satellites HOT BIRD™ 2, 3, 4 et 5 fournissent chacun un total de 20 répéteurs opérationnels pendant toute leur durée de vie. Sur HOT BIRD™ 5, deux répéteurs de plus peuvent également être exploités durant les premières années de vie du satellite. La plupart de ces répéteurs ont une largeur de bande utilisable de 33 MHz, sauf quelques-uns qui sont plus larges (essentiellement 36 MHz).

Les satellites HOT BIRD™ offrent à eux cinq un total de 98 répéteurs actifs, utilisant la totalité de la bande de fréquences de liaison descendante 10,70 - 12,75 GHz. Certains de ces répéteurs sont assignés à la TV FM classique et autres services analogiques, tandis que d'autres acheminent des transmissions télévisuelles, radiophoniques et de données numériques.

Tous les satellites HOT BIRD™ sont équipés de répéteurs "de secours" qui peuvent être utilisés pour remplacer des répéteurs opérationnels sur d'autres satellites HOT BIRD™ dans le cas improbable d'une panne en orbite. Ces répéteurs ne sont normalement pas utilisés et ne sont donc pas décrits dans la présente annexe.

## 2. Plan de fréquences

Le plan de fréquences de liaison descendante du système de satellites HOT BIRD™ est illustré dans la Figure 1, page 47.

Le Tableau 2 indique la fréquence centrale, la polarisation de liaison descendante et la largeur de bande nominale (approximativement -1 dB) de chaque répéteur. Il précise également le satellite sur lequel fonctionne le répéteur dans les conditions normales d'exploitation. Les répéteurs sont classés par ordre croissant de fréquence centrale sur la liaison descendante.

Le système se compose principalement de répéteurs "à bande étroite" d'une largeur de bande nominale de 33 MHz ou 36 MHz, qui transporteront normalement une seule porteuse TV analogique ou numérique.

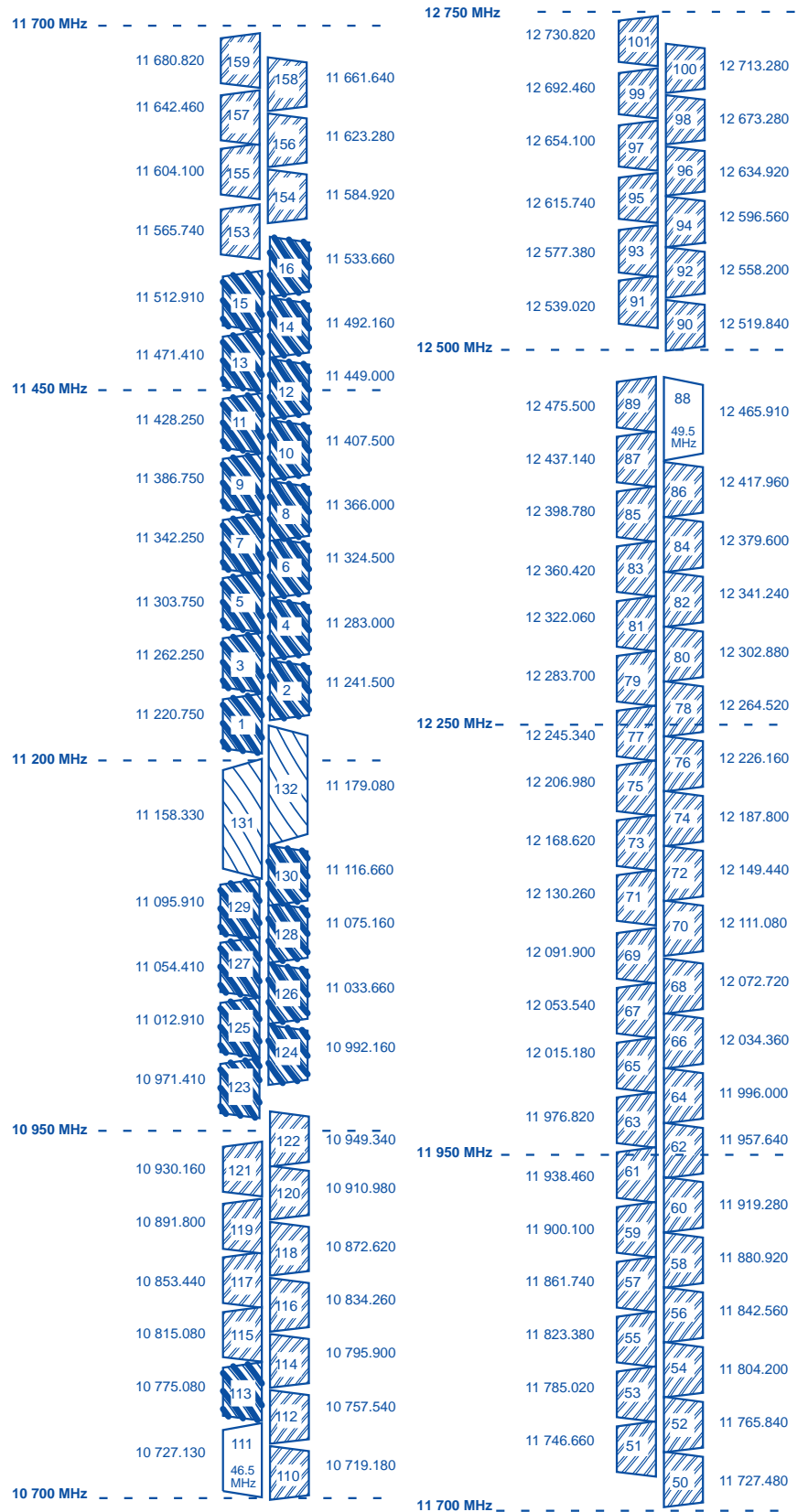
Il y a également quatre répéteurs "à large bande", dont deux d'une largeur de bande nominale de 72 MHz, un de 46,5 MHz et le dernier de 49,5 MHz. Ces répéteurs à large bande peuvent transporter une porteuse TV analogique ou numérique ainsi que des porteuses supplémentaires.

L'espacement nominal entre deux canaux à bande étroite copolaires adjacents est de 38,36 MHz pour les canaux de 33 MHz et de 41,5 MHz pour ceux de 36 MHz. Dans le cas des répéteurs à bande étroite contrapolaires, l'espacement est de la moitié de l'espacement entre canaux copolaires. L'espacement entre deux canaux copolaires adjacents pour les répéteurs de 72 MHz est de 83,33 MHz. Ces valeurs sont ajustées dans certains cas, notamment en bordure des bandes de fréquences de fonctionnement du satellite.

Le répéteur 110 de HOT BIRD™ 4 et les répéteurs 90, 91 et 92 de HOT BIRD™ 5 sont configurés pour fournir des services Skyplex<sup>1</sup>. Dans cette configuration, la porteuse émise par le satellite sera une porteuse MCPC numérique conforme à la norme DVB-S. A la réception, elle aura le même format qu'une porteuse MCPC numérique multiplexée au sol émise par un autre répéteur non équipé de Skyplex.

<sup>1</sup> Différents programmes de télévision numérique sont normalement combinés (multiplexés) au sol avant leur transmission par satellite sur une seule porteuse TV numérique. Skyplex est un système permettant de multiplexer différents programmes de télévision numérique à bord du satellite plutôt qu'au sol, ce qui offre des avantages pour certains radiodiffuseurs/prestataires de services (comme la possibilité de liaisons montantes indépendantes vers le satellite).

**Figure 1 :**  
**Plan de fréquences**  
**de liaison**  
**descendante**  
**des répéteurs**  
**HOT BIRD™**  
**à la position**  
**13 degrés Est**



**Légendes:**

- 33 MHz
- 36 MHz
- 72 MHz
- canaux à largeur de bande spécifique

**Tableau 2 :**  
Caractéristiques des  
répéteurs-satellites

Fréquence centrale (GHz)	Répéteur n°	Largeur de bande nominale (MHz)	Polarisation de liaison descendante	Satellite
10,719 180	110	33	Y	HOT BIRD™ 4
10,727 130	111	46,5	X	"
10,757 540	112	33	Y	"
10,775 080	113	36	X	"
10,795 900	114	33	Y	"
10,815 080	115	33	X	"
10,834 260	116	33	Y	"
10,853 440	117	33	X	"
10,872 620	118	33	Y	"
10, 891 800	119	33	X	"
10,910 980	120	33	Y	"
10,930 160	121	33	X	"
10,949 340	122	33	Y	"
10,971 410	123	36	X	HOT BIRD™ 5
10,992 160	124	36	Y	"
11,012 910	125	36	X	"
11,033 660	126	36	Y	"
11,054 410	127	36	X	"
11,075 160	128	36	Y	"
11,095 910	129	36	X	"
11,116 660	130	36	Y	"
11,158 330	131	72	X	"
11,179 080	132	72	Y	"
11,220 750	1	36	X	HOT BIRD™ 1
11,241 500	2	36	Y	"
11,262 250	3	36	X	"
11,283 000	4	36	Y	"
11,303 750	5	36	X	"
11,324 500	6	36	Y	"
11,345 250	7	36	X	"
11,366 000	8	36	Y	"
11,386 750	9	36	X	"
11,407 500	10	36	Y	"
11,428 250	11	36	X	"
11,449 000	12	36	Y	"
11,471 410	13	36	X	"
11,492 160	14	36	Y	"
11,512 910	15	36	X	"
11,533 660	16	36	Y	"
11,565 740	153	33	X	HOT BIRD™ 5
11,584 920	154	33	Y	"
11,604 100	155	33	X	"
11,623 280	156	33	Y	"
11,642 460	157	33	X	"
11,661 640	158	33	Y	"
11,680 820	159	33	X	"

Fréquence centrale (GHz)	Répéteur n°	Largeur de bande nominale (MHz)	Polarisation de liaison descendante	Satellite
11,727 480	50	33	Y	HOT BIRD™ 2
11,746 660	51	33	X	"
11,765 840	52	33	Y	"
11,785 020	53	33	X	"
11,804 200	54	33	Y	"
11,823 380	55	33	X	"
11,842 560	56	33	Y	"
11,861 740	57	33	X	"
11,880 920	58	33	Y	"
11,900 100	59	33	X	"
11,919 280	60	33	Y	"
11,938 460	61	33	X	"
11,957 640	62	33	Y	"
11,976 820	63	33	X	"
11,996 000	64	33	Y	"
12,015 180	65	33	X	"
12,034 360	66	33	Y	"
12,053 540	67	33	X	"
12,072 720	68	33	Y	"
12,091 900	69	33	X	"
12,111 080	70	33	Y	HOT BIRD™ 3
12,130 260	71	33	X	"
12,149 440	72	33	Y	"
12,168 620	73	33	X	"
12,187 800	74	33	Y	"
12,206 980	75	33	X	"
12,226 160	76	33	Y	"
12,245 340	77	33	X	"
12,264 520	78	33	Y	"
12,283 700	79	33	X	"
12,302 880	80	33	Y	"
12,322 060	81	33	X	"
12,341 240	82	33	Y	"
12,360 420	83	33	X	"
12,379 600	84	33	Y	"
12,398 780	85	33	X	"
12,417 960	86	33	Y	"
12,437 140	87	33	X	"
12,465 910	88	49,5	Y	"
12,475 500	89	33	X	"
12,519 840	90	33	Y	HOT BIRD™ 5
12,539 020	91	33	X	"
12,558 200	92	33	Y	"
12,577 380	93	33	X	"
12,596 560	94	33	Y	"
12,615 740	95	33	X	HOT BIRD™ 4
12,634 920	96	33	Y	"
12,654 100	97	33	X	"
12,673 280	98	33	Y	"
12,692 460	99	33	X	"
12,713 280	100	33	Y	"
12,730 820	101	33	X	"

### 3. Couvertures des satellites

Le système de satellites HOT BIRD™ fournit différentes couvertures conçues pour desservir différentes zones géographiques et offrir différents niveaux de puissance rayonnée (PIRE). Les caractéristiques des couvertures HOT BIRD™ sont données dans le Tableau 3, les couvertures elles-mêmes étant illustrées dans les Figures 2 à 4.

*Tableau 3 :  
Couvertures  
HOT BIRD™*

Couverture	Fournie sur	Répéteurs	PIRE à saturation (contour intérieur)	Couverture type
Superfaisceau large	HOT BIRD™ 1	tous	49 dBW	Figure 2
Superfaisceau	HOT BIRD™ 2 - 5	tous	53 dBW	Figure 3
Faisceau large	HOT BIRD™ 2 - 5	tous	50 dBW	Figure 4
Faisceau orientable (non utilisé)	HOT BIRD™ 3, 4 (16 répéteurs)	70 - 75, 77, 88 111 - 118	49 dBW	

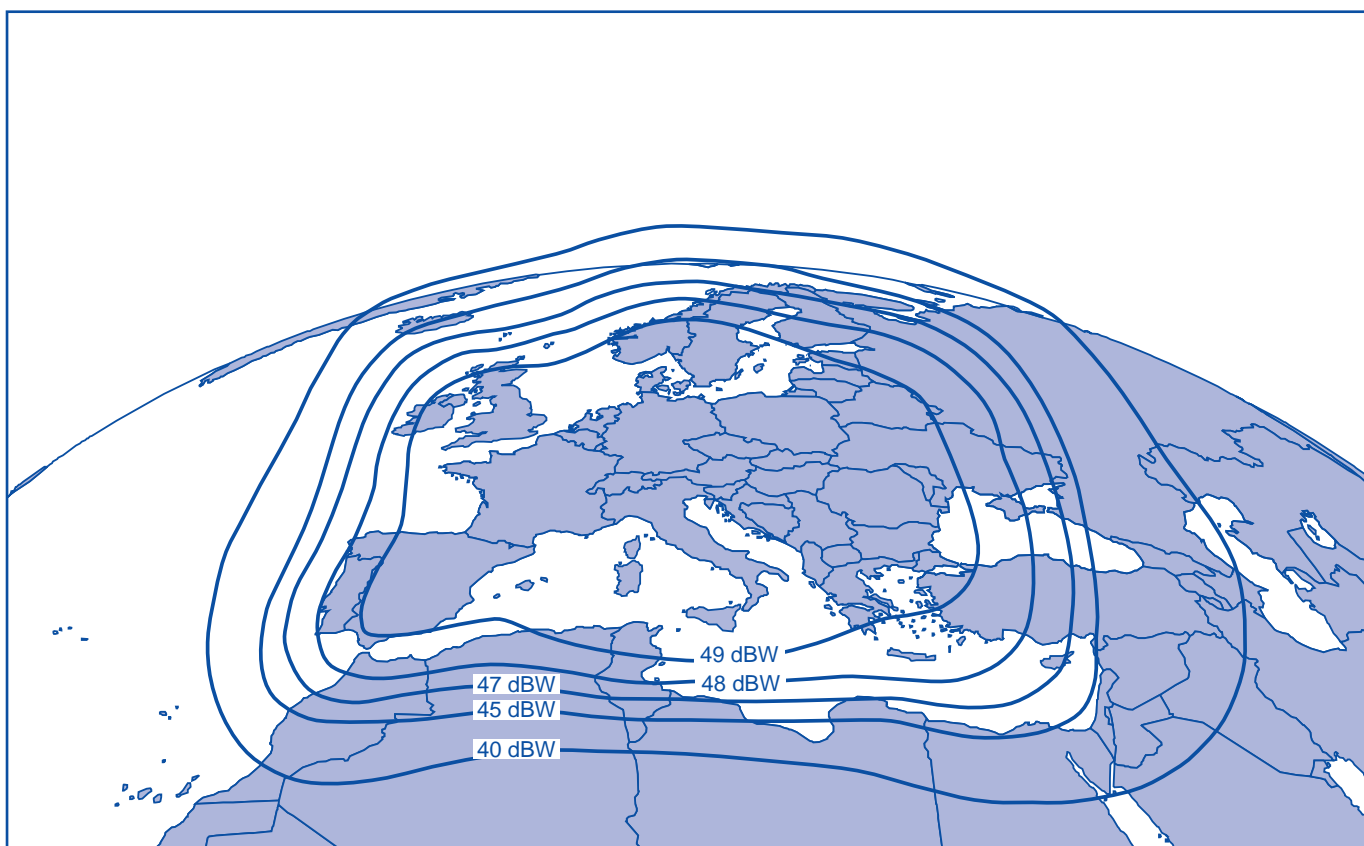
La couverture du Superfaisceau large est fournie par HOT BIRD™ 1 et s'applique donc aux répéteurs 1 à 16.

Tous les autres répéteurs peuvent être connectés à la couverture soit du Superfaisceau soit du Faisceau large, le choix étant fait individuellement, répéteur par répéteur.

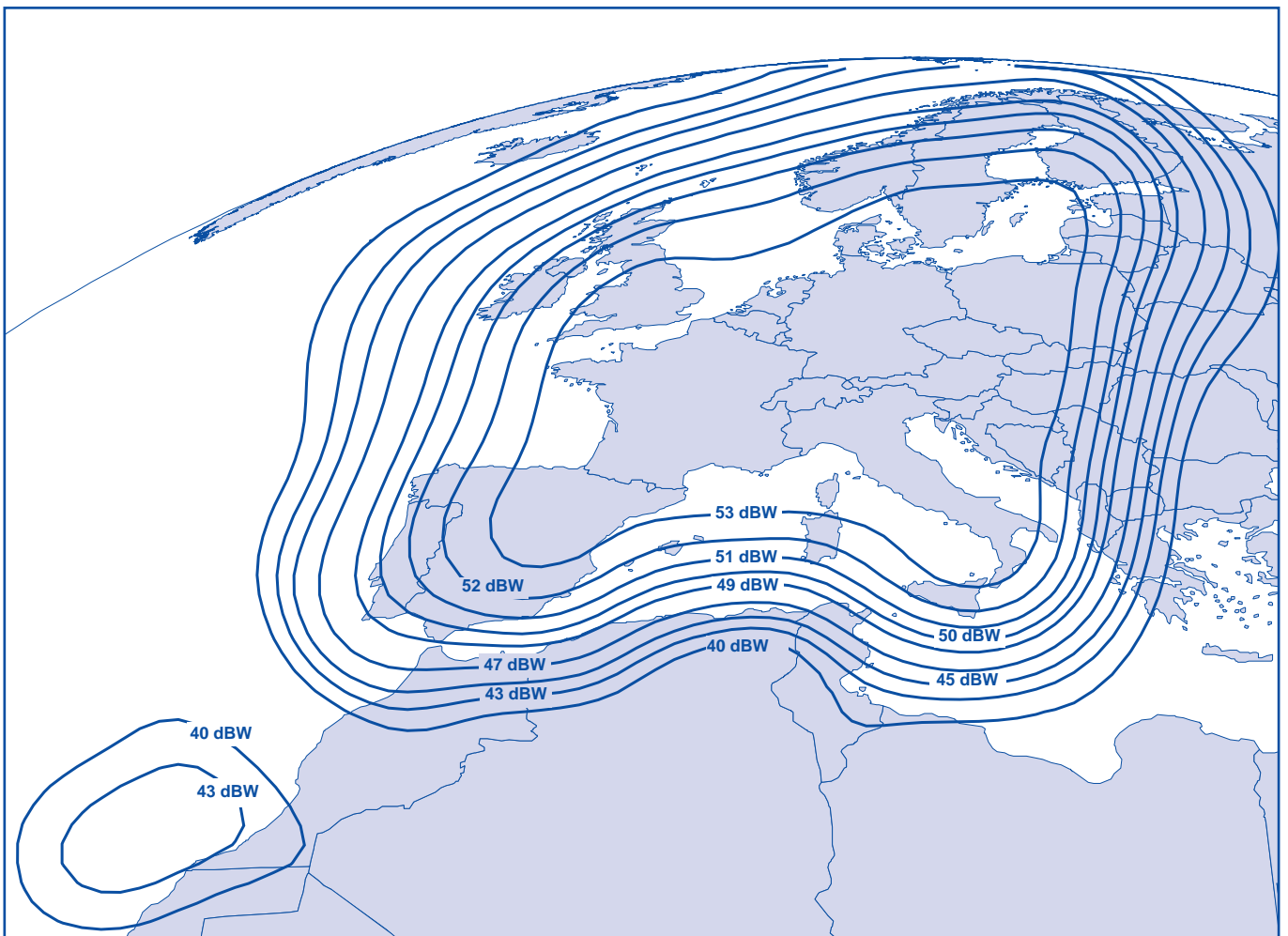
A noter que les contours de chacune des couvertures illustrées dans les Figures 2 à 4 correspondent à des valeurs de PIRE à "saturation"<sup>2</sup>. Dans certains cas, le niveau de PIRE pour une transmission TV donnée peut être inférieur à la valeur de PIRE à saturation, selon la configuration opérationnelle du répéteur. C'est normalement le cas des répéteurs à large bande qui transportent plusieurs porteuses.

<sup>2</sup> Puissance rayonnée par le répéteur lorsqu'il est exploité à son niveau maximum de puissance de sortie (son amplificateur de grande puissance à bord fonctionnant au point de "saturation").

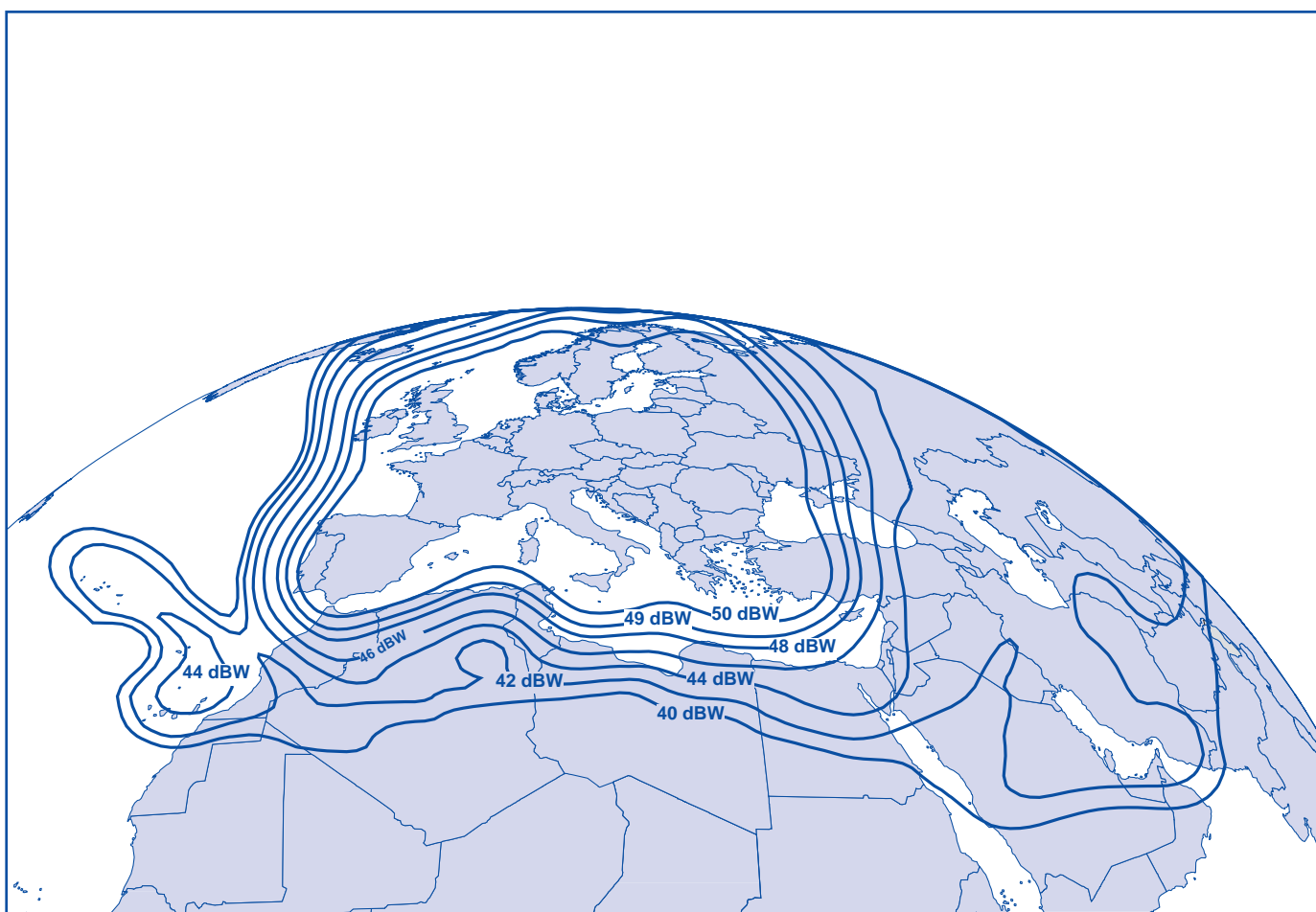
Figure 2 :  
Répéteurs 1 - 16  
(couverture du SUPERFAISCEAU LARGE de HOT BIRD™ 1)



**Figure 3 :**  
**Répéteurs 50 - 159**  
**(couverture du SUPERFAISCEAU de HOT BIRD™ 2, 3, 4, 5)**



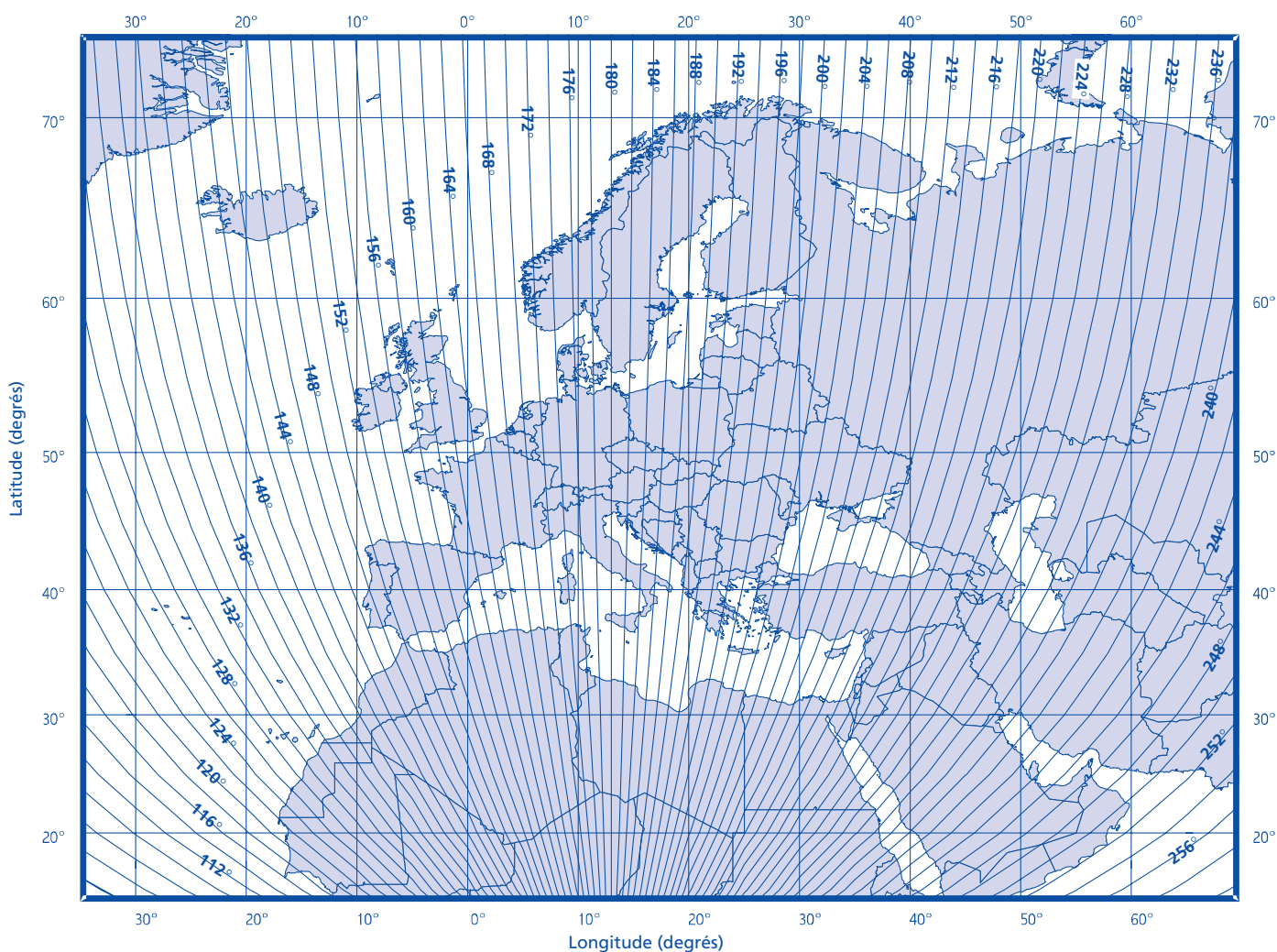
**Figure 4 :**  
**Répéteurs 50 - 159**  
**(couverture du FAISCEAU LARGE de HOT BIRD™ 2, 3, 4, 5)**



## 4. Angles d'azimut, d'élévation et de polarisation

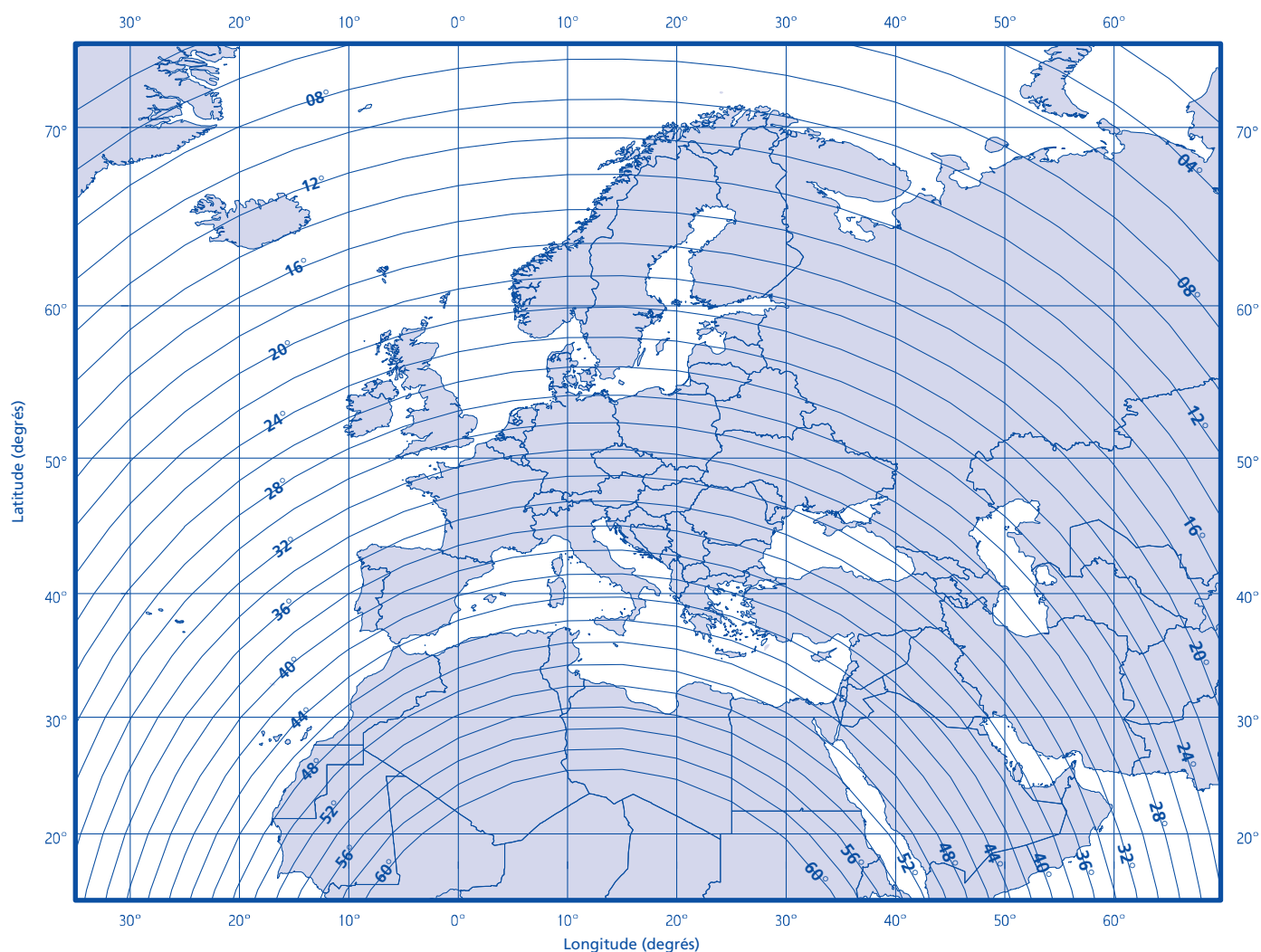
La Figure 5 présente un schéma d'angles d'azimut des satellites HOT BIRD™. Cet angle, mesuré dans le plan horizontal local, est positif dans le sens des aiguilles d'une montre en partant du Nord géographique. Les directions Est et Sud correspondent donc à des valeurs d'azimut respectivement de 90 et 180 degrés.

Figure 5 :  
Angles d'AZIMUT à la position orbitale 13 degrés Est



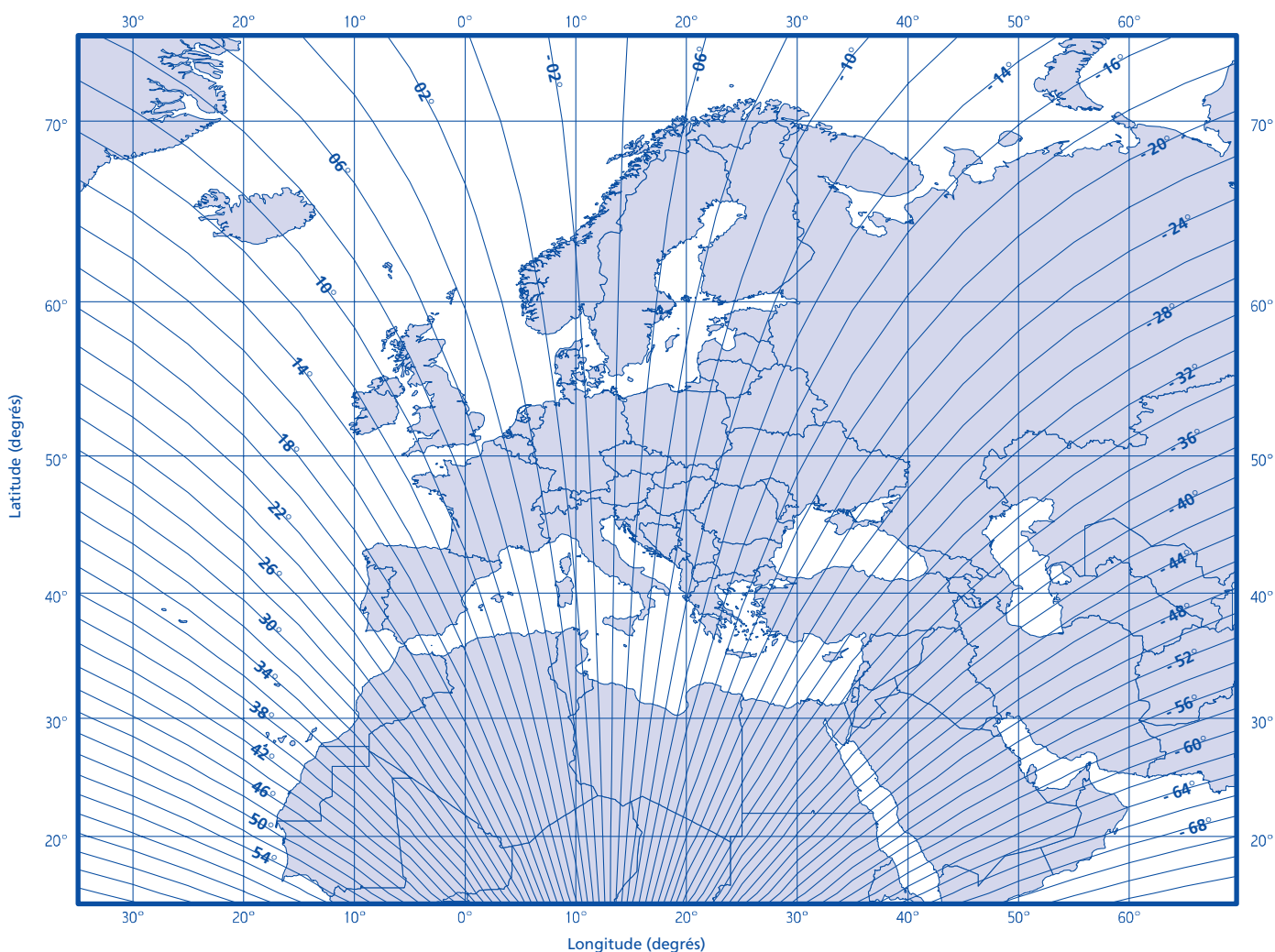
La Figure 6 présente un schéma d'angles d'élévation des satellites HOT BIRD™. Cet angle, mesuré dans le plan vertical local contenant le satellite, est exprimé par rapport au plan horizontal local. La valeur zéro signifie que l'antenne est pointée sur l'horizontale locale.

**Figure 6 :**  
**Angles d'ÉLEVATION à la position orbitale 13 degrés Est**



La Figure 7 présente un schéma d'angles de polarisation des satellites HOT BIRD™, c'est-à-dire l'angle formé par la verticale locale et le plan de polarisation verticale (Y). Une valeur positive signifie une rotation dans le sens des aiguilles d'une montre par rapport à la verticale locale lorsqu'on regarde en direction du satellite.

**Figure 7 :**  
**Angles de POLARISATION à la position orbitale 13 degrés Est**



## 5. Point de contact

Pour tous renseignements, veuillez contacter :

**EUTELSAT DIRECT**

APPEL GRATUIT  
**N° Vert 0 800 0 800 13**

**FAX: 01 40 65 19 98**

Note : ces informations sont disponibles sur le site web d'EUTELSAT :  
<http://www.eutelsat.com/docs/tech>

Ce document est fourni à titre d'information. EUTELSAT décline toute responsabilité pour les erreurs ou omissions qu'il est susceptible de comporter en dépit des efforts pour donner des informations aussi exactes que possible. Elle se réserve le droit de modifier ces informations sans préavis.







70, rue Balard - 75502 Paris Cedex 15