

**INSTITUT BELGE DES SERVICES POSTAUX
ET DES TÉLÉCOMMUNICATIONS**

I B P T

**DÉCISION DU CONSEIL DE L'IBPT
DU 7 AOÛT 2018
CONCERNANT LES DROITS D'UTILISATION DE INMARSAT VENTURES LTD
POUR ÉLÉMENTS TERRESTRES COMPLÉMENTAIRES**

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----|
| 1. Introduction..... | 3 |
| 2. Rétroactes..... | 3 |
| 3. Cadre réglementaire | 3 |
| 3.1. Cadre européen | 3 |
| 3.2. Cadre belge..... | 5 |
| 4. Décision du 29 juin 2016 | 6 |
| 5. Description du réseau EAN | 7 |
| 6. Vérifications | 8 |
| 7. Compatibilité avec les autres utilisateurs du spectre | 10 |
| 8. Consultation publique | 10 |
| 9. Accord de coopération | 10 |
| 10. Décision..... | 11 |
| 11. Voies de recours | 11 |
| Annexe 1. Caractéristiques des éléments terrestres complémentaires | 13 |
| Annexe 2. Contributions reçues..... | 14 |
| A2.1. Contribution de Inmarsat..... | 15 |
| A2.2. Contribution de Eutelsat..... | 19 |
| A2.3. Contribution de ViaSat..... | 27 |
| Annexe 3. Réponses de l'IBPT aux contributions reçues..... | 223 |
| A3.1. Contribution de Inmarsat..... | 223 |
| A3.2. Contribution de Eutelsat..... | 223 |
| A3.3. Contribution de ViaSat..... | 224 |

1. Introduction

La décision 626/2008/CE¹ crée une procédure communautaire de sélection commune des opérateurs de systèmes mobiles par satellite qui utilisent les bandes de fréquences 1980-2010 MHz (pour les communications Terre-satellite) et 2170-2200 MHz (pour les communications satellite-Terre). Elle établit également les dispositions relatives à l'autorisation coordonnée, par les États membres, des opérateurs sélectionnés pour l'utilisation des fréquences assignées en vue de l'exploitation des systèmes mobiles par satellite.

La sélection a été effectuée par la Commission européenne². Deux opérateurs ont été sélectionnés : Inmarsat Ventures Limited (ci-après « Inmarsat ») et Solaris Mobile Limited³.

L'arrêté royal du 11 février 2013 *relatif aux systèmes fournissant des services mobiles par satellite* (ci-après « arrêté royal du 11 février 2013 ») autorise les opérateurs sélectionnés par la Commission européenne à exploiter un système mobile par satellite, pour autant qu'ils aient fait une notification pour la fourniture de services de communications électroniques conformément à l'article 9 de la loi du 13 juin 2005 *relative aux communications électroniques*.

Le réseau satellitaire peut être assisté par des éléments terrestres complémentaires utilisant les mêmes fréquences que la composante satellitaire. En vertu de l'article 8 de l'arrêté royal du 11 février 2013, les opérateurs sélectionnés peuvent installer des éléments terrestres complémentaires (ci-après « ETC ») qui ont été approuvés par l'IBPT.

L'objet de la présente décision est l'approbation des ETC prévus par Inmarsat.

2. Rétroactes

Le 17 juin 2014, Inmarsat a fait une notification pour la fourniture de services de communications électroniques conformément à l'article 9 de la loi du 13 juin 2005 *relative aux communications électroniques*.

Le 13 avril 2016, Inmarsat a transmis à l'IBPT les caractéristiques de six ETC dont la mise en service était prévue le 1^{er} juillet 2017.

Par la décision du Conseil de l'IBPT du 29 juin 2016 *concernant les droits d'utilisation de Inmarsat Ventures Ltd pour éléments terrestres complémentaires* (ci-après « décision du 29 juin 2016 »), l'IBPT a approuvé les six ETC.

La décision du 29 juin 2016 a été annulée par la Cour des marchés le 14 mars 2018.

Le 9 avril 2018, l'IBPT a envoyé un courrier à Inmarsat avec des demandes d'informations supplémentaires concernant le fonctionnement de son réseau EAN⁴. Dans son courrier du 20 avril 2018, Inmarsat a répondu aux questions de l'IBPT.

3. Cadre réglementaire

3.1. Cadre européen

Plusieurs décisions communautaires concernent l'utilisation des bandes de fréquences 1980-2010 MHz (pour les communications Terre-satellite) et 2170-2200 MHz (pour les communications satellite-Terre) par des systèmes mobiles par satellite :

¹ Décision du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 2008 *concernant la sélection et l'autorisation de systèmes fournissant des services mobiles par satellite (MSS)*.

² Décision de la Commission du 13 mai 2009 *concernant la sélection des opérateurs de systèmes paneuropéens fournissant des services mobiles par satellite (MSS)*.

³ Solaris Mobile Limited sera renommée ultérieurement Echo Star.

⁴ *European Aviation network*.

- la décision 2007/98/CE⁵ qui a pour objet d'harmoniser les conditions garantissant la disponibilité et l'utilisation rationnelle des bandes de fréquences 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz pour les systèmes fournissant des services mobiles par satellite dans la Communauté ;
- la décision 626/2008/CE¹ qui a pour objet de favoriser le développement d'un marché intérieur concurrentiel des services mobiles par satellite dans la Communauté et d'assurer une couverture progressive dans tous les États membres ;
- la décision 2009/449/CE² qui retient Inmarsat Ventures Limited et Solaris Mobile Limited³ comme candidats admissibles à l'issue de la première phase de sélection de la procédure de sélection comparative prévue à la décision 626/2008/CE ;
- la décision 2011/667/UE⁶ qui définit les modalités de l'application coordonnée des règles d'exécution des États membres concernant un opérateur autorisé de systèmes mobiles par satellite en cas de manquement présumé aux conditions communes dont son autorisation est assortie.

En particulier, la décision 626/2008/CE contient les dispositions pertinentes relatives aux ETC.

L'article 2.2 de la décision 626/2008/CE contient les définitions suivantes :

« a) « systèmes mobiles par satellite », les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunications entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou entre une station terrienne mobile et un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires utilisés en des points déterminés. Les systèmes de ce type comprennent au moins une station spatiale;

b) « éléments terrestres complémentaires » de systèmes mobiles par satellite, les stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système, où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise. ».

L'article 8 de la décision 626/2008/CE concerne spécifiquement les ETC :

« 1. Les États membres veillent, conformément aux dispositions du droit national et du droit communautaire, à ce que leurs autorités compétentes accordent aux candidats sélectionnés conformément au titre II et autorisés à utiliser le spectre en vertu de l'article 7 les autorisations nécessaires à la fourniture d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite sur leur territoire.

2. Les États membres ne sélectionnent ni n'autorisent aucun opérateur d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite avant que la procédure de sélection prévue au titre II ne se soit achevée par une décision de la Commission adoptée en vertu de l'article 5, paragraphe 2, ou de l'article 6, paragraphe 3. Cela est sans préjudice de l'utilisation de la bande de fréquences de 2 GHz par des systèmes autres que ceux fournissant des MSS conformément à la décision 2007/98/CE.

3. Toutes les autorisations nationales délivrées pour l'exploitation d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite dans la bande de fréquences de 2 GHz sont soumises aux conditions communes suivantes:

⁵ Décision de la Commission du 14 février 2007 sur l'utilisation harmonisée du spectre radioélectrique dans les bandes de fréquences de 2 GHz pour la mise en œuvre de systèmes fournissant des services mobiles par satellite.

⁶ Décision de la Commission du 10 octobre 2011 sur les modalités d'application coordonnée des règles d'exécution concernant les services mobiles par satellite (MSS) conformément à l'article 9, paragraphe 3, de la décision n° 626/2008/CE du Parlement européen et du Conseil.

- a) les opérateurs utilisent les radiofréquences assignées pour la fourniture d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite;
- b) les éléments terrestres complémentaires font partie intégrante du système mobile par satellite et sont contrôlés par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires; ils utilisent le même sens de transmission et les mêmes portions de bande de fréquences que les éléments satellitaires associés, et ne doivent pas nécessiter d'autres fréquences que celles du système mobile par satellite associé;
- c) le fonctionnement autonome des éléments terrestres complémentaires, en cas de panne de l'élément satellitaire du système mobile par satellite associé, ne doit pas dépasser dix-huit mois;
- d) les droits d'utilisation et les autorisations sont accordés pour une durée venant à échéance au plus tard à l'expiration de l'autorisation du système mobile par satellite qui y est associé. ».

3.2. Cadre belge

L'arrêté royal du 11 février 2013 est une mesure nationale visant la mise en œuvre des décisions communautaires concernant l'utilisation des bandes de fréquences 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz par des systèmes mobiles par satellite.

L'arrêté royal du 11 février 2013 octroie des droits d'utilisation aux deux opérateurs sélectionnés par la Commission européenne, à savoir Inmarsat Ventures Limited et Solaris Mobile Limited³.

L'article 1^{er} de l'arrêté royal du 11 février 2013, contient les mêmes définitions que celles de l'article 2.2 de la décision 626/2008/CE :

« 1° " Systèmes mobiles par satellite " : les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunications entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou entre une station terrienne mobile et un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires utilisés en des points déterminés. Les systèmes de ce type comprennent au moins une station spatiale;

2° " Eléments terrestres complémentaires (ou CGC) de systèmes mobiles par satellite " : les stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système, où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise ».

L'article 8 de l'arrêté royal du 11 février 2013, prévoit que les deux opérateurs sélectionnés puissent installer des ETC qui ont été approuvés par l'IBPT :

« Art. 8. Les opérateurs sélectionnés ont l'autorisation d'installer un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires en Belgique sous les conditions suivantes :

1° ils ont fait une notification pour la fourniture de réseaux de communications électroniques conformément à l'article 9 de la loi;

2° chaque élément terrestre complémentaire est approuvé par l'Institut avant sa mise en service;

3° les caractéristiques techniques et le lieu d'installation de chaque élément terrestre complémentaire sont transmis à l'Institut au minimum un mois avant la date souhaitée de mise en service. ».

L'article 9 de l'arrêté royal du 11 février 2013, contient les dispositions relatives aux ETC provenant de l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE :

« Art. 9. § 1er. Les opérateurs sélectionnés utilisent les radiofréquences assignées pour les éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite.

§ 2. Tout élément terrestre complémentaire fait partie intégrante du système mobile par satellite et est contrôlé par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires.

Les opérateurs sélectionnés n'offrent pas, via les éléments terrestres complémentaires, des services autres que ceux offerts via la composante satellitaire.

Tout élément terrestre complémentaire utilise le même sens de transmission et les mêmes portions de bande de fréquences que les éléments satellitaires associés, et ne doit pas nécessiter d'autres fréquences que celles du système mobile par satellite associé.

§ 3. Le fonctionnement autonome de tout élément terrestre complémentaire, en cas de panne de l'élément satellitaire du système mobile par satellite associé, ne doit pas dépasser dix-huit mois.

§ 4. Les autorisations octroyées par l'Institut pour tout élément terrestre complémentaire sont valables jusqu'au 14 mai 2027 ».

4. Décision du 29 juin 2016

Une consultation publique⁷ sur le projet de décision s'est déroulée entre le 8 et le 22 juin 2016. L'IBPT n'a reçu aucune contribution.

Le 29 juin 2016, l'IBPT a adopté la décision du 29 juin 2016, approuvant les six ETC dont les caractéristiques avaient été transmises à l'IBPT par Inmarsat.

Le 27 juillet 2017, ViaSat⁸ a introduit un recours contre la décision du 29 juin 2016 devant la Cour des marchés. Le 5 septembre 2017, Inmarsat a introduit une requête en intervention.

Dans son recours, ViaSat a développé quatre moyens d'annulation :

- premier moyen : l'IBPT a mal interprété et appliqué ses compétences en adoptant la décision ;
- deuxième moyen : la décision attaquée n'est pas conforme au cadre réglementaire européen et belge relatif à l'utilisation de la bande 2 GHz ;
- troisième moyen : la décision attaquée viole les principes fondamentaux d'égalité, de non-discrimination et de transparence consacrés en droit européen et en droit belge ;
- quatrième moyen : la décision attaquée viole l'obligation de motivation.

La Cour des marchés a jugé que le quatrième moyen était fondé et a annulé la décision le 14 mars 2018. La Cour des marchés a en effet estimé que l'IBPT aurait dû vérifier que les ETC qui lui étaient soumis pour approbation correspondaient à la définition de l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal du 11 février 2013 et faisaient partie intégrante du système mobile par satellite développé par l'opérateur sélectionné par la Commission, et plus généralement que les ETC respectaient les conditions fixées à l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE et étaient utilisés dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen. La Cour des marchés n'a, par contre, pas procédé à l'examen des autres moyens d'annulation développés par ViaSat.

⁷ Consultation publique du 8 juin 2016 relative au projet de décision du Conseil de l'IBPT concernant les droits d'utilisation de Inmarsat Ventures Ltd pour éléments terrestres complémentaires.

⁸ La société de droit anglais ViaSat UK Ltd et la société de droit du Delaware (Etats-Unis) ViaSat Inc.

5. Description du réseau EAN

Le réseau qu'Inmarsat veut utiliser afin de fournir des services de communications électroniques à bord des avions est appelé EAN. Le réseau EAN est représenté à la figure 1.

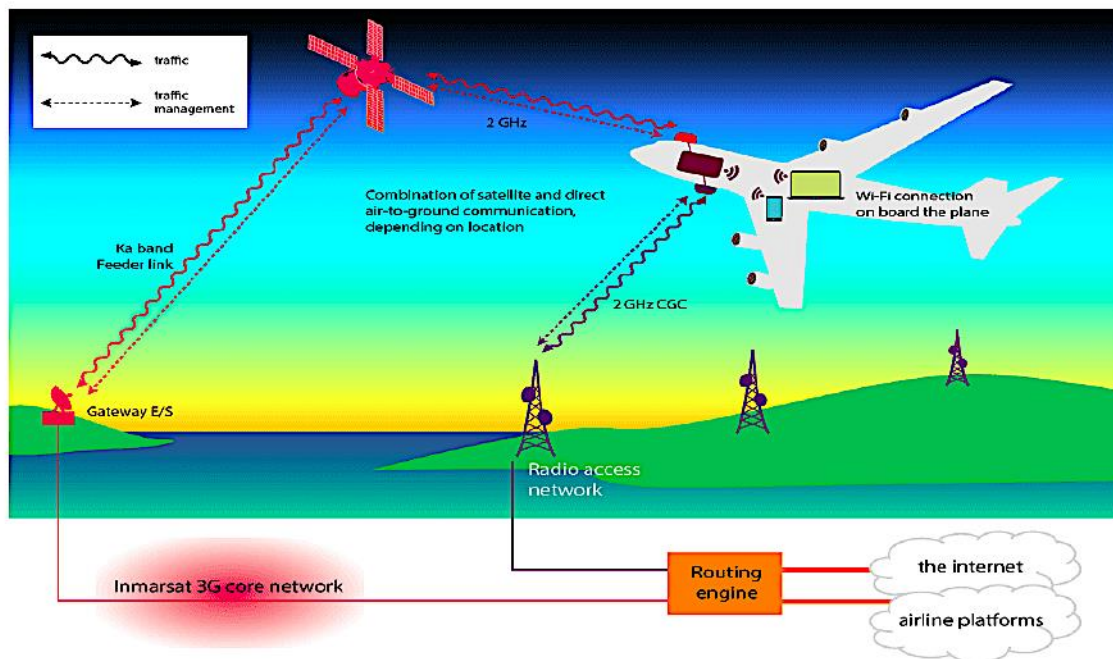


Figure 1 : Réseau EAN

Le réseau EAN est composé d'une composante satellitaire (figure 1, partie en rouge) et d'une composante terrestre (figure 1, partie en violet).

Le terminal satellite au-dessus de l'avion est connecté au satellite en utilisant les bandes de fréquences 1980-1995 MHz (terminal satellite vers satellite) et 2170-2185 MHz (satellite vers terminal satellite). Cette connexion est autorisée en Belgique par les droits d'utilisation octroyés à Inmarsat par l'arrêté royal du 11 février 2013.

Le satellite est lui-même connecté à une station d'accès (figure 1, « *Gateway E/S* ») située en Grèce. Cette connexion ne nécessite pas de droits d'utilisation en Belgique vu que la station d'accès se situe en Grèce.

Le terminal en-dessous de l'avion est connecté aux ETC (figure 1, « *Radio access network* ») situés au sol en utilisant les bandes de fréquences 1980-1995 MHz (terminal vers ETC) et 2170-2185 MHz (ETC vers terminal). La composante terrestre du réseau EAN, quand il sera complètement opérationnel, comptera environ 300 sites d'émissions pour les ETC, situés dans différents pays européens, dont la Belgique. Les ETC situés en Belgique sont autorisés par les droits d'utilisation octroyés à Inmarsat par la présente décision.

Les terminaux des passagers dans l'avion ne sont pas connectés directement au satellite ou aux ETC. Les terminaux des passagers sont connectés à un routeur WiFi qui est lui-même connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion.

Les composantes satellitaire et terrestre sont connectées à l'Internet via un routeur (figure 1, « *Routing engine* »). Ce routeur contrôle l'utilisation du terminal satellite et du terminal en-dessous de l'avion par le routeur WiFi à bord de l'avion en fonction des ressources disponibles.

6. Vérifications

Pour rappel, la Cour des marchés a jugé que l'IBPT aurait dû vérifier que les ETC qui lui étaient soumis pour approbation correspondaient à la définition de l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal du 11 février 2013 et faisaient partie intégrante du système mobile par satellite développé par l'opérateur sélectionné par la Commission, et plus généralement que les ETC respectaient les conditions fixées à l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE et étaient utilisés dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen.

Les systèmes mobiles par satellite sont définis comme « *les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunications entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou entre une station terrienne mobile et un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires utilisés en des points déterminés. Les systèmes de ce type comprennent au moins une station spatiale* » (article 1, 1^o de l'arrêté royal du 11 février 2013).

Les ETC font partie intégrante du système mobile par satellite développé par Inmarsat.

- a) Une station spatiale est une station située sur un objet qui se trouve, est destiné à aller, ou est allé, au-delà de la partie principale de l'atmosphère terrestre⁹. Le satellite déployé par Inmarsat est donc bien une station spatiale.
- b) Une station terrienne est une station située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre, et destinée à communiquer avec une ou plusieurs stations spatiales¹⁰. Le système installé à bord de l'avion composé du routeur WiFi, connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion, est donc bien une station terrienne.
- c) Une station terrienne mobile est une station terrienne destinée à être utilisée lorsqu'elle est en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés¹¹. Le système installé à bord de l'avion composé du routeur WiFi, connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion, est donc bien une station terrienne mobile.

Les ETC sont définis à l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal du 11 février 2013 comme « *les stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système, où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise* ».

Les ETC correspondent à la définition de l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal du 11 février 2013.

- a) Les ETC sont effectivement utilisés au sol en des points fixes déterminés à l'annexe de la présente décision.
- b) L'entièreterté du territoire belge est situé à l'intérieur de l'empreinte du satellite déployé par Inmarsat.
- c) La composante terrestre permet d'augmenter la disponibilité du service offert en apportant de la capacité additionnelle, y compris là où les communications ne peuvent être assurées avec la qualité requise avec la composante satellitaire seule, en raison de la forte demande de ressources.

⁹ Numéro 1.64 du Règlement des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications.

¹⁰ Numéro 1.63 du Règlement des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications.

¹¹ Numéro 1.68 du Règlement des radiocommunications de l'Union internationale des télécommunications.

En vertu de l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE, les droits d'utilisation pour des ETC sont soumis aux conditions suivantes :

- « a) les opérateurs utilisent les radiofréquences assignées pour la fourniture d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite;*
- b) les éléments terrestres complémentaires font partie intégrante du système mobile par satellite et sont contrôlés par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires; ils utilisent le même sens de transmission et les mêmes portions de bande de fréquences que les éléments satellitaires associés, et ne doivent pas nécessiter d'autres fréquences que celles du système mobile par satellite associé;*
- c) le fonctionnement autonome des éléments terrestres complémentaires, en cas de panne de l'élément satellitaire du système mobile par satellite associé, ne doit pas dépasser dix-huit mois; »*
- d) les droits d'utilisation et les autorisations sont accordés pour une durée venant à échéance au plus tard à l'expiration de l'autorisation du système mobile par satellite qui y est associé. ».*

Les ETC respectent les conditions fixées à l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE.

- a) Les ETC utilisent les bandes de fréquences 1980-1995 MHz et 2170-2185 MHz, qui sont celles octroyées à Inmarsat par l'arrêté royal du 11 février 2013.
- b) Les ETC font partie intégrante du réseau EAN et sont contrôlés par le même mécanisme que la composante satellitaire. Les ETC utilisent les mêmes portions de bandes de fréquences, 1980-1995 MHz et 2170-2185 MHz, que la composante satellitaire et le même sens de transmission et ne nécessitent donc pas d'autres fréquences que celles du système mobile par satellite associé.
- c) Il n'y a, à ce stade, aucune raison de supposer que la composante satellitaire pourrait être indisponible.
- d) Les droits d'utilisation octroyés pour les ETC sont valables jusqu'au 14 mai 2027, comme les droits d'utilisation octroyés à Inmarsat par l'arrêté royal du 11 février 2013.

En conclusion, les ETC sont utilisés dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen et belge.

Inmarsat a confirmé¹² que son réseau EAN pourrait techniquement fonctionner sans que les compagnies aériennes n'installent le terminal satellite, et donc sans utiliser la composante satellitaire. Le réseau EAN, sans la composante satellitaire, ne respecterait *a priori* pas le cadre législatif européen et belge. Vu que la présente décision autorise des ETC conformément aux articles 8 et 9 de l'arrêté royal du 11 février 2013, le fonctionnement du réseau EAN sans la composante satellitaire, pourrait constituer une infraction à la présente décision.

Inmarsat a confirmé¹² que les contrats avec les compagnies aériennes couvraient systématiquement les composantes terrestre et satellitaire. Les compagnies aériennes ne contrôlent pas la manière dont les deux composantes sont utilisées. Il n'est donc pas possible pour une compagnie aérienne de ne pas installer les terminaux satellites, ni même de ne pas les utiliser.

Bien que dans la plupart des cas, le terminal en-dessous de l'avion sera installé en premier, Inmarsat a confirmé¹² qu'en règle générale¹³, le service commercial ne sera pas activé avant que

¹² Courrier du 20 avril 2018.

¹³ Inmarsat prévoit cependant des scénarios exceptionnels où le service commercial serait activé pour les avions déjà équipés du terminal en-dessous de l'avion, avec un calendrier précis pour l'installation imminente du terminal satellite.

le terminal satellite ne soit installé. En général, pour les avions équipés initialement du seul terminal en-dessous de l'avion, Inmarsat effectuera uniquement des tests non commerciaux.

Les explications fournies par Inmarsat suffisent, à ce stade, à convaincre l'IBPT qu'Inmarsat n'a pas l'intention de fournir des services à partir de son réseau EAN, sans utiliser la composante satellitaire. L'IBPT contrôlera que la composante satellitaire du réseau EAN est effectivement utilisée. Si l'IBPT constatait que la composante satellitaire du réseau EAN n'était pas utilisée, il pourrait, sur la base de l'article 21 de la loi du 17 janvier 2003 *relative au statut du régulateur des secteurs des postes et des télécommunications belges*, entamer une procédure d'infraction qui pourrait déboucher, le cas échéant, sur la sanction du retrait des droits d'utilisation d'Inmarsat.

7. Compatibilité avec les autres utilisateurs du spectre

La compatibilité avec les systèmes utilisant les bandes adjacentes a été étudiée dans le rapport 233 de l'ECC¹⁴. Ce rapport identifie, entre autres, les conditions nécessaires pour que le système déployé par Inmarsat ne cause pas de brouillage préjudiciable aux réseaux 3G utilisant les bandes de fréquences 1920-1980 MHz et 2110-2170 MHz.

Le rapport 233 de l'ECC propose une limite de puissance surfacique produite au niveau du sol, par les terminaux aéronautiques, dans la bande de fréquence 1920-1980 MHz. La présente décision impose le respect de cette limite de puissance surfacique par les terminaux aéronautiques utilisant le système déployé par Inmarsat.

8. Consultation publique

La consultation publique sur le projet de décision du Conseil de l'IBPT *concernant les droits d'utilisation de Inmarsat Ventures Ltd pour éléments terrestres complémentaires* s'est déroulée du 18 mai au 15 juin 2018.

Les parties suivantes ont transmis leur contribution :

- Inmarsat ;
- Eutelsat S.A. ;
- ViaSat.

Les trois contributions figurent à l'annexe 2. Un compte rendu des points soulevés et les réponses apportées par l'IBPT figurent à l'annexe 3.

9. Accord de coopération

L'IBPT a transmis le projet de la présente décision aux autorités de régulation communautaires conformément à la procédure décrite aux alinéas 1^{er} et 2 de l'article 3 de l'accord de coopération du 17 novembre 2006 :

« Art. 3. Chaque projet de décision d'une autorité de régulation relatif aux réseaux de communications électroniques est transmis par cette autorité aux autres autorités de régulation énumérées à l'article 2, 2°, du présent accord de coopération. »

Les autorités de régulation consultées font part de leurs remarques à l'autorité de régulation qui a transmis le projet de décision dans les 14 jours civils. »

L'IBPT a reçu une réponse de la part du CSA, du Medienrat et du VRM, lesquels n'ont pas d'objection contre la décision.

¹⁴ ECC Report 233, *Adjacent band compatibility studies for aeronautical CGC systems operating in the bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz.*

10. Décision

1. Des droits d'utilisation pour les éléments terrestres complémentaires dont les caractéristiques figurent en annexe sont attribués à :

Inmarsat Ventures Limited
99, City Road
London EC1Y 1AX
Royaume-Uni ;

ci-après « Inmarsat ».

2. Les conditions suivantes sont liées à cette attribution :

- 2.1. Les droits d'utilisation sont valables jusqu'au 14 mai 2027 ;

- 2.2. Les terminaux aéronautiques ne peuvent pas produire, dans la bande 1920-1980 MHz, au niveau du sol, un niveau de puissance surfacique supérieur à :

- $PF D(\delta) = 2 * \delta - 125.5$ dB(W/m²/5 MHz) pour $0^\circ \leq \delta \leq 5^\circ$

- $PF D(\delta) = \frac{13}{85} * \delta - 116.3$ dB(W/m²/5 MHz) pour $5^\circ < \delta \leq 90^\circ$

avec δ représentant l'angle d'arrivée à la surface de la Terre par rapport à l'horizontale ;

- 2.3. Inmarsat exerce les droits d'utilisation conformément aux obligations résultant de la loi du 13 juin 2005 *relative aux communications électroniques*, l'arrêté royal du 11 février 2013 *relatif aux systèmes fournissant des services mobiles par satellite* et de toute autre législation, réglementation ou décision individuelle d'application en la matière.

11. Voies de recours

Conformément à l'article 2, § 1 de la loi du 17 janvier 2003 concernant les recours et le traitement des litiges à l'occasion de la loi du 17 janvier 2003 relative au statut du régulateur des secteurs des postes et télécommunications belges, vous avez la possibilité d'introduire un recours contre cette décision devant la Cour des marchés, Place Poelaert 1, B-1000 Bruxelles. Les recours sont formés, à peine de nullité prononcée d'office, par requête signée et déposée au greffe de la Cour d'appel de Bruxelles dans un délai de soixante jours à partir de la notification de la décision ou à défaut de notification, après la publication de la décision ou à défaut de publication, après la prise de connaissance de la décision.

La requête contient, à peine de nullité, les mentions requises par l'article 2, § 2 de la loi du 17 janvier 2003 concernant les recours et le traitement des litiges à l'occasion de la loi du 17 janvier 2003 relative au statut du régulateur des secteurs des postes et télécommunications belges. Si la requête contient des éléments que vous considérez comme confidentiels, vous devez l'indiquer de manière explicite et déposer, à peine de nullité, une version non-confidentielle de celle-ci. L'Institut publie sur son site Internet la requête notifiée par le Greffe de la juridiction. Toute partie intéressée peut intervenir à la cause dans les trente jours qui suivent cette publication.

Axel Desmedt
Membre du Conseil

Jack Hamande
Membre du Conseil

Luc Vanfleteren
Membre du Conseil

Michel Van Bellinghen
Président du Conseil

Annexe 1. Caractéristiques des éléments terrestres complémentaires

| Site | Longitude | Latitude | Hauteur d'antenne (m) | Fréquence d'émission (MHz) | Fréquence de réception (MHz) | Largeur de bande (MHz) | PIRE maximale (dBW) | Azimuth principal | Elévation principale |
|--------------------|-----------|----------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| Genk | 5.5086 | 50.9458 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 10 | 15 |
| Genk | 5.5086 | 50.9458 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 164 | 15 |
| Genk | 5.5086 | 50.9458 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 295 | 15 |
| Sint Pieters Leeuw | 4.2239 | 50.7678 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 0 | 15 |
| Sint Pieters Leeuw | 4.2239 | 50.7678 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 131 | 16 |
| Sint Pieters Leeuw | 4.2239 | 50.7678 | 40 | 2177.5 | 1987.5 | 15 | 32 | 215 | 15 |

Annexe 2. Contributions reçues

A2.1. Contribution de Inmarsat

Belgian Institute for Postal services and Telecommunications
Koning Albert II-laan 35
1030 Brussels, Belgium

ATTN: Mr Michael Vandroogenbroek

99 City Road
London EC1Y 1AX
United Kingdom

T +44 (0)20 7728 1000
F +44 (0)20 7728 1044
W inmarsat.com

12 June 2018

Subject: Consultation on the draft decision concerning user rights of Inmarsat Ventures Ltd for the complementary ground components (CGC)

Dear Mr Vandroogenbroek,

I am pleased to attach Inmarsat's responses to BIPT's Consultation of the draft decision the user rights of Inmarsat Ventures Ltd for the complementary ground components (CGC), published on 18 May.

In summary, we are in full agreement with the draft decision as published, and fully understand the diligent explanations and verifications outlined by BIPT therein, which together confirm that Inmarsat's EAN is indeed in full compliance with the applicable regulatory framework on 2GHz MSS, including CGC. This view is not only shared by Inmarsat, but by all other national regulatory authorities which have completed their assessment process and concluded on the suitability of the Inmarsat EAN implementation as compliant with the regulatory framework.

We remain at BIPT's full disposal throughout the next stages of the authorisation process in Belgium, to provide all assistance necessary. We take this opportunity to highlight the urgency for Inmarsat to be re-issued with the rights of use for its CGCs in Belgium.

Yours Sincerely,



Fabio Leite
VP, Regulatory & Market Access
Inmarsat Ventures Limited

ANNEX 1

Response to BIPT Consultation on the draft decision on the user rights of Inmarsat Ventures Ltd's for complementary ground components (CGC)

- Inmarsat agrees with BIPT's interpretation of the Market Court's judgment of 14 March 2018 annulling the previous CGC authorisation decision of 29 June 2016 (Section 4 of the draft decision). The Market Court has annulled the previous decision on procedural grounds, i.e. it was the Market Court's view that BIPT did not confirm in its decision that the CGCs comply with certain conditions of the EU regulatory framework for MSS, in particular the definition of "CGC" under Article 2(2) of EU Decision No. 626/2008/EC ("the MSS Decision") and the "common conditions" of Article 8(3) of the MSS Decision, as transposed by respectively Articles 1(2) and 9 of the Royal Decree of 11 February 2013 (the "MSS Royal Decree"). Inmarsat considers that the new draft decision contains the necessary additional reasoning and verifications in Section 6 (see below).
- Inmarsat recalls that it derives its right to use the 2 GHz frequency band (1980-2010 MHz uplink and 2170-2200 MHz downlink) for MSS in Belgium directly from the MSS Royal Decree and that the scope of BIPT's decision is limited to authorising the CGCs, having verified their compliance with the relevant conditions of the regulatory framework. Inmarsat therefore considers that BIPT correctly limited its assessment to Article 1, 1° and 2° of the MSS Royal Decree (implementing Article 2(2) of the MSS Decision) and Article 8 and 9 of the MSS Royal Decree (implementing Article 8 of the MSS Decision) and that this meets the requirements of the judgment of the Market Court.
- Inmarsat confirms that BIPT's summary description (under Section 5) of the European Aviation Network (EAN), Inmarsat's fully integrated MSS with CGC system, is correct.
- Inmarsat agrees entirely with BIPT's diligent and thorough "verifications" (outlined under Section 6) regarding the compliance of Inmarsat's EAN with each of the relevant conditions under the EU and national frameworks as well as with the definitions applicable to the CGC component (all of which are recalled under Section 3 of the draft decision). Most notably, the draft decision confirms the compliance of Inmarsat's ground stations in Belgium with the definition of "CGC" as provided for under Article 1(2) of the MSS Royal Decree, based on Article 2(2) of the MSS Decision, and more generally their compliance with the "common conditions" stipulated at Article 8(3) of the MSS Decision.
- Inmarsat fully supports BIPT's conclusion under Section 6, on the basis of its detailed verifications, that Inmarsat's EAN is indeed in full compliance with respect the relevant conditions and definitions. Furthermore, this same conclusion has been reached by not just BIPT, but all national regulatory authorities of the Member States which have already completed their assessment process, several of which have published their decisions in

similar consultation processes as in Belgium. Inmarsat would only suggest the following minor changes to the text in order to improve its clarity and precision:

- On page 8 of the draft decision, at point c) at the bottom of the page : replace « *en particulier* » (“in particular”) by « *y compris* » (“including”) ;
 - On page 9 of the draft decision, add to point b) in the middle of the page the words « *et ne nécessitent donc pas d’autres fréquences que le système de services mobiles par satellite associé* » (“and therefore do not increase the frequency requirements of the associated MSS system”) ;
 - On page 9 under point c), delete « *pour une période dépassant 18 mois* » (« for a period exceeding 18 months »), which is superfluous ;
 - Still on page 9, under « *En conclusion ...* », first paragraph, adapt the last part of the sentence as follows: « *Inmarsat a confirmé que son réseau EAN pourrait techniquement fonctionner sans que les compagnies aériennes n’installent le terminal satellite, et donc sans utiliser la composante satellitaire* » (« Inmarsat has confirmed that its EAN network could technically operate without the airlines installing the satellite terminal, and therefore without using the satellite component »).
- Inmarsat confirms that it has provided to BIPT detailed technical and commercial information concerning the EAN, even before the 2016 CGC Decision was adopted. The latest information we have provided to BIPT has formed the basis for BIPT’s network descriptions and verifications on compliance against the regulatory frameworks in the draft decision. We therefore confirm the validity of all such references and statements as made by BIPT throughout the draft decision document.
 - Inmarsat takes note of BIPT’s intention to monitor that the satellite component of the EAN network is effectively used and will be providing all necessary information and assistance to BIPT in order to enable it to carry out its future monitoring tasks. For the avoidance of any doubt, Inmarsat confirms once again that we do not intend to provide EAN services via the CGC alone, without use of the satellite component.

A2.2. Contribution de Eutelsat

Consultation organisée par le Conseil de l'IBPT relative au Projet de décision du Conseil de l'IBPT concernant les droits d'utilisation d'Inmarsat Ventures Ltd pour éléments terrestres complémentaires

REPONSE D'EUTELSAT S.A.

A la suite de la décision d'annulation de la Cour des marchés du 14 mars 2018 de sa précédente décision du 29 juin 2016 approuvant les six éléments terrestres complémentaires ("ETC") d'Inmarsat Ventures Ltd ("Inmarsat"), l'IBPT soumet à consultation son nouveau projet de décision concernant les droits d'utilisation ETC d'Inmarsat.

Aux motifs de sa décision du 14 mars 2018, la Cour des marchés a considéré que l'IBPT avait approuvé les ETC d'Inmarsat sans procéder à la vérification requise par l'arrêté royal du 11 février 2013 ("l'arrêté royal") que les ETC qui lui étaient soumis pour approbation correspondaient à la définition de l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal et faisant partie intégrante du système mobile par satellite ("MSS") d'Inmarsat, et, plus généralement, que les ETC respectaient les conditions fixées par l'article 8.3 de la décision 626/2008/CE du Parlement européen et du Conseil (la "Décision MSS").

Or, en l'espèce, Eutelsat considère que, dans le cadre de son nouveau projet de décision, l'IBPT n'a pas respecté l'obligation de motivation et de vérification qui s'imposait à lui en vertu de l'arrêt de la Cour des marchés du 14 mars 2018 et que les conclusions qui y sont énoncées sont erronées et relèvent plus de l'affirmation que de la vérification.

Dans ces conditions, nous demandons à l'IBPT de ne pas délivrer l'autorisation pour des ETC qui ne sont conformes ni avec le cadre réglementaire belge, ni avec le cadre réglementaire européen, et qui modifient la nature du service délivré ainsi que l'usage même d'une bande de fréquence dédiée aux usages satellitaires.

1) A titre liminaire, le défaut de vérification effective de la conformité du projet présenté par Inmarsat au cadre réglementaire applicable persiste dans le projet de décision soumis à consultation

Pour rappel, l'article 8 de la Décision MSS, reprises au chapitre 3 de l'arrêté royal, fixe les conditions communes que les autorisations d'utilisation de fréquences des ETC doivent respecter.

En conséquence, comme cela lui a été rappelé par la Cour des marchés, l'IBPT a l'obligation de vérifier – lors de l'instruction de la demande d'autorisation présentée par INMARSAT – que chaque ETC répond effectivement à chacune des conditions énoncée par ce texte :

*« Ceci implique nécessairement, tenant compte de l'article 8 de la Décision MSS [...] **que l'Institut vérifie que les ETC** qui lui sont soumis pour approbation **correspondent à la définition** reprise à l'article 1^{er}, 2^o de l'arrêté royal MSS et fassent partie intégrante du système mobile par satellite développé par l'opérateur sélectionné par la Commission **et plus généralement que les ETC correspondent aux conditions communes fixées à l'article 8.3. de la Décision MSS** et sont utilisés dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen [...]*

L'IBPT reconnaît qu'il n'a, dans sa courte décision, pas vérifié si les éléments terrestres qui lui étaient soumis pour approbation correspondaient à la définition de l'ETC [...] et plus généralement si les éléments terrestres soumis correspondaient aux conditions communes fixées à l'article 8.3. [...]

N'ayant pas opéré cette vérification, la Décision de l'IBPT n'est pas régulièrement motivée [...] le quatrième moyen est dès lors fondé, ce qui justifie l'annulation de la Décision »¹ (gras et soulignement ajoutés).

Or, en l'espèce, le Conseil de l'IBPT **se borne à affirmer** que le projet d'Inmarsat serait conforme à la Décision MSS, **sans à aucun moment expliquer en quoi il le serait effectivement**, ni même quelles vérifications auraient été effectuées pour aboutir à une telle affirmation.

Et pour cause, ce projet n'est nullement conforme au cadre juridique applicable.

2) L'autorisation pour les éléments terrestres complémentaires ne doit pas modifier la nature du service et ne peut être délivrée qu'au regard d'une vérification *a priori* du système satellitaire

a- Cadre réglementaire européen

La Décision MSS ne prévoit la possibilité pour les Etats membres d'autoriser l'usage d'ETC à la composante satellitaire des MSS que pour « *améliorer la disponibilité des MSS proposés dans les zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise* » (considérant 18).

A ce titre, le considérant précité prévoit que les « *autorités nationales compétentes* » peuvent formuler des « *demandes spécifiques (...) à l'adresse des candidats sélectionnés pour qu'ils fournissent des informations techniques indiquant en quoi des éléments terrestres complémentaires particuliers amélioreraient la disponibilité des MSS proposés dans les zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise* ».

En effet, ces « éléments terrestres complémentaires » sont définis à l'article 2, lequel prévoit expressément qu'il s'agit de « *stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système, où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise* » (soulignements ajoutés).

b- Cadre réglementaire belge

Conformément aux dispositions de l'article 7 de la Décision MSS et à l'article 3 de la décision 2009/449/CE (« décision de sélection »), l'arrêté royal autorise Inmarsat à exploiter un système mobile par satellite sur la base d'une simple notification pour la fourniture de services de communications électroniques conformément à l'article 9 de la loi du 13 juin 2005 relative aux communications électroniques. Inmarsat a soumis le 14 juin 2014 la notification requise à l'IBPT et est donc présumée disposer de l'autorisation d'exploiter la composante satellitaire de l'EAN. Par ailleurs, en vertu de l'article 8 de l'arrêté royal, les opérateurs sélectionnés peuvent installer des ETC qui ont été approuvés par l'IBPT. L'article 9 de l'arrêté royal qui fixe les conditions relatives aux ETC reprend les conditions prévues par l'article 8 de la Décision MSS.

Compte tenu de la définition et la destination des ETC dans la Décision MSS, la nécessité et la pertinence mêmes de leur déploiement ne pourront être appréciées par les régulateurs nationaux qu'à l'issue d'un contrôle *a priori* des performances de la composante satellitaire. Celles-ci peuvent être évaluées, au niveau national, selon plusieurs critères tels que la capacité satellitaire réelle disponible sur le territoire, les performances effectives en termes de débit, le type de services de communications électroniques fournis au moyen de cette capacité.

Ce n'est qu'une fois cette analyse menée par l'IBPT que celle-ci pourra juger si le déploiement des ETC se justifie et requiert la délivrance d'une autorisation spécifique. Le lancement du satellite embarquant la charge utile en

¹ Cour d'appel de Bruxelles, 19^{ème} chambre A, 14 mars 2018, n° 2018/2365, pp. 32-33.

bande S ne saurait, en aucun cas, suffire à déclencher la délivrance de cette autorisation. Il ne démontre en rien que la composante satellitaire permet à elle seule d'assurer la disponibilité des services « avec la qualité requise » sur tout le territoire national, et que le projet EAN est conforme à la Décision MSS.

En l'espèce, les vérifications auxquelles l'IBPT indique avoir procédé restent purement théoriques, relativement sommaires, et uniquement basées sur les déclarations, apparemment peu précises², d'Inmarsat dans le courrier adressé à l'IBPT le 20 avril 2018. Dans ces conditions, elles ne permettent pas de répondre aux obligations fixées par la Cour et l'arrêté royal.

c- Les éléments terrestres complémentaires modifient la nature du service

En outre, en application de l'article 9 de l'arrêté royal précité : « *Les opérateurs sélectionnés n'offrent pas, via les éléments terrestres complémentaires, des services autres que ceux offerts via la composante satellitaire* ».

La nature (ou classification) d'un service « broadband / haut débit » dépend directement de la capacité d'un système de communication à fournir un débit minimal.

Or, à partir de données publiques et sur la base de plusieurs présentations officielles récentes d'Inmarsat, il est ainsi possible d'effectuer un calcul simple - combinant le nombre de faisceaux du satellite utilisé par Inmarsat (3), la bande disponible (2 x 15 MHz) et l'efficacité spectrale des systèmes satellitaires - qui permet de démontrer que la capacité totale de la composante satellitaire du système EAN ne dépassera pas un débit de l'ordre de 100 Mbps. En prenant en compte les données du trafic aérien européen, il semble peu probable que la composante MSS du système EAN puisse délivrer des performances, en terme de débit, de services de nature « broadband » comme définie par l'OCDE ou la commission Européenne. Cependant, en y ajoutant les ETC, le service EAN peut le devenir. Ainsi, le déploiement des ETC modifiera la nature du service distribué.

Ce changement manifeste de l'EAN est en totale contradiction avec le cadre réglementaire belge tel que prévu par l'arrêté royal.

3) Les éléments terrestres complémentaires opérant dans la bande de fréquences 2 GHz pour le service EAN ne sont, en aucun cas, « complémentaires » et modifient la nature du service

Si l'approche de l'IBPT, consistant à délivrer dès à présent une nouvelle autorisation à Inmarsat pour les ETC sans vérifier au préalable les performances réelles du segment satellitaire nous paraît déjà en contradiction avec la Décision MSS, le caractère non complémentaire des éléments terrestres qu'Inmarsat entend (faire) déployer les rend, en tout état de cause, incompatibles avec le cadre réglementaire européen et belge.

En effet, en application de la Décision MSS et de l'article 1^{er}, 2° de l'arrêté royal, les éléments terrestres complémentaires, comme leur nom l'indique, ne peuvent constituer que de simples « rustines » pour une solution qui doit être essentiellement satellitaire, comme l'exprime d'ailleurs très clairement le considérant 18 de la Décision MSS : « *Les éléments terrestres complémentaires font partie intégrante du système mobile par satellite et sont généralement utilisés pour améliorer les services offerts par le satellite dans les zones où il n'est pas forcément possible de maintenir une visibilité continue avec lui en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par les bâtiments et par le terrain.* [...]

Avant d'ajouter : « **L'autorisation de ces éléments terrestres complémentaires sera donc essentiellement conditionnée par la situation locale. Aussi convient-il de les sélectionner et de les autoriser au niveau national, sous réserve des conditions fixées par le droit communautaire. Cela sans préjudice de demandes spécifiques des autorités nationales compétentes à l'adresse des candidats sélectionnés, pour qu'ils fournissent des **informations****

² Les informations fournies Inmarsat telles que rapportées par l'IBPT dans son projet de décision sont peu précises : « **en règle générale**, le service commercial ne sera pas activé avant que le terminal satellitaire ne soit installé. **En général**, pour les avions équipés initialement du seul terminal en-dessous de l'avion, Inmarsat effectuera uniquement des tests non commerciaux » (caractères gras et soulèvements ajoutés).

techniques indiquant en quoi des éléments terrestres complémentaires particuliers amélioreraient la disponibilité des MSS proposés dans les zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise, pour autant que de telles informations techniques n'aient pas déjà été fournies » dans le cadre de la procédure de sélection (soulignements et caractères gras ajoutés).

L'on ne saurait mieux dire que les ETC ne peuvent ainsi être autorisés qu'au regard de circonstances locales et **uniquement lorsqu'il est nécessaire d'améliorer la disponibilité du service mobile offert par satellite dans des zones spécifiques où une communication continue avec ledit satellite est rendue impossible au sol**, par exemple dans des zones montagneuses.

Au demeurant, le système EAN d'Inmarsat vise uniquement la connectivité à bord des avions.

L'antenne communiquant avec le satellite d'Inmarsat sera installée sur la partie supérieure du fuselage des avions de ligne et ne sera opérationnelle que lorsque ceux-ci seront en vol. Il paraît donc difficile de concevoir des situations dans lesquelles ces antennes satellitaires ne seront pas en mesure de maintenir « une visibilité continue » avec le satellite « en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par les bâtiments et par le terrain », condition pourtant fixée par le considérant 18 de la décision MSS pour qu'un opérateur sélectionné puisse être autorisé à déployer des éléments terrestres complémentaires.

En tout état de cause, **à aucun moment la Décision MSS n'envisage de permettre aux Etats membres d'autoriser, comme envisage pourtant de le faire l'IBPT, des éléments terrestres dans un simple objectif d'accroissement de la capacité de communication de la composante satellitaire des systèmes mobiles par satellite qui n'auraient pas été conçue avec suffisamment de puissance. Et ce, encore moins lorsque, comme en l'espèce, cet objectif d'accroissement vise en réalité à pallier la méconnaissance par l'opérateur des engagements qu'il avait initialement pris dans le cadre de la procédure ayant conduit à sa sélection.** L'on rappellera en effet que, au lieu du satellite dont l'intégralité de la charge utile devait être dédiée aux MSS qu'elle avait initialement prévu de lancer³, Inmarsat s'est finalement limitée à embarquer pour faire fonctionner l'EAN une charge utile limitée sur un « condosat » (HellasSat 3), induisant des performances très largement amoindries (pour ne pas dire réduites à néant) pour la composante satellitaire de son système⁴.

Ce qui explique d'ailleurs pourquoi le système EAN d'Inmarsat repose principalement sur des éléments terrestres, même s'ils sont présentés comme « complémentaires » par Inmarsat, mais qui sont pourtant clairement décrits comme la base de la technologie.

Au demeurant, Eutelsat observe que lesdits éléments terrestres prétendent « complémentaires » du service d'Inmarsat, seront en pratique fournis par un tiers, Deutsche Telekom, agissant comme un « partenaire clé » dans le projet, alors qu'il n'est nullement habilité à fournir des MSS ni des ETC. Inmarsat indique publiquement, de sorte que l'IBPT ne devrait pas l'ignorer : « Le satellite S-band à faisceaux multiples conçu par Inmarsat est associé

³ http://space.skyrocket.de/doc_sdat/europasat.htm. « Thales Alenia Space and Inmarsat signed in August 2008 an ATP (Authorization To Proceed) for the development of the **EuropaSat** satellite to provide mobile broadcast and two-way telecommunications services in the S-Band throughout Europe. [...] the EuropaSat satellite will have a launch mass of 5.7 tons and will deliver 8.5 kW of payload power. » Traduction libre : Thales Alenia Space et Inmarsat ont signé en août 2008 une ATP (« Authorization To Proceed ») pour le développement du satellite EuropaSat, destiné à fournir des services de radiodiffusion mobiles et de télécommunications bi-directionnels dans la Bande S à travers l'Europe. [...] le satellite EuropaSat aura une masse au lancement de 5,7 tonnes et fournira une charge utile de 8,5 kW de puissance ».

⁴ <https://www.thalesgroup.com/fr/monde/espace/press-release/le-satellite-de-telecommunications-inmarsat-s-band-hellas-sat-3-rejoint>. « Construit sur la plateforme Spacebus 4000 C4 de Thales Alenia Space, « Inmarsat S-Band / Hellas Sat 3 » embarquera une mission multi faisceaux en bande S pour Inmarsat, ainsi qu'une puissante mission Ku / Ka-Band de 45 transitoires Ku et 1 Ka pour Hellas Sat. Le satellite a une masse au lancement d'environ 5,8 tonnes et une puissance charge utile d'environ 12,7 kW. « Inmarsat S-Band / Hellas Sat 3 » sera positionné à 39° Est. »

à un réseau d'environ 300 tours cellulaires Deutsche Telekom, chacune avec un rayon d'action d'environ 90 km »⁵. Ces éléments terrestres, fournis par un tiers, d'après nos calculs, représenteront plus de 90% du système !

D'ailleurs, d'après les éléments fournis par l'IBPT dans le projet de décision, 6 de ces stations seront déployées sur le territoire belge. D'après nos calculs, ces 6 stations, avec une capacité totale sur la Belgique d'un peu moins de 1 Gbps, suffiraient à elles-seules à offrir l'EAN.

Inmarsat ne s'en cache en réalité même pas et l'IBPT en prend acte en page 9 de son projet de décision : « *Inmarsat a confirmé que son réseau EAN pourrait techniquement fonctionner sans la composante satellitaire* ».

Ce simple fait devrait pourtant conduire l'IBPT à ne pas envisager d'autoriser le projet, sauf à cautionner ce qui s'analyse clairement en un détournement du cadre réglementaire applicable, et s'oppose manifestement à l'adoption de la décision projetée par l'IBPT.

4) Inmarsat entend utiliser la bande de fréquences 2 GHz à d'autres fins que celles pour lesquelles elle a été sélectionnée

Au-delà de l'incompatibilité de son système terrestre avec la définition des ETC dans la Décision MSS, c'est le système EAN dans son ensemble qui n'est pas conforme à la décision MSS et constitue donc un détournement de l'usage conféré, par la réglementation, à la bande 2 GHz.

En effet, selon l'article 4 de la Décision MSS repris en substance à l'article 3 de l'arrêté royal, les candidats à l'utilisation de la bande de fréquence 2 GHz devaient s'engager à fournir les MSS dans tous les États membres et desservir au minimum 50 % de la population et plus d'au minimum 60 % de l'ensemble du territoire terrestre de la Belgique au plus tard le 13 juin 2016.

A ce titre, la procédure de sélection mise en œuvre par la Commission européenne à laquelle Inmarsat a participé avait en particulier pour vocation, non pas de permettre de fournir des connexions haut-débit dans les avions pour qu'une clientèle d'affaire et/ou relativement aisée puisse continuer à consulter ses emails et regarder des films sur son téléphone portable en vol, mais de lutter contre la fracture numérique sur tout le territoire européen. Il ressort ainsi très clairement du considérant 14 de la décision MSS que :

« Les MSS peuvent généralement atteindre des zones géographiques qui ne sont pas bien desservies par d'autres services de communications électroniques, en particulier des zones rurales. La sélection et l'autorisation coordonnées de nouveaux systèmes fournissant des MSS pourraient donc jouer un rôle important dans la réduction de la fracture numérique en améliorant l'accessibilité, la rapidité et la qualité des services de communications électroniques dans ces zones et contribuer ainsi à la cohésion sociale. Dès lors, la couverture géographique proposée pour les services (zone de service) de même que le calendrier pour la fourniture de services dans l'ensemble des États membres sont des caractéristiques importantes, dont il conviendrait de tenir compte d'une manière appropriée pendant la procédure de sélection. »

Or, outre le non-respect de la date butoir de lancement de son service, fixée au 13 juin 2016, Inmarsat ne respectera pas les engagements de couverture qu'elle a nécessairement pris à ce titre, avec son service EAN destiné aux compagnies aériennes internationales survolant le sol européen. En effet, il est bien évident que les compagnies aériennes internationales n'ont pas pour clients plus de 50% de la population de chaque Etat membre européen. La cible du service EAN s'inscrit donc en parfaite contradiction avec les objectifs de la Décision MSS.

Ainsi, en utilisant la bande de fréquence 2 GHz de la manière dont elle s'apprête à le faire lors du lancement de l'EAN, Inmarsat ne respecte pas les engagements qu'elle a pris vis-à-vis des institutions européennes et les conditions auxquelles les autorisations MSS qui lui ont déjà été accordées par les Etats membres, et notamment

⁵ Extrait du site : www.inmarsat.com/aviation/aviation-connectivity-services/european-aviation-network/ (traduction libre de l'anglais)

par la Belgique, sont soumises en vertu de l'article 7.2) de la décision MSS, en particulier l'obligation de respecter les engagements pris au titre de sa candidature, en terme de calendrier ou d'engagement de couverture résultant de l'article 4.1.c) de cette décision.

Enfin, il est important de noter qu'Inmarsat partage notre analyse et l'a fait savoir publiquement au niveau européen. Dans une contribution soumise au groupe de travail *Frequency Management* (FM) du Comité des Communications Electroniques (ECC), Inmarsat s'est opposée à l'inclusion de la bande 2 GHz désignée pour les systèmes MSS comme une bande candidate pour une attribution aux systèmes « Direct Air-to-Ground Communications » (DA2GC). Inmarsat a argumenté sa demande en pointant « *d'importants obstacles juridiques, réglementaires et techniques au partage de la bande 2 GHz avec des systèmes DA2GC*⁶ » ... qu'elle projette pourtant désormais de lancer avec son service EAN ! Inmarsat a même ajouté « *qu'il serait nécessaire de résoudre les obstacles juridiques et réglementaires significatifs en modifiant les décisions européennes existantes et les licences nationales associées relatives aux systèmes MSS et CGC en Europe, ce qui exclurait l'adéquation de la bande 2 GHz pour des systèmes DA2GC*⁷ ». Cela démontre ainsi qu'Inmarsat, elle-même, a reconnu que fournir une solution Air-to-Ground n'était pas compatible avec le cadre réglementaire MSS.

Par conséquent, nous enjoignons l'IBPT de ne pas autoriser Inmarsat à déployer des éléments terrestres complémentaires, cela revenant à permettre l'utilisation de la bande 2 GHz par un système ne remplissant pas les conditions et objectifs du cadre réglementaire européen MSS.

5) L'octroi de cette autorisation engendrerait un préjudice commercial direct, certain et immédiat pour Eutelsat

Le recours par Inmarsat à la bande de fréquences 2 GHz pour proposer son service de connectivité en vol en s'appuyant essentiellement sur des éléments terrestres au lieu de la composante satellitaire envisagée par la Décision MSS lui permet de limiter très fortement les investissements liés à son service et de se présenter face aux clients du marché en cours de structuration de la connectivité en vol, en avance de phase de ses concurrents, en raison de la relative rapidité de déploiement d'une solution fondée essentiellement sur des éléments terrestres.

En effet, le coût et la durée de l'investissement liés au lancement d'un service qui repose principalement sur des éléments terrestres (qui n'ont rien de complémentaires), sont (relativement) faibles, et en tous cas sans commune mesure avec ceux d'un service comparable reposant principalement, comme cela aurait dû être le cas en vertu de la Décision MSS, ou uniquement, comme cela est le cas de ceux de ses concurrents non sélectionnés en vertu de la Décision MSS, sur une composante satellitaire.

Selon Inmarsat en effet : « *Avec des coûts d'installation et de maintenance réduits et des antennes légères d'un format de poche, il s'agit d'une solution qui pourrait coûter moins du tiers du prix d'exploitation de n'importe quel système concurrent* »⁸.

Les droits exclusifs qui seraient accordés à Inmarsat si l'utilisation des éléments terrestres de son service venait à être autorisée, lui permettraient donc, selon ses propres dires, de bénéficier d'un avantage concurrentiel parfaitement indu.

⁶ [cept.org/Documents/fm-48/1357/FM48\(11\)041_MSS-2-GHz-bands](http://cept.org/Documents/fm-48/1357/FM48(11)041_MSS-2-GHz-bands)

Traduction libre "*due to acute **legal, regulatory and technical obstacles** in sharing the 2GHz bands by DA2GC system*"

⁷ Traduction libre : "*there would need to be a resolution of the significant legal and regulatory obstacles in amending the existing EC Decisions and the associated national licence grants for the operation of MSS and CGC systems within Europe, which would preclude the suitability of the 2GHz bands for DA2GC systems*"

⁸ <https://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2016/01/EAN-digital-brochure.pdf>.

Traduction libre: "*With low installation and maintenance costs, and lightweight, pocket-sized antennae, it's a solution that could cost less than a third of the price to operate than any rival system*".

Cet avantage serait préjudiciable à Eutelsat et à l'industrie satellitaire européenne, qui, ayant développé une technologie satellitaire permettant de proposer une offre internet à bord des avions, se trouve en situation de concurrence avec Inmarsat et risquerait de la priver de parts d'e marché importantes, à un moment crucial où le marché de la connectivité en vol est en train de se structurer en Europe.

Au résultat de ce qui précède, Eutelsat appelle l'IBPT à renoncer à adopter la décision envisagée. Indépendamment de sa réponse à la présente consultation, Eutelsat fait en tout état de cause toute réserve de ses droits s'agissant des voies de droit qu'elle envisage de mettre en œuvre, notamment si le projet de décision de l'IBPT est adopté en l'état ou à raison de la méconnaissance par Inmarsat des conditions attachées à l'autorisation résultant de l'article 3 de l'arrêté royal.

A2.3. Contribution de ViaSat



**COMMENTAIRES DE VIASAT DANS LE CADRE DE LA CONSULTATION PUBLIQUE
ORGANISÉE PAR L'IBPT RELATIVE AU**

**« PROJET DE DÉCISION DU CONSEIL DE L'IBPT CONCERNANT LES DROITS
D'UTILISATION D'INMARSAT VENTURES LTD POUR ÉLÉMENTS TERRESTRES
COMPLÉMENTAIRES EN BELGIQUE »**

[CONSULT-2018-B7]

Envoyés le: 15 juin 2018

Par email à l'adresse suivante: consultation.sg@ibpt.be

Personnes de contact: Me Pierre de Bandt
(pierre.debandt@debandt.eu),
Me Raluca Gherghinaru
(raluca.gherghinaru@debandt.eu) et
Me Ludovic Panepinto
(ludovic.panepinto@debandt.eu),
avocats au Barreau de Bruxelles, dont les bureaux
sont établis à 1040 Bruxelles, Avenue de l'Yser 19

Le présent document ne contient pas d'informations confidentielles.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----------|
| 1. Introduction | 3 |
| 2. Résumé de la contribution de Viasat | 3 |
| 3. Présentation de Viasat | 4 |
| 4. Cadre réglementaire pertinent et contexte du Projet de décision | 4 |
| 5. L'autorisation envisagée dans le Projet de décision est illégale en ce qu'elle se base sur une autorisation générale octroyée par l'Arrêté Royal MSS à Inmarsat qui ne produit plus d'effets juridiques | 5 |
| 6. La vérification effectuée par l'IBPT dans le cadre du Projet de décision est manifestement incomplète et insuffisante et ne respecte pas les exigences de l'Arrêt du 14 mars 2018..... | 6 |
| 6.1 L'IBPT n'a pas vérifié si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat constituent une partie intégrante d'un véritable système mobile par satellite qui respecte le cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz..... | 7 |
| 6.2 L'IBPT n'a pas vérifié si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat sont effectivement des ETC au sens de la réglementation européenne et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz..... | 8 |
| 7. En tout état de cause, l'IBPT ne peut autoriser les stations terrestres air-sol d'Inmarsat dans la mesure où cette autorisation violerait le cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz | 10 |
| 7.1 L'IBPT ne peut autoriser les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique dans la mesure où elles ne font pas partie d'un vrai système mobile par satellite comme cela est requis par le cadre réglementaire européen et belge relatif à l'utilisation de la Bande 2 GHz..... | 11 |
| 7.1.1 Notions pertinentes | 11 |
| 7.1.2 Les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne font pas partie intégrante d'un vrai système mobile par satellite car elles ne communiquent pas avec une station terrienne mobile..... | 13 |
| 7.1.3 La présence d'un serveur à bord des avions, du Routing Engine et du routeur WiFi n'altère pas le constat que les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne communiquent pas avec une station terrienne mobile..... | 16 |
| 7.1.4 Conclusion..... | 19 |
| 7.2 L'IBPT ne peut autoriser les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique car elles ne peuvent être qualifiées d'ETC, comme cela est requis par le cadre réglementaire européen et belge relatif à l'utilisation de la Bande 2 GHz..... | 19 |
| 7.2.1 Dispositions pertinentes | 19 |
| 7.2.2 En l'espèce | 21 |
| 7.3 L'IBPT ne peut autoriser les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique dans la mesure où elles ne respectent pas les conditions communes prévues à l'article 8, paragraphe 3 de la Décision MSS. | 24 |



1. INTRODUCTION

1. Viasat UK Ltd.¹ et Viasat Inc.² (ci-après conjointement dénommées “**Viasat**”) soumettent les commentaires ci-dessous dans le cadre de la consultation publique publiée le 18 mai 2018 par l’Institut Belge des Services Postaux et des Télécommunications (l’« **IBPT** ») sur le projet de décision du Conseil de l’IBPT proposant d’autoriser Inmarsat Ventures LTD (« **Inmarsat** ») à déployer six stations terrestres air-sol en Belgique dans le cadre de son Réseau Aérien Européen (ou en anglais « European Aviation Network », en abrégé « **EAN** ») (le « **Projet de décision** »).

2. Les commentaires de Viasat sont structurés comme suit.

3. Premièrement, Viasat présente brièvement ses activités dans le domaine des services par satellite (3). Deuxièmement, Viasat rappelle le cadre réglementaire applicable et le contexte de l’adoption du Projet de décision (4). Troisièmement, Viasat souligne que le Projet de décision ne peut être adopté car l’autorisation d’Inmarsat d’utiliser la Bande 2 GHz ne produit plus d’effets juridiques (5). Quatrièmement, Viasat démontre que l’IBPT agirait en violation de l’arrêt de la Cour des marchés du 14 mars 2018 s’il devait décider d’autoriser les stations terrestres air-sol d’Inmarsat. À cet égard, Viasat souligne que la vérification faite par l’IBPT avant d’adopter le Projet de décision est manifestement incomplète et insuffisante (6). Enfin, Viasat développe les raisons pour lesquelles l’autorisation des six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat violerait le cadre réglementaire belge et européen applicable. Dans ce cadre, Viasat souligne les incohérences et les erreurs dans l’analyse de l’IBPT (7).

2. RESUME DE LA CONTRIBUTION DE VIASAT

4. À titre principal, Viasat souligne que, avant d’adopter une quelconque décision, l’IBPT devrait attendre le prononcé du jugement qui sera rendu par le Tribunal de première instance de Bruxelles concernant la demande de Viasat de déclarer que l’autorisation accordée à Inmarsat en vertu de l’article 2 de l’Arrêté Royal du 11 février 2013 relatif aux systèmes fournissant des services mobiles par satellite (ci-après l’« **Arrêté Royal MSS** ») est dépourvue d’effets juridiques³.

5. À titre subsidiaire, Viasat souligne que, s’il avait procédé à la vérification des éléments identifiés par la Cour des marchés dans son arrêt du 14 mars 2018 rendu dans l’affaire 2017/AR/1273 (ci-après l’« **Arrêt du 14 mars 2018** »), l’IBPT aurait dû rejeter la demande d’autorisation d’Inmarsat pour les raisons développées ci-dessous.

¹ Viasat UK Ltd. est une société de droit anglais qui a son siège social à Royal Pavilion, Tower 2 Fourth Floor, Wellesley Road, Aldershot, Angleterre, GU11 1PZ, Royaume-Uni, enregistrée au « United Kingdom’s Business Register » sous le numéro 03007498.

² Viasat Inc. est une société américaine qui a son siège social à 6155 El Camino Real, Carlsbad, CA 92009-1699, Etats-Unis d’Amérique et qui est incorporée selon les lois de l’Etat du Delaware, Etats-Unis, sous le numéro d’entreprise californien C1994400.

³ Affaire 2018/A/3690.

3. PRESENTATION DE VIASAT

6. Viasat est une société multinationale qui développe et produit des systèmes performants assurant des communications rapides, sécurisées et de haute qualité à destination de n'importe quel point et qui fournit des services de télécommunications pour les utilisateurs finaux.

7. En particulier, Viasat fournit des services de connectivité en vol à des centaines d'avions appartenant à diverses compagnies aériennes actives aux États-Unis. En outre, Viasat a conclu plusieurs contrats pour faire de même avec un certain nombre de compagnies aériennes actives dans l'Union européenne (l' « **Union** » ou l' « **UE** »), par le biais d'une *joint-venture* avec Eutelsat Communications⁴. Viasat fournit déjà ce type de services de connectivité en vol en Europe par le biais d'accords avec des compagnies aériennes telles que Scandinavian Airlines System (SAS), El-Al Israel Airlines et Finnair⁵.

4. CADRE REGLEMENTAIRE PERTINENT ET CONTEXTE DU PROJET DE DECISION

8. Viasat se réfère au cadre réglementaire européen⁶ et belge relatif à l'utilisation des bandes de fréquence 1 980 à 2 010 MHz (Terre-espace) et 2 170 à 2 200 (espace-Terre) pour les systèmes fournissant des services mobiles par satellite dans l'UE (la « **Bande 2 GHz** ») qui est décrit à la section 3 du Projet de décision.

9. La présente consultation publique et le Projet de décision visé par cette consultation sont la conséquence directe de l'annulation par la Cour d'appel de Bruxelles (la Cour des marchés) de la décision du 29 juin 2016⁷ par laquelle le Conseil de l'IBPT a autorisé Inmarsat à déployer six stations terrestres air-sol en Belgique dans le cadre de l'EAN (la « **Première décision d'autorisation** »). Au paragraphe 49 de l'Arrêt du 14 mars 2018, la Cour des marchés a jugé que :

« Il résulte de l'article 8 de l'arrêté royal MSS que l'Institut doit approuver chaque ETC avant sa mise en service. Ceci implique nécessairement, tenant compte de l'article 8 de la Décision MSS et afin de donner du sens à la condition prévue à l'article 8, 2° de l'arrêté royal MSS, que l'Institut vérifie que les ETC qui lui sont soumis pour approbation correspondent à la définition de l'ETC reprise à l'article 1^{er}, 2° de l'arrêté royal MSS et fassent partie

⁴ Pour plus d'informations sur Eutelsat, voir www.eutelsat.com.

⁵ Voir par exemple l'article "As SAS sports high-speed wifi in the sky, management praises Viasat", disponible sur le site internet de Runway Girl Network, à l'adresse suivante: <https://runwaygirlnetwork.com/2018/05/15/as-sas-sports-high-speed-wifi-in-the-sky-management-praises-viasat/>.

⁶ i.e. Décision n°2007/98/CE de la Commission du 14 février 2007 sur l'utilisation harmonisée du spectre radioélectrique dans les bandes de fréquences de 2 GHz pour la mise en œuvre de systèmes fournissant des services mobiles par satellite (la « **Décision Harmonisation** ») ; Décision n°626/2008/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 2008 concernant la sélection et l'autorisation de systèmes fournissant des services mobiles par satellite (MSS) (la « **Décision MSS** ») ; Décision de la Commission n°2009/449/CE du 13 mai 2009 concernant la sélection des opérateurs de systèmes paneuropéens fournissant des services mobiles par satellite (MSS) (la « **Décision Sélection** ») ; Décision n°2011/667/UE de la Commission du 10 octobre 2011 sur les modalités d'application coordonnée des règles d'exécution concernant les services mobiles par satellite (MSS) conformément à l'article 9, paragraphe 3, de la décision n°626/2008/CE du Parlement européen et du Conseil (la « **Décision Exécution** »).

⁷ Publiée sur le site internet de l'IBPT le 29 juin 2017.

intégrante du système mobile par satellite développé par l'opérateur sélectionné par la Commission, et plus généralement que les ETC correspondent aux conditions communes fixées à l'article 8.3. de la Décision MSS et sont utilisés dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen ».

10. Il résulte du Projet de décision que, suite à l'annulation de la Première décision d'autorisation, l'IBPT a envoyé une lettre à Inmarsat le 9 avril 2018 pour demander à cette dernière de lui fournir des informations complémentaires concernant le fonctionnement de l'EAN. Dans sa lettre du 20 avril 2018, Inmarsat a répondu à la demande de l'IBPT⁸. Malgré une demande formulée par Viasat, l'IBPT n'a, à ce jour, toujours pas donné accès à ces documents.

11. Par une lettre du 25 avril 2018, Viasat a fait savoir à l'IBPT et au Ministre des télécommunications que l'EAN viole les conditions belges et européennes prévues par le cadre réglementaire relatif à l'utilisation de la Bande 2 GHz pour le déploiement de systèmes mobiles par satellite. Elle a aussi souligné que l'autorisation d'Inmarsat d'utiliser la Bande 2 GHz pour la fourniture de services mobiles par satellite en Belgique était dépourvue d'effets juridiques. Enfin, Viasat a invité l'IBPT et le Ministre des télécommunications à ouvrir une procédure d'exécution à l'encontre d'Inmarsat.

12. Dans sa lettre du 9 mai 2018, l'IBPT a informé Viasat qu'il soumettrait à consultation une proposition de décision répondant favorablement à la demande d'Inmarsat d'autorisation de six prétendus éléments terrestres complémentaires (« ETC ») en Belgique dans le cadre de l'EAN. Dans la même lettre, l'IBPT a aussi précisé que, dans le cadre du Projet de décision, il confirmerait que l'EAN respecte le cadre réglementaire relatif à l'utilisation de la Bande 2 GHz pour le déploiement de systèmes mobiles par satellite.

13. Le 18 mai 2018, l'IBPT a publié le Projet de décision sur son site internet.

5. L'AUTORISATION ENVISAGEE DANS LE PROJET DE DECISION EST ILLEGALE EN CE QU'ELLE SE BASE SUR UNE AUTORISATION GENERALE OCTROYEE PAR L'ARRETE ROYAL MSS A INMARSAT QUI NE PRODUIT PLUS D'EFFETS JURIDIQUES

14. L'IBPT ne peut pas autoriser les stations terrestres air-sol d'Inmarsat car cette autorisation se base sur une autorisation générale qui ne produit plus d'effets juridiques (*i.e.* l'autorisation générale octroyée par l'Arrêté Royal MSS à Inmarsat pour la fourniture de services mobiles par satellite en Belgique par le biais d'un système mobile par satellite).

15. En effet, Inmarsat a violé (et viole toujours actuellement) l'obligation prévue à l'article 3 de l'Arrêté Royal MSS. Conformément à cette disposition, il est obligatoire qu' « [a]u moins 50 % de la population et 60 % du territoire en Belgique so[ie]nt couverts [par des services mobiles par

⁸ Par une lettre du 31 mai 2018, Viasat a formulé une demande d'accès à la lettre de l'IBPT du 9 avril 2018 et à la réponse d'Inmarsat du 20 avril 2018.

*satellite offerts par Inmarsat] pour le 13 juin 2016 »⁹. Une obligation similaire est prévue à l'article 4, paragraphe 1^{er}, point c), (ii) de la Décision MSS. En effet, conformément à cette disposition, Inmarsat était obligée d'assurer que les services mobiles par satellite fournis au moyen du système mobile par satellite envisagé soient « *fourni[s] dans tous les États membres et desserve[nt] au minimum 50 % de la population et plus d'au minimum 60 % de l'ensemble du territoire terrestre de chaque État membre [...] au plus tard [le 13 juin 2016] »¹⁰.**

16. Il n'est pas contesté (ni contestable) qu'Inmarsat n'a fourni aucun service mobile par satellite à la population belge et/ou sur le territoire belge avant le 13 juin 2016. Cela vaut également pour la population et/ou le territoire des autres États membres. Il n'est pas non plus contesté (ni contestable) que la fourniture de tels services n'a toujours pas commencé à ce jour.

17. Comme Viasat l'a indiqué dans sa lettre à l'IBPT du 25 avril 2018, il serait contraire à toute logique réglementaire que l'autorisation octroyée par l'Arrêté Royal MSS à Inmarsat produise encore des effets juridiques alors que cet opérateur n'a pas déployé un système mobile par satellite ni rendu disponibles les services requis, par ce biais, endéans le délai expressément prévu par les dispositions précitées. Au contraire, dans une telle situation, il est raisonnable de supposer que cette autorisation ne produit plus d'effets juridiques à compter de l'expiration de ce délai légal (c'est-à-dire à compter du 13 juin 2016).

18. Dans ces conditions et étant donné que l'IBPT lui-même reconnaît que l'autorisation envisagée par le Projet de décision se base sur l'autorisation générale octroyée par l'Arrêté Royal MSS à Inmarsat pour la fourniture de services mobiles par satellite en Belgique au moyen d'un système mobile par satellite¹¹, Viasat considère qu'il serait manifestement illégal que l'IBPT autorise les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique.

19. À tout le moins, l'IBPT ne devrait pas adopter une décision d'autorisation des six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat avant que le Tribunal de première instance de Bruxelles ne se prononce sur la demande de Viasat de déclarer l'autorisation octroyée à Inmarsat en vertu de l'article 2 de l'Arrêté Royal MSS (comme étant) sans effets juridiques.

6. LA VERIFICATION EFFECTUEE PAR L'IBPT DANS LE CADRE DU PROJET DE DECISION EST MANIFESTEMENT INCOMPLETE ET INSUFFISANTE ET NE RESPECTE PAS LES EXIGENCES DE L'ARRET DU 14 MARS 2018

20. À supposer que l'autorisation générale accordée par l'Arrêté Royal MSS à Inmarsat pour la fourniture de services mobiles par satellite en Belgique par le biais d'un système mobile par satellite produise encore des effets juridiques et que l'IBPT puisse se baser sur cette autorisation pour autoriser les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat (*quod certe non*), Viasat estime que la vérification réalisée par l'IBPT dans le cadre du Projet de décision est manifestement incomplète et insuffisante et ne respecte pas l'Arrêt du 14 mars 2018.

⁹ C'est Viasat qui souligne.

¹⁰ C'est Viasat qui souligne.

¹¹ Projet de décision, page 7.

6.1 L'IBPT N'A PAS VÉRIFIÉ SI LES STATIONS TERRESTRES AIR-SOL PROPOSÉES PAR INMARSAT CONSTITUENT UNE PARTIE INTÉGRANTE D'UN VÉRITABLE SYSTÈME MOBILE PAR SATELLITE QUI RESPECTE LE CADRE RÉGLEMENTAIRE EUROPÉEN ET BELGE SUR L'UTILISATION DE LA BANDE 2 GHZ

21. Comme exigé par l'Arrêt du 14 mars 2018, lorsqu'il examine si un prétendu ETC devrait être autorisé en Belgique, l'IBPT a l'obligation de vérifier si le système mobile par satellite dont les ETC en question font partie respecte le cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz. Il ressort cependant du Projet de décision que l'IBPT n'a pas accompli une vérification effective à cet égard.

22. Plus précisément, l'IBPT aurait dû vérifier que l'EAN peut être qualifié de véritable système mobile par satellite au sens du cadre réglementaire européen et belge et, en particulier, qu'un terminal satellite sera systématiquement installé sur les avions et que ce terminal, ensemble avec le satellite, constitueront la composante principale de l'EAN en vue de fournir des services mobiles par satellite.

23. Cependant, il ressort du Projet de décision que l'IBPT n'a pas réalisé une vérification adéquate à cet égard.

24. En effet, à la page 9 du Projet de décision, l'IBPT précise que les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat « *sont utilisé[es] dans le cadre d'un réseau qui respecte le cadre législatif européen et belge* ». Pour parvenir à cette conclusion, l'IBPT se base exclusivement sur les déclarations d'Inmarsat. En effet, il ressort du Projet de décision que l'IBPT n'a pas basé son analyse sur d'autres vérifications.

25. De même, après avoir noté que l'« *EAN pourrait techniquement fonctionner sans la composante satellitaire* »¹² et que « *Inmarsat prévoit [...] des scénarios exceptionnels où le service commercial serait activé pour les avions déjà équipés du terminal en-dessous de l'avion, avec un calendrier précis pour l'installation imminente du terminal satellite* »¹³, l'IBPT ajoute, sans aucune autre explication, que « *[I]es explications fournies par Inmarsat suffisent, à ce stade, à convaincre l'IBPT qu'Inmarsat n'a pas l'intention de fournir des services à partir de son réseau EAN, sans utiliser la composante satellitaire* »¹⁴.

26. Enfin, l'IBPT prétend, à la page 9 du Projet de décision, que, sur la base des déclarations d'Inmarsat, « *[i]l n'est [...] pas possible pour une compagnie aérienne de ne pas installer les terminaux satellite, ni même de ne pas les utiliser* ».

27. Contrairement à ce qu'indique l'IBPT dans le Projet de décision, il est très peu probable que le terminal satellite sera effectivement installé au-dessus de tous les avions et que les compagnies aériennes choisiront d'utiliser les terminaux satellite ainsi installés. En particulier,

¹² Projet de décision, page 9.

¹³ Projet de décision, note de bas de page n°13.

¹⁴ Projet de décision, page 10.

l'affirmation de l'IBPT est manifestement contraire aux déclarations faites par Inmarsat elle-même devant l'OFCOM. En effet, Inmarsat a informé l'OFCOM qu' « *au final, il appartiendra à chaque compagnie aérienne de décider de la proportion dans laquelle les terminaux ETC [terrestres], d'une part, et les terminaux MSS [satellite], d'autre part, seront utilisés* » et que la question de savoir si une compagnie aérienne installera effectivement un terminal satellite avant un terminal terrestre sur un avion déterminé n'est pas « *quelque chose qui peut figurer dans le contrat* »¹⁵.

28. Il résulte de ce qui précède que l'IBPT violerait ses compétences et son devoir de motivation et, par conséquent, l'Arrêt du 14 mars 2018, si elle autorisait les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique sans vérifier effectivement si celles-ci constituent une partie intégrante d'un système mobile par satellite qui respecte le cadre réglementaire européen et belge relatif à l'utilisation de la Bande 2 GHz.

6.2 L'IBPT N'A PAS VERIFIE SI LES STATIONS TERRESTRES AIR-SOL PROPOSEES PAR INMARSAT SONT EFFECTIVEMENT DES ETC AU SENS DE LA REGLEMENTATION EUROPEENNE ET BELGE SUR L'UTILISATION DE LA BANDE 2 GHZ

29. Selon Viasat, l'IBPT n'a pas non plus respecté son obligation de vérifier si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat sont effectivement des ETC au sens de la législation européenne et belge et, par conséquent, a violé l'Arrêt du 14 mars 2018.

30. En effet, il ressort du Projet de décision que l'IBPT a basé son raisonnement concernant la qualification des stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en tant qu'ETC exclusivement sur les informations communiquées par Inmarsat (en particulier dans sa lettre du 20 avril 2018). Il est clair que cela ne satisfait pas aux exigences imposées par la Cour des marchés dans son Arrêt du 14 mars 2018.

31. En particulier, l'IBPT aurait dû vérifier si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat « *augment[ai]ent* » effectivement « *la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système* » comme cela est requis par les articles 2, paragraphe 2, point b) de la Décision MSS et 1^{er}, point 2° de l'Arrêté Royal MSS. Dans le Projet de décision, l'IBPT indique simplement que « *la composante terrestre permet d'augmenter la disponibilité du service offert en apportant de la capacité additionnelle, en particulier là où les communications ne peuvent être assurées avec la qualité requise avec la*

¹⁵ Voy. la réponse d'Inmarsat du 12 mai 2017 à la demande de l'Ofcom du 11 avril 2017 (**Annexe 5**) : « *Bien qu'au final, il appartiendra à chaque compagnie aérienne de décider de la proportion dans laquelle les terminaux ETC, d'une part, et les terminaux MSS, d'autre part, seront utilisés, nous ne prévoyons pas de contrats qui couvriraient l'installation des terminaux ETC seulement – ils couvriront l'installation de terminaux ETC et MSS. [...] Nous notons [...] que nos clients sont susceptibles d'installer le terminal MSS après l'installation du terminal ETC. [...] La question du timing de l'installation est une question opérationnelle qui appartient aux compagnies aériennes plutôt que quelque chose qui peut être prévu dans le contrat* » (c'est Viasat qui souligne). Traduction libre de "Although ultimately it will be for each airline to decide on the balance of use between CGC terminals and MSS terminals, we are not considering offering contracts that cover the installation only of CGC terminals – they will cover the installation of both CGC and MSS terminals. [...] We would note [...] that our customers are likely to install the MSS terminal after installation of the CGC terminal. [...] The question of installation timing is an operational one take by the airlines, rather than something that can be stipulated in the contract".

composante satellitaire seule, en raison de la forte demande de ressources »¹⁶. Cependant, cette affirmation n'est pas de nature à démontrer que les conditions imposées par le cadre réglementaire européen et belge sont remplies. De plus, il convient de souligner que le fait que la composante terrestre augmenterait le service « en raison de la forte demande de ressources » n'est pas pertinent lorsqu'il s'agit d'examiner si les stations terrestres air-sol proposées peuvent légalement être qualifiées d'ETC (voir points 90 et 91 ci-dessous).

32. Par ailleurs, l'IBPT aurait également dû vérifier si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat à Genk et à Sint Pieters Leeuw servent effectivement à augmenter la disponibilité des services mobiles par satellite « *dans les zones géographiques [...] où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise* » au sens de l'article 2, paragraphe 2, point b) de la Décision MSS et de l'article 1^{er}, point 2° de l'Arrêté Royal MSS. En effet, rien dans le Projet de décision n'indique que l'IBPT a vérifié si les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat satisfont à cette condition. *A fortiori*, aucune explication/justification concernant une prétendue « impossibilité » d'assurer les communications avec la qualité requise dans ces zones ne se trouve dans le Projet de décision.

33. De même, rien dans le Projet de décision ne suggère que l'IBPT ait vérifié et constaté qu'à Genk et à Sint Pieters Leeuw les signaux satellite sont effectivement bloqués par les bâtiments, le terrain, la végétation, etc. et que l'installation d'ETC est nécessaire, tel qu'exigé par le considérant 18 de la Décision MSS. Il est par ailleurs évident que la situation géographique à Genk et Sint Pieters Leeuw n'est nullement susceptible de faire obstacle au maintien d'une « visibilité continue » entre l'avion et le satellite (voir ci-dessous, point 87). En effet, Genk et Sint Pieters Leeuw sont deux zones ne présentant aucun obstacle pouvant obstruer la communication avec un satellite (ce qui est le cas de la (quasi-)totalité du territoire belge).

34. Enfin, l'IBPT aurait dû vérifier si les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat font partie d'un segment (d'une composante) terrestre qui est complémentaire au segment (à la composante) satellitaire d'un système mobile par satellite, comme cela est requis par le cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz (voir ci-dessous, points 76 à 81). Or, dans le Projet de décision, l'IBPT suppose simplement que les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat sont « complémentaires » au segment satellitaire, sans aucune vérification/justification supplémentaire.

35. Selon Viasat, une comparaison entre la capacité fournie par le segment satellitaire de l'EAN et celle fournie par son segment terrestre est pourtant cruciale afin d'examiner si le segment terrestre est réellement complémentaire par rapport au segment satellitaire : ce calcul relativement simple reflète en effet la balance au sein de l'EAN entre les radiocommunications entre Terre et Espace, d'une part, et les communications purement terrestres, d'autre part. Ce calcul reflète également la mesure dans laquelle la Bande 2 GHz est effectivement utilisée pour privilégier les radiocommunications entre Terre et espace, comme cela était expressément souhaité par les législateurs européen et belge, et si la composante terrestre « *complète* » effectivement le satellite ou « *amélior[e] les services offerts par le satellite* » en vue d'atteindre cet objectif.

¹⁶ Projet de décision, page 8.

36. Si l'IBPT avait procédé à cette vérification (comparaison), il aurait constaté que le segment terrestre de l'EAN constitue l'utilisation prédominante de la Bande 2 GHz et fournit environ 99.9% de la capacité totale du réseau, tandis que le segment satellitaire du réseau ne remplit pratiquement aucune fonction (voir ci-dessous, point 85). Il n'existe aucune définition du terme « complémentaire » qui puisse caractériser le segment terrestre de l'EAN dans de telles conditions. Il est, au contraire, incontestable que le segment terrestre de l'EAN constitue le moyen principal (sinon exclusif) par lequel les communications seront émises et reçues par l'avion, et que c'est le satellite qui, tout au plus, « complète » le segment terrestre. C'est l'exact opposé de ce que la réglementation permet et de ce qu'il est permis à l'IBPT d'autoriser.

37. Cela est d'autant plus vrai que, comme il sera démontré ci-dessous (point 80), les (éventuels) ETC n'ont pas été pris en compte dans le cadre de l'examen du niveau de disponibilité du service proposé par les candidats, ce qui était l'un des critères de sélection. Seul le service rendu disponible par le satellite était pertinent dans ce cadre.

38. Il résulte de ce qui précède que l'IBPT violerait ses compétences et son devoir de motivation et, par conséquent, l'Arrêt du 14 mars 2018, s'il autorisait les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique sans vérifier, pour chacune de ces stations, si elles (i) servent effectivement à augmenter la disponibilité des services mobiles par satellite fournis dans le cadre de l'EAN, (ii) sont justifiées « *par la situation locale* » et (iii) font partie d'un segment terrestre qui est réellement complémentaire par rapport au segment satellitaire d'un système mobile par satellite.

7. EN TOUT ETAT DE CAUSE, L'IBPT NE PEUT AUTORISER LES STATIONS TERRESTRES AIR-SOL D'INMARSAT DANS LA MESURE OU CETTE AUTORISATION VIOLERAIT LE CADRE REGLEMENTAIRE EUROPEEN ET BELGE SUR L'UTILISATION DE LA BANDE 2 GHZ

39. En tout état de cause, il convient de souligner que l'IBPT ne peut autoriser les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique dans la mesure où cela violerait les exigences identifiées aux points 49 et 50 de l'Arrêt du 14 mars 2018. En effet, si l'IBPT avait réalisé une vérification adéquate des conditions précitées, il aurait conclu que :

- les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne font pas partie d'un vrai système mobile par satellite comme cela est requis par le cadre réglementaire européen et belge (voir **section 7.1**) ;
- elles ne peuvent être qualifiées d'ETC, comme cela est requis par le cadre réglementaire européen et belge (voir **section 7.2**) ;
- elles ne respectent pas les conditions communes prévues à l'article 8, paragraphe 3 de la Décision MSS (voir **section 7.3**).

7.1 L'IBPT NE PEUT AUTORISER LES SIX STATIONS TERRESTRES AIR-SOL PROPOSEES PAR INMARSAT EN BELGIQUE DANS LA MESURE OU ELLES NE FONT PAS PARTIE D'UN VRAI SYSTEME MOBILE PAR SATELLITE COMME CELA EST REQUIS PAR LE CADRE REGLEMENTAIRE EUROPEEN ET BELGE RELATIF A L'UTILISATION DE LA BANDE 2 GHZ

7.1.1 Notions pertinentes

40. L'article 2 de la Décision Harmonisation définit les « systèmes fournissant des services mobiles par satellite » comme « les systèmes permettant de fournir des services de radiocommunications entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations terrestres complémentaires utilisées en des points déterminés ».

41. Comme indiqué ci-dessus, la Décision MSS contient une définition similaire (mais souligne également le rôle du satellite en ajoutant expressément une condition selon laquelle il faut « au moins une station spatiale »). En effet, l'article 2, paragraphe 2, point (a) de la Décision MSS définit les « systèmes mobiles par satellite » comme « les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunications entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou entre une station terrienne mobile et un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires utilisés en des points déterminés. Les systèmes de ce type comprennent au moins une station spatiale »¹⁷.

42. Il résulte de ces dispositions que les systèmes fournissant des services mobiles par satellite (aussi appelés 'systèmes mobiles par satellite') sont les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunication :

- entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales ; ou
- entre des stations terriennes mobiles à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales ; ou
- entre une station terrienne mobile et un ou plusieurs « éléments terrestres complémentaires » utilisés en des points déterminés.

43. Une « station » est :

« Un ou plusieurs émetteurs ou récepteurs, ou un ensemble d'émetteurs et de récepteurs, y compris les appareils accessoires, nécessaires pour assurer un service de radiocommunication ou pour le service de radioastronomie, en un emplacement donné.

*Chaque station est classée d'après le service auquel elle participe d'une façon permanente ou temporaire »*¹⁸.

¹⁷ C'est Viasat qui souligne.

¹⁸ Article 1.61 du Règlement des radiocommunications de l'ITU.

44. Une « station terrienne » est une :

« Station située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre, et destinée à communiquer:

- avec une ou plusieurs stations spatiales; ou
- avec une ou plusieurs stations de même nature, à l'aide d'un ou plusieurs satellites réflecteurs ou autres objets spatiaux »¹⁹.

45. Une « station terrienne mobile » est une :

« Station terrienne du service mobile par satellite destinée à être utilisée lorsqu'elle est en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés »²⁰.

46. Une « station spatiale » est une :

« Station située sur un objet qui se trouve, est destiné à aller, ou est allé, au-delà de la partie principale de l'atmosphère terrestre »²¹.

47. Un « service mobile par satellite » est un :

«Service de radiocommunication:

- entre des stations terriennes mobiles et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations spatiales utilisées par ce service; ou
- entre des stations terriennes mobiles, par l'intermédiaire d'une ou plusieurs stations spatiales.

Ce service peut en outre comprendre les liaisons de connexion nécessaires à son exploitation²².

48. Enfin, il convient de souligner que les notions de « système mobile par satellite » et de « station terrienne mobile » ont aussi été clarifiées dans un document de la Commission européenne intitulé « Services mobiles par satellite en Europe : questions fréquemment posées »²³ :

« Qu'est-ce qu'un service mobile par satellite ?

Un service mobile par satellite (MSS) est un service fourni par un système de satellite qui communique avec des terminaux portatifs au sol, qui peuvent être exploités par un professionnel ou installés sur un bateau ou dans une voiture. Ces systèmes permettent une communication à grande vitesse dans toute l'Europe entre les satellites et, par exemple, les terminaux mobiles tels que les smartphones ou les

¹⁹ Article 1.63 du Règlement des radiocommunications de l'ITU.

²⁰ Article 1.68 du Règlement des radiocommunications de l'ITU.

²¹ Article 1.64 du Règlement des radiocommunications de l'ITU.

²² Article 1.25 du Règlement des radiocommunications de l'ITU.

²³ Document de la Commission européenne intitulé « Services mobiles par satellite en Europe : questions fréquemment posées » (en anglais : « Mobile Satellite Services in Europe : Frequently Asked Questions ») publié sur le site internet de la Commission européenne le 14 mai 2009.

ordinateurs portables. [...]

Que sont les systèmes fournissant des services mobiles par satellite ?

Les systèmes fournissant des services mobiles par satellite utilisent le spectre radio pour fournir des services entre une station terrienne mobile et une ou plusieurs stations spatiales ou une ou plusieurs stations installées au sol en des points déterminés. Les nouveaux développements technologiques permettant aux systèmes [mobiles par satellite] d'être complétés par des éléments terrestres sont susceptibles d'accroître leur importance par rapport aux systèmes mobiles par satellite antérieurs »²⁴.

7.1.2 Les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne font pas partie intégrante d'un vrai système mobile par satellite car elles ne communiquent pas avec une station terrienne mobile

49. Il résulte de la lecture combinée de l'article 1^{er}, 2^{ème} alinéa, de l'article 8, paragraphe 3, point (b) et de l'article 2, paragraphe 2, point (a) de la Décision MSS que les prétendus ETC ne peuvent être déployés pour fournir des services dans la Bande 2 GHz que s'ils font partie intégrante d'un « système mobile par satellite ».

50. Pour ce faire, ils doivent communiquer avec la « station terrienne mobile » du système mobile par satellite.

51. Tel n'est pas le cas des six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat.

52. Dans son Projet de décision, l'IBPT considère néanmoins que l'ensemble du « système installé à bord de l'avion composé du routeur WiFi, connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion, est [...] bien une station terrienne mobile »²⁵.

53. Cela est manifestement erroné. Le terminal terrestre de l'EAN et son terminal satellite ne font pas partie de la même station. En effet, ces terminaux font partie de deux stations complètement séparées, à savoir une station terrienne mobile (le terminal satellite et l'équipement qui lui est associé²⁶) et une station terrestre (le terminal terrestre dirigé vers le sol et l'équipement qui lui est associé). Les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat dans le cadre de l'EAN ne communiquent qu'avec la station terrestre et non avec la station terrienne mobile. En effet, il est physiquement impossible pour le terminal terrestre des prétendus ETC d'Inmarsat de communiquer avec le terminal satellite (ou avec le satellite) et vice versa²⁷.

54. Le terme « station terrienne mobile » n'est pas défini dans le cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz. Il est cependant défini dans le Règlement des

²⁴ C'est Viasat qui souligne.

²⁵ Projet de décision, page 8.

²⁶ L'équipement associé est l'équipement décrit au point 59, 2^{ème} tiret, ci-dessous.

²⁷ Voir ci-dessous point 59, 2^{ème} tiret.

radiocommunications de l'ITU, de même que d'autres notions dont les définitions (citées ci-dessus, points 43 à 47) sont étroitement liées à celle de « station terrienne mobile ». Pour comprendre ce qu'est une « station terrienne mobile », il est donc important d'analyser soigneusement ces définitions.

55. Pour commencer, le terme « station » est un terme général regroupant les divers types de stations plus spécifiques également définies dans le Règlement des radiocommunications de l'ITU²⁸, telles que, par exemple, les stations terriennes (mobiles) (destinées aux communications avec des stations spatiales, *i.e.* les services par satellite) ; les stations côtières (pour les services mobiles maritimes) ; les stations portuaires (pour les services des opérations portuaires) ; et bien d'autres encore.

56. En particulier, l'article 1.68 du Règlement des radiocommunications de l'ITU dispose que les « stations terriennes mobiles » sont des « stations terriennes » (définies à l'article 1.63) « *du service mobile par satellite destinée[s] à être utilisée[s] lorsqu'elle[s] [sont] en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés* ». Compte tenu des définitions des notions de « station », de « station spatiale », de « station terrienne », de « station terrienne mobile » et de « système mobile par satellite » (toutes citées ci-dessus), il résulte qu'une « station terrienne mobile » :

- comprend un ou plusieurs émetteurs ou récepteurs, ou un ensemble d'émetteurs et de récepteurs, y compris l'équipement accessoire;
- est située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre;
- est destinée à être utilisée lorsqu'elle est en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés;
- est nécessaire en un emplacement donné pour assurer un service de radiocommunication avec une ou plusieurs stations spatiales (*i.e.* avec un ou plusieurs satellites);
- est utilisée dans le service entre elle-même et une ou plusieurs stations spatiales, ou entre des stations spatiales, ou entre elle-même et d'autres stations terriennes mobiles par l'intermédiaire d'une ou plusieurs stations spatiales.

57. Le critère pertinent pour déterminer les éléments qui composent une station est, en effet, de déterminer quel est l'équipement nécessaire pour assurer le type de service de radiocommunication correspondant spécifiquement au type de station envisagée. Par conséquent, pour déterminer les éléments qui composent une station terrienne mobile, il faut identifier les éléments (les équipements) qui sont « nécessaires » (indispensables) pour fournir un service mobile par satellite (*i.e.* pour communiquer avec le satellite).

58. A cet égard, dans son rapport d'expertise, le Dr. Webb souligne que « *[/]les stations terriennes, y compris les stations terriennes mobiles (c'est-à-dire celles capables d'être utilisées*

²⁸ En effet, l'article 1.61 du Règlement des radiocommunications de l'ITU dispose notamment que « *[c]haque station est classée d'après le service auquel elle participe d'une façon permanente ou temporaire* ». Les diverses stations spécifiques sont définies aux articles qui suivent l'article 1.61.

en mouvement) se composent d'une antenne, d'un émetteur, d'un récepteur et d'un modem (modulateur/démodulateur). De la même manière, les stations radio terrestres se composent habituellement des mêmes éléments. Fondamentalement, ces éléments composent le kit essentiel (ou matériel) nécessaire pour émettre et recevoir des signaux de communication »²⁹.

59. Dans le cas de l'EAN, le terminal terrestre et l'équipement qui lui est associé ne sont pas « nécessaires » pour assurer la communication avec le satellite. La seule installation nécessaire pour ce faire est le terminal satellite et l'équipement qui lui est associé. Cela résulte des éléments suivants :

- Le terminal terrestre est dirigé vers le sol (*i.e.* même en supposant qu'il puisse communiquer avec le satellite – *quod non* – il n'est pas dirigé vers le satellite)³⁰ ce qui rend toute communication avec le satellite impossible³¹ ;
- Les équipements qui constituent respectivement le terminal satellite et le terminal terrestre ne sont pas physiquement les mêmes, et chacun de ces terminaux utilise un standard de modulation et un protocole de communication différents (*i.e.* un langage différent). En effet, outre le fait que le terminal satellite n'est pas utilisé pour des communications air-sol et que le terminal terrestre n'est pas utilisé pour des communications avec le satellite, chaque segment dispose de son propre équipement³². De plus, les équipements respectifs (antenne, émetteur, récepteur et modem) du terminal terrestre, d'une part, et du terminal satellite, d'autre part, de l'EAN, n'utilisent pas les mêmes standards de communication. Plus précisément, le segment terrestre utilise le standard LTE et le segment satellitaire utilise un type de standard DVB-S³³. Il en résulte que l'antenne, l'émetteur, le récepteur et le modem du terminal terrestre sont absolument incapables d'interpréter ou d'utiliser les données reçues par/envoyées au satellite. Inversement, l'antenne, l'émetteur, le récepteur et le modem du terminal satellite sont incapables d'interpréter ou d'utiliser les données reçues par/envoyées aux stations terrestres air-sol (les prétendus ETC). Toute tentative de faire communiquer les deux segments entre eux reviendrait à la situation dans laquelle un francophone et une personne parlant le mandarin tenteraient de communiquer sans dictionnaire ni traducteur³⁴.

60. Un équipement qui ne peut pas communiquer avec une ou plusieurs station(s) spatiale(s) ne peut, *a fortiori*, être nécessaire pour communiquer avec le satellite et ne peut, par conséquent,

²⁹ Rapport Webb (**Annexe 1**), point 37. C'est Viasat qui souligne.

³⁰ Voir par exemple la présentation d'Inmarsat intitulée « Inmarsat – The mobile satellite company », Munich, 21 avril 2016, disponible à l'adresse suivante : <http://www.ae-expo.eu/wp-content/uploads/2016/04/Inmarsat-Deutsche-Telekom.pdf>, slides 9 à 11.

³¹ Rapport Webb (**Annexe 1**), point 41.

³² Voir les documents commerciaux d'Inmarsat concernant l'EAN (**Annexe 3**), slides 30 à 36. Concernant les fonctions respectives des antennes, récepteurs, émetteurs et modems, voir le Rapport Webb, point 37 (**Annexe 1**).

³³ Les stations terriennes mobiles utilisées dans l'EAN communiquent dans la Bande 2 GHz en utilisant un standard dit « DVBSH/DVB-S2 (voir <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/Inmarsat-S-band-services-June-2014.pdf>). Le réseau air-sol faisant partie de l'EAN communique dans la Bande 2 GHz en utilisant le standard LTE (voir <https://www.telekom.com/resource/blob/390304/.../dl-150929-datenblatt-data.pdf>) ; Rapport Webb (**Annexe 1**), point 40.

³⁴ Rapport Webb (**Annexe 1**), point 40.

pas être une « station terrienne mobile ». En ce qui concerne l'EAN, le terminal terrestre ne communique pas avec le satellite, n'y est pas destiné et n'en est pas capable³⁵. Seul le terminal satellite en est capable.

61. Il résulte de ce qui précède que seul le terminal satellite et l'équipement qui y est associé, installés sur l'avion, constituent une station terrienne mobile faisant partie d'un système mobile par satellite et que, par conséquent, les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne communiquent pas avec une station terrienne mobile (mais uniquement avec une autre station terrestre). Cela ne correspond évidemment pas à la définition de système mobile par satellite prévue à l'article 2, paragraphe 2, point (a) de la Décision MSS puisque cette disposition ne permet en aucun cas une situation dans laquelle des services de radiocommunications seraient fournis dans la Bande 2 GHz par le biais d'ETC qui ne communiqueraient qu'avec une station terrestre³⁶.

7.1.3 La présence d'un serveur à bord des avions, du *Routing Engine* et du routeur WiFi n'altère pas le constat que les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne communiquent pas avec une station terrienne mobile

62. Dans son Projet de décision, l'IBPT relève que :

« Les terminaux des passagers dans l'avion ne sont pas connectés directement au satellite ou aux ETC. Les terminaux des passagers sont connectés à un routeur WiFi qui est lui-même connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion.

*Les composantes satellitaire et terrestre sont connectées à l'Internet via un routeur ([...] « *Routing Engine* »). Ce routeur contrôle l'utilisation du terminal satellite et du terminal en dessous de l'avion par le routeur WiFi à bord de l'avion [...].*

[...]

Le système installé à bord de l'avion composé du routeur WiFi, connecté au terminal satellite et au terminal en-dessous de l'avion, est donc bien une station terrienne mobile »³⁷.

63. Ces constatations sont inexactes. En effet, ainsi qu'il sera démontré ci-dessous, aucun des équipements opérant soi-disant une « connexion » entre le terminal terrestre et le terminal satellite (qu'ils se trouvent à bord ou en dehors de l'avion) ne peut changer le fait que le terminal terrestre situé en dessous du fuselage de l'avion est incapable de communiquer avec le (segment) satellit(air)e et n'est donc pas une station terrienne mobile. Cela ne rend donc pas non plus le terminal terrestre « nécessaire » pour communiquer avec le satellite.

³⁵ Voir le Rapport Technique EAN (**Annexe 2**), sections 5.1.5.2. et 6.

³⁶ Voir aussi Rapport Webb (**Annexe 1**), point 54.

³⁷ Projet de décision, pages 7 et 8. C'est Viasat qui souligne.

64. A cet égard, il convient d'ailleurs de souligner que le serveur situé à bord des avions n'est qu'une sorte d'« interrupteur »³⁸. En effet, les terminaux satellite et terrestre n'y sont connectés que dans le seul but de permettre au serveur d'opérer le changement entre les deux voies de radiocommunication dirigées vers l'avion (à supposer que le terminal satellite soit effectivement installé), sur base de la commande émise depuis le sol par le routeur (*Routing Engine*). Le signal électromagnétique envoyé par le satellite, d'une part, et le signal électromagnétique envoyé par les stations terrestres air-sol, d'autre part, sont reçus et transformés par les terminaux et récepteurs respectifs, et démodulés par les modems respectifs de la station terrienne mobile, d'une part, et de la station terrestre, d'autre part³⁹. Les équipements respectifs qui composent, d'une part, le terminal satellite et, d'autre part, le terminal terrestre sont chacun suffisants pour fournir les services de radiocommunication qui caractérisent les stations respectives dont ils font partie. Il s'agit, d'une part, d'une station terrienne mobile (pour les services mobiles par satellite) et, d'autre part, d'une station terrestre (pour les services terrestres).

65. En outre, et plus fondamentalement, connecter les deux voies de communication au même serveur ne transforme pas la station terrestre en une station terrienne mobile puisque cette connexion n'entraîne en aucun cas que le terminal terrestre (ou son équipement associé) puisse communiquer avec le satellite. Cette connexion ne rend donc pas non plus la station terrestre et l'équipement qui y est associé « nécessaires » pour communiquer avec le satellite, au sens des définitions précitées. De plus, il résulte de ce qui précède que le terminal satellite (et l'équipement qui y est associé) est nécessaire mais également suffisant à lui seul pour permettre les communications avec le satellite. Le serveur n'ajoute rien d'utile à cet égard et il n'est donc pas lui-même nécessaire pour permettre les communications avec le satellite.

66. À supposer même que le serveur serait nécessaire pour permettre les communications avec le satellite (quod non), cela ne justifierait pas pour autant que la notion de « station terrienne mobile » puisse être étendue de manière à englober le terminal terrestre, puisque le serveur ne change pas le standard de communication LTE (« langage ») utilisé par la terminal terrestre (et qui l'empêche de communiquer avec le satellite) en standard DVB-S. En réalité, le serveur n'interagit directement ni avec le terminal satellite ni avec le terminal terrestre et ne joue son rôle limité qu'après que les signaux respectifs de ces terminaux ont été démodulés par les modems séparés (celui du terminal terrestre et celui du terminal satellite) en deux canaux de modulation distincts qui sont ensuite dirigés vers le serveur en vue d'une diffusion vers les appareils des utilisateurs au travers du Wi-Fi. En outre, toute prétendue connexion entre le serveur et le segment terrestre ne change pas le fait que le terminal terrestre (l'antenne) est dirigé vers le sol, ce qui l'empêche de pouvoir communiquer avec le satellite.

67. Par voie d'analogie, un lecteur DVD et un magnétoscope (VCR) peuvent tous deux être branchés simultanément sur un téléviseur pour de la diffusion vidéo, et cette télévision peut elle-même être connectée à un écran plus large par le biais d'un câble HDMI. Mais aucune de ces connexions ne transforme le lecteur DVD en magnétoscope, ni le magnétoscope en lecteur DVD. De même, le seul fait de connecter une station terrestre et une station terrienne mobile au même

³⁸ Voir les documents commerciaux d'Inmarsat concernant l'EAN (**Annexe 3**), slide 29. Dans ce slide, le serveur est appelé « *unique network on-board communicator* ».

³⁹ Voir les documents commerciaux d'Inmarsat concernant l'EAN (**Annexe 3**), slides 30 à 36.

serveur, qui est à son tour connecté à un point d'accès WiFi fournissant de la connectivité aux utilisateurs finaux, ne transforme pas la station terrestre en station terrienne mobile.

68. Le même raisonnement s'applique au « *routeur WiFi* » (« *WiFi connection* »). Le routeur WiFi n'a pas pour effet de permettre au terminal terrestre de communiquer avec le satellite (ni qu'il devienne « nécessaire » pour ce faire) et ne change pas non plus le fait que la station terrestre est dirigée vers le sol.

69. De même, le fait que l'EAN comprend un « *routeur* » (« *Routing Engine* »), se trouvant apparemment à Amsterdam⁴⁰, ne permet pas de conclure que le terminal terrestre ferait partie de la station terrienne mobile. Ce *Routing Engine* contrôle le choix entre les deux voies de radiocommunication en optant soit pour l'utilisation du terminal satellite (à supposer qu'il soit installé sur un avion déterminé) soit pour l'utilisation du terminal terrestre – ce choix étant physiquement exécuté par le serveur⁴¹. Or, pour exactement les mêmes raisons que celles concernant le serveur et le routeur WiFi, la présence du *Routing Engine* n'est pas pertinent pour déterminer si le terminal terrestre fait partie de la station terrienne mobile (*quod non*). Le *Routing Engine* n'a pas pour effet que le terminal terrestre puisse communiquer avec le satellite (ni qu'il devienne « nécessaire » pour ce faire). Par voie d'analogie, dans l'exemple mentionné au point 67 ci-dessus, le fait que le magnétoscope ne se transforme pas en lecteur DVD, et inversement, n'est pas remis en cause lorsque l'utilisateur du téléviseur dispose d'une télécommande lui permettant de passer des images diffusées par le biais du lecteur DVD à celles diffusées par le biais du magnétoscope, et *vice versa*. En outre, le *Routing Engine* ne change pas non plus le fait que le terminal terrestre est dirigé vers le sol ni le fait que le terminal terrestre utilise un standard (protocole) de communication qui ne peut pas être compris par le segment satellitaire.

70. Par ailleurs, il est incontestable que le segment satellitaire et le segment terrestre de l'EAN sont susceptibles de fournir (et fournissent) des services de radiocommunication indépendamment de l'existence l'un de l'autre et que les rôles du serveur, du *Routing Engine* ou du routeur Wi-Fi n'y changent rien. La meilleure preuve en est qu'Inmarsat a confirmé que les fonctionnalités de l'EAN peuvent être fournies sans que le terminal satellite soit installé, c'est-à-dire sans même qu'il soit nécessaire que des signaux soient effectivement émis ou reçus par le satellite⁴². Dans le même ordre d'idées, Inmarsat décrit l'EAN comme étant composé de deux « *systèmes* » qui sont « *intégrés comme des systèmes mutuellement indépendants* »⁴³.

71. Enfin, conclure que la présence du serveur servant d'interrupteur, du *Routing Engine* ou du routeur WiFi aurait pour effet que la notion de « *station terrienne mobile* » devrait être entendue comme comprenant le terminal terrestre serait absurde et contraire à toute logique. En effet, cela signifierait que la notion de « *station terrienne mobile* » comprendrait tout équipement qui est

⁴⁰ Voir les documents commerciaux d'Inmarsat concernant l'EAN (**Annexe 3**), slide 26 ; Voir aussi la présentation d'Inmarsat intitulée « Inmarsat – The mobile satellite company », Munich, 21 avril 2016, disponible sur <http://www.ae-expo.eu/wp-content/uploads/2016/04/Inmarsat-Deutsche-Telekom.pdf>, slide 10.

⁴¹ Projet de décision, page 7 : « Ce routeur [le *Routing Engine*] contrôle l'utilisation du terminal satellite et du terminal en-dessous de l'avion par le routeur WiFi à bord de l'avion en fonction des ressources disponibles ».

⁴² Voir la décision de l'Ofcom relative à l'autorisation de stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat dans le cadre de l'EAN, publiée sur le site de l'Ofcom le 10 octobre 2017 disponible à l'adresse suivante : https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0014/107015/Inmarsat-mobile-satellite-services.pdf, point 3.19.

⁴³ Lettre d'Inmarsat à l'Ofcom datée du 18 décembre 2016 (**Annexe 4**). C'est Viasat qui souligne.

connecté au terminal satellite, indépendamment de la fonction remplie par cet équipement. Cela serait également en flagrante contradiction avec la définition de « *station terrienne mobile* » reprise dans le Règlement des radiocommunications de l'ITU, selon laquelle le critère pertinent est de savoir si l'équipement en question est nécessaire pour assurer la communication avec une ou plusieurs station(s) spatiale(s) (voir ci-dessus, point 56).

7.1.4 Conclusion

72. En conclusion, dans le cas de l'EAN, seul le terminal satellite (et l'équipement qui y est associé), pour autant qu'il soit installé sur l'avion, est susceptible de relever de la définition de station terrienne mobile. Le terminal terrestre, qui opère également dans la Bande 2 GHz, n'est pas (et ne fait pas partie) d'une station terrienne mobile au sens de l'article 2, paragraphe 2, point (b) de la Décision MSS, de l'article 2 de la Décision Harmonisation et de l'article 1^{er}, 1° de l'Arrêté Royal MSS.

73. Comme démontré ci-dessus, les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne communiquent pas avec la station terrienne mobile (le terminal satellite et l'équipement qui y est associé) mais uniquement avec le terminal terrestre.

74. Dans ces circonstances, les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne font pas partie intégrante d'un système mobile par satellite et, par conséquent, ne peuvent pas être autorisées par l'IBPT.

7.2 L'IBPT NE PEUT AUTORISER LES SIX STATIONS TERRESTRES AIR-SOL PROPOSEES PAR INMARSAT EN BELGIQUE CAR ELLES NE PEUVENT ETRE QUALIFIEES D'ETC, COMME CELA EST REQUIS PAR LE CADRE REGLEMENTAIRE EUROPEEN ET BELGE RELATIF A L'UTILISATION DE LA BANDE 2 GHZ

75. Les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique ne relèvent pas de la définition d'ETC précitée dans la mesure où (i) elles ne sont pas complémentaires à la composante satellitaire de l'EAN et (ii) elles ne sont pas utilisées pour augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées (mais plutôt pour fournir la (quasi-) totalité de la capacité du service de l'EAN, indépendamment de la question de savoir si la communication avec un satellite pourrait être assurée à un endroit donné).

7.2.1 Dispositions pertinentes

76. Il résulte clairement du cadre réglementaire européen et belge sur l'utilisation de la Bande 2 GHz que ce spectre est destiné à être utilisé principalement pour les communications satellite et que l'utilisation d'ETC ne peut se produire que de manière accessoire/secondaire.

77. En effet, premièrement, cela résulte de la dénomination même des éléments envisagés par le législateur européen : « *éléments terrestres complémentaires* », c'est-à-dire des éléments

utilisés pour « compléter le système par satellite »⁴⁴. Il s'agit également de « stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite [...] »⁴⁵. Le législateur européen est même allé jusqu'à détailler dans quelles circonstances les ETC pouvaient être utilisés pour « augmenter » la disponibilité du service par satellite. En effet, les ETC « sont généralement utilisés pour améliorer les services offerts par le satellite dans les zones où il n'est pas forcément possible de maintenir une visibilité continue avec lui en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par les bâtiments et par le terrain »⁴⁶.

78. Alors que la présence d'un ou plusieurs « satellite(s) » est obligatoire dans le système mobile par « satellite »⁴⁷, utiliser des ETC ne l'est pas. En effet, il ressort clairement de la Décision Harmonisation que :

« Les systèmes permettant de fournir des [services mobiles par satellite] doivent comporter au moins une station spatiale et pourraient comporter des éléments terrestres complémentaires, c'est-à-dire des stations au sol utilisées en des points déterminés, afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise »⁴⁸.

79. De même, l'Appel à candidatures souligne que les candidats doivent fournir « [d]es preuves spécifiques de l'intention du candidat à mettre en œuvre des éléments terrestres complémentaires, là [où] cela est nécessaire, comprenant les coûts anticipés associés » et « [u]n plan de déploiement par pays de chacune des zones de service couvertes par le satellite et les éléments terrestres complémentaires (le cas échéant) »⁴⁹.

80. Par ailleurs, il résulte clairement de la Décision MSS⁵⁰ et de l'Appel à candidatures⁵¹ que, dans le cadre de la Procédure de Sélection Pan-européenne, la sélection des candidats était basée exclusivement sur le système mobile par satellite, alors que tout ETC proposé était dépourvu de pertinence. L'indication la plus frappante à cet égard est la suivante : « [l]es critères et sous-critères sont déterminés en fonction du système mobile par satellite à l'exclusion de tout élément terrestre complémentaire »⁵², étant entendu que le critère le plus important (valant pour non moins de 40% de l'ensemble des critères de sélection) est le niveau de disponibilité du service⁵³.

⁴⁴ Appel à candidatures, Annexe 4, paragraphe 2, 1^{er} alinéa. C'est Viasat qui souligne.

⁴⁵ Article 2, paragraphe 2, point (a) de la Décision MSS. C'est Viasat qui souligne. Voir aussi Article 1^{er}, 2° de l'arrêté royal MSS.

⁴⁶ Considérant 18 de la Décision MSS.

⁴⁷ Voir par exemple l'annexe à la Décision MSS, dont les étapes (obligatoires) concernent essentiellement la fabrication et le lancement du satellite.

⁴⁸ Considérant 4 de la Décision Harmonisation. C'est Viasat qui souligne.

⁴⁹ Appel à candidatures, annexe 4, paragraphe 2, alinéas 3 et 4. C'est Viasat qui souligne.

⁵⁰ Cela résulte clairement des étapes contenues dans l'annexe de la Décision MSS qui concernent essentiellement les satellites.

⁵¹ Voir l'annexe 2 de la lettre du 25 avril 2018 de Viasat à l'IBPT, points 49 et suivants.

⁵² Appel à candidatures, page 14. C'est Viasat qui souligne.

⁵³ Appel à candidatures, page 14.

81. Enfin, l'Article 8, paragraphe 3, point (c) de la Décision MSS et l'Article 9, paragraphe 3 de l'Arrêté Royal MSS limitent le fonctionnement indépendant des ETC de systèmes mobiles par satellite (i) aux cas de panne de la composante satellitaire ; et (ii) à un laps de temps ne pouvant dépasser 18 mois.

7.2.2 En l'espèce

82. L'IBPT affirme à la page 8 du Projet de décision que les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat seraient des ETC dans la mesure où elles remplissent les conditions prévues à l'article 1^{er}, 2^o de l'Arrêté Royal MSS. En particulier, l'IBPT affirme que ces stations « *permettent d'augmenter la disponibilité du service offert en apportant de la capacité additionnelle, en particulier là où les communications ne peuvent être assurées avec la qualité requise avec la composante satellitaire seule, en raison de la forte demande de ressources* »⁵⁴.

83. Contrairement à ce qui est indiqué dans le Projet de décision, les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat n'« augmentent » pas le service mobile par satellite et ne sont pas « complémentaires » puisqu'elles constituent l'utilisation (quasiment) exclusive de la Bande 2 GHz, pour des services terrestres, dans le cadre d'un intense maillage de plus de 300 tours cellulaires installées à travers tout le territoire européen et couvrant les eaux avoisinantes. Ainsi, il est clair que les stations terrestres air-sol de l'EAN (dont les six stations air-sol concernées par le Projet de décision font partie) constituent l'élément essentiel (et principal) du réseau EAN.

84. Au lieu d'être composé d'un système mobile par satellite éventuellement complété/augmenté par des ETC, l'EAN tel qu'envisagé par Inmarsat est un réseau opérant dans la Bande 2 GHz qui est presque exclusivement conçu pour des communications entre des stations terrestres air-sol couvrant l'entièreté du territoire européen et les eaux avoisinantes, d'une part, et des terminaux terrestres situés en-dessous du fuselage des avions, d'autre part.

85. Cela est confirmé par le fait que, comme cela est démontré dans le Rapport Technique EAN⁵⁵ (**Annexe 2**) et dans le Rapport Webb⁵⁶ (**Annexe 1**), le réseau terrestre air-sol de l'EAN fournit environ 99.9% de la capacité disponible pour les avions, alors que les communications entre la station terrestre mobile et la composante satellitaire ne représentent qu'une infime partie de l'utilisation de la Bande 2 GHz (environ 0.1%). En tout état de cause, le satellite d'Inmarsat ne peut fournir simultanément des services mobiles par satellite qu'à un nombre d'avions compris entre 2 et 20 tout au plus⁵⁷, sur les 550 qui, en moyenne, survolent l'Europe en même temps et qui décollent et atterrissent à l'intérieur des 28 États membres de l'UE. En revanche, la composante terrestre air-sol de l'EAN dispose de la capacité nécessaire pour desservir tous les avions restants⁵⁸.

86. En outre, il résulte de la définition d'ETC que ces « éléments » sont utilisés « *dans les zones géographiques [...] où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne*

⁵⁴ C'est Viasat qui souligne.

⁵⁵ Rapport Technique EAN (**Annexe 2**), sections 5.1.1, 5.1.4 et 6.

⁵⁶ Rapport Webb (**Annexe 1**), points 105, 115 et 127.

⁵⁷ Ces deux hypothèses se basent sur un calcul prudent : voir spéc. point 108 du Rapport Webb (**Annexe 1**).

⁵⁸ Rapport Webb (**Annexe 1**), points 105, 115 et 127.

peuvent être assurées avec la qualité requise »⁵⁹, c'est-à-dire « généralement [...] pour améliorer les services offerts par le satellite dans les zones où il n'est pas forcément possible de maintenir une visibilité continue avec lui en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par les bâtiments et par le terrain »⁶⁰.

87. Dans le cas des stations terrestres air-sol visées par le Projet de décision, il n'y a aucune raison de supposer qu'il y aurait un blocage du signal entre le satellite et la station terrestre mobile de l'EAN qui serait dû à des bâtiments, à la topographie du terrain ou de la végétation. Au contraire, Genk et Sint Pieters Leeuw sont deux zones bénéficiant d'une visibilité parfaitement claire avec le ciel.

88. De manière plus générale, il convient de noter que les avions survolant l'Europe ne subissent pas de tels blocages à cause des bâtiments, du terrain ou de la végétation. En effet, des avions survolant l'Europe auront toujours une « visibilité » claire avec le satellite, en particulier en altitude de croisière, c'est-à-dire à 3.000 mètres et plus. Cela est d'autant plus vrai en ce qui concerne les avions survolant la Belgique. En effet, il est difficile de concevoir une situation où un endroit en Belgique où, à cause de la topographie du territoire, un avion en vol ne serait pas capable de « maintenir une visibilité continue avec le satellite en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par des bâtiments et par le terrain » de sorte qu'il serait nécessaire de faire appel à des ETC. Autrement dit, les stations terrestres air-sol d'Inmarsat ne peuvent jamais augmenter la « disponibilité » des services mobiles par satellite parce que, dans le cadre de l'EAN, la station terrestre mobile située au-dessus du fuselage de l'avion bénéficiera toujours d'une visibilité avec le satellite qui sera équivalente à 100%.

89. Il en résulte que le réseau EAN utilisera la Bande 2 GHz pour communiquer avec les stations terrestres air-sol même lorsqu'aucun obstacle ne s'oppose à la communication entre le satellite et le terminal satellite installé sur l'avion.

90. Il est donc clair qu'une situation dans laquelle des stations terrestres air-sol fournissant presque toute la capacité du réseau ne respecte pas le cadre réglementaire. Cette conclusion n'est pas remise en cause par le fait que la raison pour laquelle les communications « *ne peuvent être assurées avec la qualité requise* » est « *la forte demande de ressources* ». Dans un système qui respecte le cadre réglementaire européen et belge, le segment satellitaire doit, de toute façon, fournir suffisamment de capacité pour rencontrer la « demande », sauf dans les cas où le signal entre le satellite et l'avion est bloqué en raison de la situation géographique.

91. Le « problème », dans le cas de l'EAN, est qu'il est inconcevable que la faible capacité du satellite d'Inmarsat puisse rencontrer la demande résultant du service dont Inmarsat fait la

⁵⁹ Article 2, paragraphe 2, point (b) de la Décision MSS.

⁶⁰ Considérant 18 de la Décision MSS. C'est Viasat qui souligne.

publicité et qui sera fourni par le réseau terrestre (voir ci-dessus point 85)⁶¹. Cela résulte (i) du choix (commercial) d'Inmarsat de développer un satellite meilleur marché que celui qui a été approuvé par la Commission européenne et (ii) du choix commercial d'Inmarsat de développer un autre système que celui approuvé dans le cadre de la Procédure de Sélection Pan-européenne, dont la composante terrestre est la composante principale. Autrement dit, Inmarsat pousse l'IBPT à autoriser son utilisation des stations terrestres air-sol uniquement parce que (i) Inmarsat a développé un nouveau réseau terrestre air-sol dans lequel le satellite est, en réalité, commercialement inutile, et (ii) l'EAN n'est pas commercialement viable sans les stations terrestres air-sol. Inmarsat elle-même a affirmé que :

« Les composantes terrestre et satellitaire ont des caractéristiques et fonctionnalités différentes. La composante satellitaire fournit une couverture complète [...]. Cependant, elle est beaucoup moins performante que la composante terrestre, en particulier dans des zones denses [...].

La composante terrestre dispose par nature de moins de capacité que la composante terrestre »⁶².

« [...] [L]e satellite sera capable de boucher les trous de la couverture terrestre. « Une tour cellulaire terrestre a une portée d'environ 150 km à la hauteur d'un avion en altitude de croisière, mais il peut y avoir des zones en Europe dépourvues de couverture » [...]. Les zones typiques peuvent se trouver sur les routes menant de l'Irlande à l'Espagne ou au Portugal, ou en Afrique du Nord, où il est nécessaire de traverser la mer et perdre l'accès aux stations terrestres LTE 4G [les prétendus ETC]. « Le satellite aidera à boucher ces trous, mais offrira aussi des possibilités supplémentaires pour l'avion, en particulier dans le cockpit, peut-être en termes de Services de Sécurité – une matière dans laquelle Inmarsat excelle déjà – ou la fourniture de services de données tels que les mises à jour EFB ou les données météorologiques » »⁶³.

⁶¹ Dans le cas de l'EAN, le service proposé par Inmarsat est très demandeur en capacité. Inmarsat a, en effet, expliqué que l'EAN peut « *peut fournir des services Internet très exigeants, tels que travailler avec des laptops professionnels, du streaming vidéo en haute définition, des jeux en ligne et du partage d'images, avec un niveau de service comparable au haut débit mobile au sol* » (traduction libre de « *meet highly demanding internet use, such as working with remote business desktops, streaming high-definition videos, enjoying online gaming and sharing images, with service levels that compare to mobile broadband on the ground* ») (voir l'article du 28 mai 2018 intitulé « *Inmarsat Rolls Out European Aviation Network* », disponible sur le site internet d'AviationWeek à l'adresse suivante : <http://aviationweek.com/ebace-2018/inmarsat-rolls-out-european-aviation-network>). Cela entraîne inévitablement que la faible capacité du satellite ne puisse remplir « *globalement aucune fonction* » (Rapport Webb (**Annexe 1**), point 47).

⁶² Lettre d'Inmarsat à l'Ofcom datée du 18 décembre 2016 (**Annexe 4**). C'est Viasat qui souligne. Traduction libre de : « *The MSS and CGC component have different characteristics and functionalities. MSS provides full coverage [...]. However, it has significant lower performance, in particular in very dense areas, as compared to the CGC [...]. MSS has inherently less capacity than the CGC* ».

⁶³ Voir l'article du 28 avril 2016 intitulé « *Inmarsat outlines how hybrid EAN connectivity will work* », disponible sur le site de GetConnected à l'adresse suivante : <https://www.getconnected.aero/2016/04/inmarsat-hybrid-ean-connectivity/>. Traduction libre de : « *[...] the satellite will be able to cover gaps in the ground coverage. "A ground cell has a range of about 150 km at an aircraft's cruising height, but there may be areas in Europe where there is no coverage" [...]. Typical areas might be on routes from Ireland to Spain or Portugal, or into northern Africa, where you have to cross the sea and would lose access to the 4G LTE ground stations. "The satellite will help fill those gaps, but also offers us added capabilities on the aircraft, especially in the cockpit perhaps in terms of Safety Services – an area that Inmarsat has always excelled at – or the delivery of data services such as EFB updates or weather data"* ».

92. Il est donc incontestable que, dans l'EAN, le rôle du satellite est secondaire à celui des stations terrestres air-sol.

93. Par conséquent, l'IBPT ne peut autoriser les six stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat en Belgique car elles ne sont pas complémentaires au segment satellitaire de l'EAN et ne sont pas destinées à augmenter la disponibilité des services mobiles par satellite dans des zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs station(s) spatiale(s) ne pourraient pas être assurées. Par conséquent, elles ne relèvent pas de la définition d'ETC.

7.3 L'IBPT NE PEUT AUTORISER LES SIX STATIONS TERRESTRES AIR-SOL PROPOSEES PAR INMARSAT EN BELGIQUE DANS LA MESURE OU ELLES NE RESPECTENT PAS LES CONDITIONS COMMUNES PREVUES A L'ARTICLE 8, PARAGRAPHE 3 DE LA DECISION MSS

94. Dans son Arrêt du 14 mars 2018, la Cour des marchés a imposé à l'IBPT de vérifier si les ETC qui sont soumis à approbation respectent les conditions communes prévues à l'article 8, paragraphe 3 de la Décision MSS. Si l'IBPT avait effectivement vérifié ces conditions, il aurait constaté que les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat ne respectent pas ces conditions.

95. En ce qui concerne les conditions communes (a) et (b), il est prévu que « *les opérateurs utilisent les radiofréquences assignées pour la fourniture d'éléments terrestres complémentaires de systèmes mobiles par satellite* » et « *les éléments terrestres complémentaires font partie intégrante du système mobile par satellite* ». Il résulte cependant de la **section 7.1** ci-dessus que les stations terrestres air-sol proposées par Inmarsat « *utilisent les radiofréquences assignées* » sans faire partie d'un « *système mobile par satellite* » comme cela est requis par l'article 2, paragraphe 2, point (a) de la Décision MSS et l'article 1^{er}, 1° de l'Arrêté Royal MSS. Il résulte également de la **section 7.2** ci-dessus que ces stations terrestres air-sol ne sont pas des « *éléments terrestres complémentaires* » au sens de l'article 2, paragraphe 2, points (a) et (b) de la Décision MSS et de l'article 1^{er}, 1° et 2° de l'Arrêté Royal MSS.

96. La condition commune (b) requiert encore que les prétendus ETC « *so[ie]nt contrôlés par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires* ». Cependant, dans le cas de l'EAN, le « *mécanisme de gestion des réseaux satellitaires* » ne contrôle pas les stations terrestres air-sol. Cela résulte clairement des différents standards de communication utilisés par le « *réseau satellitaire* », d'une part, et par les stations terrestres air-sol, d'autre part⁶⁴.

97. En tout état de cause, il résulte du Projet de décision que l'IBPT n'a procédé à aucune vérification à cet égard. Le Projet de décision se limite à affirmer à la page 9 que « *[l]es ETC font partie intégrante du réseau EAN et sont contrôlés par le même mécanisme que la composante satellitaire* », sans plus d'explications et/ou démonstrations. En effet, le Projet de décision n'identifie pas le mécanisme qui exécuterait ce contrôle. À supposer que l'IBPT vise le *Routing Engine*, il convient de rappeler que le *Routing Engine* n'est pas le « *mécanisme de gestion des*

⁶⁴ Rapport Webb (**Annexe 1**), point 41.

ressources et des réseaux satellitaires » et qu'il contrôle simplement le passage d'une voie de radiocommunication à l'autre (voir ci-dessus point 69).

98. Enfin, la condition commune (c) requiert que « *le fonctionnement autonome des éléments terrestres complémentaires, en cas de panne de l'élément satellitaire du système mobile par satellite associé, ne doit pas dépasser dix-huit mois* ». En ce qui concerne cette condition, l'IBPT affirme, à la page 9 du Projet de décision, qu' « *[i]l n'y a, à ce stade, aucune raison de supposer que la composante satellitaire pourrait être indisponible pour une période dépassant 18 mois* ». Pourtant, il convient de rappeler que, dans l'EAN, les stations terrestres air-sol fournissent 99.9% de la capacité du service du réseau et peuvent fournir le service commercial sans même que le terminal satellite soit effectivement installé (ou utilisé). Cela revient dans la pratique à un « *fonctionnement autonome* ». De plus, l'IBPT lui-même précise dans le Projet de décision que l' « *EAN pourrait techniquement fonctionner sans la composante satellitaire* »⁶⁵. Enfin, la condition commune (c) ne permet le fonctionnement indépendant d'ETC (pour maximum 18 mois) que pour autant que la composante satellitaire soit « en panne ». Toutefois, en ce qui concerne l'EAN, le satellite d'Inmarsat a bel et bien été lancé et est opérationnel. Autrement dit, le satellite d'Inmarsat n'est pas « en panne ». Il n'existe aucune base réglementaire qui permet le fonctionnement autonome de prétendus ETC en tout temps et en toute circonstance.

ANNEXES JOINTES AUX COMMENTAIRES DE VIASAT

Annexe 1 : Rapport daté du 7 décembre 2017 et fourni par l'expert indépendant M. William Webb, dans le cadre de la procédure n°1280/3/3/17 actuellement pendante devant le Competition Appeals Tribunal de Londres (traduction libre de l'anglais) (version non confidentielle) (le « *Rapport Webb* »)⁶⁶ ;

Annexe 2 : Rapport technique relatif au système EAN établi par l'équipe des ingénieurs de ViaSat Antenna Systems S.A. (Suisse) et de ViaSat, Inc. (Etats-Unis) le 27 juillet 2017 (le « *Rapport technique EAN* ») ;

Annexe 3 : Documents commerciaux d'Inmarsat concernant l'EAN ;

Annexe 4 : Lettre d'Inmarsat à l'Ofcom datée du 18 décembre 2016 ;

Annexe 5 : Réponse d'Inmarsat du 12 mai 2017 à la demande de l'Ofcom du 11 avril 2017 de fournir des informations complémentaires.

⁶⁵ Page 9 du Projet de décision.

⁶⁶ Ce rapport se base sur les faits connus par M. William Webb en date du 7 décembre 2017 et qui sont de nature à supporter l'introduction d'un recours devant le Competition Appeals Tribunal contre la décision de l'Ofcom disponible à l'adresse suivante : https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0014/107015/Inmarsat-mobile-satellite-services.pdf.

Annexe n°1

DEVANT LA COUR D'APPEL EN MATIÈRE DE CONCURRENCE

Affaire n° :

**DANS UN APPEL EN VERTU DE LA SECTION 192 DE LA LOI DE 2003 SUR LES
COMMUNICATIONS**

ENTRE :

(1) VIASAT UK LTD

(2) VIASAT, INC.

l'appelante

-et-

**L'OFFICE DES COMMUNICATIONS (« OFCOM »)
(autorité régulatrice des télécommunications au Royaume-Uni)**

l'intimée

RAPPORT D'EXPERTISE DU DR WILLIAM WEBB, PH.D., MBA

I. Aperçu des communications sans fil

A. Introduction

1. Ce rapport technique (« **Rapport** ») aborde différentes questions relatives aux systèmes mobiles par satellite dans la partie du spectre radio appelée bande 2 GHz (ou bande S) et composée des gammes de fréquences de 1980-2010 MHz et 2170-2200 MHz. Il a pour but de fournir des informations pertinentes pour comprendre :
 - a. comment le Réseau européen pour l'Aviation (« **EAN** ») d'Inmarsat, y compris le segment air-sol terrestre (« **ATG** ») de ce réseau, opère dans une perspective technique ;
 - b. comment une bonne compréhension du contexte technique et politique, tel qu'il est exposé dans tous les documents de référence, aidera à comprendre l'interprétation à donner à la législation applicable à l'EAN ; et
 - c. quelles attentes en aurait déduites un soumissionnaire raisonnablement informé et normalement diligent dans un appel d'offres à l'échelle de l'UE pour des systèmes mobiles par satellite en bande 2 GHz.
2. Le Rapport est établi comme suit :
 - a. Le reste de cette Section I fournit une description générale des systèmes de communication sans fil, y compris les systèmes terrestres, les systèmes par satellite et les systèmes aéronautiques ;
 - b. La Section II aborde le processus d'harmonisation européen pour les systèmes mobiles par satellite 2 GHz et donne également une vue d'ensemble du réseau EAN proposé par Inmarsat, y compris son segment air-sol terrestre en particulier ;
 - c. La Section III donne un aperçu de la capacité de réseau sans fil, des débits de données et des exigences de l'utilisateur final ;
 - d. La Section IV aborde le spectre radio et l'attribution de la bande passante en général et la valeur de la bande 2 GHz en particulier ;
 - e. La Section V fournit une analyse technique du réseau EAN d'Inmarsat, y compris son segment satellitaire et son segment terrestre. Elle aborde également les capacités relatives de ces deux segments, leur faculté à fournir une connectivité en vol aux avions et leur faculté à fournir des services mobiles par satellite en particulier ;
 - f. La Section VI contient mes conclusions ; et
 - g. Les Sections VII et VIII contiennent des documents de référence.

B. Les systèmes de communication sans fil en général

3. Pendant des décennies, les réseaux de communication ont été principalement « câblés », nécessitant des liens physiques entre les utilisateurs afin d'échanger des informations. Un exemple d'un tel réseau de communication « câblé » est le réseau de téléphone terrestre. Cependant, de plus en plus de communications sont transmises en utilisant des réseaux sans fil au point que, dans certains cas, les utilisateurs renoncent complètement à la connectivité câblée.
4. Les systèmes de communication sans fil comprennent habituellement un réseau et des dispositifs utilisateurs échangeant des informations en utilisant une transmission radio¹. Le réseau se composera habituellement d'une partie d'accès radio comprenant une ou plusieurs stations radio émettrices/réceptrices et une partie centrale composée de commutateurs et de routeurs. La partie d'accès radio convertit les signaux électriques en signaux radio et les transmet aux utilisateurs tout en effectuant l'opération inverse sur les signaux transmis par les utilisateurs. La partie centrale dirige correctement les messages, par exemple vers Internet ou vers un utilisateur final différent. Le dispositif utilisateur sera généralement un équipement tel qu'un téléphone cellulaire, un ordinateur portable avec une fonctionnalité sans fil intégrée ou un dispositif radio sur mesure monté sur une automobile, un train ou un aéronef.
5. Les systèmes de communication sans fil sont généralement bilatéraux, le réseau transmettant les informations vers l'utilisateur final et l'utilisateur final renvoyant les informations au réseau². La transmission du réseau vers l'utilisateur final est souvent appelée « liaison descendante » tandis que la transmission de l'utilisateur final vers le réseau est souvent appelée « liaison montante ». Par exemple, le client d'un service Internet par satellite utilise un dispositif radio pour demander une page Internet par transmission d'une demande sans fil vers le satellite (par le biais de la liaison montante), laquelle demande est alors relayée vers une autre « station terrienne » du satellite.³ Cette deuxième station terrienne, à son tour, est

¹ Des systèmes plus simples dans lesquels un dispositif transmet directement vers un autre sont possibles mais rarement utilisés en pratique.

² Une exception réside dans les réseaux de radiodiffusion tels que ceux utilisés pour la radio FM, la liaison étant unilatérale seulement, du réseau vers le dispositif.

³ Le règlement des radiocommunications de l'UIT donne la définition suivante d'une station terrienne qui intègre la définition de « station » de l'UIT :

« station terrienne : station située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre, et destinée à communiquer : avec une ou plusieurs stations spatiales ; ou avec une ou plusieurs stations de même nature, à l'aide d'un ou plusieurs satellites réflecteurs ou autres objets spatiaux. » [Annexe WW-1/19/1.63].

« station : un ou plusieurs émetteurs ou récepteurs, ou un ensemble d'émetteurs et de récepteurs, y compris les appareils accessoires, nécessaires pour assurer un service de radiocommunication ou pour le service de radioastronomie, en un emplacement donné. » [Annexe WW-1/19/1.61].

Le rôle de l'UIT par rapport au spectre radio est décrit plus en détail dans le paragraphe 36, ci-dessous.

raccordée à la partie centrale du réseau qui dirige la demande vers Internet, retrouve le contenu de cette page Internet et le retransmet à l'utilisateur (par l'intermédiaire de la liaison descendante) sans fil par le satellite. Un diagramme en 2 parties décrivant ce concept est reproduit ci-dessous.

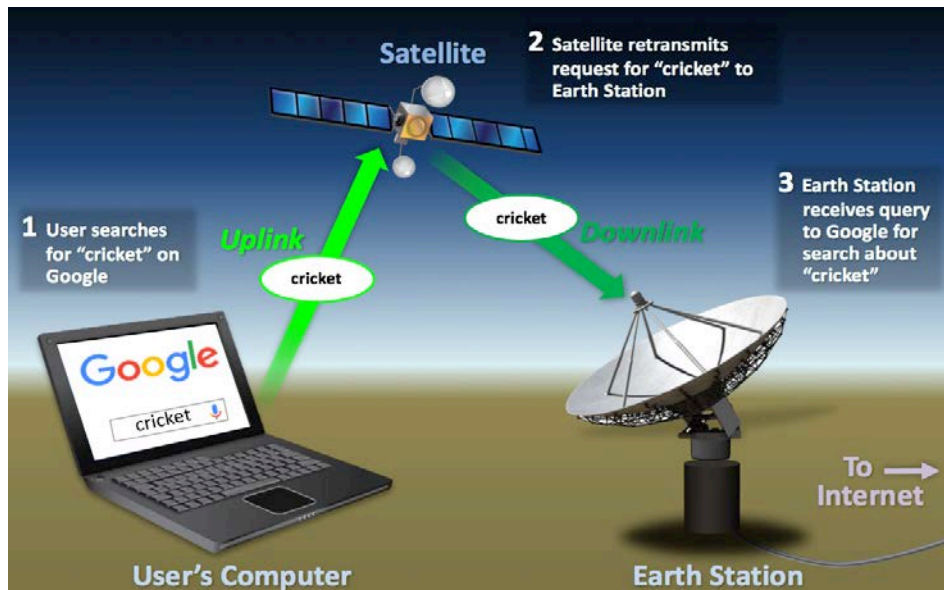


Figure 1— Diagramme illustratif de la partie montante d'une communication sans fil bilatérale par satellite

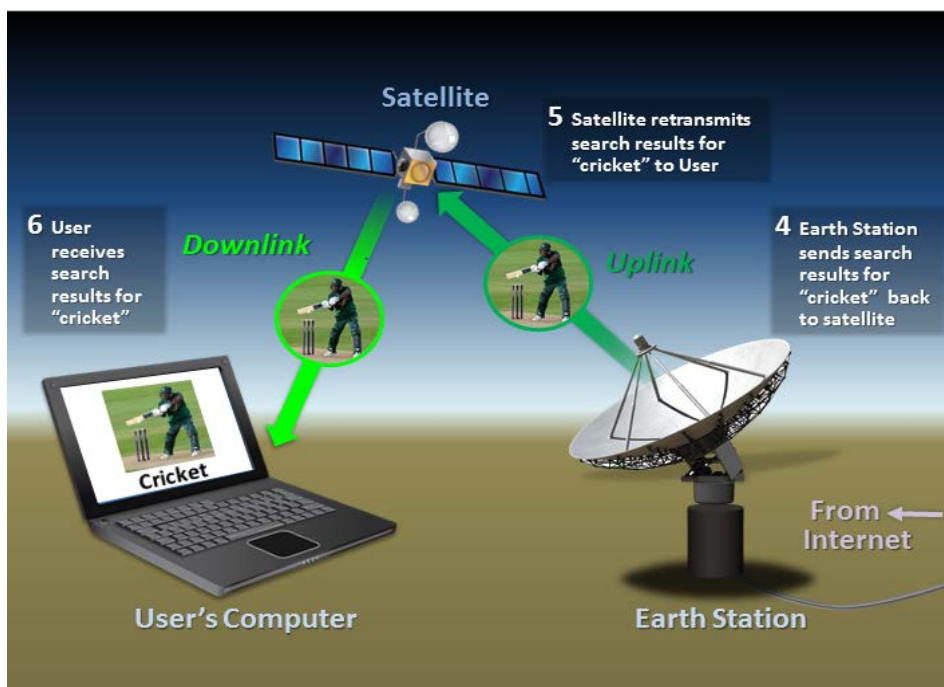


Figure 2— Diagramme illustratif de la partie descendante d'une communication sans fil bilatérale par satellite

6. La transmission radio utilise des ondes électromagnétiques. Ces ondes peuvent être formées à des fréquences particulières, par exemple à très haute fréquence

(VHF) ou à ultra haute fréquence (UHF). Les informations sont codées sur les ondes en faisant varier certains paramètres tels que leur fréquence ou leur amplitude et cette variation conduit à un étalement des fréquences utilisées, appelé bande passante. Dès lors, une transmission radio est souvent caractérisée par la bande du spectre qu'elle occupe, par exemple 1990-2000 MHz. Les questions associées à l'attribution du spectre radio en différentes bandes de spectre sont discutées plus en détail dans la Section IV. Il existe plusieurs manières différentes de coder les informations, chacune ayant des avantages et des inconvénients particuliers. Il en résulte des services différents, adoptant souvent des systèmes de codage différents. La combinaison du codage et des protocoles utilisés pour commander les dispositifs est souvent appelée « norme » ou « spécification ». Par exemple, une norme utilisée pour les systèmes modernes de téléphone cellulaire (un exemple d'un système sans fil terrestre, voir la Section I-C ci-dessous) est appelée « LTE » ou « 4G » tandis qu'une norme utilisée pour la transmission de données par satellite est appelée « DVB-S ». Les normes différentes sont incompatibles, des dispositifs sans fil utilisant une norme étant incapables de communiquer avec le réseau sans fil utilisant une norme différente.

7. Le défi principal pour tous les systèmes sans fil est de garantir que les transmissions radio peuvent être reçues suffisamment bien pour répondre aux exigences en matière d'utilisation de l'utilisateur final pour l'application particulière en question. Par exemple, avant l'adoption répandue du smartphone, les réseaux de téléphonie mobile sans fil étaient principalement optimisés et conçus pour permettre que les utilisateurs passent des appels téléphoniques d'une certaine qualité (c'est-à-dire, sans trop d'interférences ou d'appels interrompus). Cependant, depuis que les smartphones ont été adoptés, les réseaux de téléphonie mobile sans fil doivent désormais être conçus non seulement pour optimiser la qualité des appels mais aussi pour répondre aux exigences supplémentaires de l'utilisateur final, par exemple son souhait de diffuser de la musique et des vidéos en streaming. Comme le montrent ces exemples, un réseau sans fil aura probablement les débits de données et capacités minimaux qui sont nécessaires pour permettre aux utilisateurs d'entreprendre les activités souhaitées, par exemple de passer un appel vidéo. La largeur de la bande passante attribuée au système sans fil, la puissance que le réseau et l'utilisateur peuvent transmettre de même que d'autres facteurs sont autant d'éléments qui limitent ce que les utilisateurs peuvent effectivement faire avec un réseau sans fil en pratique. La capacité et le débit de données seront discutés ci-après dans la Section III.

C. Systèmes sans fil terrestres

8. Dans un système sans fil terrestre, tant l'émetteur du réseau que les dispositifs des utilisateurs finaux sont situés au sol. Les émetteurs du réseau sont souvent appelés « stations de base » ou « sites cellulaires » et les dispositifs des utilisateurs finaux sont souvent désignés par le terme « terminaux ». La plupart des systèmes de communication sans fil sont terrestres et comprennent les réseaux cellulaires, les réseaux de télé et radiodiffusion, les réseaux wi-fi et les systèmes de communication utilisés par les services d'urgence.

9. Les systèmes terrestres se composent habituellement de plusieurs stations de base. Le nombre de stations de base est généralement déterminé à la fois par les besoins de couverture et les besoins de capacité du système de communication sans fil en question.
10. *Couverture.* Une station de base aura une gamme maximale. Cette gamme dépendra des paramètres suivants :
 - a. la hauteur de l'émetteur - plus haut est l'émetteur, plus loin circule le signal.
 - b. la bande de fréquences utilisée – en général, plus basse est la bande de fréquences, plus loin circulera le signal. À des fréquences inférieures, les ondes radio peuvent mieux se diffracter autour des obstacles et pénétrer au travers des matériaux de construction tandis qu'à des fréquences plus élevées, elles ont tendance à rester bloquées plus facilement. À titre d'exemple, les transmissions radio FM sont habituellement diffusées à environ 100 MHz et peuvent être reçues fidèlement à de nombreux kilomètres de l'émetteur tandis que les signaux wi-fi de grande capacité sont habituellement diffusés à 5 GHz et, par conséquent, leur portée fiable est parfois limitée à quelques centaines de mètres. Conformément à ces observations générales, les fréquences inférieures à 3 GHz sont habituellement utilisées dans un système sans fil terrestre alors qu'une application exige que les signaux radio soient reçus avec certitude à plus de 1 km de l'émetteur.
 - c. les niveaux de puissance transmis – plus élevée est la puissance, plus loin circulent les signaux.
 - d. la topographie que traversent les signaux radio – terrain vallonné, bâti dense et arbres ou autres feuillages ont tendance à absorber les signaux radio, réduisant ainsi leur portée.
11. De nombreuses équations empiriques prédisent la portée qui peut être atteinte dans une situation donnée et des outils de planification radio informatisés qui peuvent automatiser ce processus. En dépit de nombreuses recherches, ces équations fournissent uniquement des approximations et peuvent être imprécises dans certaines situations. Pour les réseaux terrestres, la couverture peut atteindre des centaines de kilomètres pour la transmission « en ondes courtes » à 1 MHz pour se limiter à quelques centaines de mètres pour les transmissions wi-fi à 5 GHz.
12. *Capacité.* Chaque station de base aura la capacité nécessaire pour acheminer un certain volume de données, mesuré souvent en mégabits par seconde (Mbits/s) ou en gigabits par seconde (Gbits/s). La capacité est principalement liée à la gamme du spectre radio que la station de base est capable d'utiliser mais également à la sophistication de la technologie adoptée. En règle approximative, les systèmes modernes de téléphones cellulaires peuvent fournir environ 1 bit/s/Hz du spectre radio dans des environnements denses et congestionnés ; dès lors, si un opérateur mobile s'est vu attribuer 10 MHz de spectre, chaque station de base devrait être en mesure de fournir 10 Mbits/s de capacité en moyenne.

13. Lors du déploiement d'un réseau, un opérateur déterminera d'abord combien de stations de base sont nécessaires pour couvrir la portée souhaitée – par exemple, la surface d'un pays dans laquelle résident 98 % de la population. Il déterminera ensuite les endroits dans lesquels ce déploiement n'apportera pas une capacité suffisante. Ce sera habituellement le cas des zones urbaines qui comptent de nombreux utilisateurs dans une même cellule. Ici, il déploiera de multiples cellules plus petites, augmentant ainsi la capacité par le nombre de cellules ajoutées. Il optera pour des cellules plus petites en utilisant des émetteurs de hauteur inférieure, une puissance de transmission plus faible, de multiples secteurs avec différents segments de fréquence dans une station de base individuelle et, dans certains cas, en dirigeant délibérément les antennes légèrement vers le bas. Cela fonctionne par le biais d'un processus appelé « réutilisation des fréquences » dans lequel, de manière très simple, tout le spectre disponible pour un opérateur peut être réutilisé dans de multiples cellules. Si une grande cellule est remplacée par, disons, 10 petites cellules, tout le spectre pourra alors être utilisé dans chacune des cellules, multipliant ainsi la capacité par 10. Ce résultat peut être obtenu lorsque les signaux d'une cellule n'interfèrent pas avec les signaux des cellules voisines. En pratique, il y a interférence entre les cellules à la frontière entre elles et toutes les fréquences ne peuvent, par conséquent, pas être réutilisées. La technologie cellulaire s'est progressivement améliorée pour minimiser ces cas d'interférence.
14. Il faut également noter que le segment air-sol terrestre du système EAN proposé d'Inmarsat (décrit plus en détail dans la Section II-C ci-dessous) est effectivement le même que le réseau de stations de base pour un système cellulaire, sauf que les antennes des stations EAN basées au sol sont orientées plus verticalement vers le ciel (pour les aider à communiquer avec l'aéronef) plutôt qu'horizontalement au travers de la masse continentale.

D. Systèmes satellitaires

15. Il existe plusieurs similitudes entre les réseaux de communication sans fil terrestres et satellitaires, y compris la nécessité de déployer des équipements pour utilisateurs finaux qui permettent de fournir un service aux clients. Ces équipements pour utilisateurs finaux peuvent être petits et portables, de la taille d'un téléphone portable ou d'un ordinateur portable.⁴ Dans le cas de systèmes satellitaires, ces dispositifs sont appelés « stations terriennes » et aussi désignés par le terme « terminaux satellitaires ».
16. Cependant, il convient d'épingler plusieurs différences essentielles entre les réseaux sans fil terrestres et satellitaires. Manifestement, avec un système de communication par satellite, l'équivalent de la station de base se trouve dans l'espace, située sur un satellite, et le satellite est habituellement en interconnexion avec Internet par le biais d'un type spécialisé de station terrienne appelée « station passerelle ». D'autres différences comprennent :

⁴ [Annexe WW-1/36-39 et 40-43].

17. *Couverture.* Un satellite peut couvrir une grande surface de la Terre en fonction de la hauteur de son orbite. Étant donné que les systèmes de satellite en question ici sont tous géostationnaires, tournant en orbite à 36 000 km au-dessus de la surface de la Terre, au-dessus de l'équateur, seuls ceux-ci sont pris en considération dans le présent rapport.
18. Les satellites géostationnaires peuvent couvrir pratiquement un tiers de la surface de la Terre. Dès lors, il serait possible d'assurer la connectivité de toute la surface de la Terre avec seulement 3 satellites géostationnaires dûment espacés. Toutefois, étant donné que le signal par satellite provient d'en haut, les satellites ne sont souvent pas en mesure de fournir des signaux suffisants à l'intérieur des bâtiments ou dans des zones où la visibilité du ciel est limitée, par exemple dans les villes avec des gratte-ciel très rapprochés (par exemple, rues ou « canyons » urbains) ou à proximité de montagnes ou de forêts dans des zones rurales. Si le lecteur de ce rapport a l'expérience du système de positionnement global (GPS) fourni par satellite, il peut avoir connu des moments où le système de localisation n'est pas disponible de manière fiable parce qu'une bonne visibilité vers un satellite GPS est indisponible, par exemple en cas de conduite dans des parties de la City de Londres ou de Canary Wharf. Dans de tels cas, le terminal de satellite ne peut « voir » l'endroit dans le ciel où se trouve le satellite.
19. *Capacité.* Comme avec les réseaux terrestres, chaque « station de base » dans un réseau de satellite présente une certaine capacité. Dans ce cas, cependant, la station de base est un satellite dans l'espace. L'addition de satellites supplémentaires au même endroit dans l'espace en utilisant les mêmes fréquences et en couvrant la même surface de la Terre ne contribue pas à augmenter la capacité.
20. Afin d'améliorer la capacité d'un système de communication par satellite, il convient plutôt, en général, de transformer « artificiellement » un satellite en l'équivalent de plusieurs émetteurs en utilisant des antennes complexes qui peuvent fournir des faisceaux multiples sur le sol. Chaque faisceau est effectivement une cellule séparée conduisant à une capacité accrue par le biais du concept de réutilisation des fréquences décrit précédemment, la plupart de mêmes fréquences pouvant être utilisées dans chaque faisceau, permettant une marge d'interférence à l'endroit où les faisceaux se chevauchent. De nombreux satellites modernes ont des systèmes capables de former des centaines de faisceaux. La formation des faisceaux est limitée par l'antenne – l'antenne doit être d'autant plus grande que le nombre de faisceaux nécessaires est élevé. Un plus grand nombre de faisceaux implique également plus de puissance du satellite, qui, en fin de compte, est limitée à la fois par la taille des batteries et les réseaux de panneaux solaires qui peuvent être aisément déployés sur le satellite. Par conséquent, à tout moment donné, une limite supérieure tend à s'appliquer au nombre de faisceaux pour les satellites d'une taille donnée, étant entendu que, plus le satellite est grand, plus la capacité disponible est généralement élevée.

E. Systèmes aéronautiques

21. Des réseaux de communication sans fil peuvent être utilisés pour communiquer non seulement avec les utilisateurs au sol mais aussi avec les voyageurs en vol. L'élément le plus remarquable aux fins du présent rapport est qu'il est désormais possible de fournir un accès Internet sans fil aux passagers d'avions en vol entre deux destinations. De telles communications peuvent être accomplies de 2 manières : par le biais d'un système par satellite ou par le biais d'un système air-sol terrestre (ATG). Les satellites peuvent fournir des services Internet à des aéronefs tant au-dessus du sol que de l'eau, y compris les nombreux satellites couvrant l'Europe. Une fois qu'il est équipé d'un terminal satellite, un avion peut communiquer avec un satellite dont la zone de desserte couvre la terre que survole l'avion. En revanche, lorsqu'un avion vole au-dessus de la terre ou suffisamment près de la terre pour qu'une liaison radio avec des émetteurs terrestres puisse être maintenue, les services wi-fi de l'aviation peuvent être fournis à partir de systèmes ATG. Toutefois, lorsqu'il vole au-dessus des océans ou au-dessus d'autres zones dans lesquelles l'installation d'émetteurs basés au sol n'est pas faisable, le service wi-fi de l'aviation doit être fourni à partir d'un satellite. Comme nous le verrons plus loin dans le présent rapport, l'EAN d'Inmarsat se prétend un réseau hybride qui fournit ses services à la fois à partir d'émetteurs terrestres au sol (par exemple, un réseau ATG) et à partir d'un émetteur satellite dans l'espace. Cependant, comme nous le verrons, la grande majorité de la capacité sera fournie par le réseau ATG terrestre, le segment satellite étant d'une capacité très limitée.

II. Harmonisation européenne de la bande 2 GHz

A. Introduction

22. En 2007, la Commission européenne a lancé un processus d'harmonisation du spectre paneuropéen exprimé dans la décision 2007/98/CE⁵ de la Commission européenne qui a conduit le Parlement européen et le Conseil à adopter la décision 626/2008/CE concernant la sélection et l'autorisation de systèmes fournissant des services mobiles par satellite (« MSS »).⁶ À cette fin, le Parlement européen, le Conseil et la Commission ont adopté un cadre légal qui (i) a harmonisé et réservé les fréquences de la bande 2 GHz aux systèmes mobiles par satellite, (ii) a lancé et mis en œuvre un appel d'offres à l'échelle de l'UE pour sélectionner des opérateurs de systèmes mobiles par satellite qui se verraient attribuer le droit d'utiliser ce spectre en exclusivité et (iii) a exigé que les fréquences attribuées de la bande soient utilisées de manière effective et continue pour fournir des MSS commerciaux paneuropéens par ces systèmes satellites aux conditions spécifiées.
23. Dans cette section, je résumerai le contexte législatif et politique qui sous-tend le présent Rapport. Ce faisant, j'identifierai les thématiques qui définissent le contexte dans lequel le cadre législatif et politique devrait se comprendre et est généralement compris par les acteurs sur le terrain — en particulier, les personnes susceptibles d'avoir soumissionné pour un système mobile par satellite 2 GHz. Ce résumé est basé sur mes connaissances et l'expérience que j'ai acquise pendant mon mandat chez Ofcom, ainsi que sur mes autres expériences concernant des questions relatives au spectre européen. Comme exposé dans mon CV dans la Section IX, j'ai été impliqué dans des questions de réglementation pendant plusieurs décennies et j'ai travaillé pour Ofcom pendant 7 ans, y consacrant 100 % de mon temps aux questions liées au spectre. Pendant ma mission chez Ofcom, j'ai souvent été impliqué dans les questions de spectre dans le cadre de la Commission européenne et j'ai assisté occasionnellement à des réunions de la Commission européenne concernant l'harmonisation et l'utilisation du spectre radio. Mon opinion est basée sur l'expérience que j'ai acquise pendant cette période chez Ofcom, ainsi que sur mon autre expertise très étendue dans le domaine la gestion des communications et du spectre.

B. Le processus des MSS a pour but d'assurer la connectivité dans les zones rurales

24. De manière générale, la Commission soutient le développement de systèmes de communication nouveaux et novateurs utilisant tout type de plate-forme technique et permettant de fournir des services dans les États membres aux niveaux régional et paneuropéen.

⁵ [Annexe WW-1/44-46].

⁶ [Annexe WW-1/47-56].

25. Dans ce contexte, les systèmes permettant de fournir des MSS constituent une nouvelle plate-forme susceptible d'offrir divers types de services paneuropéens de télécommunications et de radiodiffusion/multidiffusion, indépendamment de la localisation de l'utilisateur final, tels qu'accès internet/intranet à haut débit, multimédia mobile et protection civile et secours en cas de catastrophe. Ces systèmes mobiles par satellite pourraient améliorer la couverture des zones rurales dans la Communauté et réduire ainsi la fracture numérique sur le plan géographique, tout en contribuant à la compétitivité des opérateurs mobiles terrestres. L'introduction de nouveaux systèmes fournissant des MSS contribuerait au développement du marché intérieur et intensifierait la concurrence en augmentant l'offre de services paneuropéens et la connectivité point-à-point.
26. Les systèmes mobiles par satellite fournissant des MSS doivent comprendre au moins une station spatiale et peuvent inclure des éléments terrestres complémentaires (« ETC »), c'est-à-dire des stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise.⁷
27. La décision de 2007 de la Commission européenne⁸ et la décision de 2008 du Parlement et du Conseil dans la décision 626/2008/CE⁹ (la « **Décision MSS** ») discutent du rôle de la procédure d'attribution et d'assignation des MSS 2 GHz¹⁰ dans la fourniture de meilleures communications mobiles à large bande par des systèmes mobiles par satellite dans toute l'Europe, en particulier en étendant la couverture aux zones rurales. Cette question est discutée également dans le Mémo de la Commission européenne 09/237 du 14 mai 2009¹¹, qui prévoit que :

« Le 13 mai 2009, la Commission européenne a sélectionné deux opérateurs, Inmarsat Ventures Limited et Solaris Mobile Limited, pour fournir des services mobiles par satellite dans toute l'Europe. Ces services, qui comportent notamment l'accès internet à haut débit, la télévision et la radio mobiles ou les communications d'urgence, sont supposés atteindre des millions de consommateurs et d'entreprises de l'UE dans toute l'Europe, en particulier dans les régions rurales et moins densément peuplées. La sélection conclut la première procédure de sélection paneuropéenne organisée par la Commission. Le service commercial devrait commencer au plus tard dans les 24 mois à compter de cette décision de sélection.

⁷ [Annexe WW-1/50/2(2)(a)].

⁸ [Annexe WW-1/44-46].

⁹ [Annexe WW-1/47-56].

¹⁰ L'attribution est le processus décidant quel spectre sera utilisé pour (les MSS fournis par les systèmes mobiles par satellite dans ce cas) tandis que l'assignation est le processus décidant qui utilisera le spectre (les systèmes mobiles par satellite d'Inmarsat et de Solaris dans ce cas).

¹¹ [Annexe WW-1/40, 43].

Un service mobile par satellite (MSS) est un service fourni par un système de satellite qui communique avec des terminaux portatifs au sol, qui peut être exploité par un professionnel ou installé sur un bateau ou dans une voiture. De tels systèmes permettent une communication à grande vitesse dans toute l'Europe entre des satellites et, par exemple, des terminaux mobiles portables comparables à des smartphones ou des ordinateurs portables.

[.....]

Les systèmes mobiles par satellite ouvrent également de nouvelles zones géographiques à des services dont l'accès était autrefois considéré comme trop coûteux. Cet aspect, à son tour, devrait dynamiser les économies locales et contribuer à réduire la fracture numérique. »

28. En prenant ces décisions, la Commission européenne et le législateur européen ont effectivement décidé que le spectre 2 GHz serait utilisé plus avantageusement pour les MSS que pour d'autres applications, la plus évidente d'entre elles étant d'accroître la capacité cellulaire en ajoutant le spectre à celui disponible aux opérateurs mobiles, ce parce que la bande 2 GHz est directement adjacente au spectre cellulaire existant en Europe, comme illustré dans la Figure 3.

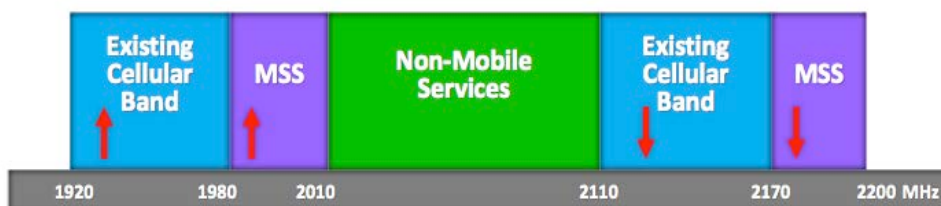


Figure 3 - Spectre dans la région de la bande 2 GHz des MSS

Je crois que la décision d'harmoniser la bande 2 GHz dans toute l'Europe pour les systèmes mobiles par satellite concorde avec l'approche de la Commission européenne de donner dans certains cas, tels que celui-ci, la priorité aux objectifs sociaux – dans ce cas, un effort pour réduire la fracture numérique dans les zones rurales – au-delà des considérations d'une utilisation purement économique ou efficace du spectre.

29. Le législateur en a conclu que le spectre devait être attribué à un niveau paneuropéen¹², étant donné qu'un service MSS paneuropéen ne pouvait pas être introduit en pratique si chaque État membre devait prendre ses propres décisions d'autorisation vu la façon dont les signaux satellitaires traversent les frontières nationales et, effectivement, couvrent de larges étendues de la surface de la

¹² Dans une décision de 2009, à savoir la décision 2009/449/CE, la Commission européenne a confirmé la sélection d'Inmarsat Ventures Ltd et de Solaris Mobile Limited comme opérateurs pour des systèmes paneuropéens fournissant des services mobiles par satellite (MSS) ainsi que les bandes de fréquences spécifiques attribuées à chacun d'eux. [Annexe WW-1/57-60].

terre.¹³ Si différents États membres choisissaient des opérateurs de systèmes mobiles par satellite différents, une interférence complexe pourrait survenir et un opérateur de satellite pourrait être incapable de fournir un service paneuropéen si différents États membres venaient à attribuer les mêmes radiofréquences à un autre opérateur de satellite.¹⁴ Par ailleurs, étant donné l'économie de l'industrie des satellites, l'utilisation d'un spectre non harmonisé pourrait empêcher le déploiement d'un système viable économiquement dans lequel un service ne peut être déployé sur des grandes parties de la couverture satellitaire. Cela diffère de l'approche de la sélection des opérateurs de réseaux cellulaires, par exemple, où, même si la Commission européenne perçoit l'avantage d'une harmonisation paneuropéenne, elle laisse les décisions d'assignation aux administrations nationales. Au mieux, elle pourrait donner des indications quant aux résultats qu'elle préférerait. Si le but était purement de dégager une solution ATG terrestre, sans nécessiter un quelconque élément satellite, cela ne nécessiterait pas une autorisation paneuropéenne. Au lieu de quoi, des opérateurs séparés dans différents pays pourraient déployer des stations au sol et l'avion pourrait passer d'une zone à l'autre de la même manière que l'itinérance des abonnés cellulaires entre différents opérateurs à mesure qu'ils passent d'un pays à l'autre. Le système ATG fonctionnerait bien aussi longtemps que la même norme technique est utilisée. On pourrait alors supposer que, si la Commission européenne et le législateur étaient soucieux uniquement de l'émergence d'une solution ATG terrestre, ils suivraient la même approche que pour le cellulaire et soumettraient la sélection des opérateurs à une décision nationale et ne sélectionneraient pas les opérateurs préférés eux-mêmes en exigeant que tous les États membres accordent des licences à ces opérateurs. En effet, je ne connais aucun autre cas, hormis la Décision MSS, où la Commission européenne et le législateur ont décidé de choisir les opérateurs eux-mêmes sur une base paneuropéenne plutôt que de laisser cette décision aux régulateurs nationaux.

30. Si la Commission européenne et le législateur n'avaient pas l'intention que la bande 2 GHz soit utilisée pour des services satellitaires dans toute l'Union européenne, ils n'auraient pas exigé, comme ils l'ont fait, que la bande 2 GHz soit utilisée pour des « systèmes mobiles par satellite » qui devaient inclure un satellite.¹⁵ Ils n'auraient pas exigé non plus que les opérateurs choisis « fournissent effectivement » des services mobiles par satellites commerciaux continus dans tous les États membres d'ici à 2011¹⁶ et que :

« le MSS soit fourni dans tous les États membres et desserve au minimum 50 % de la population et plus d'au minimum 60 % de l'ensemble du territoire terrestre de chaque État membre à l'échéance indiquée par le candidat mais, en tout état de cause, au plus tard sept

¹³ [Annexe WW-1/47-50].

¹⁴ Ibid.

¹⁵ [Annexe WW-1/50/2(2)(a)].

¹⁶ [Annexe WW-1/56/9].

ans à partir de la date de publication de la décision de [la sélection de] la Commission [de juin 2009]. »¹⁷

31. Par ailleurs, je comprends que la Commission européenne et le législateur ont imposé des critères de sélection pour la bande 2 GHz qui imposaient aux soumissionnaires de faire preuve d'une expérience importante de l'exploitation d'un satellite.¹⁸ À mon avis, de tels critères seraient inutiles (et, en réalité, contre-productifs) si la Commission européenne et le législateur voulaient que la bande 2 GHz puisse être utilisée principalement à des fins terrestres.
32. Selon moi, afin de pouvoir fournir les services spécifiés par la Commission européenne et le législateur aux citoyens de l'Union européenne, les éléments suivants doivent être mis en place :
 - a. un satellite fournissant des signaux qui peuvent être utilisés pour un service viable.¹⁹
 - b. les terminaux satellites du commerce (par exemple, dispositifs mobiles ou portables) qui peuvent émettre et recevoir des signaux du satellite.²⁰
 - c. une offre commerciale de telle sorte que les consommateurs puissent effectivement utiliser le service.²¹
33. Si tous ces éléments ne sont pas présents,²² un service mobile par satellite de 2 GHz ne pourrait pas être fourni.

¹⁷ [Annexe WW-1/51/4(1)(c)(ii)].

¹⁸ [Annexe WW-1/68/1].

¹⁹ La définition des « systèmes mobiles par satellite » dans la Décision MSS exige qu'« un tel système comprenne au moins une station spatiale ». [Annexe WW-1/50/2(2)(a)].

²⁰ La Décision MSS définit les « systèmes mobiles par satellite » comme « les réseaux de communications électroniques et installations associées permettant de fournir des services de radiocommunications **entre une station terrienne mobile** et une ou plusieurs stations spatiales, ou **entre des stations terriennes mobiles** à l'aide d'une ou de plusieurs stations spatiales, ou **entre une station terrienne mobile** et un ou plusieurs éléments terrestres complémentaires utilisés en des points déterminés. ... » (caractère gras ajouté) [Annexe WW-1/50/2(2)(a)].

Le Mémo 08/536 de la Commission du 7 août 2008 sur les services mobiles par satellite en Europe stipule que : « un service mobile par satellite (MSS) est un service fourni par un système de satellite qui communique avec des terminaux portatifs au sol, qui peut être installé sur un bateau, un avion ou une voiture ou exploité par une personne. » [Annexe WW-1/36].

²¹ [Annexe WW-1/56/9].

²² L'appel de 2008 de la Commission européenne pour des systèmes mobiles par satellite de 2 GHz stipule que les candidats seront jugés en fonction de critères tel que « la disponibilité sur le marché d'équipements pertinents permettant aux utilisateurs de recevoir ce type de services » [Annexe WW-1/72/1.2], et qu'« un système MSS fournira de façon caractéristique un service à un État membre lorsque, pour ce pays particulier : des canaux de distribution existent et le service peut être acheté par les clients, des terminaux acceptant ce service spécifique sont disponibles à l'achat dans ce pays, et l'infrastructure de service aux clients nécessaire est en place. » [Annexe WW-1/78/1].

C. Aperçu du réseau EAN d'Inmarsat

34. Je comprends qu'Inmarsat propose aujourd'hui d'utiliser le spectre de fréquence de 2 GHz qu'elle a obtenu par l'intermédiaire du processus d'attribution de la Commission européenne pour développer ce qu'elle appelle le Réseau européen pour l'Aviation ou EAN, qui est destiné à fournir une connectivité wi-fi aux passagers d'avions. Un diagramme du réseau proposé d'Inmarsat, repris dans la décision d'Ofcom²³, est illustré dans la Figure 4 ci-dessous tandis qu'une figure similaire du propre matériel promotionnel d'Inmarsat est illustré dans la Figure 5 :

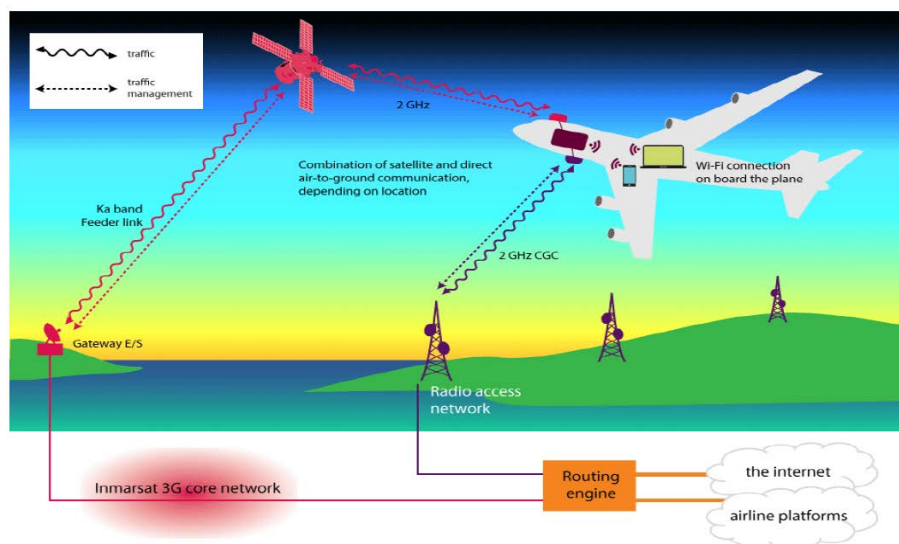


Figure 4 – Diagramme de système du Réseau européen pour l'Aviation d'Inmarsat (EAN) d'Ofcom²⁴

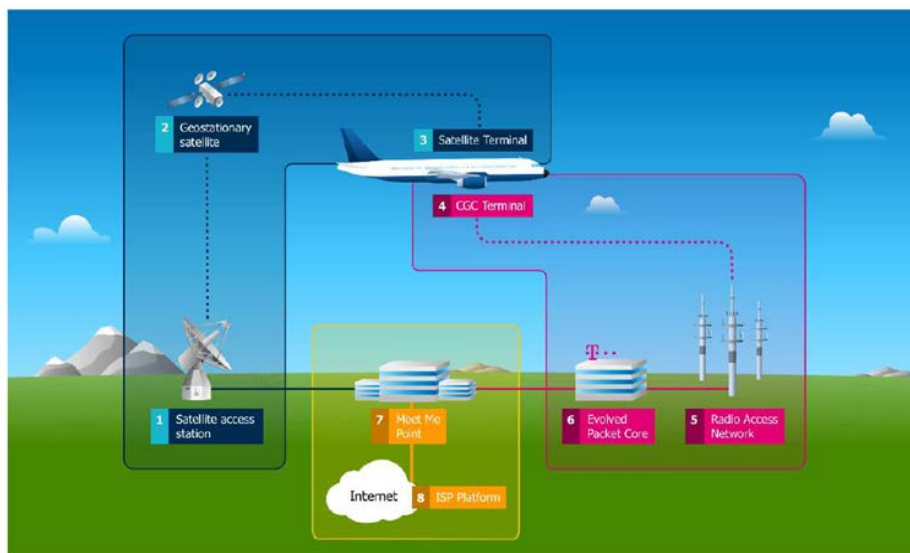


Figure 5 – Diagramme de l'EAN d'Inmarsat²⁵

²³ [Annexe WW-1/85-101].

²⁴ [Annexe WW-1/94].

35. Comme décrit plus clairement dans la Figure 6, ce réseau EAN se compose de 2 types différents de terminaux sur l'avion qui utilise la bande 2 GHz à différentes fins :
- un terminal satellite au-dessus de l'avion qui communique avec un satellite (illustré en bleu).
 - des terminaux tournés vers le sol en dessous de l'avion qui communiquent avec des stations au sol déployées dans toute l'Europe (comme illustré en magenta).



Figure 6 – Différents rôles des terminaux tournés vers le sol et des terminaux de satellite dans l'EAN²⁶

36. Je comprends que le terminal satellite décrit précédemment est un type de « station terrienne », tel que le terme est défini par l'UIT, une instance internationale organisée dans le cadre des Nations Unies et destinée à la coordination des services de communication radio ainsi qu'à la gestion internationale du spectre des radiofréquences et des orbites satellitaires.²⁷ Entre autres choses, l'UIT définit les conditions, termes et normes d'utilisation des communications radio dans le monde entier. Les autorités régulatrices nationales (telles qu'Ofcom) font souvent référence aux définitions de l'UIT comme norme de l'industrie et aux conditions d'utilisation reconnues dans le domaine des communications radio. En effet, la Décision MSS elle-même renvoie expressément aux procédures de l'UIT pour la coordination des radiofréquences par satellite.²⁸ En bref, l'UIT est l'organe mondial déterminant par excellence en matière de communications radio. À mon avis, un soumissionnaire éclairé dans l'appel d'offres européen pour des systèmes mobiles par satellite en bande 2 GHz

²⁵ [Annexe WW-1/102].

²⁶ [Annexe WW-1/111].

²⁷ [Annexe WW-1/112-113].

²⁸ [Annexe WW-1/48/10, 55/1 et 56/8].

aura consulté les définitions de l'UIT pour mieux comprendre certains termes utilisés dans la Décision MSS et dans d'autres références fournies par la Commission européenne sur la procédure d'appel d'offres, tel que son appel de candidatures pour des systèmes paneuropéens fournissant des services mobiles par satellite (« **Appel de candidatures** »).²⁹ Comme décrit plus en détail dans le présent Rapport, les définitions suivantes de l'UIT sont particulièrement importantes pour comprendre les thèmes abordés ici :

- a. Une « station » est définie comme « un ou plusieurs émetteurs ou récepteurs, ou un ensemble d'émetteurs et de récepteurs, y compris les appareils accessoires, nécessaires pour assurer un service de radiocommunication ou pour le service de radioastronomie, en un emplacement donné. »³⁰
 - b. Une « station terrienne » est définie comme une « station située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre, et destinée à communiquer (i) avec une ou plusieurs stations spatiales; ou (ii) avec une ou plusieurs stations de même nature, à l'aide d'un ou plusieurs satellites réflecteurs ou autres objets spatiaux.»³¹
 - c. Une « station terrienne mobile » est définie comme une « station terrienne du service mobile par satellite destinée à être utilisée lorsqu'elle est en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés. »³²
37. Les stations terriennes, y compris les stations terriennes mobiles (c'est-à-dire celles capables d'être utilisées en mouvement) se composent d'une antenne, d'un émetteur, d'un récepteur et d'un modem (modulateur/démodulateur). De la même manière, les stations radio terrestres se composent habituellement des mêmes éléments. À un niveau fondamental, ces éléments composent le kit essentiel (ou matériel) nécessaire pour émettre et recevoir des signaux de communication. À un niveau très élevé, ces composants fonctionnent comme suit (en se concentrant uniquement sur le côté réception du système de communication et non le côté émission qui fonctionne à l'inverse de la description suivante) :
- a. Antenne : Convertit les ondes radio électromagnétiques en un signal électrique qui peut être transmis au récepteur ;
 - b. Récepteur : Reconvertit le signal électrique depuis la fréquence à laquelle il a été transmis (c'est-à-dire 2 GHz) en un signal électrique en bande de base. En outre, le récepteur filtre les signaux électriques qui ont été reçus par l'antenne et ne se trouvaient pas dans les gammes de fréquences spécifiques auxquelles le système fonctionne ;

²⁹ [Annexe WW-1/72/1.2 et 78/1].

³⁰ [Annexe WW-1/19/1.61].

³¹ [Annexe WW-1/19/1.63].

³² [Annexe WW-1/19/1.68].

- c. Modem : Convertit le signal électrique en bande de base (c'est-à-dire, impulsion analogique) en un flux de données numériques (c'est-à-dire, des bits, soit des uns et des zéros), élimine les erreurs de transmission et réassemble le flux de données pour pouvoir le transmettre utilement vers un dispositif utilisateur final (par exemple, ordinateur portable), par exemple par un routeur wi-fi.
38. Il n'est pas possible de transmettre directement des données numériques. Faute de quoi, dans un système de communications sans fil, les données numériques doivent être codées sur une radiofréquence. En pratique, il existe plusieurs étapes dans ce processus mais je n'en épingleai que quelques-unes d'entre elles. Par exemple, les données sont insérées dans des cadres de telle sorte qu'elles puissent être transmises de manière formatée. Cela s'apparente à une lettre contenant une adresse, une formule de politesse, un contenu, puis une signature. Ensuite, les données sont habituellement protégées contre les erreurs dans le canal de communication (par exemple, bruit) en ajoutant des informations redondantes supplémentaires aussi appelées codage de correction des erreurs. Autrement dit, on ajoute intentionnellement plus de données (des uns et des zéros) à l'émetteur pour fournir au récepteur la faculté de corriger les erreurs avec un niveau de confiance élevé. Il existe plusieurs méthodes différentes pour ajouter un codage de correction des erreurs à un flux de données – en effet, il peut y en avoir un nombre infini bien que certains soient plus efficaces mathématiquement que d'autres.
39. Il existe de multiples méthodes connues de transmission efficace de données numériques, chacune avec des caractéristiques particulières et des avantages et inconvénients. Chacune des spécifications des communications, par exemple DVB-S ou LTE, opère des choix spécifiques pour chacun de ces processus. Tandis que, dans certains cas, certains peuvent procéder à la même sélection pour 1 ou 2 processus, à moins que tous les processus soient identiques, il est impossible pour un système de pouvoir décoder les données transmises par un autre. Par exemple, prenons un flux binaire avec 256 bits. Un système de codage de correction des erreurs peut insérer un bit redondant tous les septièmes bits tandis qu'un système différent de codage de correction des erreurs peut insérer tous les bits redondants à la fin du flux de données (c'est-à-dire que les bits 234-256 sont des bits redondants). Si le récepteur ne sait pas où se trouvent les données réelles et les bits redondants, il sera incapable de décoder le message. La complexité mathématique d'un codage de correction des erreurs est en réalité nettement plus grande que cet exemple ne le prétend – considérons par exemple qu'un système de communication d'une capacité de 1 Gbit/s envoie 1 *milliard* de bits à la seconde par la liaison de communication qui doit être codée et décodée en utilisant le système correct de correction des erreurs. Pour ces raisons, un récepteur qui utilise une spécification de communication ne peut effectivement comprendre un signal transmis par un émetteur utilisant une spécification de communication différente.
40. Dans ce cas, le terminal du satellite et les terminaux tournés vers la terre utilisent des normes de communication différentes. Plus spécifiquement, le segment terrestre de l'EAN utilise le standard LTE, tandis que le segment du satellite

utilise DVB-S.³³ Une seule différence incroyablement importante entre ces protocoles est qu'ils utilisent des systèmes de correction des erreurs tout à fait différents : LTE utilise le Turbo Product Coding, tandis que DVB-S utilise le Low Density Parity Check coding. Comme indiqué précédemment, un récepteur tentant de recevoir un flux de données numériques codé en LTE (en utilisant des Turbo Product Codes) qui n'est pas programmé pour recevoir des données LTE (par exemple un récepteur programmé pour recevoir des signaux en DVB-S) sera absolument incapable d'interpréter ou d'utiliser les données qui sont effectivement arrivées dans un protocole de communication différent. C'est comme si deux personnes parlant des langages entièrement différents essayaient de communiquer l'une avec l'autre.

41. Comme indiqué précédemment, le segment terrestre de l'EAN utilise LTE, tandis que le segment satellitaire utilise DVB-S. À mon avis, cela conduit à une situation dans laquelle le segment terrestre et le segment satellitaire ne peuvent communiquer physiquement l'un avec l'autre. Par ailleurs, comme décrit précédemment, le terminal tourné vers la terre est opposé au satellite (c'est-à-dire qu'il se trouve sous le fuselage de l'avion, pointant vers le sol) ce qui rend par ailleurs impossible la communication entre les systèmes. En bref, l'EAN ne fournit pas une voie de communication radio de 2 GHz entre le segment satellitaire et le segment terrestre du réseau. Donc, à mon avis, les stations terriennes dans le système EAN ne peuvent tout simplement pas « être contrôlées par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires » comme l'exige l'article 8(3)(c) de la Décision MSS.³⁴
42. Le reste du segment satellitaire de 2 GHz se compose d'une capacité payante d'un satellite de communication partagé – appelé « HellasSat-3 ». Celui-ci reçoit les signaux d'une station terrienne passerelle et les retransmet ensuite vers le terminal satellitaire à bord de l'avion.
43. Le reste du segment terrestre se compose de multiples stations basées au sol situées dans toute l'Europe.
44. Chacune de la station terrienne passerelle et des stations basées au sol revient vers un point central (illustré en orange dans la Figure 4), où les flux de données provenant de la passerelle et des stations au sol sont transmis dans Internet ou vers d'autres destinations.
45. À partir de cette description, il est évident que l'EAN utilise une architecture différente de celle spécifiée par le législateur pour un système mobile par satellite de 2 GHz. La définition par le législateur d'un « système mobile par satellite »

³³ Les terminaux de satellite d'Inmarsat et le satellite utilisé dans le réseau EAN communiquent en bande 2 GHz en utilisant une spécification appelée DVBSH/DVB-S2. Les terminaux tournés vers la terre et les stations basées au sol dans l'EAN communiquent en bande 2 GHz en utilisant le standard LTE. [Annexe WW-1/110-111 et 114-115].

³⁴ Un tel contrôle par le mécanisme de gestion des ressources et des réseaux satellitaires (c'est-à-dire, le satellite) de *tous* les émetteurs dans son réseau est possible et est habituellement mis en œuvre dans les systèmes VSAT, par exemple.

prévoit un terminal satellite (c'est-à-dire une station terrienne mobile) à utiliser dans chaque voie de radiocommunication en utilisant le spectre de 2 GHz - de et vers le satellite, de et vers un autre terminal satellite et de et vers tous « éléments terrestres complémentaires ». ³⁵ Il n'existe aucune disposition dans cette définition pour les « éléments terrestres complémentaires » qui ne communiquent pas avec les terminaux satellites.

46. Une analyse technique détaillée du système EAN est présentée dans la Section V.

D. Le segment air-sol

47. La description précédente montre la relation physique entre le segment terrestre d'Inmarsat et son segment satellite dans l'EAN. Comme l'illustrera la Section V, le segment terrestre de l'EAN est l'utilisation prédominante de la bande 2 GHz, fournissant environ 99,9 % de la capacité totale du réseau tandis que le segment satellite du réseau n'accomplit globalement aucune fonction.
48. En fournissant des systèmes mobiles par satellite avec la capacité de déployer des ETC, il me semble que le législateur avait l'intention que, si les ETC étaient déployés dans des zones où les signaux satellites étaient bloqués par des bâtiments, le terrain ou des feuillages, les mêmes fréquences pourraient être utilisées dans ces zones pour renforcer la disponibilité des services par satellite. Cela semble évident, par exemple dans les termes de la Décision MSS³⁶, qui stipule :

« Les éléments terrestres complémentaires font partie intégrante du système mobile par satellite et sont généralement utilisés pour améliorer

³⁵ Une station terrienne mobile se comprend globalement comme un type d'équipement radio mobile ou portable qui est en mesure de communiquer avec un satellite [Annexe WW-1/50/2(2)]. Le Règlement des Radiocommunications de l'UIT donne les définitions suivantes :

« station terrienne mobile : station terrienne du service mobile par satellite destinée à être utilisée lorsqu'elle est en mouvement ou pendant des haltes en des points non déterminés. » [Annexe WW-1/19/1.68].

« station terrienne : station située soit sur la surface de la Terre, soit dans la partie principale de l'atmosphère terrestre, et destinée à communiquer : avec une ou plusieurs stations spatiales ; ou avec une ou plusieurs stations de même nature, à l'aide d'un ou plusieurs satellites réflecteurs ou autres objets spatiaux. » [Annexe WW-1/19/1.63].

« station : un ou plusieurs émetteurs ou récepteurs, ou un ensemble d'émetteurs et de récepteurs, y compris les appareils accessoires, nécessaires pour assurer un service de radiocommunication ou pour le service de radioastronomie, en un emplacement donné. » [Annexe WW-1/19/1.61].

De la même manière, les directives 98/13/CE du 12 février 1998 [Annexe WW-1/120/1(2)], 93/97/CEE du 29 octobre 1993 [Annexe WW-1/145/1(2)] et 94/46/CE du 13 octobre 1994 [Annexe WW-1/154/1(b)], définissent un « équipement de stations terrestres de communications par satellite » comme « tout équipement qui peut être utilisé uniquement pour l'émission ou pour l'émission et la réception (« émission-réception ») ou uniquement pour la réception (« réception uniquement ») de signaux de radiocommunications au moyen de satellites ou d'autres systèmes spatiaux. » (soulignement ajouté)

³⁶ [Annexe WW-1/49-50].

les services offerts par le satellite dans les zones où il n'est pas forcément possible de maintenir une visibilité continue avec lui en raison d'obstructions de la ligne d'horizon causées par les bâtiments et par le terrain. [...] L'autorisation de ces éléments terrestres complémentaires sera donc essentiellement conditionnée par la situation locale. [...] Cela sans préjudice de demandes spécifiques des autorités nationales compétentes à l'adresse des candidats sélectionnés, pour qu'ils fournissent des informations techniques indiquant en quoi des éléments terrestres complémentaires particuliers amélioreraient la disponibilité des MSS proposés dans les zones géographiques où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise.

[...]

Les « éléments terrestres complémentaires » de systèmes mobiles par satellite désignent les stations au sol utilisées en des points déterminés afin d'augmenter la disponibilité du service mobile par satellite dans les zones géographiques, situées à l'intérieur de l'empreinte du ou des satellites du système, où les communications avec une ou plusieurs stations spatiales ne peuvent être assurées avec la qualité requise.

49. Une déclaration similaire apparaît dans la politique publiée le 6 septembre 2012 par la Commission européenne et intitulée « Going mobile with satellite services » :³⁷

« Les émetteurs des ETC sont principalement utilisés pour améliorer la disponibilité et la fiabilité des services dans des endroits où les signaux des satellites risquent d'être occultés, par exemple dans les "canyons urbains", où les bâtiments élevés peuvent réduire la réception du signal satellite et dans des situations similaires avec des obstacles artificiels ou naturels. »

50. La raison du manque de disponibilité ou de fiabilité des communications par satellite dans ce contexte tiendrait généralement à une puissance insuffisante du signal entre un satellite et une station terrienne mobile (c'est-à-dire, un terminal portable destiné à communiquer avec le satellite) si bien qu'une communication entre les deux n'est pas possible. Dans un tel cas, l'ETC devrait améliorer la disponibilité et la fiabilité en fournissant un signal plus puissant à une station terrienne mobile dans les zones où, sinon, la station terrienne mobile n'a pas été en mesure de communiquer avec un satellite. J'ai préparé 2 figures qui montrent un exemple de système utilisant à la fois une ressource satellite et des ETC pour fournir des services lorsque le satellite n'est pas disponible.

³⁷ [Annexe WW-1/159].



Figure 7 – Utilisateur communiquant avec un satellite MSS en 2 GHz avec visibilité dégagée

Dans cette figure, un utilisateur de MSS en 2 GHz passant un appel téléphonique est mis en communication avec la ressource satellite, l'utilisateur ayant une visibilité dégagée vers le satellite.

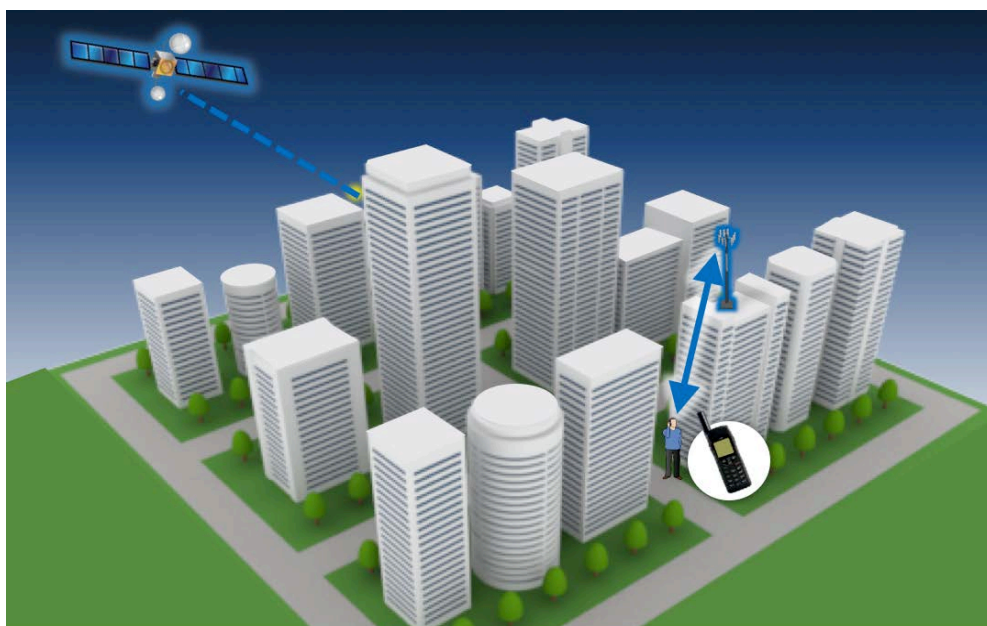


Figure 8 – Utilisateur communiquant avec un ETC lorsque la visibilité vers le satellite MSS en 2 GHz est obstruée

Dans cette figure, l'utilisateur s'est déplacé dans une zone où le signal provenant du satellite est bloqué par des immeubles très hauts, comme illustré à l'endroit où la ligne en pointillé rencontre le bâtiment (surlignage jaune à gauche du bâtiment). À cet endroit, l'utilisateur bascule vers l'ETC et est en mesure de poursuivre son appel téléphonique en utilisant une liaison vers l'ETC.

51. Notez que les avions survolant l'Europe ne rencontrent pas un tel blocage par les bâtiments, le terrain ou le feuillage et auront presque toujours une « visibilité » dégagée vers le satellite, en particulier à des altitudes de croisière.
52. Dans leurs critères d'évaluation publiés dans l'appel de candidatures³⁸, la Commission européenne a indiqué clairement que les ETC avait relativement peu d'importance en affirmant que, dans l'évaluation du dossier « *Les données sur les éléments terrestres complémentaires (ETC) sont demandées à titre d'information uniquement et ne seront pas prises en compte dans l'exercice de sélection* » et que :
- « *Le plan d'entreprise doit comprendre au moins les sections suivantes :*
- *Description du système par satellite et (le cas échéant) des éléments terrestres complémentaires [...].* »
53. Cela suggère pour moi qu'un soumissionnaire raisonnablement informé dans l'offre européenne pour les systèmes mobiles par satellite en bande 2 GHz aurait compris que la Commission européenne appelait des candidatures pour des systèmes mobiles par satellite dans lesquels le composant satellite est l'élément principal du marché et que les ETC sont périphériques.
54. En autorisant les ETC, le législateur était probablement conscient qu'il devait empêcher d'utiliser la bande 2 GHz à d'autres fins que des systèmes mobiles par satellite, tels que le déploiement d'un réseau cellulaire paneuropéen par un processus assortis de coûts d'acquisition du spectre nettement moins élevés que les coûts à supporter par les opérateurs cellulaires s'ils devaient soumissionner sur le spectre par le biais de ventes classiques du spectre sans fil.³⁹ Si aucune contrainte n'était imposée à l'utilisation de la bande 2 GHz, un soumissionnaire retenu pourrait déployer seulement les stations terrestres et construire un réseau cellulaire. En fait, je comprends qu'Inmarsat ait en réalité demandé aux régulateurs nationaux, après avoir obtenu les droits au spectre MSS 2 GHz harmonisé, s'ils pouvaient déployer l'EAN *sans* aucun composant satellite d'aucune sorte sur l'avion, reconnaissant ainsi que le réseau EAN n'avait pas besoin du segment satellite pour fonctionner ou fournir un bon service aux utilisateurs.⁴⁰ Cette utilisation terrestre uniquement déstabiliserait la concurrence, fournissant un avantage déloyal à un tel soumissionnaire pour un accès paneuropéen à la bande 2 GHz par rapport aux opérateurs cellulaires nationaux ou à toute autre personne souhaitant utiliser la bande pour un réseau terrestre, y compris un réseau ATG. Pour cette raison, il est évident dans les exigences du législateur que (i) un élément satellite est obligatoire (et prépondérant) tandis que l'élément ETC est optionnel (et « complémentaire »), et (ii) que les ETC doivent

³⁸ [Annexe WW-1/78].

³⁹ Les ventes de spectre sans fil sont discutées plus en détail dans la Section IV de ce Rapport.

⁴⁰ [Annexe WW-1/164]. En outre, Inmarsat a expressément certifié à Ofcom que la fonctionnalité du réseau EAN pouvait être assurée sans le terminal satellite [Annexe WW-1/96/3.19].

communiquer avec des stations terriennes mobiles qui, sinon, pourraient communiquer avec le satellite.

55. Les obligations de disponibilité du service MSS imposées par le législateur et le mandat d'intérêt public visant à fournir un service mobile satellitaire rural répandu contribuent également à garantir que le système MSS est principalement satellitaire parce que la fourniture d'une couverture rurale étendue à partir de stations basées au sol est coûteuse et serait pratiquement impossible pour un seul opérateur paneuropéen (par opposition aux multiples opérateurs cellulaires nationaux) dans les délais fixés par la Commission européenne. En effet, il est tout à fait révélateur, à mon avis, qu'aucun opérateur cellulaire terrestre n'ait soumissionné pour obtenir des droits sur le spectre MSS en bande 2 GHz harmonisé. Étant donné la position du spectre adjacente aux bandes cellulaires existantes et donc la valeur évidente de la bande 2 GHz pour les opérateurs cellulaires, on peut seulement déduire que ces sociétés ne soumissionnent pas pour le spectre parce qu'elles ont compris également que le législateur autorisait uniquement des ETC pour fournir un complément à un service principalement satellitaire, par le biais d'une communication avec des stations terriennes mobiles.

III. Capacité du réseau et débit de données

A. Introduction

56. Ce Rapport montrera que la capacité fournie par le segment satellitaire du système EAN proposé d'Inmarsat représente environ 0,1 % de la capacité totale du système. En outre, le segment satellitaire du réseau EAN présente une capacité si faible qu'il est tout à fait insuffisant pour fournir à lui seul tout type de service commercial viable à l'aéronautique et que la seule partie viable commercialement du réseau EAN est son segment terrestre (ATG). Les calculs précis de la capacité qui sous-tendent mon opinion sont présentés dans la Section V. Cette section apporte les données de référence nécessaires pour comprendre d'où viennent ces chiffres.

B. La différence entre débit de données et capacité

57. Les réseaux spécifieront souvent un débit de données qui peut être obtenu, soit comme un maximum, soit comme un débit typique. Si ce débit de données est supérieur au débit requis par l'utilisateur final, le réseau pourrait en principe fournir un service parfait. Cependant, si le réseau est congestionné, les ressources devront être partagées entre les utilisateurs. Ce partage des ressources réduira le débit de données qui peut être fourni à chaque utilisateur individuel du réseau, à une valeur potentiellement inférieure aux besoins de tout utilisateur. À titre d'exemple, considérons un aéronef avec un seul passager. Si la capacité du système de communication permet à l'avion complet de recevoir 20 mégabits de données par seconde et que le seul passager ne peut utiliser plus de 10 mégabits (ou Mbit/s) de données par seconde, ce seul passager recevra un service parfait si personne d'autre n'utilise le système. Toutefois, si l'avion est plein et que les plus de 100 passagers souhaitent utiliser simultanément 10 mégabits par seconde de données, le système sera trop congestionné pour fournir un bon service étant donné que le système hypothétique en question pourra fournir seulement 20 mégabits de données par seconde à l'avion complet.
58. Dès lors, afin de fournir une bonne expérience à l'utilisateur final, le réseau doit avoir un débit de données typique assez élevé ainsi qu'une capacité suffisante pour éviter toute congestion du trafic. Le débit de données est habituellement mesuré en termes de bits/s (p. ex., 10 Mbits/s) tandis que la capacité est mesurée en Goctets/heure⁴¹ (p. ex., 100 Goctets/heure/station de base). Le débit de données est un paramètre de conception et, habituellement, il ne peut être modifié une fois que le système a été déployé. La capacité, comme expliqué précédemment, dépend du nombre de cellules et peut souvent être augmentée pendant la durée de vie du réseau. C'est particulièrement vrai pour les réseaux terrestres.

⁴¹ Notez que 1 octet = 8 bits.

C. Besoins de l'utilisateur final

59. *Débit de données.* Le débit de données dont un utilisateur a besoin dépend de l'application choisie. Quelques exemples d'applications courantes et leur débit de données habituellement associé sont fournis dans le Tableau 1.

| Application | Débit de données ⁴² | Commentaire |
|--------------------------------------|--------------------------------|---|
| Appel vocal | 20 kbits/s | Continu et bidirectionnel |
| Appel vidéo | 200 kbits/s | |
| Vidéo en streaming vers un téléphone | 1 Mbits/s | Des ruptures occasionnelles unilatérales sont acceptables |
| Vidéo en streaming vers un écran | 2 Mbits/s | |
| Vidéo haute définition | 5-10 Mbits/s | |
| Navigation sur Internet | 2 Mbits/s | Par rafales, n'est nécessaire qu'occasionnellement |

Tableau 1 – Exigences typiques en matière de débits de données

60. Si les débits de données effectifs peuvent varier de ceux indiqués dans le tableau précédent en fonction des exigences particulières de l'utilisateur, les experts partent normalement du principe que, dans ce domaine, aucun utilisateur individuel n'aura besoin de plus d'environ 10 Mbits/s de données. Pour les utilisateurs mobiles, un débit de 1 Mbits/s est souvent suffisant pour autant que sa disponibilité soit constante.
61. Les exigences en matière de débits de données peuvent augmenter avec le temps, soit par l'adoption d'une définition plus élevée des vidéos, soit par l'émergence de nouvelles applications gourmandes en données (telles que la réalité virtuelle).
62. *Capacité.* La capacité du réseau sera suffisante en fonction de la capacité demandée par chaque utilisateur et du nombre d'utilisateurs. Les niveaux de capacités habituels au Royaume-Uni sont illustrés dans le Tableau 2.

| Application | Capacité/mois | Commentaire |
|---------------------|------------------|--|
| Données mobiles | 1,5 Goctets/mois | Croissance rapide jusqu'à environ 50 %/an |
| Données domestiques | 150 Goctets/mois | Pour un usage domestique, habituellement 2 à 4 personnes |

Tableau 2 – Exigences habituelles en matière de capacité

63. Les exigences en matière de capacité enregistrent actuellement une croissance rapide, soumettant les réseaux mobiles à une pression continue. Les exigences de données sur les avions ne sont pas bien déterminées mais une vidéo en streaming d'un passager sur un ordinateur portable à raison de 2 Mbits/s, par exemple, consommerait 0,9 Goctet/heure. Cependant, un passager qui navigue sur Internet consommerait seulement 0,1 Goctets/heure environ, en fonction du contenu qu'il télécharge. De la même manière, certains passagers pourraient précharger des

⁴² Notez que 1 Mbit équivaut à 1000 kbits.

vidéos avant de monter dans l'avion et, dès lors, ne consommeraient pratiquement pas de données.

D. Le bilan de liaison et son impact

64. Le débit de données qui peut être atteint par tout système de communication sans fil dépend de 2 facteurs essentiels : la bande passante disponible et le niveau du signal. Dans un canal de communication sans fil, la largeur de bande est fixée par la gamme du spectre radio attribuée à un réseau mais le niveau de signal peut être modifié en opérant des choix différents de conception du système. Dans un réseau terrestre, par exemple, l'utilisation d'une puissance plus élevée de l'émetteur et la sélection d'une gamme de transmission plus courte (en rapprochant la station de base de l'utilisateur) conduira à un niveau de signal plus élevé. Un troisième facteur, le bruit, affectera également les débits de données, quoique négativement – plus bruyant est un canal particulier dans un système de communication (par exemple, plus il y a d'interférences), plus faible sera le débit de données de ce système. Le débit de données maximal dans tout système de communication peut être dérivé avec précision en connaissant précisément la bande passante disponible, le niveau de signal et la quantité de bruit (ou de parasites) dans le canal de communication. Cette relation est souvent désignée par la loi de Shannon, qui est exprimée par la formule suivante :

$$C = B \log_2(1 + S/N)$$

C'est le débit de données possible, B la bande passante disponible, S le niveau du signal et N le niveau de bruit. L'augmentation du niveau de signal S conduit à un débit de données C plus élevé. De la même manière, l'augmentation de la largeur de bande B conduira également à un débit de données plus élevé tandis que l'augmentation du bruit réduira le débit de données.

65. De nouveau, tandis que la largeur de la bande passante (B) dans un système de communication sans fil est fixée par la gamme du spectre radio disponible, de nombreux facteurs variables régulent le niveau du signal. Les principaux d'entre eux sont :
- a. la puissance de transmission disponible
 - b. la capacité de l'antenne d'émission de focaliser l'énergie vers un utilisateur (le « gain d'antenne ») de telle sorte que le signal radio émis ne soit pas perdu aux endroits où personne n'essaie de le recevoir.
 - c. la distance et l'environnement par lequel circule le signal radio.
 - d. la capacité de l'antenne de réception à rassembler l'énergie.
 - e. la capacité du récepteur à réduire le bruit.
66. Les ingénieurs et autres professionnels de la communication développent souvent des modèles appelés « bilans de liaison » qui ont pour but de déterminer la quantité effective de signal radio utilisable disponible dans un système donné. Ces calculs doivent tenir compte des différentes variables qui affectent la

puissance finale du signal radio dans un système de communication, tel que décrit précédemment. Par exemple, un bilan de liaison pour un système donné doit prendre en considération la puissance d'origine du signal radio au moment de la transmission et ensuite calculer quelle fraction de ce signal radio est ensuite perdue en raison de la distance de déplacement à partir de l'émetteur d'origine et la capacité de réduction du bruit par l'antenne de réception. Le résultat final d'un bilan de liaison dûment composé est un nombre qui représente le signal radio à la disposition des utilisateurs effectifs du système (c'est-à-dire la puissance finalement disponible au récepteur). Ce nombre, S , peut alors être utilisé avec la loi de Shannon pour déterminer le débit de données maximum que peut fournir un système de communication particulier.

67. Bien sûr, en pratique, aucun système ne peut effectivement atteindre la capacité maximale des données telle qu'elle est exprimée par le théorème de Shannon bien que les ingénieurs en communication consacrent une énergie considérable à concevoir des systèmes qui s'approchent le plus possible du maximum théorique exprimé par la loi de Shannon. La capacité d'un système particulier de s'approcher du débit de données maximal concevable (c'est-à-dire la limite de Shannon) dépendra de la complexité de la technologie déployée et de l'ampleur des différents préfixes de signalisation nécessaires. En pratique, les systèmes pourraient n'atteindre qu'environ 50 % de la limite de Shannon si ces facteurs sont pris en considération.
68. Dans la Section VII, j'ai composé des bilans de liaison qui permettent d'afficher le débit de données maximal concevable et donc la capacité pour les différents composants du réseau EAN d'Inmarsat.

E. Problématiques principales pour les systèmes terrestres et satellitaires

69. Pour la plupart des systèmes de communication, c'est la capacité totale du système plutôt que les débits de données qui constituent une contrainte majeure dans la fourniture de services à l'utilisateur final. Comme indiqué précédemment, les débits de données d'environ 1 Mbits/s sont généralement suffisants pour la plupart des applications mobiles actuelles. De tels débits de données sont fournis facilement par les réseaux cellulaires modernes et les systèmes satellites à haut débit. Cependant, les exigences globales en matière de capacité du système enregistrent une croissance rapide et deviennent d'autant plus difficiles à satisfaire. En outre, les débits de données suffisants sont aussi censés continuer à augmenter étant donné que les utilisateurs demandent des services plus gourmands en données, comme les vidéos en streaming et la réalité virtuelle. Comme indiqué précédemment, la loi de Shannon montre que, pour répondre à ces demandes accrues, les ingénieurs en communication doivent soit augmenter la bande passante, accroître la puissance du signal, diminuer le bruit (si possible) soit combiner ces trois méthodes.

IV. Spectre radio et attribution de la bande passante

A. Une ressource limitée

70. Comme mentionné précédemment, l'un des principaux critères du débit de données et de la capacité d'un réseau est la gamme de spectre à sa disposition. Le spectre radio est une ressource finie. Les fréquences qui peuvent être employées utilement pour les communications sans fil sont grosso modo dans la gamme de 100 MHz à 100 GHz, bien que la fréquence supérieure utile⁴³ varie en fonction de l'usage comme indiqué dans le Tableau 3.

| Systeme | Fréquences utiles | Commentaire |
|------------|-------------------|---|
| Cellulaire | 100 MHz – 3 GHz | Des fréquences nettement plus élevées sont envisagées pour la 5G mais leur viabilité économique soulève des doutes. |
| Satellite | 1 GHz – 100 GHz | Les fréquences inférieures sont préférées pour les systèmes mobiles par satellite |
| Wi-Fi | 1 GHz – 10 GHz | La gamme plus courte nécessaire réduit la sanction des fréquences plus élevées. |

Tableau 3 – Bandes de fréquences utiles

71. Globalement, à des fréquences plus élevées, la bande passante disponible est plus grande mais le signal circule moins loin, réduisant dès lors la puissance du signal reçu. On considère souvent qu'il existe une zone idéale entre 1-3 GHz où le débit global des données est maximisé pour les applications terrestres. Par conséquent, la demande d'accès à des fréquences inférieures à 3 GHz environ est énorme, d'où les prix très élevés payés dans les ventes de spectre par les opérateurs mobiles pour ces bandes de fréquences. La disponibilité limitée dans cette bande a provoqué un glissement vers la bande entre 3-4 GHz pour la prochaine génération de téléphones cellulaires ; toutefois, avec une gamme relativement courte, ces fréquences peuvent seulement être utilisées dans les zones urbaines.
72. En bref, une bande du spectre peut seulement être utilisée par un réseau mobile à un moment et à un endroit donnés. Si d'autres essaient d'utiliser le même spectre, des interférences sont générées, rendant potentiellement la bande inutilisable pour tous. Par exemple, si la Police métropolitaine essayait d'utiliser simultanément les mêmes fréquences dans la bande FM que celles utilisées par la BBC Radio à Londres, les signaux provoqueraient des interférences l'une avec l'autre et aucun des systèmes ne fonctionnerait. C'est la raison pour laquelle les propriétaires de réseaux se voient souvent attribuer une licence exclusive à une bande donnée à un endroit donné. Comme indiqué précédemment, Inmarsat s'est vu attribuer l'accès exclusif de 1980 à 1995 MHz pour les communications terre-satellite (c'est-à-

⁴³ « Utile » signifie capable de fournir un service qui répond aux exigences de l'utilisateur et est viable économiquement. Il n'y a pas de limite supérieure stricte, l'économie a tendance à se compliquer progressivement à mesure que la fréquence augmente de telle sorte que les chiffres indiqués ici sont seulement des indications approximatives. Dans certains pays, quelques déploiements spécifiques ou, avec une technologie avancée, des déploiements en dehors de ces limites pourraient être possibles.

dire, la liaison montante) et de 2170 à 2185 MHz pour les communications satellite-terre (c'est-à-dire la liaison descendante) dans toute l'Europe.

B. Avantages de fréquences particulières

73. La valeur d'une bande de fréquence est influencée par divers facteurs :
- a. La largeur de bande disponible. Plus la largeur de bande du spectre disponible dans une bande de fréquences donnée est élevée, plus cette bande est précieuse.
 - b. La gamme pratique des fréquences pour une application particulière. Par exemple, des bandes de fréquence plus élevées avec des gammes plus courtes (par exemple, quelques centaines de mètres) sont moins précieuses pour les opérateurs de réseaux de communication radio ou cellulaires mais peuvent être précieuses pour les fabricants d'équipements Bluetooth. Actuellement, les bandes de fréquences d'une gamme suffisante pour être utilisées en pratique par des opérateurs de téléphonie mobile ont tendance à être les plus appréciées économiquement.
 - c. Si l'utilisation de la bande de fréquences est harmonisée à l'échelle internationale, permettant des économies d'échelle dans les équipements et permettant aussi des services de roaming, les équipements pouvant se déplacer entre les pays.
 - d. S'il existe des contraintes telles que la nécessité de partager le spectre avec d'autres applications ou utilisateurs ou des degrés élevés d'interférence dans une bande de fréquences qui ont tendance à réduire la valeur du spectre.
74. Certains de ces facteurs évoluent avec le temps, en particulier lorsque les bandes s'harmonisent par des activités internationales.
75. Les applications sont légèrement différentes pour les systèmes terrestres et par satellite, comme expliqué ci-dessous.
76. *Fréquence.* Alors que les fréquences plus élevées conduisent à des gammes inférieures pour les systèmes cellulaires, il n'en va pas nécessairement ainsi pour les systèmes satellitaires. Comme illustré par Intelsat,⁴⁴ si la taille de l'antenne reste constante, la gamme (ou le débit de données par MHz) du système par satellite ne dépend pas de la fréquence. Cela s'explique par le fait que, si la fréquence augmente, la taille du faisceau d'une antenne diminue pour une taille constante de l'antenne, donnant au faisceau un gain supérieur qui annule l'effet de la fréquence.⁴⁵ Dès lors, les systèmes satellitaires peuvent utiliser plus facilement des fréquences plus élevées que les systèmes mobiles. En effet, les sociétés telles

⁴⁴ [Annexe WW-1/166-173].

⁴⁵ En principe, il pourrait en aller ainsi pour les systèmes mobiles mais les faisceaux étroits obtenus sont très difficiles à utiliser efficacement dans un environnement dans lequel les terminaux se déplacent rapidement entre les cellules alors que leur visibilité de la station de base est souvent obstruée.

que Viasat (et Inmarsat) fournissent actuellement des services Internet en vol en utilisant un spectre à haute fréquence dans ce que l'on appelle la bande Ka (18 GHz-36 GHz), et d'autres sociétés de satellites font de même dans la bande Ku (12 GHz-18 GHz).

77. *Harmonisation.* Pour les systèmes mobiles terrestres, l'harmonisation doit être assurée par le biais d'instances internationales telles que l'UIT et 3GPP qui parviennent à des accords concernant l'utilisation de certaines bandes de fréquences et la mise en œuvre de ces accords à un niveau national. Souvent, ce processus d'harmonisation prend 5 à 10 ans et nécessite une bonne dose de diplomatie.
78. Pour les systèmes par satellite, étant donné qu'un satellite géostationnaire peut desservir environ un tiers de la surface de la terre, toutes frontières nationales confondues, une harmonisation régionale est incroyablement importante lorsque plusieurs pays voisins doivent permettre d'exploiter des réseaux de communication par satellite.⁴⁶
79. Les implications de ces points sont que les opérateurs cellulaires accorderont une valeur extrêmement importante aux bandes harmonisées particulières inférieures à environ 3 GHz alors que les autres bandes n'en auront pratiquement aucune. Inversement, les opérateurs de satellites accorderont une valeur approximativement équivalente à toutes les bandes à pratiquement n'importe quelle fréquence tant qu'elles sont attribuées régionalement à une utilisation satellitaire.

C. Le spectre MSS 2 GHz est très précieux

80. Le spectre autour de 2 GHz est idéal pour les communications mobiles et, à ce titre, peut avoir une valeur très élevée. Bien sûr, l'estimation de la valeur monétaire précise d'une bande du spectre est toujours soumise à un certain degré de conjecture étant donné qu'il n'existe pas de marché particulièrement liquide pour le spectre. Au contraire, le spectre fait rarement l'objet de transactions, créant peu de points de référence à partir desquels extrapoler ou prédire les prix du spectre.
81. En essayant d'estimer la valeur monétaire du spectre MSS en bande 2 GHz qu'Inmarsat a obtenu le droit d'utiliser dans toute l'Europe (en échange de divers engagements sociaux), on pourrait considérer les prix payés par les opérateurs cellulaires pour le spectre situé à côté du spectre MSS dans le tableau des fréquences. Par exemple, considérons la vente récente du « 4G » qui est intervenue au Royaume-Uni en 2013. Dans cette vente, EE, l'opérateur de télécommunications, a payé un peu moins de £600 millions pour 2x40 MHz du spectre comprenant une partie du spectre à 800 MHz et une autre à 2,6 GHz.⁴⁷

⁴⁶ Par exemple, aux États-Unis, l'harmonisation est moins importante parce que la majeure partie des États-Unis est bordée par l'eau mais, en Europe, l'harmonisation est essentielle car la plupart des pays ont de nombreux voisins extérieurs.

⁴⁷ [Annexe WW-1/174-179].

Étant donné les similitudes entre les fréquences obtenues par EE en 2013 et les fréquences MSS de 2 GHz, le prix payé par EE peut être considéré comme une limite inférieure raisonnable et prudente pour la valeur du spectre MSS en 2 GHz. Dès lors, en extrapolant le prix au Royaume-Uni à l'échelle de l'UE, j'estime avec prudence que la bande MSS de 2 GHz pourrait rapporter au moins £3 milliards si elle était remise en vente pour une utilisation sans fil terrestre après avoir été récupérée d'un opérateur qui a omis de se conformer à ses engagements sociaux et échéances. Je comprends que les autres ont proposé différentes estimations prudentes pour la valeur de la bande 2 GHz. Par exemple, le régulateur des télécommunications pour la République d'Irlande, communément appelé ComReg, a publié récemment une estimation prudente montrant que la bande 2 GHz valait approximativement 7,2 milliards d'euros (£6,3 milliards) à l'échelle de l'UE.⁴⁸

82. Bien sûr, un facteur essentiel dans l'évaluation du spectre MSS résiderait dans la possibilité de l'harmoniser pour un usage mobile terrestre (par opposition à son harmonisation actuelle pour les systèmes mobiles par satellite) et la disponibilité de téléphones mobiles capables de le prendre en charge. Si la bande devenait une bande cellulaire dans toute l'Europe, il est quasi certain⁴⁹ que l'on fabriquerait des téléphones cellulaires capables de fonctionner dans cette bande en plus des autres bandes cellulaires existantes. Étant donné que la plupart des opérateurs ont déjà des stations de base opérant dans ces bandes, l'addition de fréquences supplémentaires serait simple et rentable. Dès lors, une harmonisation et une évaluation relativement élevée seraient très probables.
83. Dans l'ensemble, déterminer la valeur de la bande est une question de jugement reposant sur beaucoup d'incertitudes et dépendant de facteurs tels que le moment et la conception de la vente. Une limite inférieure pour la valeur de la bande MSS de 2 GHz est de £3 milliards dans toute l'Union européenne. Une limite supérieure raisonnable pourrait se situer aux environs de £10 milliards, voire plus.
84. Une autre façon de considérer la valeur relative entre l'utilisation terrestre et l'utilisation ATG des fréquences de 2 GHz consiste à examiner son usage probable. Pour une utilisation ATG, Inmarsat propose de déployer les fréquences sur 300 stations terrestres environ dans toute l'Europe et sur un satellite. Si elles sont mises à la disposition d'opérateurs mobiles, les fréquences devraient probablement être déployées sur la plupart de leurs stations de base. Il existe environ 50 000 stations de bases cellulaires distinctes au Royaume-Uni, suggérant que leur nombre dépasse les 300 000 en Europe. Dès lors, le spectre

⁴⁸ [Annexe WW-1/180-256]. Le chiffre de 7,2 milliards d'euros est tiré d'une estimation par ComReg de 0,25 euro/MHz/POP[ulation] au paragraphe 144 et la multiplication du résultat obtenu par les 60 MHz de la bande passante dans la bande 2 GHz et par la population de l'Union européenne de 508 millions de personnes (conformément au https://europa.eu/european-union/about-eu/figures/living_fr). Taux de change actuel au 30 novembre 2017.

⁴⁹ Étant donné que la bande MSS de 2 GHz est adjacente à une bande cellulaire existante, voir Figure 3, l'impact de la conception sur les téléphones est minime.

devrait être utilisé sur 1000 fois plus de sites et serait probablement exposé à un trafic 1000 fois plus élevé. Si la réception de données au sol a une valeur approximativement égale à celle d'un avion, le spectre serait 1000 fois plus précieux en utilisation terrestre qu'en utilisation ATG.

85. Cette comparaison serait différente à des fréquences supérieures. Par exemple, à des fréquences supérieures à 3 GHz, même si le spectre est harmonisé pour une utilisation cellulaire, le déploiement est probable uniquement sur les stations de base les plus congestionnées dans les zones urbaines en raison de la gamme plus courte. Le nombre de cellules dans lesquelles le spectre a déployé pourrait chuter quelque part entre 1 % et 10 % du total. Si le spectre n'est pas harmonisé pour une utilisation similaire, il n'aurait pratiquement aucune valeur pour les opérateurs mobiles.
86. Il faut également remarquer que la bande 2 GHz, en particulier, est très précieuse pour les opérateurs terrestres en raison des propriétés fondamentales de la bande 2 GHz elle-même. Plus spécifiquement, la bande 2 GHz propage plus loin que le spectre à des fréquences plus élevées (par exemple, fréquence supérieure à 3 GHz), fournissant ainsi une meilleure couverture à partir d'une densité donnée des stations de base au sol. En revanche, les opérateurs satellites ou ATG pourraient utiliser plus facilement des bandes de fréquence plus élevées que les opérateurs terrestres. Comme expliqué dans la Section IV-B, cela s'explique par le fait que l'utilisation en ATG et l'utilisation par satellite dépendent moins de la fréquence parce qu'il n'y a pas d'obstacle sur le trajet du signal et parce que des systèmes d'antennes multiples peuvent former des faisceaux, qui permettent de compenser les pertes accrues à des fréquences plus élevées. Par conséquent, l'opérateur d'un système ATG, d'un système par satellite ou d'un système combiné serait plus enclin à utiliser des fréquences alternatives au-delà de la bande 2 GHz et s'en trouverait moins sanctionné. La possibilité de mettre à disposition le spectre au-delà de 2 GHz à des fins ATG a au moins été quelque peu envisagé.⁵⁰ Ces efforts n'ont pas abouti : aucune bande n'a été mise à la disposition de l'ATG paneuropéen, à la fois au niveau de la Commission européenne et au niveau des Autorités réglementaires nationales (« ARN »).⁵¹
87. En conclusion, si une approche des forces du marché était appliquée aujourd'hui au spectre MSS de 2 GHz, dans une vente qui a été structurée pour permettre aux opérateurs MSS de soumissionner à une échelle paneuropéenne alors que les opérateurs mobiles ou opérateurs ATG pouvaient soumissionner un niveau national, le marché pourrait déterminer le résultat le plus approprié qui pourrait être que le spectre n'a pas été utilisé pour des applications par satellite.

⁵⁰ [Annexe WW-1/257-269].

⁵¹ Voir l'annexe VIII, qui montre l'état actuel de la situation sur le plan des propositions actuelles de bande ATG et, démontre spécifiquement le grand nombre des ARN qui n'ont pas accepté de permettre une utilisation ATG exclusive dans certaines bandes de fréquences.

D. Citoyen ou consommateur - Vision sociétale contre marché

88. Les ARN ont habituellement besoin d'équilibrer des questions qui peuvent souvent se résumer par une démarche « citoyen contre consommateur ». Un citoyen pourrait s'intéresser à l'étendue de la couverture et à la fourniture de services afin d'atteindre des objectifs sociétaux tels que la réduction de la fracture numérique, la fourniture de services publics ou la participation à des buts caritatifs. Un client pourrait s'intéresser à la fourniture d'un service de qualité optimale mais à moindres coûts. Parfois, ces objectifs sont conflictuels. Par exemple, une couverture cellulaire plus étendue serait considérée comme un atout sociétal mais les investissements nécessaires pour fournir le service dans les zones moins peuplées pourrait augmenter le coût de sa fourniture et, dès lors, son coût mensuel, réduisant les avantages pour le consommateur vis-à-vis de tous les utilisateurs du réseau.
89. Ces concessions sont particulièrement pertinentes dans le cas d'Inmarsat étant donné qu'à mon avis, l'intention claire au niveau européen était d'utiliser le spectre MSS harmonisé pour améliorer la disponibilité des services mobiles par satellite dans les parties rurales moins développées de l'Union européenne, indiquant que les questions sociétales ont été considérées comme importantes dans l'octroi et l'assignation du spectre. En effet, à mon avis, cela se traduit dans les divers engagements sociaux (par exemple, obligations de disponibilité du service) qui ont été imposés par la Commission européenne et le législateur aux opérateurs choisis de systèmes mobiles par satellite.

V. Analyse technique du réseau EAN d'Inmarsat

A. Introduction

90. Comme discuté dans la Section II-C, le système d'Inmarsat se compose de 2 éléments tout à fait distincts - la liaison satellitaire qui opère par l'intermédiaire d'un terminal satellitaire (c'est-à-dire, la station terrienne mobile) sur l'avion et la liaison air-sol qui opère par un terminal terrestre tourné vers le sol sur l'avion. Ces éléments utilisent des antennes séparées sur l'avion, des protocoles de système différents (LTE c/ DVB-S) et font l'objet de différentes contraintes et optimisations différentes.
91. Étant donné que toutes les spécifications du réseau EAN d'Inmarsat ne sont pas entièrement publiées, toute estimation de la capacité des performances doit être basée sur des principes fondamentaux de physique (comme la loi de Shannon), les données disponibles et les estimations standard de l'industrie. Je remarque cependant que mes calculs ci-dessous semblent généralement cohérents avec les propres déclarations publiques d'Inmarsat à propos de la capacité dans l'EAN.⁵²
92. En effectuant mes calculs ci-dessous, j'ai été très prudent et j'ai donné à Inmarsat le bénéfice du doute à propos de la capacité du segment satellitaire du système EAN. En effet, mes calculs de capacité partent du principe que le système satellitaire d'Inmarsat fournira une capacité *plus élevée* que ce ne sera probablement le cas dans des conditions réelles. J'ai adopté l'approche opposée pour le calcul de la capacité du composant terrestre. Autrement dit, je n'ai pas tenté de calculer la capacité maximale probable qu'Inmarsat peut dériver de son segment terrestre mais, au contraire, j'ai calculé une estimation prudente qui sera vraisemblablement *inférieure* à la capacité réelle du réseau ATG terrestre. Comme discuté ci-dessous, même les estimations les plus généreuses de la capacité de données de la liaison satellitaire révèlent cependant que la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat ne sert à aucune autre fin utile dans le système de communication - hormis d'essayer de satisfaire à l'une des exigences réglementaires imposées par le législateur.

B. Le système satellitaire

93. Comme illustré par les trois zones oblongues délimitées en rouge dans la Figure 9 ci-dessous, le satellite HellasSat qu'Inmarsat envisage d'utiliser pour fournir son service EAN crée seulement 3 faisceaux sur l'ensemble de l'Europe dans la bande 2 GHz (la zone de couleur magenta représente la couverture du segment terrestre (ATG) de l'EAN, comme discuté ci-dessous dans la Section V-C).

⁵² Comme exposé au paragraphe 106, j'ai calculé une estimation prudente que le segment terrestre (ATG) fournissait presque 35 Gbits/s de capacité et que le segment satellitaire fournissait seulement 42 Mbits/s de capacité. Inmarsat prétend que l'EAN fournit au total plus de 50 Gbits/s [Annexe WW-1/111 et 270].

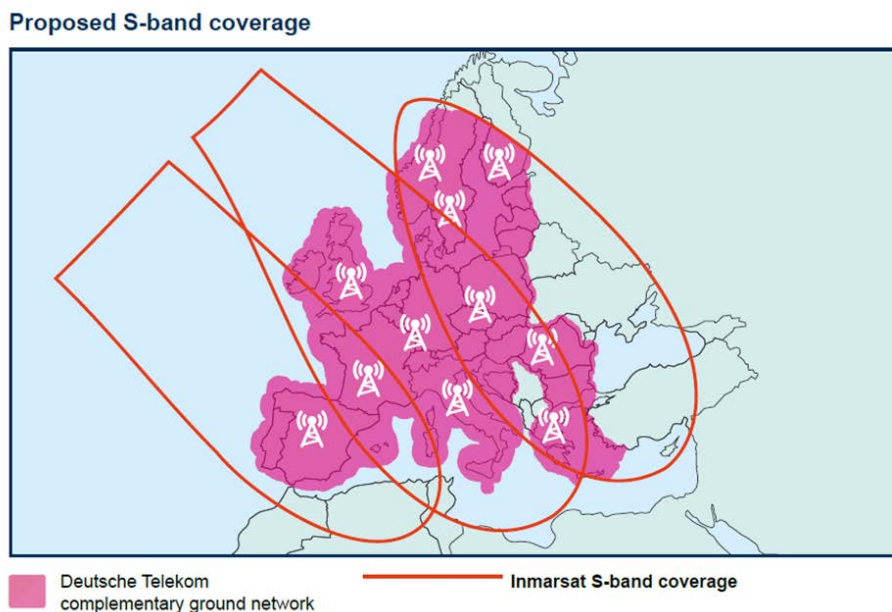


Figure 9 – Description de 3 faisceaux du satellite MSS de 2 GHz d'Inmarsat et la couverture du segment terrestre (ATG)⁵³

C'est un nombre excessivement faible de faisceaux pour un satellite de communication. Comme expliqué précédemment, afin de maximiser la largeur de bande disponible dans un système de communication par satellite, il faut réutiliser le spectre disponible autant que possible. Les constructeurs et opérateurs de satellites le font en créant un maximum de faisceaux, chaque faisceau étant en mesure de réutiliser toute la gamme du spectre à la disposition du satellite. Par comparaison, on rapporte que le satellite MSS de 2 GHz proposé par EchoStar, qui fonctionne également dans la même bande, utilise environ 180 faisceaux comme décrit dans la Figure 10.⁵⁴

⁵³ [Annexe WW-1/111].

⁵⁴ [Annexe WW-1/275].

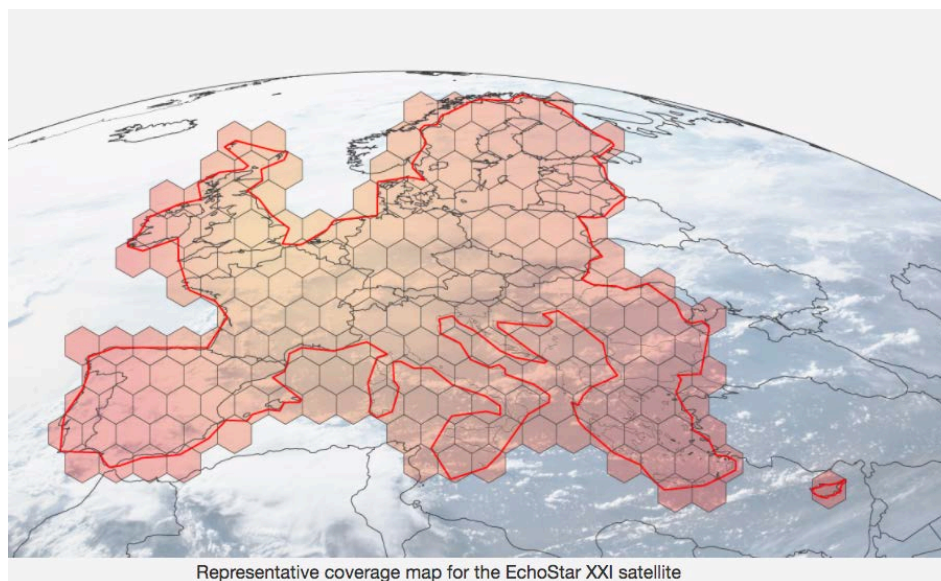


Figure 10 – Exemples de faisceaux et couverture avec un satellite MSS de 2 GHz d'EchoStar

94. La décision d'Inmarsat d'utiliser une charge utile de 2 GHz sur ce satellite avec seulement 3 faisceaux montre qu'Inmarsat n'a pas choisi de maximiser la capacité sur le segment satellitaire de son système et n'a pas davantage consenti d'effort réel pour fournir effectivement un service viable à partir de son satellite. En fait, je comprends qu'Inmarsat a proposé à l'origine de déployer un satellite pour son système mobile par satellite qui aurait été doté d'au moins 9 faisceaux dans 2 polarisations.⁵⁵ Cette conception aurait nécessairement fourni une plus grande capacité du satellite ; plus précisément, elle aurait au moins été triplée.
95. Je comprends au paragraphe 3.20 de la Décision Ofcom⁵⁶ qu'Inmarsat a affirmé qu'elle « *insistait pour que les compagnies aériennes acceptent les terminaux MSS et ETC de manière à profiter de la couverture de connectivité optimale qu'apportera leur combinaison.* » Bien sûr, Inmarsat aurait pu fournir une meilleure couverture de connectivité (à savoir plus optimale) à partir de sa seule ressource satellitaire si elle avait déployé le satellite MSS d'origine qu'elle a proposé à la Commission européenne ou, mieux encore, un satellite plus semblable aux satellites MSS à 180 faisceaux d'EchoStar.
96. Inmarsat dispose d'une bande passante de 15 MHz pour la liaison descendante. Pour la plupart des applications, il y a beaucoup plus de trafic descendant que montant et, par conséquent, c'est habituellement la liaison descendante qui constitue la contrainte de capacité.
97. Des calculs détaillés du bilan de liaison sont illustrés dans la Section VII. Ces calculs, couplés à des approches empiriques standard, suggèrent qu'une efficacité du spectre d'environ 1 bit/s/Hz peut être fournie à partir du satellite après avoir

⁵⁵ [Annexe WW-1/276-279 et 280-281].

⁵⁶ [Annexe WW-1/97/3.20].

pris en considération tous les frais généraux divers associés aux communications sans fil. Des 15 MHz de bande passante disponibles pour Inmarsat, seuls environ 13 MHz peuvent être utilisés efficacement étant donné qu'une puissance d'émission inférieure est nécessaire à la lisière d'une bande afin d'éviter les interférences avec les utilisateurs des bandes voisines. Cela suggère que chaque faisceau ou secteur peut fournir environ 13 Mbits/s de débit de données effectif total pour l'utilisateur final. En dépit de cette contrainte réelle, aux fins de mon analyse, je suis parti du principe qu'Inmarsat pouvait fournir des communications sur 100 % du spectre disponible (c'est-à-dire 15 Mbits/s). En outre, alors qu'un calcul plus réaliste prendrait en considération le fait que les faisceaux qui se chevauchent, décrits à la Figure 3, ne peuvent pas utiliser effectivement les mêmes fréquences, nécessitant un partage ultérieur du spectre (et une diminution consécutive du débit de données total), j'ai ignoré cet effet dans le calcul de la limite supérieure du débit de données pour la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat.

98. J'ai également ignoré le fait que des parties de la couverture du satellite se situent à l'extérieur de l'Union européenne, comme illustré dans la propre carte des faisceaux d'Inmarsat, affichée ci-dessous en Figure 11, qui décrit sa couverture satellitaire en bande 2 GHz (la surface dans les trois contours oblongs qui se chevauchent, illustrée en couleur dorée) et aussi une couverture complète sur les 28 États membres par le segment terrestre (ATG) de l'EAN (les zones dans les contours blancs).⁵⁷ Comme on peut le voir dans l'image suivante, la charge utile du satellite 2 GHz d'Inmarsat couvre une partie importante de l'océan Atlantique, la mer du Nord, la mer Méditerranée, la mer Noire et la mer Baltique ; la Biélorussie, l'Ukraine et la Turquie ; la partie à l'extrême ouest de la Russie ; l'Afrique du Nord et une partie du Moyen-Orient. Si un service satellitaire devait être fourni à des avions opérant au-dessus de ces régions, cela diminuerait la capacité disponible pour les avions survolant les 28 États membres. Comme indiqué précédemment, toutefois, mes estimations de la capacité de l'EAN et du débit de données disponible pour desservir les 28 États membres sont prudentes parce que je ne prends pas cette circonstance en considération.

⁵⁷ Pour comparaison, voir une carte des 28 États membres [Annexe WW-1/282].

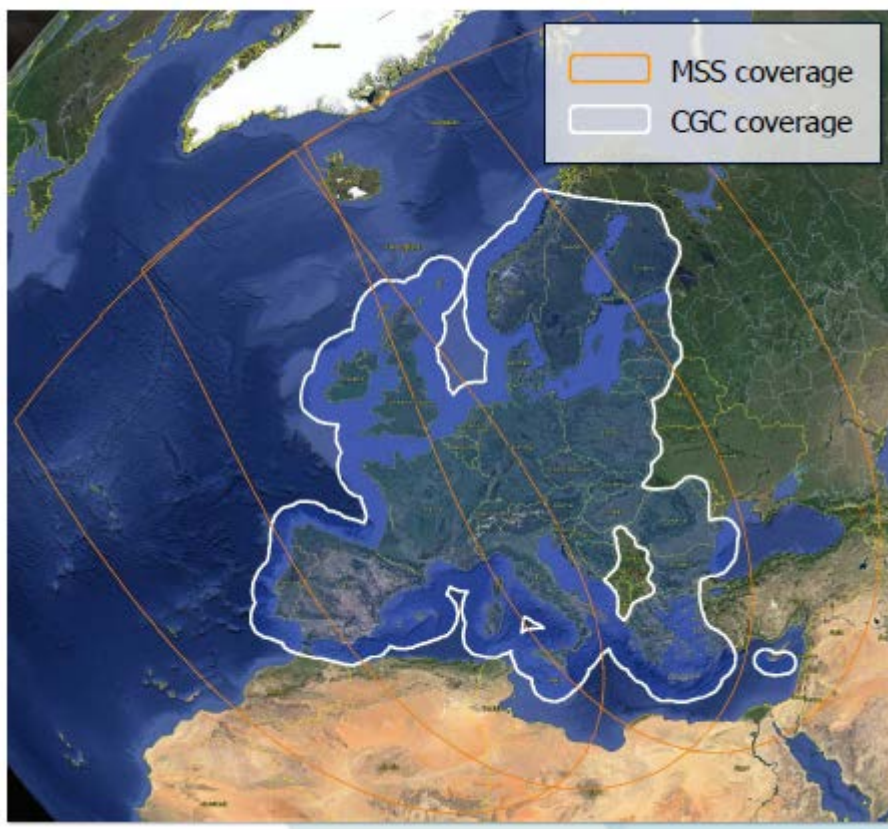


Figure 11 – Illustration de la couverture hors UE avec le satellite MSS en bande 2 GHz d'Inmarsat⁵⁸

99. Enfin, j'ai ignoré également tous les effets potentiels d'auto-interférence provoqués par le satellite et les composants au sol émettant tous deux simultanément dans la même bande de fréquences vers l'avion. Dans certaines situations, cette interférence pourrait être importante et ainsi réduire la capacité du système.
100. Globalement, mon estimation du débit de données total de la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat sera très probablement plus élevée que le débit de données effectif total qu'Inmarsat obtiendra effectivement parce que j'ai choisi de ne pas essayer de modéliser certaines considérations supplémentaires connues pour des débits de données inférieurs.

C. Les stations au sol

101. Il apparaît également qu'Inmarsat prévoit l'installation de plus de 300⁵⁹ stations au sol dans toute l'Europe, chaque station au sol ayant 3 « secteurs » ou cellules.⁶⁰

⁵⁸ [Annexe WW-1/375].

⁵⁹ Je comprends que le réseau EAN est conçu pour pouvoir étendre sa capacité au fil du temps, par exemple en déployant bien plus que 300 stations terrestres et en doublant le nombre de secteurs par station au sol [Annexes WW-1/310, 340 et 391]. Dans cette mesure, la capacité disponible à partir du seul segment terrestre de l'EAN serait nettement plus élevée que ce que j'ai calculé dans le présent Rapport.

De nouveau, la couverture prévue de ces stations au sol comprend les 28 États membres ainsi que les eaux avoisinantes, comme l'illustre la zone de couleur magenta dans la Figure 9 ci-dessus ainsi que la zone délimitée en blanc dans la Figure 11, ci-dessus.

102. Figure 12 Inmarsat décrit la manière cellulaire de déployer ces stations au sol, fournissant une couverture ATG contiguë sur toute la surface au sol illustrée dans cette figure.



Figure 12 – Description de la couverture contiguë fournie par les stations ATG basées au sol⁶¹

103. Dans cette approche, 3 émetteurs sont déployés dans chaque station au sol, chacun couvrant un tiers d'un cercle, créant effectivement 3 cellules ou secteurs séparés. Inmarsat a également mentionné qu'une expansion à 6 secteurs par station au sol pouvait être utilisée, doublant presque la capacité par rapport à un agencement à 3 secteurs.⁶²
104. Le bilan de liaison pour le scénario à 3 secteurs est illustré dans la Section VII. Dans ce cas, l'affaiblissement supposé sur le trajet sera nettement moins élevé que pour le bilan de liaison du satellite. Cela s'explique par le fait que la distance jusqu'à l'avion est seulement de l'ordre de 150 km ou moins (moins lorsque l'avion est plus proche de la station basée au sol) par rapport à une distance de 36 000 km de l'avion jusqu'au satellite géostationnaire d'Inmarsat. Dès lors, en dépit de la puissance d'émission inférieure et des gains d'antenne, un ratio signal-bruit très élevé est toujours disponible, conduisant à la capacité de fournir 7,5 bits/Hz. En tablant sur une réutilisation effective de 3 (de telle sorte qu'en tout point, les signaux d'une des cellules sur chacune des 3 stations différentes basées au sol pourraient être reçus par l'avion), cela réduit le débit à 2,5 bits/s/Hz — plus de 2 fois la capacité par « faisceau » (ou « cellule ») du satellite.

⁶⁰ [Annexes WW-1/110 et 378].

⁶¹ [Annexe WW-1/340].

⁶² [Annexes WW-1/340 et 378].

D. Capacité relative

105. La combinaison des efficacités du spectre avec le nombre de cellules ou faisceaux conduit au résultat indiqué dans le Tableau 4.

| Segment | Cellules effectives | Débit total Mbits/s | Capacité Goctets/h |
|-----------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Satellite | 3 | 42,1 | 19 |
| Terrestre (ATG) | 900 | 34 268 | 15 421 |

Tableau 4 - Calculs de capacité

106. Comme on peut le voir, j'ai calculé avec prudence que le segment terrestre (ATG) fournissait près de 35 Gbits/s de capacité⁶³ et que le segment satellitaire fournissait à peine 42 Mbits/s (alors qu'Inmarsat prétend que l'EAN fournit au total plus de 50 Gbits/s⁶⁴). Même en utilisant cette hypothèse prudente, il est évident que 99,9 % de la capacité totale du système de l'EAN sont fournis par le segment terrestre.

E. Capacité requise

107. Viasat a téléchargé les données de vol brutes de FlightAware⁶⁵, qui assure le suivi de tous les avions en vol.⁶⁶ En utilisant ces données, il est possible de déterminer les nombres moyen et maximum d'avions survolant l'Europe ainsi que le type d'avion (et, dès lors, le nombre de sièges).
108. L'analyse du nombre d'avions a délibérément été prudente afin que les calculs de la demande totale de capacité le soient également. Spécifiquement :
- j'ai utilisé les chiffres des saisons les plus calmes de l'année (en été, le nombre de vols a tendance à être supérieur à la moyenne) ;
 - pour l'analyse à l'échelle de l'UE, j'ai compté uniquement les vols au départ et à destination d'un des pays de l'UE-28. Les vols au-dessus de l'Europe au départ ou à destination d'un pays extérieur à l'UE ne sont pas inclus, même si ces vols ont passé un temps considérable dans l'espace aérien européen ; et
 - pour l'analyse limitée au Royaume-Uni, j'ai compté uniquement les avions à fuselage étroit qui sont plus susceptibles de voler soit au Royaume-Uni, soit au sein de l'UE 28 que les avions à fuselage large qui sont typiquement utilisés pour de plus longs courriers.

⁶³ Notez que 1000 Mbits/s = 1 Gbit/s.

⁶⁴ [Annexes WW-1/111 et 270].

⁶⁵ Voir <https://uk.flightaware.com/>.

⁶⁶ Étant donné le volume des données que j'ai passées en revue, je n'ai pas essayé de les soumettre au tribunal. Si, néanmoins, le tribunal souhaite voir cette série de données, je me ferai un plaisir de leur fournir ces informations sur demande.

109. Cela a conduit à une estimation d'une moyenne de 550 et d'un maximum de 820 avions dans le ciel d'Europe à tout moment donné et d'une moyenne de 110 et d'un maximum de 265 au-dessus du Royaume-Uni à tout moment donné (hormis les heures où les vols sont habituellement interrompus, par exemple la nuit).
110. Le nombre moyen de sièges sur ces avions est d'environ 136 et j'ai postulé avec prudence que l'utilisation moyenne des sièges (aussi appelée facteur de charge) était de 80 %.⁶⁷ Cela signifie qu'il y a environ 60 000 passagers dans l'air au-dessus de l'Europe en moyenne pendant les saisons les plus calmes et environ 12 000 dans l'espace aérien du Royaume-Uni à tout moment donné lorsque les avions circulent.
111. Les exigences de données de chaque passager sont beaucoup moins certaines. La connectivité dans les avions en est toujours à ses débuts et les connaissances disponibles à ce sujet sont limitées. En outre, la quantité de données qu'utilisent les passagers pourrait dépendre d'un grand nombre de facteurs, notamment :
- a. **si le passager doit payer les données** ou si la compagnie aérienne offre un wi-fi en vol gratuit. Si un paiement est exigé, de nombreux passagers peuvent choisir de ne pas se connecter. Si le paiement prévoit un téléchargement illimité de données, ceux qui choisissent de payer peuvent essayer de télécharger de grands volumes de données tandis que, si le paiement se fait par unité de données, les quantités téléchargées pourraient être minimales.
 - b. **La durée du vol** Si le vol est long, les passagers pourraient être plus enclins à se connecter à Internet et à regarder des vidéos. Les passagers sont moins susceptibles de regarder de longues vidéos en streaming (comme des films) si la longueur du contenu vidéo est supérieure au temps de vol mais ils peuvent télécharger la vidéo.
 - c. **Le débit de données fourni** Si le débit de données est faible ou diminue pour des raisons d'encombrement, les passagers seront susceptibles d'arrêter d'utiliser le service ou d'utiliser des services moins gourmands en données (autrement dit, il se peut que les passagers arrêtent d'essayer de regarder des films en streaming et, à la place, utilisent d'autres applications telles que les réseaux sociaux, la navigation sur Internet ou les e-mails).
 - d. **Les volumes de données utilisés dans la vie quotidienne au sol** À mesure que l'utilisation de données augmente à la maison et ailleurs au sol, les passagers seront d'autant plus enclins à reproduire cette utilisation plus intensive des données lorsqu'ils sont en vol.
112. En préparant ce Rapport, j'ai parlé avec Brice Dorman et John Horne, des scientifiques spécialisés dans les données chez Viasat. Je comprends que Viasat fournit actuellement une connectivité en vol aux passagers d'avion aux États-Unis et en Europe, sur de grandes compagnies commerciales telles que JetBlue, United

⁶⁷ Selon les données de l'IATA, la charge des passagers 2016/17 en Europe était de 79,4 % [Annexe WW-1/392].

Airlines, American Airlines, et El-Al. J'ai déduit de ma conversation avec Messieurs Dorman et Horne que [informations strictement confidentielles qui ont été occultées]. Cela pourrait être considéré comme une limite inférieure à l'utilisation des données, compte tenu, en particulier, des prédictions que la demande de données par les passagers d'avions va aller en augmentant.⁶⁸ Ce scénario est désigné ci-dessous comme un « scénario à faible charge ».

113. Par ailleurs, on pourrait imaginer que, dans une situation dans laquelle l'utilisation est gratuite et les débits de données sont plus qu'adéquats, 10 % des passagers environ pourraient regarder des vidéos en streaming, 40 % naviguer sur Internet ou utiliser les réseaux sociaux périodiquement et 50 % choisir de ne pas se connecter. Cela conduirait à une utilisation moyenne de 0,3 Mbit/s par passager. Ce scénario sera désigné ci-dessous comme un « scénario à charge élevée ».
114. L'utilisation de ces estimations conduit aux calculs suivants des demandes de capacité des passagers.

| Région | Scénario de charge | Par passager (Mbits/s) | Par avion (Mbit/s) | Par région (Mbits/s) |
|-------------|--------------------|------------------------|--------------------|----------------------|
| Royaume-Uni | faible | 0,02 | 2,18 | 248,7 |
| | élevée | 0,29 | 31,52 | 3592,7 |
| UE 28 | faible | 0,02 | 2,18 | 1200,0 |
| | élevée | 0,29 | 31,52 | 17333,3 |

Tableau 5 – Estimation des exigences de capacité des passagers

115. Rappelons que la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat peut au mieux fournir une capacité totale d'environ 42 Mbits/s. Étant donné l'utilisation effective des données, attendue sur le marché européen de l'aviation actuellement, on peut voir que le segment satellitaire de l'EAN est pratiquement inutile, fournissant environ 0,1 % du scénario à charge élevée. Autrement dit, dans un scénario de charge élevée, la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat présente une capacité suffisante pour desservir moins de 2 avions avant d'épuiser sa capacité, le rendant incapable de fournir un quelconque service aux 548 avions restant environ qui, en moyenne, survolent l'Europe au départ et à destination d'un des 28 pays de l'UE. De plus, dans le scénario de faible charge, la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat ne peut desservir qu'environ 20 de ces avions.
116. Autrement dit, la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat (à lui seul) peut seulement fournir 76 kbits/s pour desservir chaque avion au départ et à destination d'un des pays de l'UE 28 survolant l'Europe à tout moment donné, soit 0,7 kbit/s de capacité par passager dans le ciel. Comme indiqué dans le Tableau 5 ci-dessus, ce niveau de bande passante est à peine suffisant pour lancer 3 appels

⁶⁸ [Annexe WW-1/397-426].

vocaux par avion étant donné qu'un appel vocal requiert une capacité d'environ 20 kbits/s.

117. Étant donné que les vitesses de la bande passante mobile mesurée pour les consommateurs du Royaume-Uni en 2013 étaient de l'ordre de 6 Mbits/s à 15 Mbits/s par individu,⁶⁹ il est évident que la capacité globale de 42 Mbits/s du segment satellitaire de l'EAN signifie que seule une poignée de clients sur tous les avions survolant l'Europe pourrait même théoriquement recevoir des types similaires de services du segment satellitaire. Sur ce plan, il faut remarquer que l'EAN est présenté comme soutenant la « bande passante à grande vitesse » pour différents services basés sur le Protocole Internet (IP) tels que les « applications à grande largeur de bande allant des plates-formes de messagerie et de réseaux sociaux à la lecture de vidéos en streaming et à l'accès VPN »⁷⁰ et « la navigation Internet, la lecture de vidéos en streaming, les jeux et autres services en ligne avec des performances à faible latence et haute capacité inégalées. »⁷¹ En outre, je déduis du paragraphe 3.20 de la Décision Ofcom qu'Inmarsat est citée comme ayant déclaré que l'EAN lui permet de configurer dynamiquement l'utilisation de son satellite et de ses voies de transport terrestres pour « *tout service IP sur toute la flotte de l'EAN ou par avion individuel.* »⁷² À mon avis, toutefois, le segment satellitaire de l'EAN n'est guère susceptible de fournir ni un service IP, ni un haut débit véritables aux avions étant donné la moyenne de 76 Kbits/s de capacité disponible pour un seul avion.
118. Bien sûr, le système EAN d'Inmarsat a été annoncé comme capable de desservir bien plus de 2 avions à la fois,⁷³ et offrant une capacité supérieure à quelques appels vocaux par avion. Plus précisément, il a été annoncé comme fournissant « un débit minimum garanti de données à tous les avions »⁷⁴ et comme autorisant des vitesses jusqu'à 75 Mbps par terminal d'avion.⁷⁵ Ces types de niveaux de service pour les avions ne peuvent être fournis par la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat étant donné les restrictions discutées précédemment. Seul le segment terrestre (ATG) du réseau EAN d'Inmarsat est en mesure de le faire. En effet, les stations au sol d'Inmarsat peuvent probablement satisfaire virtuellement à toutes les exigences de grande capacité du marché de l'aviation européen avec un agencement en 3 secteurs et pourraient présenter une capacité excédentaire si cet agencement était étendu à 6 secteurs. Plus précisément, j'ai calculé que le segment terrestre de l'EAN pouvait fournir 62 Mbits/s de capacité par avion et 570 kbits/s par passager. Étant donné qu'il peut y avoir d'autres systèmes qui véhiculent une partie de la charge, que la charge peut être réduite

⁶⁹ [Annexe WW-1/427-433].

⁷⁰ [Annexe WW-1/434-437].

⁷¹ [Annexe WW-1/438].

⁷² [Annexe WW-1/97/3.20].

⁷³ [Annexe WW-1/438].

⁷⁴ [Annexe WW-1/390].

⁷⁵ [Annexes WW-1/310 et 371].

par des politiques de tarification ou de limitation et que des stations au sol supplémentaires peuvent être construites si nécessaire, on peut en déduire que le segment terrestre (ATG) de l'EAN peut fournir un niveau de capacité utile à une échelle commerciale.

119. Plus simplement, le segment satellitaire de l'EAN s'avère globalement sans intérêt pour l'émission et la réception de communications par des passagers d'avion. En effet, il semble possible qu'Inmarsat ait construit le segment satellitaire uniquement afin de sembler en règle avec les exigences de la Décision MSS du législateur. Le cas échéant, cela conduirait à une situation dans laquelle un réseau basé au sol est exploité dans la bande 2 GHz sous les auspices d'un système mobile par satellite.

F. Capacité à fournir un service MSS

120. Le présent Rapport a discuté en quoi le spectre MSS en bande 2 GHz était destiné à fournir de manière efficace et continue des services mobiles par satellite paneuropéens commerciaux par le biais de systèmes satellites, dans le respect des conditions établies, et en quoi cela permettrait la disponibilité d'un service à large bande par le biais de stations terriennes mobiles dans des zones rurales dans les États membres, de combler la fracture numérique en termes de géographie et d'assurer un certain niveau de concurrence aux opérateurs mobiles terrestres. Il a également discuté comment l'utilisation de la bande 2 GHz proposée par Inmarsat est presque exclusivement dédiée à un service ATG terrestre assurant la connectivité vers l'avion.
121. Théoriquement, Inmarsat pourrait toujours être capable de fournir un service MSS sur sa charge utile de satellite en bande 2 GHz aux utilisateurs à terre. Étant donné que les transmissions par satellite atteindront la terre, les stations terriennes mobiles pourraient essayer d'utiliser ces transmissions. Toutefois, comme le montrera cette section, les choix de conception opérés pour optimiser le service ATG dans la bande 2 GHz rendent les opérations MSS effectives de ce type peu probables.
122. Un utilisateur MSS au sol recevrait les émissions descendantes directement du satellite, puis renverrait des émissions montantes directement vers le satellite. Cette section envisage d'abord l'efficacité de telles émissions en l'absence d'exploitation du segment terrestre.
123. Le bilan de la liaison pour cette situation est présenté dans la Section VII. Le facteur essentiel est le gain de l'antenne sur le terminal satellitaire. Cela dépendra de la taille du terminal avec certains facteurs typiques de gains présentés dans le tableau ci-dessous.

| Type de terminal satellitaire | Gamme du gain d'antenne | Gain supposé |
|-------------------------------|-------------------------|--------------|
|-------------------------------|-------------------------|--------------|

| | | |
|-----------------------------|---------|------|
| Portable | 1-3 dB | 2 dB |
| Embarqué | 2-5 dB | 4 dB |
| Antenne déployée orientable | 5-12 dB | 9 dB |

Tableau 6– Gain d'antenne pour différents types de terminaux satellitaires

124. Avec ces valeurs postulées, les débits de données réalisables pour chaque catégorie de terminal satellitaire sont les suivants :

| Type de terminal satellitaire | Bits/s/Hz dans un déploiement pratique | Débit de données (Mbits/s) par faisceau |
|-------------------------------|--|---|
| Portable | 0,15 | 2,2 |
| Embarqué | 0,25 | 3,3 |
| Antenne déployée orientable | 0,6 | 7,9 |

Tableau 7 – Débit de données pour différents terminaux satellitaires

125. Rappelons qu'il s'agit de la capacité totale d'un faisceau du satellite, chaque faisceau couvrant approximativement un tiers de la zone desservie décrite dans la Figure 11. Dans le cas de terminaux satellitaires portables, le débit de données de 2,2 Mbits/s serait partagé parmi tous les utilisateurs dans ce faisceau. En partant d'un minimum de 100 kbits/s pour certains des services décrits au paragraphe 59 ci-dessus, cela implique 22 utilisateurs simultanés au travers d'un faisceau, soit 66 utilisateurs dans la totalité de la couverture satellitaire. Il ne s'agit manifestement pas d'un service à large bande viable pour le consommateur. En effet, dans les critères de sélection publiés par la Commission européenne, le maximum des points est attribué pour plus de 50 millions d'utilisateurs simultanés et le minimum des points pour les services desservant plus d'un million d'utilisateurs simultanés.⁷⁶
126. La raison de la médiocrité de ce type de disponibilité du service de la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat tient au fait qu'Inmarsat n'avait pas l'intention d'atténuer le bilan de liaison très problématique du satellite. La seule méthode faisable à cet effet consiste à augmenter le gain d'antenne sur le satellite avec de multiples faisceaux plus petits comme EchoStar s'avère le faire avec son propre satellite MSS en bande 2 GHz.
127. En résumé, la raison pour laquelle le segment satellitaire en bande 2 GHz d'Inmarsat ne sera pas en mesure de fournir un service MSS viable aux stations terrestres mobiles portables au sol réside principalement dans l'absence de petits faisceaux multiples sur le satellite. Comme discuté dans les paragraphes 107 à 119 ci-dessus, même dans le cas où il dessert des avions, le satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat peut desservir au mieux 20 avions à la fois seulement sur les 550 qui, en moyenne, volent au-dessus de l'Europe au départ et à destination d'un des 28 pays de l'UE.

⁷⁶ voir la méthode de notation à l'[Annexe WW-1/72/1].

VI. Conclusions

128. Ce Rapport technique fournit des informations en vue de faciliter la compréhension du fonctionnement du réseau EAN en bande 2 GHz d'Inmarsat d'un point de vue technique et l'interprétation à donner à la législation applicable à l'EAN. Ce Rapport parvient aux conclusions suivantes :
- a. Le réseau EAN proposé par Inmarsat est composé de 2 segments, un segment de la station terrienne satellite–mobile (segment satellitaire) et un segment antenne tournée vers le sol–station tournée vers le sol (segment terrestre (ATG)). Pour le service proposé de communications en vol à des passagers d'avions, le segment satellitaire fournit environ 0,1 % seulement de la capacité totale du système. Le segment terrestre (ATG) en fournit environ 99,9 %.
 - b. La capacité du satellite est très faible, correspondant à la charge probable générée par moins de 2 avions dans un scénario à charge élevée et environ 20 avions dans un scénario à faible charge avant d'épuiser sa capacité, le laissant incapable de desservir les 550 avions restants qui, en moyenne, survolent l'Europe à tout moment donné au départ et à destination d'un des 28 pays de l'UE.
 - c. En raison des limitations intrinsèques de sa conception, il est peu probable que la partie satellitaire de l'EAN fournisse à l'avion un service à haut débit ou basé sur le Protocole Internet digne de ce nom. Les niveaux de service aux avions annoncés pour l'EAN ne peuvent pas non plus être fournis par le satellite, étant donné ses limitations. Ces capacités peuvent seulement être fournies par le segment terrestre (ATG) de l'EAN. En tant que telle, la charge utile du satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat semble sans intérêt commercialement et peut être fournie davantage pour tenter de répondre aux exigences réglementaires que pour fournir un service viable commercialement.
 - d. Le système Inmarsat est incapable aussi de fournir des services mobiles par satellite (MSS) aux stations terriennes mobiles au sol – d'une quelconque manière utile.
 - e. Un soumissionnaire raisonnablement informé et normalement diligent dans l'appel d'offres européen pour des systèmes mobiles par satellite en bande 2 GHz aurait compris que tous les « éléments terrestres complémentaires » qu'il pourrait déployer devraient communiquer avec une « station terrienne mobile » – une antenne et ses émetteur, récepteur et modem associés qui peuvent également communiquer avec un satellite en bande 2 GHz.
 - f. Les décisions de la Commission européenne et du législateur d'harmoniser la bande 2 GHz dans toute l'Europe pour les systèmes mobiles par satellite concordent avec l'approche de la Commission européenne de faire primer certains objectifs sociaux – dans ce cas, un effort de compenser la fracture

numérique dans les zones rurales et de fournir un certain niveau de concurrence aux opérateurs mobiles terrestres – sur l'utilisation purement économique ou efficace du spectre dans certains cas. L'utilisation proposée par l'EAN d'Inmarsat ne poursuivrait pas cet objectif politique.

- g. Tandis que la délivrance de communications à l'avion s'avère un service viable qui répond aux besoins du consommateur, elle pourrait être assurée à d'autres fréquences, y compris la bande Ku et la bande Ka sur les réseaux de satellites.

VII. Annexe : Bilans de liaison

A. Analyse du bilan de liaison

129. *Satellite - avion* Le bilan de liaison est illustré dans le Tableau 8. Celui-ci est basé sur plusieurs hypothèses comprenant la puissance de l'émetteur et les gains d'antenne et, dès lors, peut seulement être indicatif.

| Élément | Puissance (dBm) | Unités |
|---|-----------------|---------|
| Émetteur | 50 | dBm |
| Gain d'antenne à l'émission ⁷⁷ | 35 | dB |
| Affaiblissement sur le trajet | -190 | dB |
| Gain d'antenne à la réception | 10 | dB |
| Puissance de réception | -95 | dBm |
| Valeur plancher du bruit (15 MHz) | -99,2 | dBm |
| S/N | 4,2 | dB |
| Débit de données (Shannon) | 1,9 | bits/Hz |

Tableau 8 – Bilan de liaison satellite–avion

130. Pour expliquer cela, le satellite génère une puissance équivalente totale de 85 dBm (la puissance de l'émetteur plus le gain d'antenne). Celle-ci est alors réduite de 190 dB à mesure qu'elle se propage vers l'avion. L'avion récupère 10 dB par l'intermédiaire de son antenne directionnelle, laissant -95 dBm de puissance. Le niveau du bruit sur l'avion est de -99 dBm de sorte que le signal est supérieur de 4 dB au bruit. La loi de Shannon prévoit qu'à ce niveau de puissance, il est possible de fournir 1,9 bit/s/Hz. Cependant, la loi de Shannon est une limite supérieure et, en pratique, les systèmes ne peuvent l'atteindre. En particulier, les frais généraux associés à la signalisation et autres signifient que les systèmes, habituellement, atteignent seulement un débit de données vers l'utilisateur final d'environ 50 % de celui prévu par Shannon.
131. Avec une largeur de bande d'environ 15 MHz, cela suggère une limite supérieure d'environ 15 Mbits/s par faisceau.⁷⁸
132. *Station au sol–avion* Le bilan de liaison est illustré dans le Tableau 9. Celui-ci est basé sur plusieurs hypothèses comprenant la puissance de l'émetteur et les gains d'antenne et, dès lors, peut seulement être indicatif.

⁷⁷ Ces chiffres sont basés sur l'hypothèse d'une antenne de 3 m, en utilisant des règles techniques typiques quant au gain consécutif.

⁷⁸ Voir le paragraphe 97 pour un résumé de l'hypothèse prudente que j'ai formulée à ce propos.

| Élément | Puissance (dBm) | Unités |
|---|-----------------|---------|
| Émetteur | 47 | dBm |
| Gain d'antenne à l'émission | 15 | dBi |
| Affaiblissement sur le trajet (50 km de séparation) | -137 | dB |
| Gain d'antenne à la réception | 3 | dBi |
| Puissance de réception | -72 | dBm |
| Valeur plancher du bruit (15 MHz) | -100,7 | dBm |
| S/N | 28,7 | dB |
| Débit de données (Shannon) | 15,2 | bits/Hz |

Tableau 9 – Bilan de liaison sol–avion

133. Notez que l'affaiblissement sur le trajet est nettement inférieur. Ceci s'explique par le fait que la distance jusqu'à l'avion est seulement de l'ordre de 150 km maximum environ (moins lorsque l'avion est proche de la station au sol) contre 36 000 km par rapport à un satellite géostationnaire. Dès lors, en dépit de la puissance d'émission inférieure et des gains d'antenne, un ratio S/N très élevé est toujours disponible, conduisant à la faculté de fournir 15 bits/Hz selon Shannon. En pratique, la technologie LTE utilisée et l'interférence probable provoquée par les signaux reçus des autres stations de base permettront de le limiter. L'impact exact est difficile à déterminer. Dans les systèmes cellulaires très denses utilisant la même technologie LTE sous-jacente, des efficacités de 1 bit/Hz à peine ont été observées. Le système ATG n'aurait pas ce niveau de densité ou d'usage. En supposant que seuls 50 % de la limite de Shannon peuvent être atteints, cela réduirait le débit calculé à plus de 7,5 bits/Hz. En supposant une réutilisation effective de 3 (de telle sorte qu'en tout point, les signaux de 3 cellules différentes pourraient être vus), cela réduit le débit à 2,5 bits/Hz.

B. Capacité de fournir un service MSS au sol

134. Le bilan de liaison dans le Tableau 10 a défini le gain du récepteur de la station terrienne mobile pour un terminal embarqué classique.

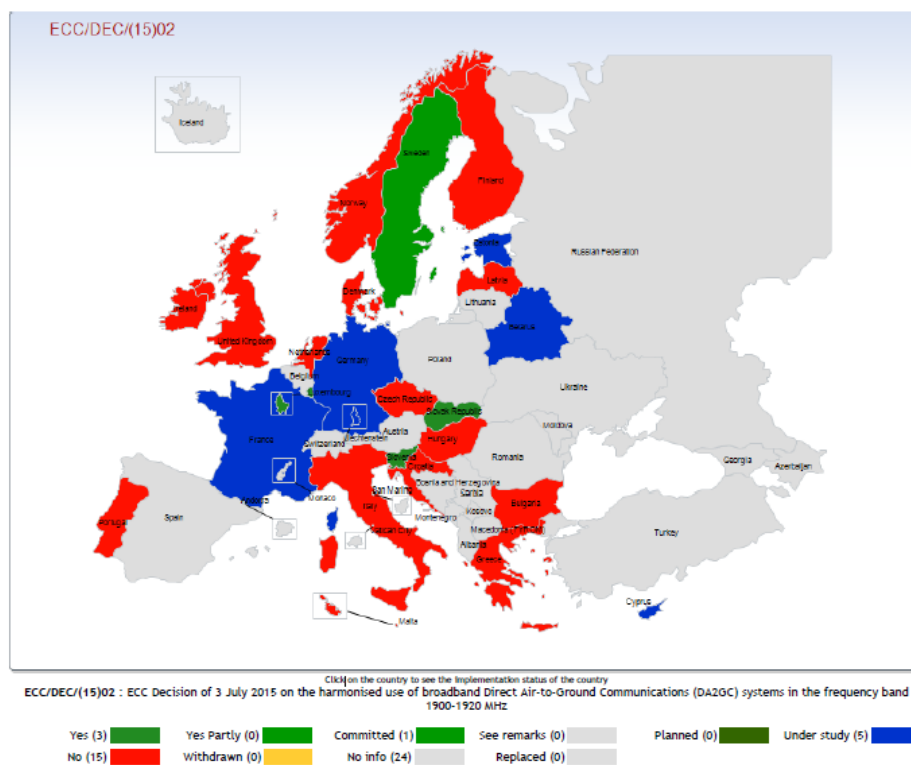
| Élément | Puissance (dBm) | Unités |
|-----------------------------------|-----------------|---------|
| Émetteur (200 W) | 50 | dBm |
| Gain d'antenne à l'émission | 35 | dBi |
| Affaiblissement sur le trajet | -190 | dB |
| Gain d'antenne à la réception | 4 | dBi |
| Puissance de réception | -101 | dBm |
| Valeur plancher du bruit (15 MHz) | -97,2 | dBm |
| S/N | -3,8 | dB |
| Débit de données (Shannon) | 0,5 | bits/Hz |

Tableau 10 – Bilan de liaison satellite-terminal embarqué MSS avec un gain de récepteur de 4 dB

135. On peut observer que les débits de données pour des antennes similaires sont faibles. En partant de la moitié de 0,5 bit/Hz en pratique, environ 3 Mbits/s sont obtenus sur tout le faisceau par satellite du faisceau satellite de 15 MHz de large.

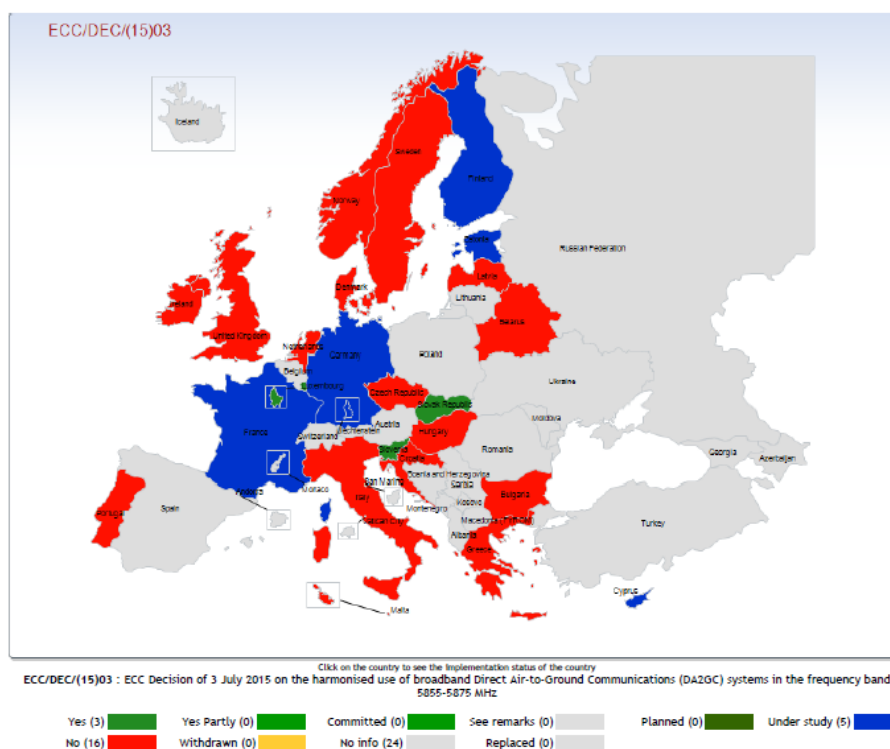
Annexe : Bandes de spectre potentielles pour ATG dans l'Union européenne

A. État de mise en œuvre de l'harmonisation de 1900-1920 MHz à des fins ATG⁷⁹



⁷⁹ Les pays désignés en rouge ont refusé de mettre en œuvre la proposition. Carte disponible sur http://www.ecodocdb.dk/doks/mapsi_implement.aspx?docid=2566 (dernière consultation le 4 décembre 2017).

B. État de mise en œuvre de l'harmonisation de 5855-5875 MHz à des fins ATG⁸⁰



⁸⁰ Les pays désignés en rouge ont refusé de mettre en œuvre la proposition. Carte disponible sur <http://www.ecodocdb.dk/doks/maps/implement.aspx?docid=2567> (dernière consultation le 4 décembre 2017).

VIII. À propos du Dr Webb

136. Le Dr Webb donne des conseils techniques et stratégiques dans tout l'espace de communication sans fil. Ses activités comprennent la consultation des CEO, des ministres de gouvernements, des instances réglementaires et son intervention en tant que témoin expert dans des affaires complexes impliquant les réglementations des communications sans fil et les brevets.
137. William est aussi CEO à temps partiel de Weightless SIG, l'organe de normalisation développant une nouvelle technologie M2M (machine à machine) mondiale et a assuré la présidence de l'IET – la plus grande association professionnelle d'ingénieurs en Europe pendant l'année 2014/15.
138. Il a été l'un des membres fondateurs de Neul, une société de développement de technologies M2M et de réseaux qui a été constituée au début de 2011 et ensuite vendue à Huawei en 2014 pour \$ 25 millions. Auparavant, William était directeur d'Ofcom où il gérait une équipe chargée du conseil technique et de la recherche dans tous les domaines de la mission régulatrice d'Ofcom. Il a également dirigé certaines des révisions majeures assurées par Ofcom, y compris la révision du cadre du spectre, le développement des droits d'utilisation du spectre et, plus récemment, la politique cognitive ou d'espace blanc. Auparavant, William a travaillé pour différents cabinets de conseil en communications au Royaume-Uni dans le domaine de la conception du matériel, de la simulation informatique, de la modélisation de la propagation, de la gestion du spectre et du développement stratégique. William a aussi passé 3 ans à assurer la gestion stratégique de tout le portefeuille de communication de Motorola, basé à Chicago.
139. William a publié 16 ouvrages, plus de 100 articles et 18 brevets. C'est un professeur invité à l'université de Southampton, un professeur adjoint au Trinity College de Dublin, un membre du conseil consultatif scientifique au DCMS, dans d'autres organismes de surveillance et un membre de la Royal Academy of Engineering, de l'IEEE et de l'IET. En 2015, il s'est vu attribuer un doctorat honorifique en sciences de l'Université de Southampton en reconnaissance de son travail sur les technologies sans fil et un doctorat honorifique en technologie par l'université Ruskin d'Anglia en l'honneur de sa contribution à la profession d'ingénieur. Sa biographie figure dans de nombreuses publications « Who's Who » dans le monde entier là où il a été honoré par des prix récompensant l'ensemble de sa carrière. William a obtenu un diplôme en électronique avec mention, un PhD et un MBA.
140. Une liste complète de ses publications est disponible sur www.webbsearch.co.uk.

Déclaration sur l'honneur

J'ai lu et je comprends parfaitement les missions qui m'ont été confiées par le tribunal en tant qu'expert en vertu du paragraphe 7.67 du Code de Procédure de la Cour d'appel en matière de concurrence. Je crois que les faits exposés dans le présent Rapport sont exacts et que les opinions exprimées sont correctes.

Dr William Webb

Date : 7 décembre 2017

Annexe n°2



Rapport technique EAN

Rapport technique EAN

| | |
|-------------------|-----------------------|
| Réf. ViaSat : | V-TR-EAN-072017-V1 |
| Nom du document : | Rapport technique EAN |
| Date de dépôt : | 27 juillet 2017 |
| Auteurs : | Stefano Vaccaro |
| Approuvé par : | Stefano Vaccaro |

© ViaSat, 2017

Ce document a été fourni à l'organisation susmentionnée à la seule fin de son évaluation par rapport à la référence citée. Aucune partie de ce document ne peut être reproduite ou distribuée pour toute autre fin sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit sans l'autorisation expresse du détenteur des droits d'auteur.

TABLE DES MATIERES

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduction..... | 3 |
| 2 | Réseaux de communication et Architecture du réseau EAN proposé par Inmarsat | 5 |
| 2.1 | Réseaux terrestres de communication sans fil..... | 5 |
| 2.2 | Systèmes de communications par satellite..... | 8 |
| 2.2.1 | Satellite..... | 9 |
| 2.2.2 | Stations terriennes | 10 |
| 2.3 | Architecture du réseau EAN proposé par Inmarsat..... | 12 |
| 3 | Capacité d'un réseau et vitesse de l'équipement d'utilisateur final | 16 |
| 3.1 | Aperçu de l'analyse | 16 |
| 3.1.1 | Définitions de la capacité et de la vitesse | 16 |
| 3.1.2 | Quelles sont la capacité et la vitesse nécessaires ? | 17 |
| 3.1.3 | Comment la capacité et la vitesse sont-elles analysées ?..... | 18 |
| 3.1.4 | Réutilisation du spectre et largeur de bande..... | 19 |
| 3.1.5 | Puissance du signal..... | 19 |
| 3.1.6 | Puissance du bruit | 19 |
| 4 | Historique de la bande 2 GHz | 20 |
| 4.1 | Introduction | 20 |
| 4.2 | Solaris | 21 |
| 4.2.1 | Segment spatial..... | 21 |
| 4.3 | Architecture du réseau..... | 24 |
| 4.3.1 | Stations terriennes mobiles pour utilisateurs finaux (équipements d'utilisateur final) | 26 |
| 5 | Evaluation du réseau EAN | 31 |
| 5.1 | Architecture EAN d'Inmarsat | 31 |
| 5.1.1 | Vue d'ensemble..... | 31 |
| 5.1.2 | Stations de base pour réseau air-sol..... | 33 |
| 5.1.3 | Capacité et vitesse du réseau EAN proposé par Inmarsat | 33 |
| 5.1.4 | Capacité et vitesse du réseau air-sol 2 GHz d'EAN..... | 37 |
| 5.1.5 | L'impact du réseau air-sol de l'EAN sur un service mobile par satellite 2 GHz | 39 |
| 5.2 | Conception de Systèmes Satellites pour fournir un réel Service Mobile par Satellite | 43 |
| 6 | CONCLUSIONS..... | 51 |

1 INTRODUCTION

Ce rapport a été préparé par une équipe d'ingénieurs travaillant chez (i) ViaSat Antenna Systems S.A., une société suisse qui conçoit et développe des sous-systèmes d'antennes pour des communications mobiles par satellite, y compris pour l'aéronautique, et (ii) sa société-mère, ViaSat Inc., une société mondiale de technologies et de services large bande qui permet aux équipages et passagers d'avion de diffuser des applications et du contenu à large bande passante.

L'objectif de ce rapport est de fournir le contexte technique étayant les arguments suivants en rapport avec le Réseau européen pour l'Aviation (EAN) proposé par Inmarsat, qui devrait fonctionner dans une partie du spectre radio connue sous le nom de bande 2 GHz (et aussi appelée bande S) :

- En juin 2016, Inmarsat ne possédait pas un système mobile par satellite capable de fournir des services mobiles par satellite à 50 % de la population belge sur 60 % du territoire belge et de fournir un service mobile par satellite commercial continu à tous les États membres et à au moins 50 % de la population sur au moins 60 % de l'ensemble du territoire terrestre de chaque État membre. Il s'agit là d'exigences imposées par l'Union européenne dans le cadre de l'attribution à Inmarsat du droit d'utiliser des parties de la bande 2 GHz. Le satellite d'Inmarsat, lancé récemment, ne possède pas non plus les capacités nécessaires pour satisfaire à ces exigences.
- L'EAN proposé par Inmarsat devrait utiliser principalement la bande de 2 GHz pour un réseau air-sol terrestre plutôt que pour un système mobile par satellite.
- Le satellite en bande 2 GHz, lancé récemment, dont Inmarsat a fait l'acquisition en 2014, est très différent et offre nettement moins de capacités que le concept qu'Inmarsat envisageait d'utiliser lorsqu'elle s'est vu attribuer le droit d'utiliser des parties de la bande 2GHz en 2008.

Une description générale de différents réseaux de communication, tant terrestres que par satellite, est fournie en tant que contexte à l'analyse plus spécifique du réseau EAN. Les principes physiques qui sous-tendent l'analyse de la capacité du réseau ainsi qu'une description détaillée des données et de leurs sources sont présentés. Les résultats de l'analyse sont communiqués et comparés à d'autres exemples de réseaux de communication afin d'étayer les arguments de ViaSat.

Plus spécifiquement :

La Section 2 fournit une vue d'ensemble d'un réseau de communication terrestre ainsi qu'un système de communication par satellite et, ensuite, présente les composants satellites et terrestres du Réseau EAN.

La Section 3 décrit le concept de vitesse de l'équipement d'utilisateur final et de la capacité du réseau et décrit comment ces paramètres peuvent être estimés à la fois pour les réseaux de communication terrestres et les systèmes mobiles par satellite.

La Section 4 fournit des informations de base sur le spectre MSS en bande 2 GHz en Europe et décrit l'un des systèmes mobiles par satellite qui devait être déployé en Europe en 2009.

La Section 5 décrit l'EAN proposé par Inmarsat et présente une analyse technique de certaines caractéristiques de ce réseau, en particulier en ce qui concerne ses éléments satellitaires et air-sol terrestres, y compris les vitesses et les capacités atteintes par chaque élément. Tout a été mis en œuvre pour donner une présentation suffisamment détaillée de ces informations afin d'appréhender la base des conclusions tout en utilisant des termes qu'un non-spécialiste est en mesure de comprendre facilement.

La Section 6 présente les conclusions.

Ce rapport est basé sur le meilleur des connaissances de ViaSat en matière de réseaux de communications. Les modèles et outils analytiques utilisés sont les mêmes que ceux que ViaSat utilise pour concevoir et analyser ses propres réseaux et l'auteur a appliqué la même rigueur technique.

Les sources d'information utilisées dans ce rapport sont accessibles au public et se composent comme suit :

- ouvrages généraux sur les réseaux de communication ;
- publications techniques (communications de conférences et journaux scientifiques pertinents) ;
- documents commerciaux et présentations accessibles au public ;
- sites Internet commerciaux et techniques ;
- connaissances des collaborateurs de ViaSat en matière de réseaux de communications ; en particulier, ingénieurs systèmes, ingénieurs antennes et ingénieurs satellites chevronnés dont les contributions ont été revues et évaluées par l'auteur.

Toutes les définitions utilisées sont basées sur les normes et définitions de l'IEEE ou sur des définitions et normes techniques généralement reconnues, utilisées par des ingénieurs qualifiés travaillant dans le domaine des communications terrestres et par satellite.

2 RESEAUX DE COMMUNICATION ET ARCHITECTURE DU RESEAU EAN PROPOSE PAR INMARSAT

Cette Section 2 donne un aperçu des principales différences entre les réseaux de communication terrestres qui fonctionnent en utilisant un spectre radio et les systèmes de communication par satellite qui opèrent également en utilisant un spectre radio. Dans les deux cas, le spectre radio est utilisé comme moyen de fournir des services aux usagers. Dans le cas d'un système de communication par satellite, le système implique toujours un ou plusieurs satellites tournant en orbite au-dessus de la terre et des « stations terriennes » – émetteurs et/ou récepteurs radio qui communiquent avec le ou les satellites et sont situés sur la terre ou dans les parties principales de son atmosphère. Cette Section 2 décrit aussi le réseau terrestre et le système de satellite qui font partie de l'architecture du réseau EAN proposé par Inmarsat.

2.1 Réseaux terrestres de communication sans fil

Un réseau terrestre de communication sans fil est généralement composé de trois éléments principaux:

- Equipements d'utilisateur final (Figure 1)
 - Les équipements d'utilisateur final sont tout type d'émetteur/récepteur radio utilisé directement par l'utilisateur pour communiquer par le spectre radio par le biais d'une station de base (par exemple, radiotéléphone mobile, tablette ou ordinateur avec un adaptateur sans fil).
- Stations de base (Figure 2)
 - Une station de base d'un réseau terrestre est un émetteur/récepteur radio qui assure la communication sans fil entre les équipements d'utilisateur final ainsi qu'entre les équipements d'utilisateur final et Internet ou le réseau téléphonique terrestre. Les stations de base assurent aussi la liaison avec d'autres parties de l'infrastructure terrestre du réseau.
- Infrastructure de réseau (Figure 3)
 - L'infrastructure du réseau se compose de plusieurs autres éléments qui gèrent le trafic d'utilisateurs, l'acheminement et le transportent vers différents sites par liaison filaire ou câblée ou le relie à d'autres réseaux (tels qu'Internet et le réseau téléphonique terrestre).



Figure 1: Exemple d'un équipement d'utilisateur final

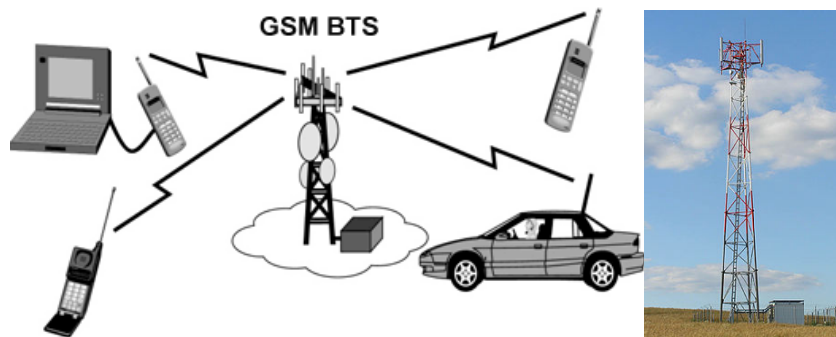


Figure 2: Exemple d'une station de base sans fil vers la connexion de l'équipement d'utilisateur final; pylône d'une station de base.

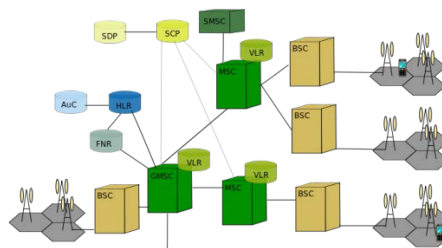


Figure 3: Exemple d'une infrastructure de réseau assurant la liaison et la gestion du trafic entre les stations de base

Divers facteurs affectent la zone de couverture par une station de base, notamment la hauteur du pylône, les niveaux de puissance et les antennes employées ainsi que la gamme de fréquences spécifique utilisée. Plusieurs stations de base peuvent être déployées l'une à côté de l'autre pour créer une zone de couverture alvéolaire ou « cellulaire » composée de multiples stations de base.

Ce réseau cellulaire alvéolaire fournit une couverture dense aux endroits où les usagers sont attendus (villes, chemins de fer, grandes routes, etc.) mais, en général, il n'assure pas une telle couverture dans les zones à faible densité d'usagers. On obtient des lors le type de carte de

couverture du réseau telle qu'elle est illustrée à la Figure 5 où le vert représente les zones desservies, qui ne sont manifestement pas présentes partout.

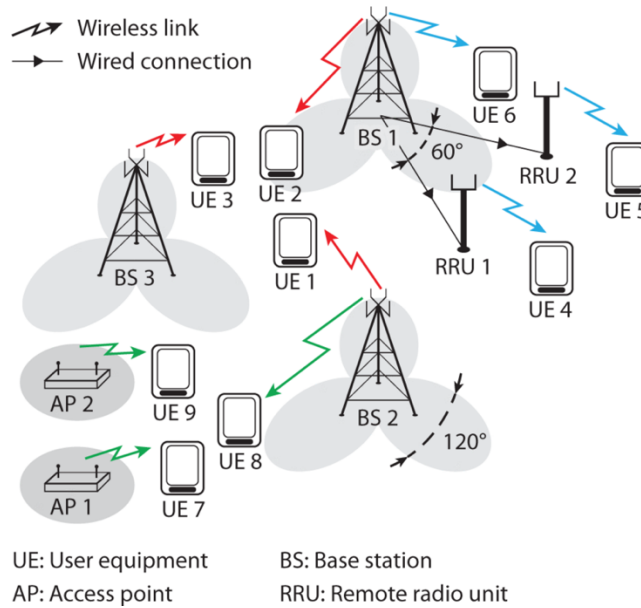


Figure 4 : Exemple d'un réseau cellulaire

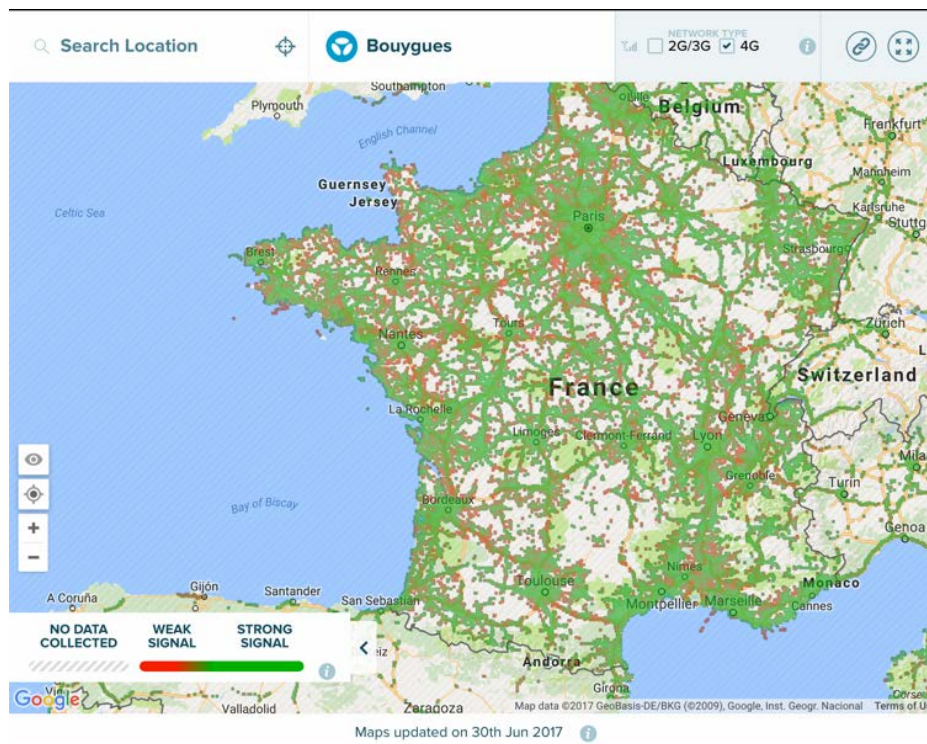


Figure 5 : Exemple de la couverture d'un réseau cellulaire ; seules les zones vertes sont desservies.

2.2 Systèmes de communications par satellite

Un système de communications par satellite se compose en général de trois éléments.

- Un ou plusieurs satellites
 - Les satellites sont en orbite autour de la Terre et utilisent le spectre radio et des émetteurs/récepteurs radio pour communiquer avec des stations terriennes.
- Stations terriennes
 - Les stations terriennes utilisent le spectre radio et des émetteurs/récepteurs radio pour communiquer avec les satellites. Elles opèrent à la surface de la terre ou dans son atmosphère. Les stations terriennes sont utilisées par les usagers des services par satellite et peuvent également être utilisées comme un élément de l'infrastructure de réseau du satellite.
- Infrastructure de réseau
 - Une infrastructure de réseau d'un système par satellite se compose de divers autres éléments qui gèrent le trafic des usagers, l'acheminement et le transportent vers différents sites par liaison filaire ou câblée ou le relie à d'autres réseaux (tels qu'Internet et le réseau téléphonique terrestre). Des stations terriennes comme point d'accès ou hub peuvent être utilisées pour assurer certaines de ces fonctions et aussi commander le « vol » du satellite sur son orbite.

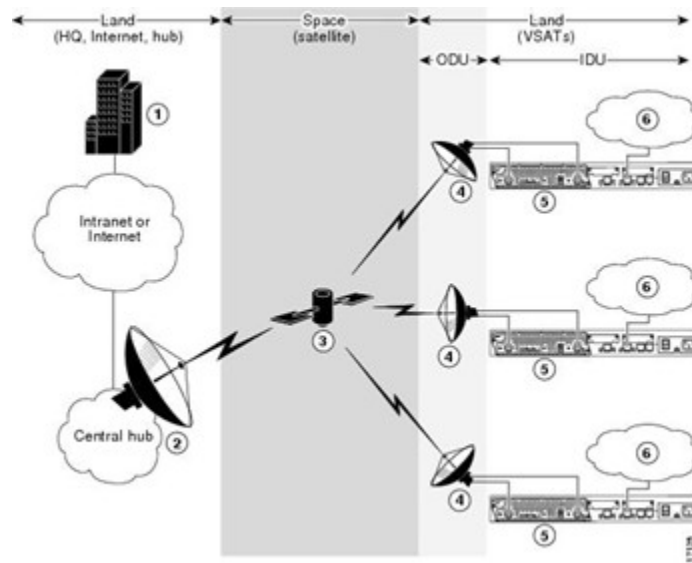


Figure 6: Schéma de base du système de communications par satellite (Université de Floride, <http://slideplayer.com/slide/4180915/>)

2.2.1 Satellite

Un satellite, ou station spatiale, comprend une plate-forme physique (appelée « plate-forme » ou « bus ») assurant le fonctionnement d'un émetteur/récepteur radio appelée « charge utile » qui contient les antennes, les amplificateurs, l'équipement radio et tous les autres composants électroniques nécessaires pour communiquer avec des stations terriennes. Un satellite peut porter plus d'une charge utile pour fonctionner dans plusieurs bandes de fréquence et fournir des services multiples mais le satellite est limité dans sa masse totale et dans la puissance que ses panneaux solaires et ses batteries peuvent générer pour alimenter les charges utiles. En général, la conception d'un satellite avec une seule charge utile permet de maximiser la qualité du service qu'il peut fournir dans une bande de fréquence donnée, telle que la bande 2 GHz.

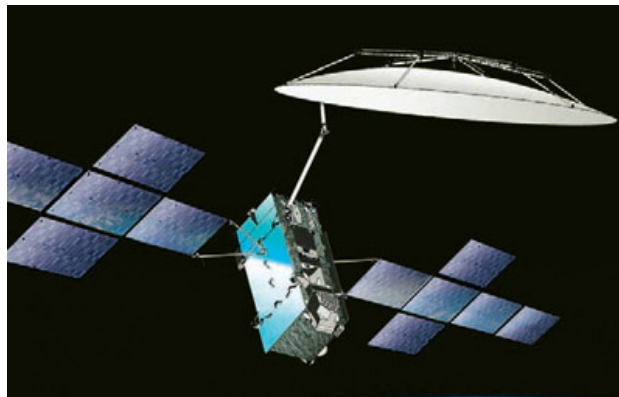


Figure 7: Exemple de satellite (conception originale en bande 2 GHz d'Inmarsat)

2.2.1.1 Orbites satellitaires

Un objet en orbite suit une trajectoire répétitive autour du corps autour duquel il orbite . Par exemple, la Terre orbite autour du soleil et la lune tourne autour de la terre. Un objet sur une orbite stable restera dans l'orbite tant que rien ne perturbe ceci ; et en théorie, aucune dépense d'énergie n'est nécessaire pour maintenir l'orbite. Cela rend une orbite un moyen pratique pour maintenir des objets dans l'espace pendant des périodes prolongées sans les obliger de transporter des quantités énormes de carburant.

L'astronome allemand Kepler a montré que le temps qui est nécessaire pour compléter une orbite est (entre autres) une fonction de la distance de l'objet à partir du centre du corps qu'il entoure, avec une plus grande distance pour les orbites plus longues. Ainsi, par exemple, la lune est environ à 385 000 km de la terre et prend environ un mois pour compléter une orbite. En revanche, un satellite GPS est à environ 20 000 km au-dessus de la terre et complète deux orbites par jour.

Il existe une orbite entre ces deux exemples à distance différentes dans laquelle un satellite achèvera une orbite exactement une fois par jour. Lorsqu'une telle orbite se situe sur le plan de l'équateur terrestre, elle est appelée une orbite géostationnaire (GSO). Pour un observateur

sur la terre, un satellite placé sur une orbite apparaîtra au même endroit dans le ciel à tout moment. Cela fait d'une orbite géostationnaire une orbite très pratique pour la fourniture de services de communication, puisqu'un seul satellite peut fournir des services 24 heures par jour. Les satellites pour la fourniture de services mobiles par satellite dans la bande de 2 GHz qui font l'objet du présent document utilisent des orbites géostationnaires.

2.2.2 Stations terriennes

Les stations terriennes sont nécessaires pour communiquer avec un satellite. Elles existent en plusieurs dimensions et sont destinées à différents usages. Les plus petites stations terriennes sont souvent appelées « équipements d'utilisateur final ».

Les stations terriennes fixes sont destinées à fonctionner uniquement en position stationnaire. Elles sont utilisées par les usagers pour communiquer avec un satellite, habituellement à partir d'un site fixe, et sont le plus souvent montées sur un bâtiment, un pylône ou au sol. Les « Very Small Aperture Terminals » (VSAT) décrits dans la Figure 6 et la Figure 8 sont généralement caractérisés par une dimension d'antenne d'environ 0,6-1,8 mètre de diamètre, et sont suffisamment petits pour être installés par un usager. Les VSAT plus petits utilisés par des consommateurs individuels pour Internet large bande par satellite coûtent environ 300 à 350 euros.



Figure 8 : Exemple d'antenne VSAT

Les stations terriennes mobiles sont destinées à une utilisation en mouvement ou pendant des arrêts à des endroits non spécifiés.¹ Les stations terriennes mobiles peuvent être portables ou fixées dans des véhicules, des aéronefs ou des bateaux.

¹ Règlement des radiocommunications 1.68 de l'UIT

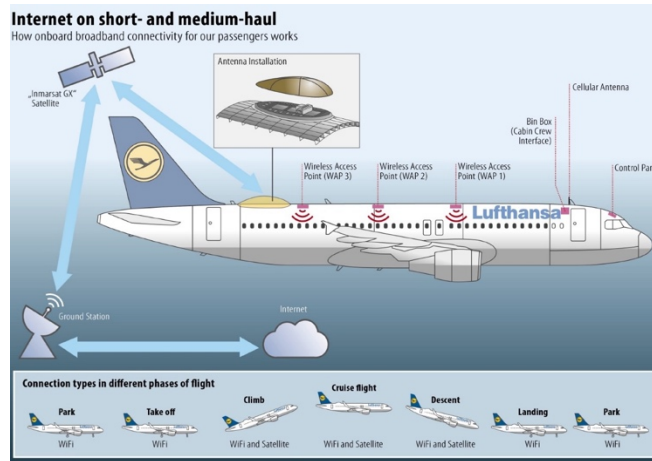


Figure 9 : Exemple de stations terriennes mobiles sur un avion et une voiture

Les stations terriennes mobiles peuvent également être des équipements d'utilisateur final portables, voire portatifs, tel que des téléphones par satellite (par exemple, l'équipement d'utilisateur final IRIDIUM en bande L et l'équipement d'utilisateur final TerreStar en bande 2 GHz)



Figure 10 : Equipements d'utilisateur final Iridium et TerreStar

2.2.2.1 Infrastructure de réseau

Une infrastructure de réseau d'un système de communications par satellite diffère de celle d'un réseau terrestre parce qu'elle implique habituellement un autre type de station terrienne, beaucoup plus grande qu'une station terrienne utilisée par un usager. Appelées hubs ou points d'accès, ces stations terriennes regroupent habituellement le trafic provenant d'utilisateurs du satellite et fournissent une interface entre le satellite et la dorsale Internet ou des réseaux dorsaux de télécommunication.



Figure 11 : Point d'accès satellite

2.3 Architecture du réseau EAN proposé par Inmarsat

Les deux types de réseaux de télécommunication décrits précédemment se retrouvent dans le réseau EAN proposé par Inmarsat tel qu'il est décrit dans la Figure 12.

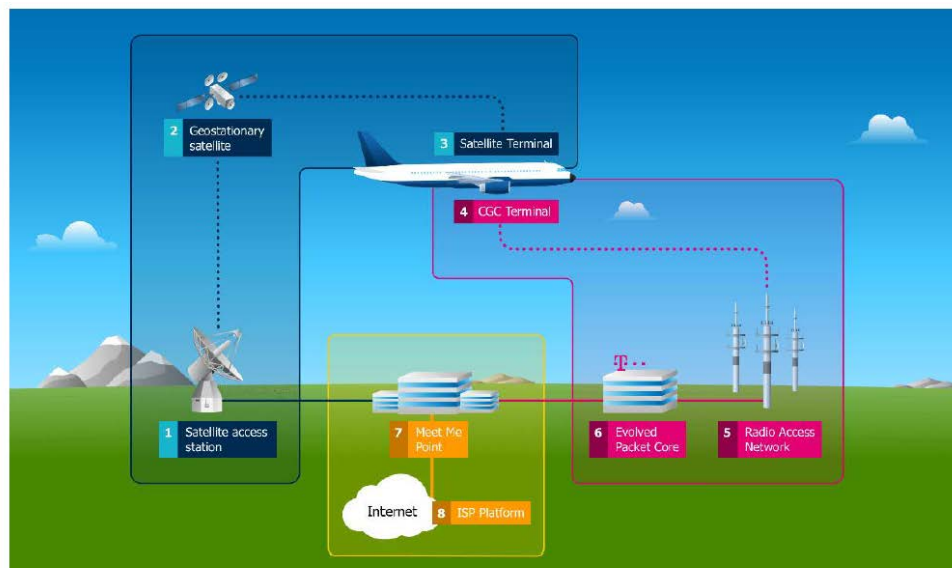


Figure 12: Architecture du réseau EAN proposé

Comme illustré, le réseau EAN est composé d'un réseau satellite (bleu pour Inmarsat) et d'un réseau terrestre (magenta, pour Deutsche Telekom). Il y a un point de connexion entre les deux réseaux ou « point de rencontre » (jaune) qui peut être assimilé au « point de rencontre » de tout réseau moderne de télécommunication, notamment Internet.

Dans la partie du réseau EAN composée du système mobile par satellite 2 GHz d'Inmarsat

- Un satellite assure la couverture de parties de la surface de la terre.
- Des stations terriennes mobiles au-dessus des avions communiquent avec le satellite.
- Une station d'accès satellite sert de point d'accès et regroupe le trafic provenant des stations terriennes mobiles et les met en relation avec le « point de rencontre ».
- Les signaux radio 2 GHz utilisés pour transmettre les données emploient une norme de transmission par satellite appelée DVBSH/DVB-S2.²

Dans la partie du réseau EAN composée du réseau de communication terrestre de Deutsche Telekom

- Des stations terrestres de base (semblables aux antennes-relais) assurent la couverture de quasi toute l'Europe.
- Des antennes dans le bas des avions communiquent avec les stations terrestres.
- L'« Evolved Packet Core (réseau central) » regroupe le trafic provenant des stations terrestres et assure la liaison avec le « point de rencontre ».

²

Source : <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/Inmarsat-S-band-services-June-2014.pdf>.

- Les signaux radio 2 GHz utilisés pour transmettre les données emploient une norme de transmission cellulaire terrestre appelée LTE.³

Le point de rencontre regroupe tous les flux de trafic et les achemine vers le fournisseur de services Internet, les centres de données des compagnies aériennes ou partout où c'est nécessaire et contient également les fonctions de régulation du trafic et de rapportage.

La plate-forme ISP assure l'authentification, l'autorisation et la comptabilisation du service Internet et des usagers.

Dans l'avion, des terminaux séparés en bande 2 GHz peuvent être installés, (i) une station terrienne mobile (aussi appelée terminal MSS) pour le réseau satellite Inmarsat et (ii) un ou plusieurs terminaux terrestres pour le réseau terrestre de Deutsche Telekom, tel qu'il est décrit dans la Figure 12.

Le terminal MSS (station terrienne mobile) se compose d'une antenne combinée, d'un amplificateur et d'un émetteur-récepteur monté au-dessus du fuselage qui communique avec un satellite et un modem (CSDU ou Compact Satellite Data Unit) qui convertit le signal passant par l'émetteur-récepteur en un flux de données qui peut être transmis aux passagers de l'avion par des points d'accès wifi (semblables à ceux que l'on trouve dans les cafétérias ou chez soi). Ces éléments ainsi que leur emplacement sont indiqués dans la Figure 13 et la Figure 14.



Figure 13: Composants aéronautiques de l'EAN

Satellite (MSS)



Figure 14: Terminal MSS de l'EAN

Les terminaux terrestres se composent d'une ou plusieurs antennes montées en-dessous du fuselage qui communiquent avec les stations terrestres, d'un ou plusieurs émetteurs-récepteurs associés (têtes radio à distance ou RRU) sur l'avion, d'un modem (ou BMU) sur l'avion qui convertit le signal passant par le ou les émetteurs-récepteurs en un flux de données qui peut alors être transmis aux passagers de l'avion par l'intermédiaire de points d'accès wifi. Ces éléments ainsi que leur emplacement sont indiqués dans la Figure 13 et la Figure 15.

Ground Network (A-CGC)



Figure 15: Terminal du réseau terrestre de l'EAN

3 CAPACITE D'UN RESEAU ET VITESSE DE L'EQUIPEMENT D'UTILISATEUR FINAL

3.1 Aperçu de l'analyse

3.1.1 Définitions de la capacité et de la vitesse

De nombreux aspects d'un réseau de données large bande peuvent s'apparenter à un réseau urbain de distribution des eaux. Le réseau de distribution des eaux comporte des conduites principales raccordées à un réservoir (analogue à Internet) et ces conduites principales se ramifient pour alimenter les ménages. Un individu d'un ménage évalue les performances du système de distribution des eaux en fonction de la vitesse à laquelle l'eau coule de son robinet (le débit). Le débit équivaut à la vitesse d'un réseau de données – le nombre de bits par seconde (bps) qu'il peut fournir. L'utilisateur souhaite une connexion rapide.

La capacité du réseau de distribution des eaux à fournir un débit souhaité dépend de la capacité de l'arrivée d'eau, du nombre de ménages qu'elle alimente, du pourcentage de temps pendant lequel les ménages font couler le robinet, de leur tendance à ouvrir le robinet en même temps ainsi que de la capacité des conduites intermédiaires. Le réseau de distribution des eaux partage la capacité de l'ensemble du système entre les nombreux ménages qu'il alimente. Un réseau de distribution des eaux de conception rentable offre plus de capacité qu'il n'en faut pour approvisionner tous les ménages au débit souhaité dans pratiquement tous les scénarios d'utilisation réalistes ; toutefois, si tous les ménages ouvraient tous leurs robinets en même temps, la capacité de l'arrivée d'eau serait insuffisante pour les approvisionner tous et les robinets risqueraient de couler goutte à goutte. De la même manière, dans un réseau de données, l'utilisation de données par chaque dispositif utilisateur, en général, ne se fait pas en permanence à la vitesse maximale que les consommateurs attendent et la capacité du réseau peut être nettement inférieure au produit de la vitesse attendue par le nombre d'utilisateurs. Pour des réseaux de grande taille, la capacité est généralement mesurée en mégabits par seconde (Mbps) (millions de bits par seconde), ou en gigabits par seconde (Gbps) (milliards de bits par seconde). La plupart des réseaux sont en réalité des réseaux de réseaux et il est donc important de comprendre les capacités des sous- réseaux.

Il est possible qu'un réseau de capacité limitée fournisse une très grande vitesse à un utilisateur individuel en l'absence d'autres utilisateurs. Toutefois, lorsqu'un tel réseau est utilisé par un plus grand nombre d'utilisateurs, sa vitesse a tendance à ralentir, tout comme le ferait le flux d'eau si un trop grand nombre de robinets était relié à une conduite d'alimentation de petite section. L'analogie avec le trafic routier est souvent utilisée – une autoroute qui peut être empruntée par des véhicules à 100 km/h en cas de trafic léger connaîtra une circulation ralentie à 10 ou 20 km/h si elle est empruntée par un trop grand nombre de voitures – c'est-à-dire si la capacité de l'autoroute est dépassée. Nous expliquons que le réseau, tout comme l'autoroute, est embouteillé si sa capacité est inadéquate pour assurer la vitesse souhaitée.

Les réseaux de données se distinguent des réseaux de distribution d'eau par une différence notable: habituellement, les données circulent dans les deux directions. Le consommateur transmet des messages, demandant des données, les données sont localisées sur Internet puis retransmises à l'utilisateur. Dans le jargon des satellites, les données provenant de l'utilisateur circulent par la liaison retour (RL) et les données vers l'utilisateur suivent la liaison aller (FL). Avec l'Internet d'aujourd'hui, il y a habituellement beaucoup plus de trafic FL que de trafic RL; dès lors, il est judicieux de décrire la capacité FL de la liaison tout en sachant qu'une liaison RL réellement médiocre peut limiter la faculté d'acheminer des données sur la liaison FL parce que la liaison RL est nécessaire pour accuser réception des données, demander la retransmission de données qui n'ont pas été reçues et faire de nouvelles demandes de données.

3.1.2 Quelles sont la capacité et la vitesse nécessaires ?

Le débit de l'eau se mesure habituellement en litres par seconde. De la même manière, le débit binaire est mesuré en bits par seconde mais, étant donné qu'il peut atteindre des valeurs très élevées, on utilise habituellement des unités telles que les kilobits par seconde (kbps), soit mille bits par seconde, les mégabits par seconde (Mbps), soit 1 million de bits par seconde et les Gigabits par seconde (Gbps), soit 1 milliard de bits par seconde.

| Application | Débit binaire |
|------------------------------------|---------------|
| E-mail sans grosses pièces jointes | <100 kbps |
| Message vocal | <100 kbps |
| Streaming de musique | ~300 kbps |
| Navigation sur Internet | 1 Mbps |
| Vidéo en définition standard | 2-3 Mbps |
| Vidéo en haute définition | 4-5 Mbps |

Table 1: Vitesses requises pour des applications Internet habituelles

La Table 1 illustre les vitesses approximatives nécessaires pour certaines applications Internet courantes. Il doit être entendu que les vitesses supérieures à celles du tableau donneront une expérience plus agréable pour l'utilisateur et la figure sert donc davantage à donner une idée de ces vitesses qu'à imposer des règles strictes.

La capacité nécessaire peut être plus difficile à calculer mais une approximation peut être obtenue à partir des paramètres suivants :

- le nombre d'utilisateurs sur le réseau
- le pourcentage d'utilisateurs ayant accès au réseau pendant sa période d'utilisation la plus intensive (l'« heure de pointe »).
- la vitesse moyenne dont chaque utilisateur a besoin pour les applications qu'il utilise.

Le dernier paramètre doit être considéré attentivement étant donné que les applications telles que la vidéo nécessitent une vitesse assez constante tandis que d'autres, telles que la navigation sur Internet, nécessitent des vitesses temporairement élevées lorsque la page charge mais très faibles lorsque l'utilisateur lit le contenu de la page.

Dans l'utilisation actuelle d'Internet, ce sont les vidéos qui dominent les besoins de capacité. Prenons un exemple, il se pourrait par exemple qu'un avion, considéré individuellement, transporte 150 passagers, dont 10 utilisent le service pour la vidéo en définition standard et le reste soit n'utilise pas le service, soit utilise des applications avec des besoins minimes en bande passante. Dans ce cas, l'avion a besoin d'une vitesse continue d'environ 20–30 Mbps pour assurer un service acceptable. S'il y a 1000 avions dans l'espace aérien européen à un moment donné, chacun nécessitant 20 à 30 Mbps, l'EAN doit présenter une capacité d'environ 20–30 Gbps. Comme décrit ci-dessous, le satellite en bande 2 GHz d'Inmarsat ne peut fournir qu'environ 60 Mbps de capacité. Le reste de la capacité du réseau EAN - environ 1000 fois plus que celle du satellite – est fourni par le réseau air-sol de Deutsche Telekom.

3.1.3 Comment la capacité et la vitesse sont-elles analysées ?

La plupart des non-spécialistes sont surpris d'apprendre que, par les lois de la physique, il est possible de déterminer les meilleures performances qui peuvent être obtenues à partir de la mise en place idéale d'un système de communications. Cette limite sépare le domaine des communications de domaines apparentés comme l'informatique qui ne connaît pas d'« objectif optimal » auquel aspirer. À la fin des années 40, Claude Shannon et Ralph Hartley ont prouvé mathématiquement que la capacité possible sur un canal de communications était une simple fonction de trois facteurs : la largeur de bande disponible, la puissance du signal au récepteur et la puissance du bruit ajouté au signal pendant la transmission et la réception. Une plus grande largeur de bande et une plus grande puissance du signal permettent une capacité plus élevée, tandis que le bruit affecte la capacité.

Étonnamment, l'équation de la capacité a été démontrée pour la première fois à un moment où il n'y avait guère de système de communications numérique installé dans quelque partie du monde que ce soit. L'histoire des technologies de communication a principalement été rythmée, depuis lors, par la recherche de façons d'approcher les performances prévues par l'équation de la capacité. Les systèmes bien pensés d'aujourd'hui s'en approchent beaucoup. Cela signifie que, dans de nombreux cas, il est possible de calculer des approximations assez précises des performances d'un système de communications juste en connaissant quelques paramètres de base du système. Les résultats présentés ici mettent cette possibilité à profit.

Il existe deux connexions bilatérales différentes dans le réseau EAN proposé par Inmarsat, une entre l'avion et le satellite et l'autre entre l'avion et les stations air-sol terrestres. Ces deux liaisons sont analysées en utilisant des techniques similaires centrées sur la détermination des trois composantes de l'équation de capacité : (1) largeur de bande, (2) puissance du signal à hauteur du récepteur, et (3) puissance du bruit ajouté au signal durant la transmission et la réception.

3.1.4 Réutilisation du spectre et largeur de bande

La largeur de bande disponible totale pour l'EAN est basée sur les dispositions de la licence de la bande 2GHz d'Inmarsat : 15 MHz sur chaque liaison (dans chaque direction) et le mode d'utilisation de ce spectre. L'EAN emploie des techniques de réutilisation du spectre pour produire la capacité disponible à la fois pour les liaisons par satellite et les liaisons air-sol terrestres. La réutilisation du spectre est obtenue en utilisant des antennes qui concentrent la de transmission d'un signal donné vers une zone limitée et ensuite l'utilisation du même spectre pour transmettre un signal différent vers une zone différente. Dans les concepts de réutilisation d'une fréquence par satellite, les zones adjacentes utilisent habituellement des parties différentes du spectre attribué pour éviter le chevauchement des signaux (ce qui produirait des interférences). Cela complique l'estimation de la capacité parce que certaines hypothèses doivent être formulées quant à la méthode appliquée par le concepteur. Dans l'analyse de la capacité suivante, les hypothèses formulées seront expliquées et justifiées.

3.1.5 Puissance du signal

Les données à transmettre sont utilisées pour générer une forme d'onde Radio Fréquence qui est alors amenée à un amplificateur, lequel peut apporter une certaine dose de puissance RF à une antenne de transmission. Ce niveau de puissance peut être facilement déterminé sur la base des composantes disponibles et des exigences réglementaires. Cette antenne concentre le signal sur la zone de couverture souhaitée et, comme un télescope ou une loupe, elle augmente la puissance du signal dans la zone focalisée (diminuant du même coup la puissance à l'extérieur de la zone focalisée) de telle sorte que la puissance soit d'autant plus grande que le signal est concentré. Le degré d'augmentation ou de diminution provoqué par l'antenne est appelé le gain d'antenne.

Le signal se propage alors vers l'antenne du récepteur et, à mesure qu'il se propage, sa puissance est dissipée, un peu comme la lumière d'une lampe de poche s'atténue à mesure que la distance augmente. Le degré de dissipation est appelé l'affaiblissement de propagation.

L'antenne réceptrice possède également une certaine faculté à concentrer et peut contribuer à augmenter la puissance du signal qui atteint le récepteur. L'affaiblissement de propagation et les gains d'antenne peuvent chacun être calculés avec une bonne précision en utilisant des lois physiques. Par exemple, bien que d'autres facteurs puissent avoir un impact sur le résultat, seule la taille d'une antenne bien conçue est nécessaire pour estimer son gain avec une précision raisonnable.

3.1.6 Puissance du bruit

Le bruit qui est ajouté au signal provient de deux sources, qui sont très prévisibles l'une comme l'autre. La première est la vibration des particules subatomiques dans l'étage d'entrée du récepteur. L'autre est ce que l'on appelle le « bruit du ciel » qui est le bruit RF de fond diffusé par la terre (dans le cas d'un récepteur tourné vers la terre) ou par le ciel (dans le cas inverse).

L'analyse réalisée ici part de l'hypothèse optimiste que le bruit du ciel est négligeable par souci de simplicité.

4 HISTORIQUE DE LA BANDE 2 GHz

4.1 Introduction

L'attribution du spectre de bande 2 GHz à Inmarsat et Solaris Mobile par la Commission européenne en mai 2009 était supposée déboucher sur de nouveaux types de diffusion et des communications interactives dans toute l'Europe et ouvrir de grandes opportunités pour la fourniture de nouveaux services innovants aux personnes en déplacement.

Le spectre désigné pour les services mobiles par satellite comprend 30 MHz dans chacune des deux directions (1980-2010 MHz pour la communication terre-espace et 2170-2200 MHz pour les communications espace-terre) divisés en parts égales entre Inmarsat et Solaris Mobile. Ce spectre est adjacent au spectre désigné pour les services mobiles terrestres tels que les réseaux cellulaires (désignés dans la Figure 16 par UMTS). Des travaux sont en cours actuellement pour inclure la bande 2 GHz dans l'une des catégories de bande « 3GPP » qui fixe la norme d'utilisation d'un spectre donné pour les réseaux cellulaires. La proximité entre cette partie du spectre et le spectre UMTS et les projets visant à inclure la bande 2 GHz dans la même norme 3GPP rendent la bande 2 GHz particulièrement attractive pour toute personne qui souhaite l'utiliser davantage à des fins terrestres qu'à des fins de satellites.⁴

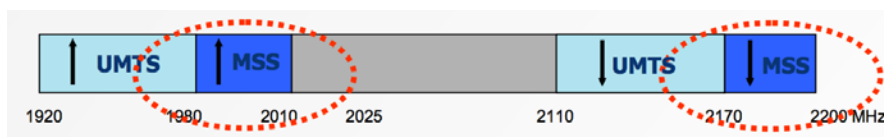


Figure 16: Représentation des fréquences 2 GHz

Les exemples des types de services mobiles par satellite envisagés pour la bande 2 GHz comprenaient :

- Communications mobiles large bande (bilatérales)
 - Services voix & données

⁴ Analyse Mason, « Socio-economic benefits of harmonisation of the S-band CGC in Europe », 6 novembre 2015, 3 (« As the 3GPP continues to refine Release 13 mobile broadband standards (due to be finalised in 2016) 4, the S-Band spectrum has come into focus as a valuable potential asset, in large part due to the fact that it is immediately adjacent to an existing UMTS band. ») (note en bas de page omise), à consulter sur :

<http://www.analysismason.com/Research/Content/Reports/Socio-economic-benefits-of-harmonisation-of-the-S-band-CGC-in-Europe/>.

- Large bande mobile – n'importe où et n'importe quand
- Sécurité publique et & services de premiers intervenants
 - Émission de balises de détresse en cas d'accident
 - Alertes d'urgence
 - Surveillance des flux de circulation
- Surveillance environnementale
- Transmission de contenu multimédia (unilatérale)
 - Services mobiles de télévision et radiodiffusion
 - Interactivité
- Combinaison avec des applications GNSS (GPS, Galileo, etc.)
 - Services de localisation
 - Informations sur des véhicules
 - Communication d'informations en temps réel sur le trafic routier
 - Paiement automatique des péages urbains ou autoroutiers

La couverture des satellites en bande 2 GHz fournit potentiellement une méthode efficace de transmission de volumes importants de données à des millions d'individus et de véhicules.

4.2 Solaris

L'aperçu suivant du système mobile par satellite de Solaris que la Commission européenne a choisi en 2009 en même temps qu'Inmarsat offre un point de référence utile. Il aide à expliquer la façon dont la bande 2 GHz a pu être utilisée en Europe par l'intermédiaire d'un système mobile par satellite qui aurait pu utiliser des émetteurs-récepteurs terrestres complémentaires pour améliorer les communications avec les stations terrestres mobiles dans les zones où les signaux satellites peuvent être bloqués par les bâtiments, les terrains ou de feuillages. Cet aperçu montre également que des développements importants ont déjà eu lieu pour permettre le développement d'une gamme de stations terrestres mobiles 2GHz à faible coût, y compris des téléphones. Ces mêmes types de terminaux satellites pour l'utilisateur final peuvent être fabriqués aujourd'hui afin de faciliter la fourniture de services mobiles par satellite 2 GHz à travers l'Europe.

4.2.1 Segment spatial

En avril 2009, Solaris Mobile a lancé le satellite Eutelsat W2A (voir Figure 17), localisé à 10,25° Est sur l'arc géostationnaire. Le satellite a été construit par Alcatel Alenia Space (aujourd'hui, Thales Alenia Space). Ce satellite a ensuite été rebaptisé Eutelsat 10A et tant Internet que la littérature scientifique y font référence par les deux noms. Le satellite fournissait une

puissance de 11 kW pour 12 transpondeurs (en S bande), 10 transpondeurs (en C bande) et 46 transpondeurs (en Ku bande).⁵



Figure 17: Satellite Eutelsat W2A⁶

La charge utile en bande 2 GHz du satellite a été conçue pour produire 6 faisceaux ponctuels sur l'Europe occidentale et centrale (Figure 18). La couverture devait être assurée au moyen d'une seule antenne à réflecteur décalé. Le réflecteur de l'antenne, construit par la société Harris Corp., mesurait 12 m de diamètre et se composait d'un réflecteur en treillis métallique destiné à être plié dans le satellite lors de son lancement et à s'ouvrir une fois le satellite déployé dans l'espace. Comme décrit dans la Section 5, la taille de l'antenne et le nombre de faisceaux générés sont directement proportionnels à la fois à la capacité (nombre d'utilisateurs) que le satellite peut fournir et à sa couverture géographique.

⁵ Sources: http://space.skyrocket.de/doc_sat/aeosp_spacebus-c-class.htm et https://www.tbs-satellite.com/tse/online/sat_eutelsat_w2a.html

⁶ Source: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/eutelsat-w2a.htm

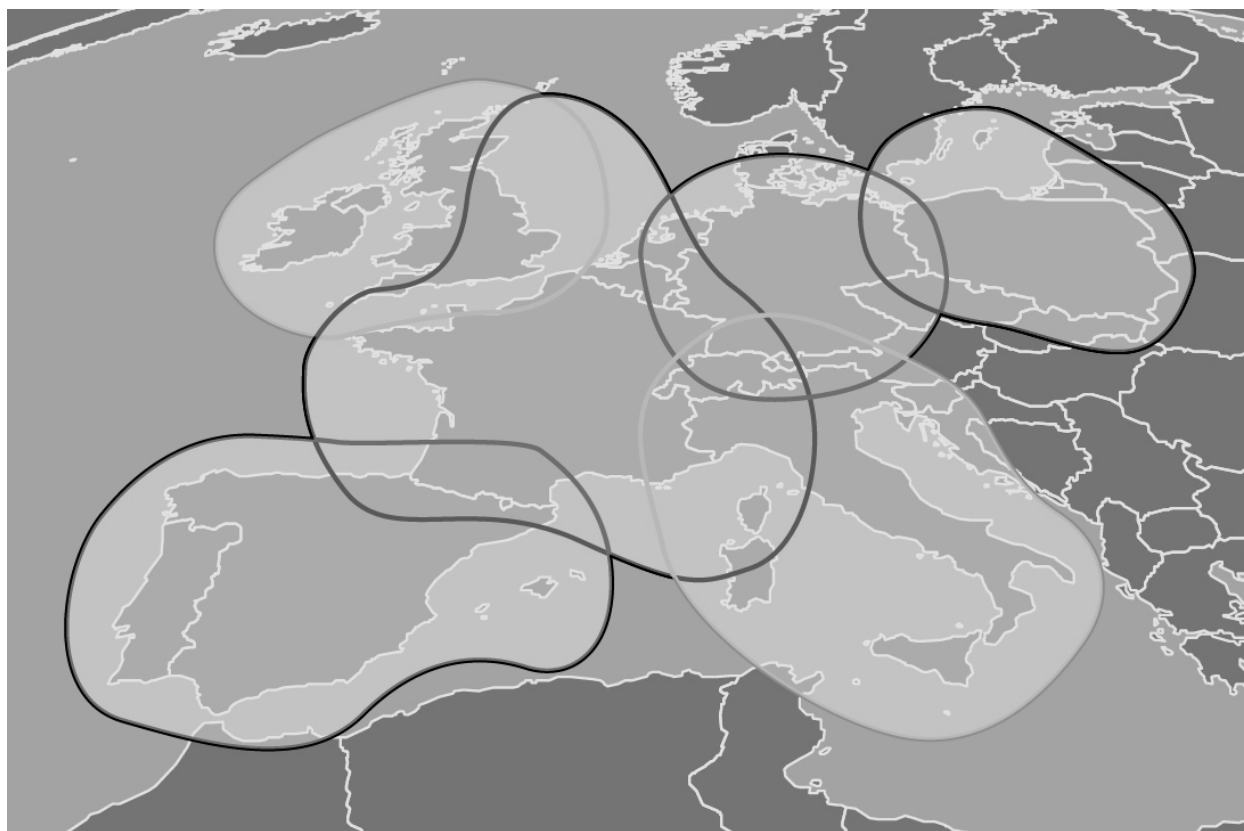


Figure 18: Couverture en bande 2 GHz du satellite Eutelsat W2A⁷

En mai 2009, il a été annoncé que l'antenne 2GHz Eutelsat W2A avait été « mise en orbite avec succès » mais « présentait une anomalie ». ⁸ L'anomalie empêchait le satellite d'exécuter sa mission en bande 2 GHz. Les charges utiles en C et Ku bandes n'étaient pas affectées par l'anomalie.

En janvier 2014, la société EchoStar Corp. a racheté Solaris Mobile, pour la renommer EchoStar Mobile en mars 2015. En juin 2017, EchoStar Mobile a lancé le satellite EchoStar XXI (Figure 19) sur le créneau orbital géostationnaire 10,25° Est, ⁹ autrement dit le satellite est colocalisé avec Eutelsat 10A. La charge utile en 2 GHz du satellite XXI d'EchoStar emploie un réflecteur à mailles de 18 mètres de diamètre et la formation d'un faisceau à terre. ¹⁰

⁷ Sources : A. Arcidiacono *et al.*, "S-band: a new age in mobile satellite services," dans *4th Conference on Advanced Satellite Mobile Systems (ASMS 2008)*, Sept. 2008 et https://artes.esa.int/sites/default/files/Session1e_Pulvirenti.pdf, p. 6

⁸ Source : <http://spacenews.com/eutelsat-w2as-2-GHz-band-antenna-malfunctions/>

⁹ Source : <https://www.sslmda.com/html/satexp/terrestar2.html>.

¹⁰ EchoStar XXI s'appelait à l'origine TerreStar 2.

Le concept EchoStar XXI est un perfectionnement notable par rapport au concept Solaris. Le concept EchoStar XXI permet au satellite de produire des centaines de petits faisceaux de services, de fournir beaucoup plus de capacité MSS en 2 GHz grâce à une plus grande réutilisation de la quantité limitée de sa part de licence de la bande de 2 GHz et autorise des communications avec des stations terriennes mobiles plus petites et plus économiques que la charge utile du satellite en 2 GHz d'Inmarsat. Les capacités du nouveau concept EchoStar XXI sont évoquées dans la Section 5.2.

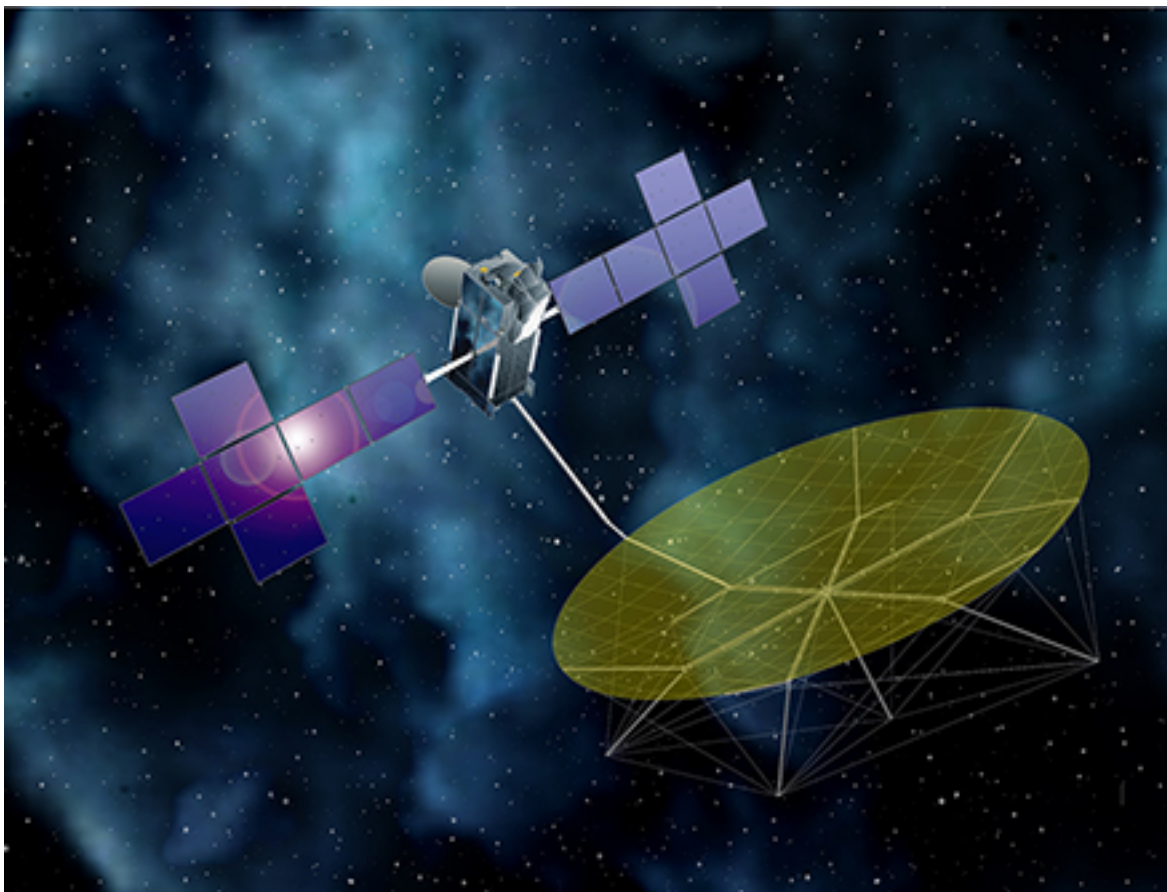


Figure 19 : Satellite EchoStar XXI¹¹

4.3 Architecture du réseau

Dans le système Solaris, les stations terrestres qui comblent les lacunes dans la couverture par satellite, sont combinées avec le réseau de satellites pour former un réseau intégré qui soit transparent pour les usagers - ceux-ci pourraient utiliser un seul dispositif pour communiquer à la fois avec les éléments satellites et les éléments terrestres du réseau.

¹¹ Source: <https://www.sslmda.com/html/satexp/terrestar2.html>

L'intégration du satellite en bande 2 GHz de Solaris Mobile et ses stations de base terrestre est illustrée ci-dessous.

Enabling the first hybrid infrastructure for mobile communications in Europe

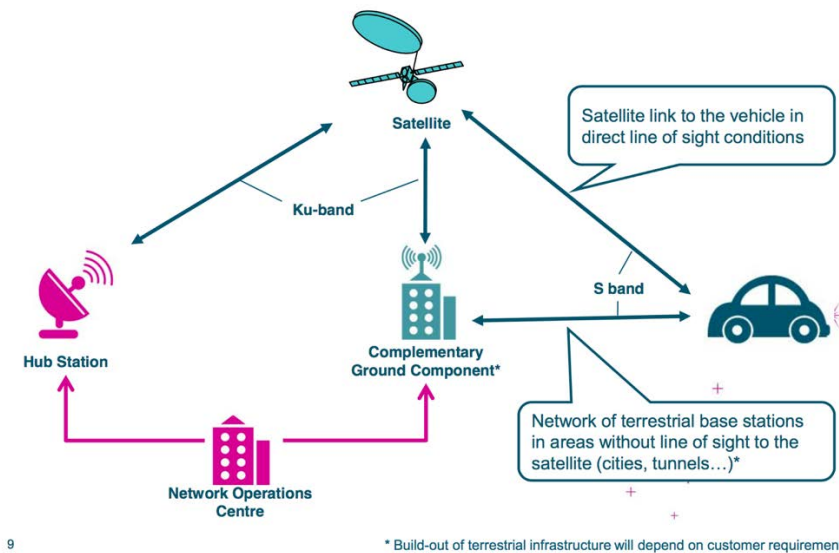


Figure 20: Concept du système mobile par satellite Solaris

Le contenu produit par les fournisseurs de services serait acheminé vers le satellite en bande 2 GHz par l'intermédiaire d'une autre bande de fréquences (Ku bande). À partir du satellite, le signal en bande 2 GHz est transmis directement vers les stations terriennes mobiles en bande 2 GHz (c'est-à-dire le véhicule décrit dans la Figure 20), ou, dans les zones où la visibilité vers le satellite est bloquée, la station terrienne mobile peut recevoir un signal à partir d'une station terrestre qui assure la couverture dans les zones qui sont effectivement « hors de vue » du satellite.

En plus de la bande 2 GHz, la station terrienne mobile peut également être intégrée avec d'autres systèmes de communications comme les réseaux mobiles terrestres (par exemple, LTE, ou GSM/UMTS) afin de permettre des communications avec ces autres réseaux exploités par des tiers. L'approche multiréseau a permis :

- Un terminal multimodal unique qui choisit de manière autonome la meilleure méthode de communications à utiliser sans interaction de l'utilisateur,
- couverture de 100%
 - Le satellite donne un accès immédiat aux services en bande 2 GHz dans tout pays couvert par l'empreinte du satellite

- o Une synergie est assurée avec les services sans fil terrestres et les réseaux opérant dans d'autres gammes de fréquences, en particulier dans les zones urbaines, permettant des plans de service plus rentables.

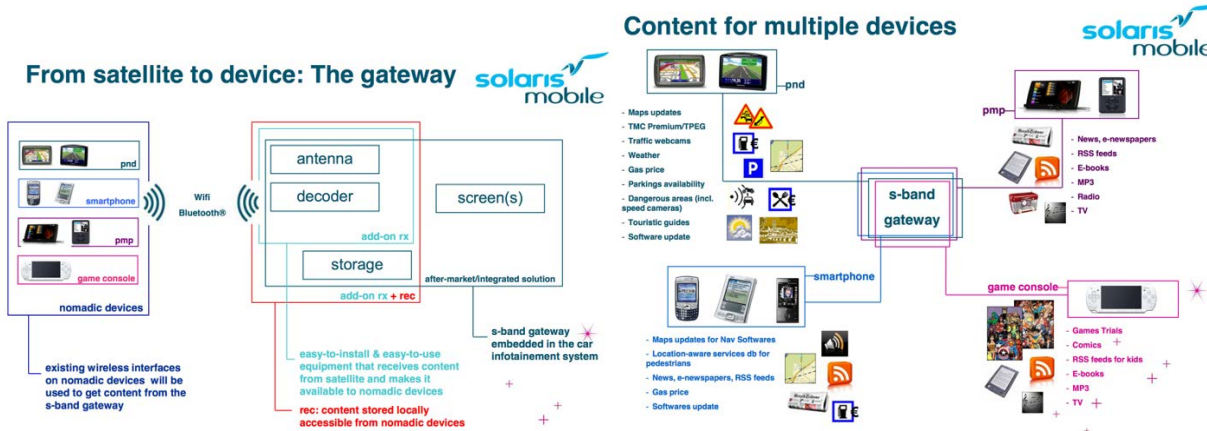


Figure 21 : Applications du système mobile par satellite de Solaris

4.3.1 Stations terriennes mobiles pour utilisateurs finaux (équipements d'utilisateur final)

Comme décrit avec plus de détails ci-dessous, Solaris a développé plusieurs stations terriennes mobiles économiques qui ont permis des communications avec le satellite Solaris et les stations terrestres dans le réseau Solaris. Ces stations terriennes mobiles conviennent pour les automobiles ou pour les applications telles que les trains, les ferries, les bus et les avions. Le système a été conçu pour permettre un équipement de qualité grand public afin qu'il soit abordable dans des applications destinées aux particuliers. L'objectif de prix pour l'ensemble de la gamme d'équipements d'utilisateur final allait de moins de 100 euros à 300 euros.

Ces dispositifs intégrés se distinguent des deux chaînes séparées d'émetteurs-récepteurs et modems qu'Inmarsat a l'intention d'installer sur les avions dans le cadre du réseau EAN proposé : (i) l'une qui communiquerait avec un satellite et dont les coûts d'installation pourraient atteindre 75 000 euros et (ii) une autre qui communiquerait avec des stations terrestres et serait d'un coût beaucoup plus modeste.

4.3.1.1 Récepteurs de station terrienne de satellite 2 GHz

Le cœur des petits équipements d'utilisateur final Solaris (stations terriennes mobiles) était d'une part un récepteur radio/modem employant une puce qui faisait à peine 6 mm x 8 mm, est toujours utilisée et dont le service après-vente est toujours assuré par son fabricant et d'autre part une antenne montée au sommet du véhicule, du navire ou de l'aéronef.

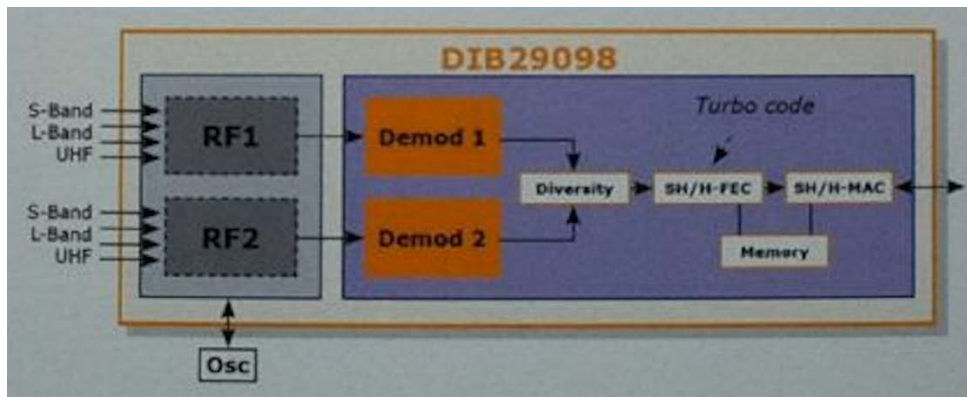


Figure 22 : Puces pour une station terrienne mobile 2 GHz

Le récepteur Q200 a été développé et produit par le fournisseur italien Quantum, un expert dans les équipements multimédia embarqués. Le modèle Q200 répond à la norme DVB-SH et est monté entièrement à l'intérieur des véhicules et raccordé à l'unité centrale du véhicule dans le compartiment passager. Il permet également des connexions avec les écrans des sièges arrière pour la présentation d'informations visuelles. Il est relié aux types d'antenne en bande 2 GHz décrits ci-dessous.

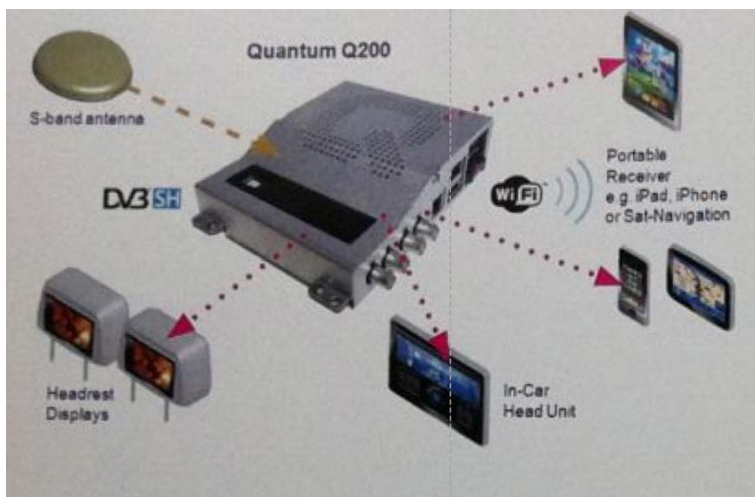


Figure 23 : Récepteur Solaris Q200 et applications

Le récepteur du groupe Q300 a été développé pour un usage commercial sur les bus, train, ferries et avions. Il permet aux utilisateurs de dispositifs compatibles wifi de recevoir les services par satellite sans posséder leur propre dispositif DVB-SH. Il autorise jusqu'à 75 utilisateurs à se raccorder simultanément et à choisir leur contenu préféré. Il est raccordé également aux types d'antenne en bande 2 GHz décrits ci-dessous.

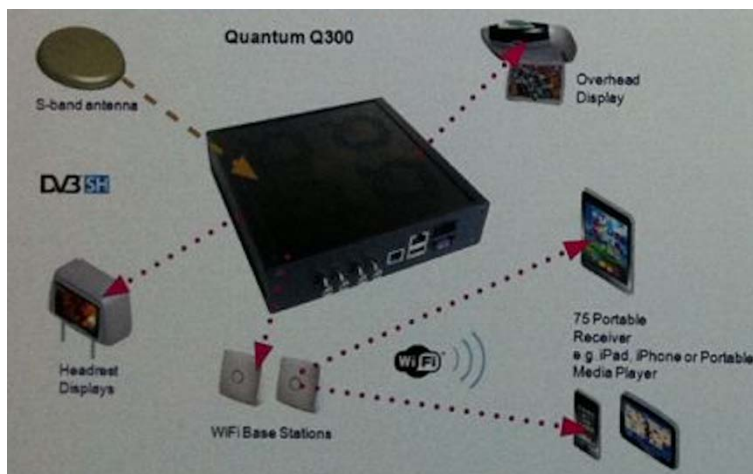


Figure 24 : Récepteur Solaris Q300 et applications

4.3.1.2 Antennes en bande 2 GHz

Plusieurs antennes en bande 2 GHz ont été développées dans le cadre du projet Solaris, principalement pour le marché automobile¹².

Les antennes ont été développées pour fournir une couverture omnidirectionnelle et communiquer simultanément avec le satellite Solaris et les stations terrestres Solaris. L'antenne suivante était destinée à recevoir uniquement des signaux du satellite et des stations terrestres.



Figure 25 : Petite antenne automobile Solaris

L'antenne suivante était destinée à la fois à émettre et recevoir des signaux du satellite Solaris et des stations terrestres Solaris.

¹² Les antennes 2 GHz pour Solaris décrites dans la section Section 4.3.2.1 ont été conçues par une filiale de ViaSat ("Jast.")



Figure 26 : Antenne automobile bilatérale Solaris

Une antenne multisystème a également été développée pour communiquer à la fois avec le satellite Solaris et les stations terrestres (émission et réception) mais également pour permettre la réception de signaux GPS et des communications avec des réseaux sans fil terrestres mobiles (GSM/UMTS).



Figure 27 : Antenne automobile multisystème Solaris

Finalement, et alors qu'elle ne fait pas partie du projet Solaris, la station terrienne mobile décrite dans la Figure 28 et disponible sur un système mobile par satellite 2 GHz aux États-Unis illustre les autres types d'équipements d'utilisateur final qui auraient pu être déployés pas dans le cadre de d'un système mobile opérant à 2 GHz.

Ce smartphone multifonction a été conçu pour fournir un service mobile par satellite dans les zones extérieures à la couverture du satellite – des zones éloignées ou en cas d'indisponibilité du réseau cellulaire. Ce dispositif double mode était capable d'utiliser des réseaux sans fil cellulaires terrestres (hors bande 2 GHz) comme mode par défaut primaire et les services mobiles par satellite en 2 GHz sur le satellite TerreStar 2 GHz dans d'autres cas, pour les communications voix et données et la messagerie. Il permettait un dispositif et un numéro de

téléphone avec une visibilité directe vers le satellite pour avoir accès à une couverture voix et données plus étendue dans l'ensemble des États-Unis. Ce dispositif TerreStar GENUS comprenait un écran tactile, le wifi, Bluetooth® et un appareil photo. Il était disponible en septembre 2010.¹³



Figure 28 : Station terrienne mobile TerreStar GENUS 2 GHz & smartphone terrestre

¹³

Source : <https://www.att.com/gen/press-room?pid=18505&cdvn=news&newsarticleid=31218&mapcode=>

5 EVALUATION DU RESEAU EAN

5.1 Architecture EAN d'Inmarsat

5.1.1 Vue d'ensemble

La Figure 29 donne une autre présentation de l'architecture EAN d'Inmarsat. Un avion contient deux terminaux différents assurant la connectivité à Internet. Un terminal utilise les fréquences MSS en bande 2 GHz attribuées à Inmarsat pour communiquer avec le satellite. Un autre terminal utilise les fréquences MSS 2 GHz attribuées à Inmarsat pour communiquer avec les stations terrestres.

Le satellite utilise une gamme de fréquences complètement différentes dans ce que l'on appelle la bande Ka pour transmettre les signaux en bande 2 GHz reçus de l'avion par le satellite vers un point d'accès terrien du satellite au sol.

La liaison satellite en bande 2 GHz est partagée entre plusieurs avions. Sur la liaison vers l'avion (la liaison avant ou FL), l'équipement au sol se charge de séquencer les données pour la transmission et les données à transmettre sont identifiées avec des adresses similaires aux lettres transmises par les services postaux. Chaque avion examine les destinataires pour toutes les données mais élimine les données qui ne lui sont pas adressées. Sur le trajet de l'avion au sol (la liaison retour ou RL), les opportunités de transmettre sont programmées de telle sorte que les avions n'essaient pas de transmettre en même temps au risque d'interférer l'un avec l'autre. Les données RL comportent également des adresses intégrées afin de s'assurer qu'elles parviennent à la destination souhaitée.

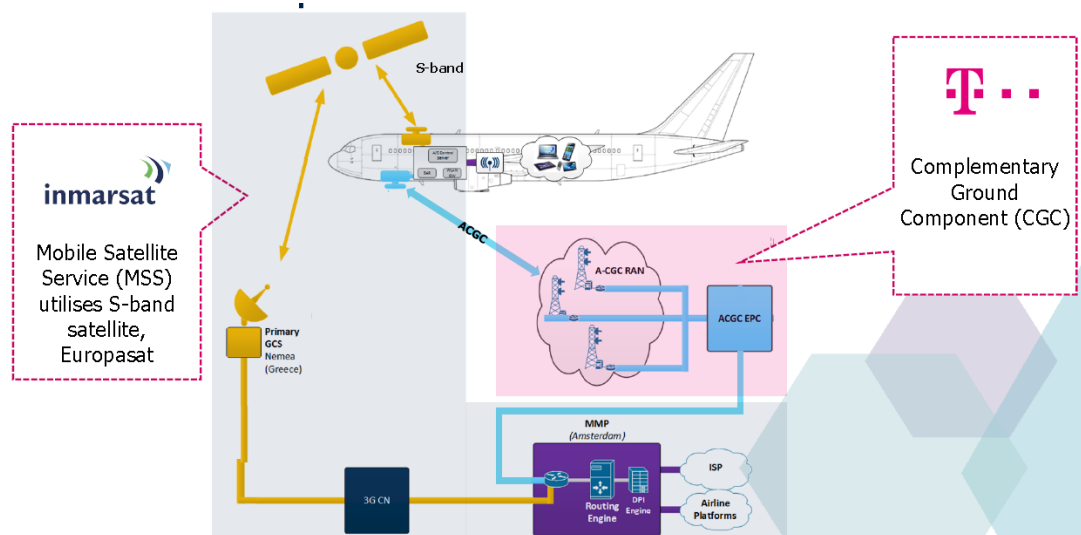


Figure 29 : Architecture du réseau EAN¹⁴

14

Source : <http://www.ae-expo.eu/wp-content/uploads/2016/04/Inmarsat-Deutsche-Telekom.pdf>

La liaison satellite dans l'EAN utilise la même technologie BGAN (Broadband Global Area Network) que le service en bande L classique d'Inmarsat, mais reconfiguré pour fonctionner dans le spectre de bande 2 GHz légèrement supérieur et avec des modifications pour s'adapter au plus récent standard DVB-SH.

Dans la définition des systèmes mobiles par satellite, l'Union européenne a tenu compte du fait qu'il peut y avoir des cas limités où la voie de communication d'une station terrienne mobile basée au sol vers un satellite est bloquée par le terrain, les bâtiments ou la végétation et, pour aider les fournisseurs de services à développer un service viable, elle a inclus une disposition permettant un composant terrestre complémentaire (CGC) qui fournirait une autre voie de communication pour les stations terriennes mobiles dont la qualité de la liaison satellite serait altérée. Les avions ne rencontrent pas ce type de blocage au-delà de 3000 mètres et, si le but du CGC est de remédier à de tels obstacles, un réseau aérien n'en a aucun usage.

Le réseau EAN proposé par Inmarsat présente un problème notable en ce que la conception actuelle du satellite à 2 GHz ne permet pas d'offrir la capacité nécessaire pour desservir le marché à large bande en vol. Comme expliqué dans la Section 5.1.3, ce satellite ne peut supporter que quelques avions survolant l'Europe. C'est la raison pour laquelle Inmarsat a défendu une interprétation du CGC qui, si elle est adoptée, lui permettrait d'utiliser le spectre satellite 2 GHz pour une liaison air-sol (ATG) qui n'implique pas du tout le satellite.

Comme expliqué dans la Section 5.1.4, ce réseau air-sol fournit environ 99.9 % de la capacité disponible pour desservir les avions. Les stations air-sol terrestres utilisent une technologie cellulaire LTE modifiée pour générer un réseau de plus de 300 cellules en Europe. Étant donné que la bande MSS en 2 GHz est différente des bandes sans fil terrestres, cela nécessite la reconfiguration de la technologie LTE, sans compter quelques autres différences minimales relatives à la portée plus grande du réseau air-sol et à la vitesse plus élevée des avions par rapport aux véhicules terrestres. Cependant, la plupart des caractéristiques importantes de la technologie LTE peuvent être utilisées sans apporter de grandes modifications. Il s'agit notamment des fonctionnalités suivantes :

- Changement de cellule (permettant de maintenir la connectivité lorsque l'avion passe d'une cellule terrestre à une autre)
- Changement de réseau
- Routage des données
- Gestion du réseau
- Facturation et comptabilisation

Étant donné que le réseau air-sol d'EAN utilise des ondes LTE et est raccordé à une antenne tournée dans la direction opposée à la station terrienne mobile sur l'avion, ce réseau est incapable de communiquer avec la station terrienne mobile sur l'avion qui utilise une onde

différente basée sur un standard appelé DVBSH/DVB-S2,¹⁵ et présenté dans la Section 4.3.1 à propos de Solaris. Pour cette raison, chaque avion est équipé d'un deuxième terminal séparé pour le réseau air-sol et situé en-dessous du fuselage de l'avion. Bien qu'il utilise des fréquences 2 GHz destinées à l'utilisation d'un satellite, ce terminal a recours à une antenne destinée à communiquer avec des stations de base terrestres.

Dans l'avion, l'équipement achemine le trafic de et vers le terminal du satellite et le terminal air-sol. Le wifi est utilisé pour raccorder les équipements d'utilisateur final des passagers et du personnel à bord.

5.1.2 Stations de base pour réseau air-sol

Les stations de base pour le réseau air-sol utilisent des antennes avec une légère inclinaison vers le haut (ce qui signifie qu'elles concentrent la majeure partie du signal transmis vers le haut) pour former des cellules dans le ciel. La liaison aller air-sol (vers l'avion) utilise le même spectre que la liaison aller du satellite et les liaisons retour air-sol utilisent également le même spectre que la liaison retour par satellite.

5.1.3 Capacité et vitesse du réseau EAN proposé par Inmarsat

Inmarsat a publié plusieurs estimations de la capacité du réseau EAN proposé et de la vitesse des terminaux qu'ils espèrent atteindre. Différentes valeurs ont été publiées à différents moments, ce qui n'est pas surprenant étant donné que le concept ne cesse d'évoluer. La reproduction de leurs estimations nécessite plusieurs hypothèses et, dans les limites de la marge d'erreur résultant de l'écart que ces hypothèses, ViaSat pense que les valeurs qu'Inmarsat a publiées sont raisonnables.

Cette Section 5.1.3 utilise les méthodes décrites dans la Section 3 pour analyser le réseau EAN proposé par Inmarsat. L'importance d'essayer d'estimer la capacité et la vitesse du réseau EAN proposé par Inmarsat est dans la possibilité de fournir un moyen de vérifier certaines hypothèses qui permettent d'examiner quelles performances pourraient être attendues du réseau EAN dans des circonstances différentes de celles dans lesquelles ils ont obtenu des résultats. On pourrait par exemple se demander si la conception du réseau permet effectivement de fournir des services au travers d'un système mobile par satellite en 2 GHz à 50

¹⁵ Comme mentionné ci-dessus, les stations terrestres mobiles d'Inmarsat utilisées dans le réseau EAN communiquent en bande 2 GHz en utilisant un standard appelé DVBSH/DVB-S2. Source : <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/Inmarsat-S-band-services-June-2014.pdf>.

Le réseau air-sol qui fait partie de l'EAN communique dans la bande 2 GHz en utilisant les normes LTE. Source : <https://www.telekom.com/resource/blob/390304/.../dl-150929-datenblatt-data.pdf>.

% de la population belge ou de la population européenne. La présente analyse contribue à répondre à des questions de cet ordre.



Figure 30: Faisceaux de satellite de l'EAN d'Inmarsat (approximatifs)

5.1.3.1 Largeur de bande

Sur la base de documents publics ¹⁶, nous savons que l'EAN d'Inmarsat utilise la paire de fréquences des liaisons montante/liaison descendante 15 MHz complètes, à la fois dans la liaison par satellite et la liaison air-sol. La Figure 30 montre le plan de faisceau approximatif qu'Inmarsat envisage d'utiliser. Ce graphique a été créé par ViaSat mais correspond en grande partie aux graphiques publiés par Inmarsat. ViaSat a réalisé ce graphique avec un outil qui

¹⁶ Source : <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2016/10/Capital-Markets-Day-2016.pdf> at pages 27 & 29.

utilise les caractéristiques d'antenne nécessaires pour l'analyse de la capacité. Lorsque les graphiques correspondent, on observe une correspondance étroite de l'estimation du comportement de l'antenne.

Avec trois faisceaux placés de cette manière, les faisceaux est et ouest peuvent utiliser les mêmes ressources du spectre mais le faisceau central doit utiliser des ressources séparées. Une ressource supplémentaire qui pourrait être utilisée est la polarisation – l'énergie RF n'est pas différente de la lumière visible en ce qu'elle est composée de deux polarisations et, de la même manière que les verres solaires polarisés réduisent l'éblouissement, les antennes peuvent être conçues pour produire une seule polarisation lors de la transmission et aussi pour ne recevoir qu'une seule polarisation. Si le faisceau central utilise la polarisation opposée aux faisceaux est et ouest, chaque faisceau pourrait dans ce cas avoir un spectre de 15 MHz dans la liaison montante et un autre de 15 MHz dans la liaison descendante.

En pratique, la totalité de ce spectre ne peut être utilisée parce que le signal ne peut être conçu pour s'arrêter complètement au bord de la bande attribuée. Dès lors, une certaine « bande de garde » est nécessaire pour permettre au signal de s'« éteindre » avant le bord de la bande. En général, celle-ci représente environ 10 à 15 % du spectre disponible. Pour cette raison, l'analyse postule ici que le spectre disponible pour le signal est de 13 MHz dans chaque faisceau au lieu de 15 MHz.

5.1.3.2 Puissance du signal à hauteur du récepteur

5.1.3.2.1 Liaison descendante vers la station terrienne mobile

La Section 3.1.5 a expliqué brièvement, d'une manière générale, comment la puissance du signal à hauteur du récepteur était calculée. Dans le cas des liaisons par satellite, étant donné que Thales a construit le satellite HellasSat 3 portant la charge utile 2GHz d'Inmarsat, elle est probablement la source des amplificateurs de puissance. Les plus grands amplificateurs que Thales produit fournissent jusqu'à 275 watts¹⁷, mais d'autres données accessibles au public affirment que les amplificateurs sur le satellite sont tous de 120 watts¹⁸. L'analyse ici utilise 250 W comme puissance d'amplificateur comme hypothèse de base très prudente.

Les empreintes du faisceau dans la Figure 30 permettent une détermination de la dimension de l'antenne satellite et le gain de l'antenne est donc facilement calculé. L'affaiblissement de propagation est une simple fonction de la distance du satellite à un avion qui est d'environ 36 000 km. On possède moins d'informations à propos de l'antenne de la station terrienne mobile 2 GHz qui sera installée au-dessus du fuselage de l'avion mais sa dimension peut être calculée approximativement à partir des informations fournies dans la note en bas de page 12. La puissance du signal à hauteur du récepteur est alors la puissance PA multipliée par le produit des deux gains d'antenne et de l'affaiblissement de propagation, avec une perte supplémentaire raisonnable représentant les câbles et d'autres pertes liées à la mise en œuvre.

¹⁷ Source:
https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/thales_space_l_s_band.pdf

¹⁸ Source : <http://www.hellas-sat.net/en/hs3satellitedata.html>

5.1.3.2.2 Liaison montante vers le satellite

L'analyse de la liaison montante est pratiquement la même que celle de la liaison descendante. Les gains d'antenne et l'affaiblissement de propagation sont quasi identiques. Seule la puissance de l'amplificateur n'est pas connue mais 100 watts est une hypothèse raisonnable.

5.1.3.3 Puissance du bruit à hauteur de récepteur

Le bruit du récepteur est facile aussi à estimer avec une bonne précision. La quantité de bruit que génère l'étage d'entrée du récepteur est une fonction de la température à laquelle il fonctionne (les circuits plus chauds génèrent plus de bruit), et une marge de dégradation (appelée facteur de bruit du récepteur) qui résulte des spécificités de la mise en œuvre. Dérivée de la physique, la constante de Boltzman donne le bruit minimum idéal qu'un circuit devrait générer à une température donnée. Le facteur de bruit d'un récepteur bien conçu n'entraînera pas une augmentation de beaucoup plus que 50 %, taux qui est inclus dans le modèle utilisé ici.

5.1.3.4 Résultats

L'équation de Shannon prévoit qu'un faisceau satellite pourrait fournir pas moins de 36 Mbps de capacité de liaison aller FL avec les hypothèses données ici. En se fondant sur les performances des modems réels plutôt que sur les performances théoriques de Shannon, ce résultat chute à un peu moins de 20 Mbps. Étant donné qu'il y a trois faisceaux, la capacité totale de la liaison aller par satellite 2 GHz est théoriquement d'environ 100 Mbps et, en pratique, est probablement plus proche de 60 Mbps. Si le but est de servir chaque avion avec 25 Mbit/s¹⁹, 60 Mbit/s de capacité satellitaire permettrait la fourniture de services à seulement deux, voire trois avions en vol au-dessus de l'Europe à tout moment.

Pour vérifier la viabilité de ce résultat, il est utile de le comparer à une estimation simpliste que ViaSat a fournie précédemment en utilisant un calcul très approximatif qui a conduit à une estimation de 90 Mbps de la capacité totale du satellite 2 GHz.

La capacité très limitée des fonctionnalités du satellite 2 GHz d'Inmarsat (i) montre pourquoi la partie air-sol de l'EAN doit assurer environ 99,9 % des services fournis dans la bande 2 GHz sur le continent européen, comme illustré dans la Section 5.1.4, et (ii) explique pourquoi Inmarsat envisage d'utiliser d'autres systèmes par satellite, fonctionnant dans d'autres bandes de fréquence (bande Ka et bande L) avec une couverture hors d'Europe afin de fournir une connectivité, par satellite, aux avions.

¹⁹ Source : https://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/02-Corporate_update-Leo_Mondale.pdf at 14-16 (describing intent to combine ATG (called ACGC) 2 GHz band service over Europe with other Inmarsat satellite services outside Europe, including the oceans, using the Ka-band (GX) and the L-band)

5.1.4 Capacité et vitesse du réseau air-sol 2 GHz d'EAN

Inmarsat et Deutsche Telecom ont décrit un déploiement de plus de 300 stations air-sol terrestres en Europe pour apporter un service aux avions survolant la terre ou l'eau à portée des sites des stations de base côtières.

Proposed S-band coverage

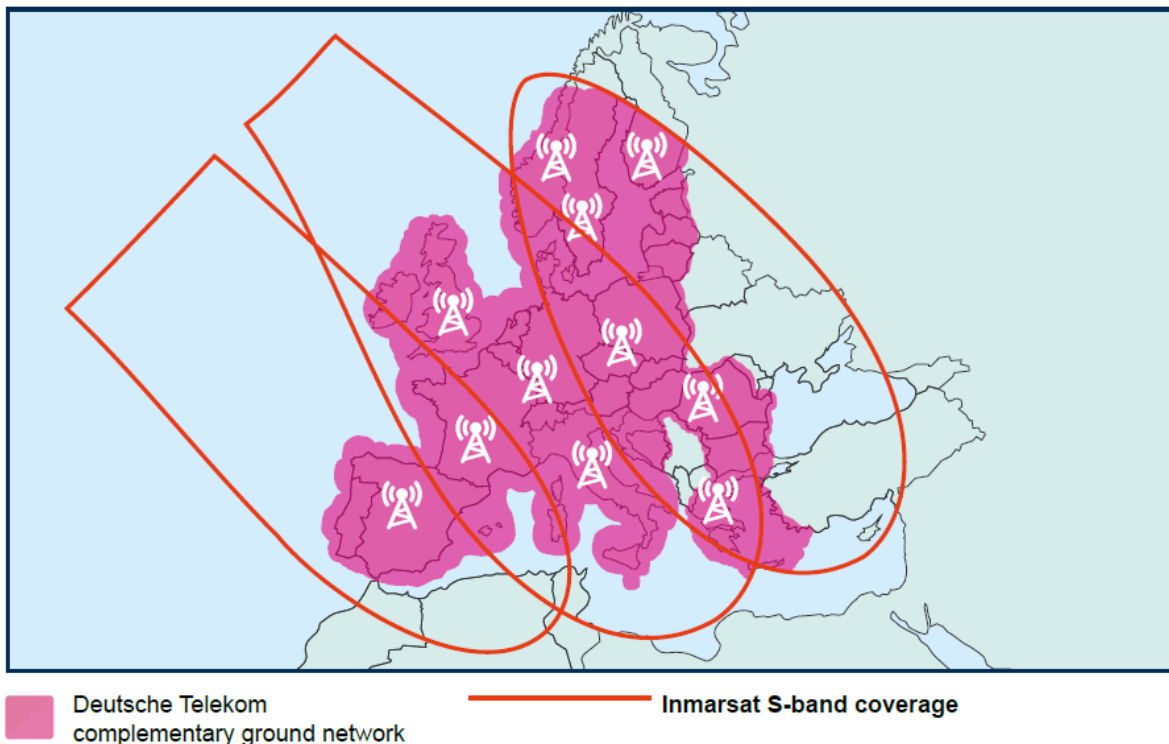


Figure 31 : Couverture air-sol terrestre de l'EAN (indiquée en magenta)

Ces stations de base air-sol terrestres sont très semblables aux stations de base de communications sans fil cellulaires, hormis qu'elles sont optimisées pour servir des avions. Chacune des stations de base possède initialement trois secteurs et utilise la totalité des 15 MHz du spectre. La capacité d'un secteur est fixée à 23 Mbps²⁰ et celle d'une station de base, dans sa configuration la plus simple, est de 69 Mbps. En doublant le nombre de secteurs (en réutilisant deux fois plus le spectre) à chaque site, Inmarsat indique que la capacité de tout site donné peut encore être augmentée. La capacité peut encore être augmentée en réutilisant le spectre sur des sites supplémentaires dans la zone de couverture de tout site donné. Ces techniques sont appelées « sectorisation » et « densification » et l'effet cumulé est indiqué dans la figure suivante.

²⁰ Source: <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/12-GX-Aviation-Vs-other-providers-George-Nicola.pdf>

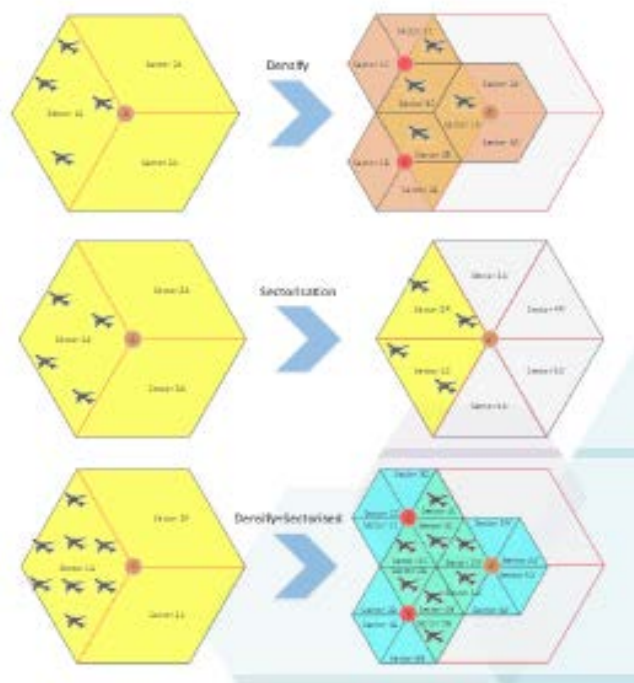


Figure 32 : Addition d'une capacité terrestre de l'EAN en ajoutant des secteurs & sites d'une station de base air-sol²¹

Sur la base du nombre indiqué de 367 stations de base air-sol de 69 Mbps de capacité chacune, la capacité nette du réseau air-sol proposé est facilement calculée à un niveau supérieur à 25 Gbps. En utilisant les techniques ci-dessus, il est facile de comprendre comment la modification du déploiement des stations de base air-sol terrestre pour augmenter simplement la capacité et non pour toute autre raison liée à la couverture du satellite pourrait produire un réseau terrestre avec, partout, une capacité de 50 Gbps à 150 Gbps. Cela concorde avec différentes déclarations publiques à propos de la capacité du composant de réseau air-sol de l'EAN.²²

²¹ Source : <http://www.ae-expo.eu/wp-content/uploads/2016/04/Inmarsat-Deutsche-Telekom.pdf> à la p. 18

²² Source : <http://www.inmarsat.com/european-aviation-network/> (décrivant un réseau d'une capacité supérieure à 50 Gbps et https://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/09/Inmarsat_Investor_Day_S-band_And_ACGC_September_2014_EN.pdf dans le pdf, page 6 (décrivant une capacité du réseau air-sol terrestre (aussi appelé ACGC, ou « Aero CGC ») d'environ 150 Gbps)

L'utilisation de l'extrémité inférieure de cette gamme de capacité de 50 Gbps à 150 Gbps pour le réseau air-sol et le calcul précédent de la capacité des fonctionnalités par satellite MMS 2 GHz d'Inmarsat montre que le réseau air-sol fournira environ 99,9 % de la capacité totale du réseau EAN proposé.

5.1.5 L'impact du réseau air-sol de l'EAN sur un service mobile par satellite 2 GHz

5.1.5.1 Terminals utilisateur portables

Il existe des différences significatives dans les contraintes des terminaux montés sur un avion par rapport aux types de stations terriennes mobiles portables nécessaires pour d'autres applications MSS comme les secours en cas de catastrophe, les premiers intervenants, les transports par chemin de fer et par bus ou les communications rurales. Ces dernières applications nécessitent des équipements d'utilisateur final à moindres coûts, de dimensions plus petites et de meilleure portabilité tels que les équipements d'utilisateur final décrits dans les Section 4.3.1 et Section 5.2. La conception du satellite a une influence déterminante quant à la satisfaction de ces contraintes.

Par exemple, une station terrienne mobile installée sur un avion est très coûteuse parce qu'elle comprend des antennes sophistiquées qui tracent la localisation du satellite et gardent une focalisation très précise. Cela permet à l'antenne de présenter un gain élevé, améliorant ainsi les vitesses des liaisons. Un équipement économique a besoin d'une antenne qui n'est pas sensible à son orientation (par exemple, de la même manière qu'un téléphone cellulaire n'est pas sensible à son orientation). Toutefois, une antenne omnidirectionnelle comme celle-ci a un gain très faible, ce qui a un impact considérable sur les vitesses que le satellite peut fournir.

Par ailleurs, l'avion peut avoir un amplificateur de grande puissance pour permettre les vitesses élevées sur la liaison retour. Les dispositions en matière de santé et de sécurité pour protéger les consommateurs des rayonnements RF nocifs limiteront généralement l'amplificateur de puissance pour un équipement d'utilisateur final doté d'une antenne omnidirectionnelle à un watt environ ; soit une valeur de l'ordre de 1 % de ce que l'on peut utiliser sur l'avion. La combinaison d'une faible puissance d'amplificateur et d'un faible gain d'antenne est prohibitif pour la capacité du satellite. La répétition de l'analyse dans la Section 5.1.3 utilisée pour la liaison entre l'avion et le satellite avec une puissance et un gain d'antenne réduits de l'équipement d'utilisateur final produit une capacité totale du faisceau de 1 Mbps pour la liaison aller (un total de 3 Mbps pour toute l'Europe) et une vitesse de 5 kbps seulement pour la liaison retour. Cette capacité est loin d'être suffisante pour offrir un service crédible par l'intermédiaire de la capacité du satellite 2 GHz d'Inmarsat.

5.1.5.2 *Interférences entre les composants du réseau air-sol d'EAN et les composants du système de satellite*

Les réseaux de communications basés sur des liaisons par radiofréquences doivent faire face à des interférences. Ce problème bien connu est traité par un cadre réglementaire très rigoureux géré par l'UIT.

Dans le cas du réseau EAN proposé, trois types principaux d'interférences peuvent se produire :

- interférences provoquées par les stations terrestres du réseau air-sol vers les stations terriennes mobiles 2GHz basées au sol ;
- interférences provoquées par les terminaux d'avion du réseau air-sol vers les stations terriennes mobiles 2GHz basées au sol ; et
- interférences provoquées par toutes les opérations du réseau air-sol vers le satellite 2 GHz.

Ces auto-interférences se produisent parce que les composants terrestres 2 GHz (stations de base et terminaux d'avion) utilisent le même spectre que les composants du système par satellite 2 GHz (satellite et stations terriennes mobiles).

Ces types d'interférences potentielles existent dans n'importe quel type de réseau satellite/terrestre hybride et, par conséquent, une conception très minutieuse est nécessaire afin de les atténuer et de permettre à la composante satellitaire de fonctionner conjointement avec les composants terrestres. En fait, les liaisons par satellite d'un tel réseau sont beaucoup plus faibles que les liaisons terrestres parce que les liaisons par satellite doivent parcourir une distance beaucoup plus grande entre le satellite et les usagers que les liaisons terrestres (36.000 km contre des dizaines de kilomètres). Les stations terriennes mobiles doivent pouvoir recevoir des signaux relativement faibles transmis de l'espace vers la terre sans être submergées par des signaux très puissants transmis par les stations de base air-sol ou les terminaux d'avion. De la même manière, le satellite doit être suffisamment sensible pour recevoir les signaux relativement faibles des stations terriennes mobiles et risque d'être submergé par les signaux beaucoup plus puissants générés par les composants terrestres. Une bonne analogie est le problème que l'on peut rencontrer en essayant d'écouter une personne qui murmure d'un côté tandis qu'une autre crie de l'autre côté.

La dynamique des auto-interférences explique pourquoi tout composant terrestre dans la bande 2 GHz doit être auxiliaire et non primaire - de manière à ne pas interférer avec l'utilisation du satellite et la fourniture de services mobiles par satellite qui constituent l'objet principal de l'utilisation de la bande 2 GHz.

Dans le cas du réseau EAN proposé par Inmarsat, la composante terrestre est au contraire la source primaire de capacité (fournissant environ 99,9 % de la capacité) et le satellite fournit seulement une capacité minimale (environ 0,1 %). Le degré d'auto-interférence généré par l'une des composantes du réseau vers l'autre est directement proportionnel à sa capacité. Autrement dit, l'augmentation des signaux générés dans la bande 2 GHz par tout composant du réseau augmente sa capacité et, par voie de conséquence, augmente la quantité d'auto-interférences qu'il génère. Comme discuté précédemment dans la Section 5.1.4, étant donné

que la charge utile du satellite 2 GHz pour le réseau EAN a seulement trois faisceaux, le nombre de signaux que la charge utile peut générer, et donc sa capacité, est limité. Cependant, le réseau air-sol peut fournir une capacité supplémentaire en ajoutant simplement des stations terrestres additionnelles (c'est-à-dire par « densification » de l'utilisation du spectre terrestre) et en faisant transmettre des signaux par toute station de base donnée dans des secteurs plus petits autour de la station de base, chacun des secteurs réutilisant une partie de la bande 2 GHz (c'est-à-dire par « sectorisation » de l'utilisation du spectre terrestre). De la même manière, plus nombreux sont les avions qui transmettent depuis leurs terminaux terrestres vers la terre, plus grandes sont les auto-interférences générées. Cela augmentera encore plus la capacité de la composante terrestre du réseau EAN tout en laissant la composante satellitaire inutilisée, résultant en une augmentation ultérieure d'auto-interférences.

Sur la base de ces concepts, il est facile de comprendre pourquoi les composants terrestres au spectre plus intensif du réseau EAN proposé peuvent créer un degré important d'auto-interférences vers les composants du satellite – c'est-à-dire le satellite lui-même et les stations terriennes mobiles. C'est le cas pour les trois types d'interférences décrits précédemment.

Le résultat est un risque opérationnel important pour les stations terriennes mobiles utilisées au sol (notamment les téléphones, d'autres dispositifs portables ou les dispositifs embarqués). En fait, le réseau air-sol d'EAN interfèrera donc de manière importante avec la capacité de telles stations terriennes à communiquer avec la charge utile du satellite 2GHz. Un tel problème ne se présenterait pas si, comme décrit dans la Figure 33, les émetteurs récepteurs terrestres 2 GHz étaient uniquement utilisés comme prévu par la législation - pour combler la couverture des services mobiles par satellite dans les zones localisées, tels que les endroits où les signaux du satellite peuvent être masqués, par exemple dans les « canyons urbains » où les buildings peuvent réduire la réception du signal satellite et, dans des situations similaires avec des obstacles artificiels ou naturels.²³ Dans de tels cas, les émetteurs récepteurs-terrestres fourniraient des services qui, sinon, n'existeraient pas.



Figure 33 : Les CGC fournissent une couverture localisée ; le satellite assure le reste

Dans le cas du design du réseau EAN, l'auto-interférence provenant d'émetteurs terrestres 2 GHz dans les stations terriennes mobiles 2 GHz au sol entrave effectivement la capacité à fournir un service mobile par satellite paneuropéen. Comme décrit dans la Figure 31 précédemment, le réseau air-sol devrait être déployé dans toute l'Europe. Les stations terriennes mobiles basées au sol seront donc confrontées à une menace d'interférences dans toute la zone desservie par le satellite 2 GHz. Cela peut affecter la capacité de fournir un service par satellite aux stations terriennes mobiles au sol, situées à proximité des émetteurs terrestres.

Les stations terriennes mobiles installées sur des avions présentent l'avantage qu'elles sont tournées à l'opposé de la source des émetteurs terrestres, ce qui réduit notablement le niveau reçu du signal terrestre par rapport au signal satellite et permet la réception du signal satellite. Par le choix intelligent de la puissance de sortie de l'amplificateur, il est possible d'empêcher ces deux liaisons d'interférer l'une avec l'autre sur un avion. Toutefois, ce n'est pas le cas pour les stations terriennes mobiles au sol, telles que les équipements d'utilisateur final économiques que les individus pourraient utiliser. Ces types de stations terriennes (téléphones, portables, etc.) qui ne suivent pas le satellite seront exposés à un signal beaucoup plus puissant de l'émetteur terrestre que celui reçu du satellite. Cela bloquera la communication avec le satellite.

Un autre risque d'interférences est que l'avion portant un terminal air-sol tourné vers la Terre (qui présente une antenne de faible directivité) interfère avec toute station terrienne mobile basée au sol qui essaie de communiquer avec le satellite. Cela peut se produire dans un périmètre assez étendu autour de la zone de couverture du satellite, empêchant les usagers de

recevoir le service satellite mobile 2 GHz au sol. Ce problème peut devenir d'autant plus important dans les zones densément peuplées où les voies aériennes ont tendance à converger vers les aéroports.

L'on peut dès lors conclure que le réseau air-sol proposé par Inmarsat ne contribue jamais à améliorer les services pour les stations terriennes mobiles au sol et rend souvent les performances nettement plus mauvaises, voire même bloque complètement la communication avec le satellite. En d'autres termes, le réseau EAN affecte négativement la possibilité de servir 50 % de la population de tout État membre donné.

Même si une station terrienne mobile d'Inmarsat était tournée vers une station de base air-sol et que le signal satellite n'était pas bloqué, la station terrienne mobile ne pourra pas communiquer avec succès avec la station de base air-sol. En effet, le système par satellite 2 GHz d'Inmarsat utilise une méthode différente pour produire un signal sur la bande 2 GHz que son réseau air-sol. Il en résulte que le système par satellite parle dans une langue et le réseau air-sol dans une langue différente.²⁴

5.2 Conception de Systèmes Satellites pour fournir un réel Service Mobile par Satellite

Il est bien connu que la meilleure façon de maximiser la capacité de la composante satellitaire d'un réseau est d'appliquer une réutilisation étendue du spectre de fréquence du satellite. Beaucoup de systèmes le font et, en fait, la conception proposée par Inmarsat en 2008 aurait été beaucoup mieux à cet égard. Une comparaison de la conception du satellite de 2008, qui n'a jamais été construit, et le satellite HellasSat-3, qui contient la charge utile d'Inmarsat dans la bande 2 GHz et qui a été lancé il y a juste un mois, est présentée ci-dessous à la figure 34. Les différences sont frappantes.

La charge utile dans la bande 2 GHz qu'Inmarsat a développée pour HellasSat-3 possède plusieurs antennes mais aucune n'est supérieure à 3 mètres de diamètre, produisant trois faisceaux de service. Des antennes plus grandes forment des faisceaux plus petits, qui sont nécessaires pour la réutilisation de la fréquence. Dans la conception de son satellite en 2008 Inmarsat a proposé un réflecteur de 12 mètres dans la bande 2 GHz de sorte celui-ci pouvait créer 16 fois plus de faisceaux dans une zone donnée qu'un réflecteur de 3 mètres (la relation

²⁴

Les stations terriennes mobiles d'Inmarsat utilisées dans le réseau EAN communiquent dans la bande 2 GHz en utilisant un standard appelé DVBSH/DVB-S2. <http://www.inmarsat.com/wp-content/uploads/2014/06/Inmarsat-S-band-services-June-2014.pdf>.

Le réseau air-sol qui est une partie du réseau EAN communique dans la bande 2 GHz en utilisant les normes LTE. <https://www.telekom.com/resource/blob/390304/.../dl-150929-datenblatt-data.pdf>.

est le carré du rapport des diamètres des réflecteurs). Comme expliqué ci-dessus, la conception de la charge utile actuelle 2 GHz du satellite d'Inmarsat signifie qu'elle a beaucoup moins de capacité et n'est pas en mesure de fournir un service effectif aux types de stations terriennes mobiles à faible coût (terminaux utilisateurs) décrites à la Section 4.

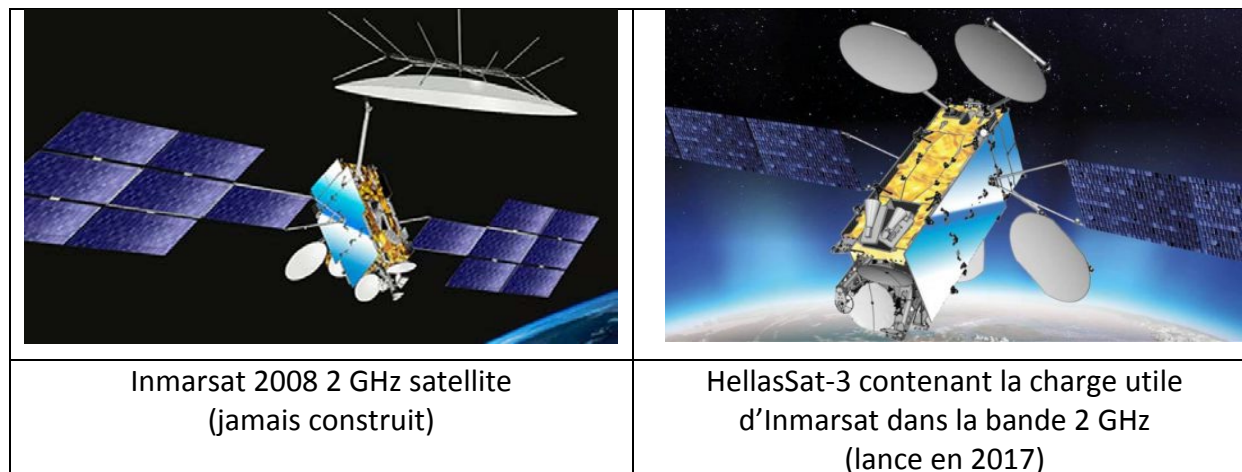


Figure 34: Comparaison des conceptions de satellites MSS de 2 GHz d'Inmarsat

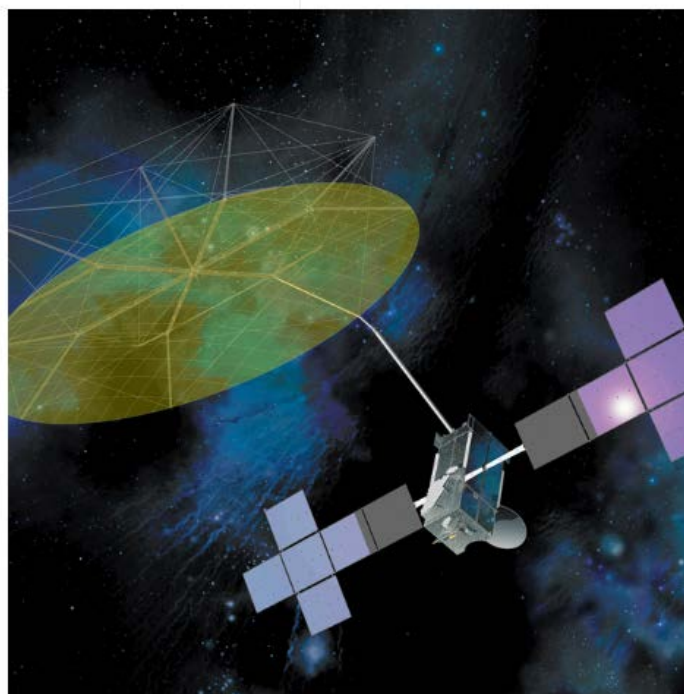


Figure 35: EchoStar XXI²⁵

²⁵

Source: <http://www.echostarmobile.com/about.aspx>

Une comparaison utile peut être faite avec le satellite MSS EchoStar XXI 2 GHz (voir la figure 35). Contrairement à la charge utile en termes de services mobiles par satellite dans la bande 2 GHz dont dispose Inmarsat laquelle ne représente qu'une partie mineure de la charge utile du satellite HellasSat-3, EchoStar XXI est un satellite conçu uniquement pour les services mobiles par satellite dans une bande 2 GHz. Il n'y a pas d'autres charges utiles qui partagent les ressources du satellite et il est clairement conçu dans le but de maximiser la capacité des services satellites mobiles qu'elle peut fournir en utilisant 15 MHz de bande à 2 GHz dans chaque direction.

L'antenne 2 GHz sur EchoStar XXI utilise un réflecteur d'un diamètre de 18 mètres avec une architecture de faisceaux programmables qui permet de réaliser de nombreuses configurations de faisceaux. La technologie de formation des faisceaux numérique s'est révélée commercialement viable depuis plus d'une décennie et permet de déployer une capacité non uniforme sur la zone de couverture. Celle-ci est une caractéristique importante puisque la demande pour les services par satellite mobiles n'est pas toujours uniforme. De nombreuses configurations de faisceau sont possibles avec ce type de satellite et la figure 36 montre une empreinte de faisceau représentative publiée par EchoStar. Bien que cette empreinte soit très uniforme, la conception permet aussi des empreintes non uniformes.

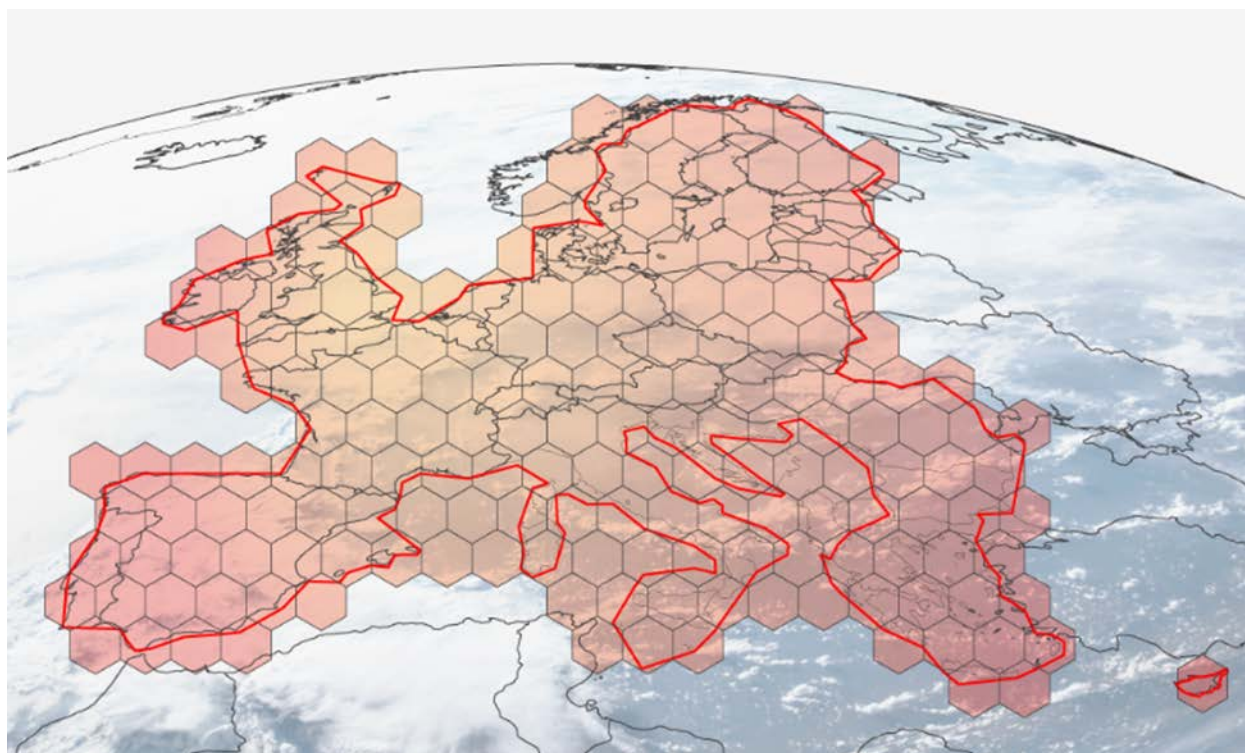


Figure 36: Couverture de bande 2 GHz par EchoStar XXI

Sans plus de détails sur le design, une analyse des vitesses et de la capacité supportée par EchoStar XXI nécessite des hypothèses plus importantes que celles requises pour l'analyse EAN.

Il est dans le domaine public que le satellite utilise un terminal EchoStar Mobile EML 4200 comme station terrienne mobile²⁶. Cette station terrienne mobile, appelée «unité de données portables» et représentée sur la figure 37, est approximativement de la taille d'un ordinateur portable et est conçue pour fournir une connectivité «hot spot» aux utilisateurs finaux de toute l'Europe qui souhaitent connecter des smartphones ou des ordinateurs dans les zones où ils pourraient ne pas avoir un service sans fil terrestre.

Les données de performance pour ce terminal utilisateur sont disponibles sur le Web, ce qui montre qu'il peut fournir jusqu'à 590 kbps sur le Forward Link et 256 kbps sur le Return Link. Ces vitesses ne sont pas imposées par la performance du satellite, elles sont le résultat de la norme ETSI GMR-1 3G utilisée comme base pour le terminal. Cette norme ne nécessite pas de vitesses supérieures à celles supportées par le terminal.

La norme GMR-1 3G utilise une technologie appelée accès multiple par répartition temporelle (Time Division Multiple Access - TDMA) pour permettre le partage d'accès au satellite 2 GHz parmi les utilisateurs en divisant l'heure à laquelle l'accès est disponible parmi les utilisateurs et également parmi les faisceaux. Étant donné que le temps nécessaire pour fournir un service à chaque faisceau est très court (une fraction de seconde), l'utilisateur peut avoir le même type de service qui se produirait comme si le faisceau servait cet utilisateur en continu.

Le partage TDMA à travers les faisceaux fait certainement partie du design puisque la puissance requise pour conduire tous les faisceaux à la bande passante complète est nettement plus importante que le satellite peut fournir. Avec des ratios de partage raisonnables (dans la gamme de 2-to-1 à 4-to-1) et avec l'hypothèse d'une antenne omnidirectionnelle pour un petit appareil portatif (comme décrit aux sections 4.3.1 et 5.1.5). L'analyse du lien prédit que le Forward Link dans un faisceau pourrait fournir entre 5 et 10 Mbps et le Return Link dans un faisceau pourrait fournir 50 à 100 kbps. L'antenne EML 4200 a une certaine directivité, permettant au réseau de fournir une capacité supérieure lorsque ces terminaux sont utilisés. Si le réseau utilise exclusivement des bornes EML 4200, un seul faisceau pourrait fournir une capacité de 15 à 20 Mbps pour le Forward Link et de 400 à 800 kbps dans le Return Link. Si une puissance de l'amplificateur de puissance plus élevée est supposée pour l'EML 4200, la capacité de retour dans un seul faisceau pourrait être de 2 Mbps ou plus.

La capacité totale du satellite avec 180 faisceaux²⁷ avec un terminal portatif à faible coût pourrait être de 1 Gbps dans le Forward Link et 20 Mbps dans le Return Link, alors que la capacité totale du terminal EML 4200 pour 180 faisceaux pourrait être de 3 Gbps dans le Forward Link et 140 Mbps dans le lien de retour. Cela permettrait un service comparable à l'ADSL (un service terrestre commun depuis 2000 qui offre des vitesses approchant 1 Mbps et

²⁶ Source:
http://www.echostarmobile.com/~media/Images/EchoStarMobile/Service/EML_4200_Product_Sheet.ashx?la=en

²⁷ Source: <http://echostarmobile.com/~media/EchoStarWeb/reports/White%20Paper%20-%20Analysys%20Mason%20-%20FINAL.ashx?la=en>

qui est suffisante pour des applications comme le courrier électronique, la navigation sur le Web, le téléphone numérique et la diffusion de musique) pour un grand nombre d'utilisateurs. Ces résultats semblent compatibles avec le type de service envisagé lorsque la bande 2 GHz a été attribuée pour les systèmes mobiles par satellite en 2008.

Technical Specifications

| | |
|----------------------------|--|
| Weight: | 2 kg |
| Dimensions: | 233 mm x 293 mm x 51 mm |
| Humidity: | 95% RH at 40° C |
| Power (max): | 57 W (when transmitting) |
| Water/Dust: | IP-54 |
| Temperature: | -5° C to +40° C with battery -25° C to +55° C, excluding battery |
| Storage: | -40° C to +60° C with battery -40° C to +80° C, excluding battery |
| Battery Charging: | 0 to 40° C |
| External Supply: | AC/DC adapter |
| Wind Loading: | 40 km/h with stand secured |
| Vibration (non-op): | 200Hz-2kHz @, 0.3 m2/s3 |
| Other Features: | <ul style="list-style-type: none">• Rechargeable lithium-ion battery• SIM card slot• Mounting points• Compass |

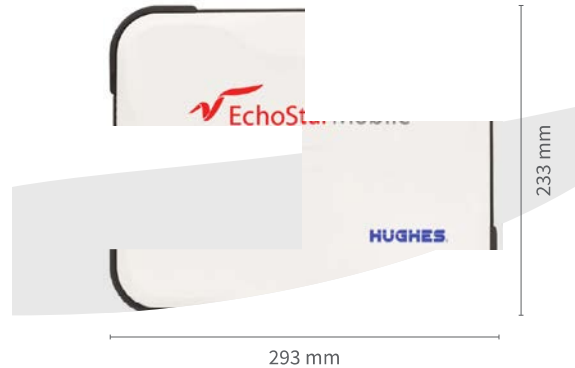


Figure 37: EchoStar 2 GHz Station terrienne mobile (terminal utilisateur)

Le cadre de la législation Européenne pour la bande 2 GHz exigeait un système mobile par satellite assurant une couverture de 50% de la population européenne et 60% du territoire terrestre européen, en utilisant des stations de base terrestres pour couvrir les lacunes dans la couverture par satellite. Comme le montre les exemples ci-dessus du terminal utilisateur TerreStar à deux modes et de l'unité de données portable EchoStar, il est possible de fabriquer une station terrienne mobile qui permet à la fois un service mobile par satellite paneuropéen et permet également aux utilisateurs finaux de profiter de l'existence des Réseaux sans fil présent en Europe.

En d'autres termes, sans accès à un système mobile par satellite de 2 GHz, les utilisateurs finaux mobiles terrestres sont contraints d'utiliser un service mobile comme LTE dont la couverture se limite à des zones de forte densité de population, laissant des portions substantielles du territoire continental européen non desservies, comme indiqué dans Figure 38 (a)). Un satellite MSS de 2 GHz qui est conçu avec de nombreux faisceaux pourrait fournir une capacité suffisante pour remplir ces «trous» dans la couverture LTE (voir Figure 38 (b)).

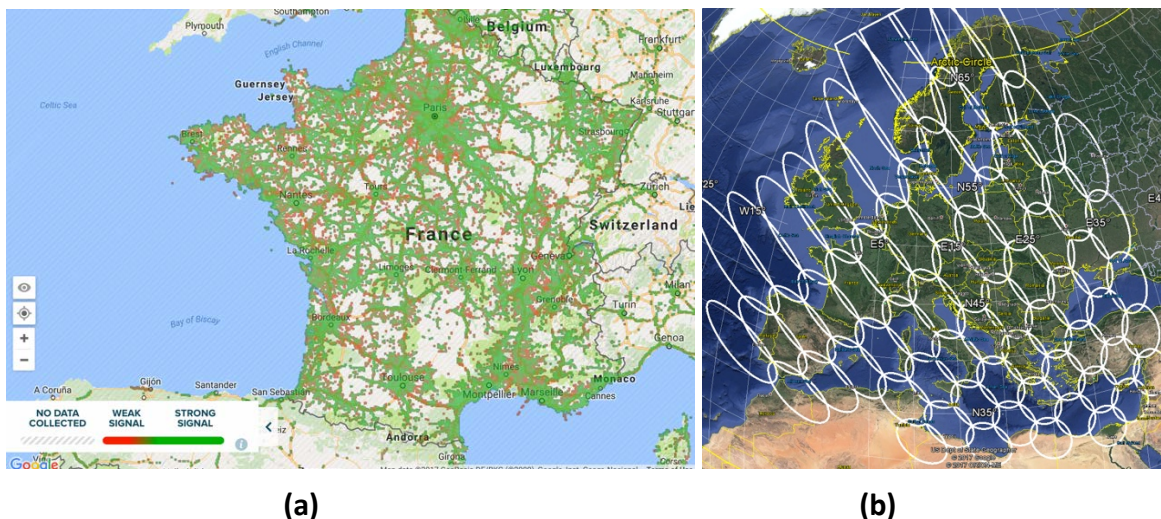


Figure 38(a): Exemple de couverture de réseau cellulaire; seuls les espaces verts sont servis

Figure 38(b): Exemple de satellites à 2 GHz fournissant un service de remplissage

Ajouter à un terminal utilisateur LTE terrestre la capacité de communiquer avec un satellite MSS de 2 GHz (c'est à dire avec des capacités intégrées de la station terrienne mobile), ou fournir un « hot spot » à la station terrienne mobile à 2 GHz étendrait la couverture à la combinaison de l'empreinte LTE et la zone de couverture du satellite. Le déploiement de véritables éléments terrestres complémentaires (c'est à dire stations de base terrestres qui communiquent à 2 GHz avec les stations terriennes mobiles) étendrait la couverture uniquement dans les zones où la couverture par satellite est altérée par le terrain, les bâtiments ou les arbres. Et cela permettrait de fournir un service mobile à 100% du territoire de l'Europe (voir la figure 39).

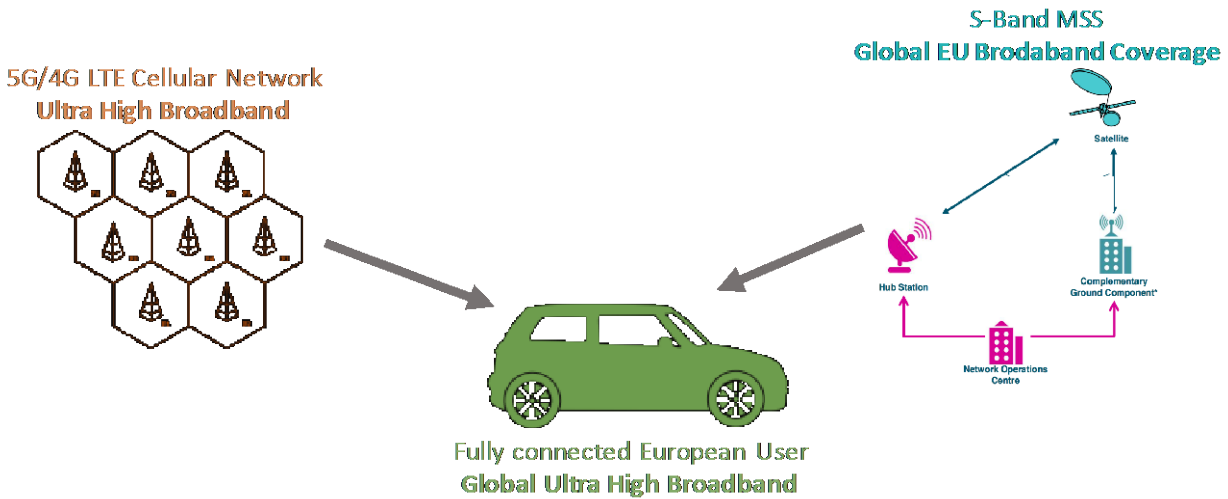


Figure 39: Configuration d'un système mobile par satellite de 2 GHz qui déploie le service par satellite dans toute l'Europe

En revanche, la conception du réseau EAN d'Inmarsat crée une situation dans laquelle la partie ATG du réseau ne parvient pas à étendre le service mobile satellitaire 2 GHz aux utilisateurs terrestres dans toute l'Europe. Comme le montre la figure 40, l'auto-interférence décrit dans la section 5.1.5 réduit effectivement la couverture satellite efficace en excluant le service mobile par satellite aux utilisateurs terrestres dans des parties substantielles de la zone de couverture prévue. Cela va directement à l'encontre de l'objectif fixé par le législateur européen d'assurer la fourniture effective de services satellites mobiles commerciaux continus à 50% de la population européenne et à 60% du territoire terrestre européen.

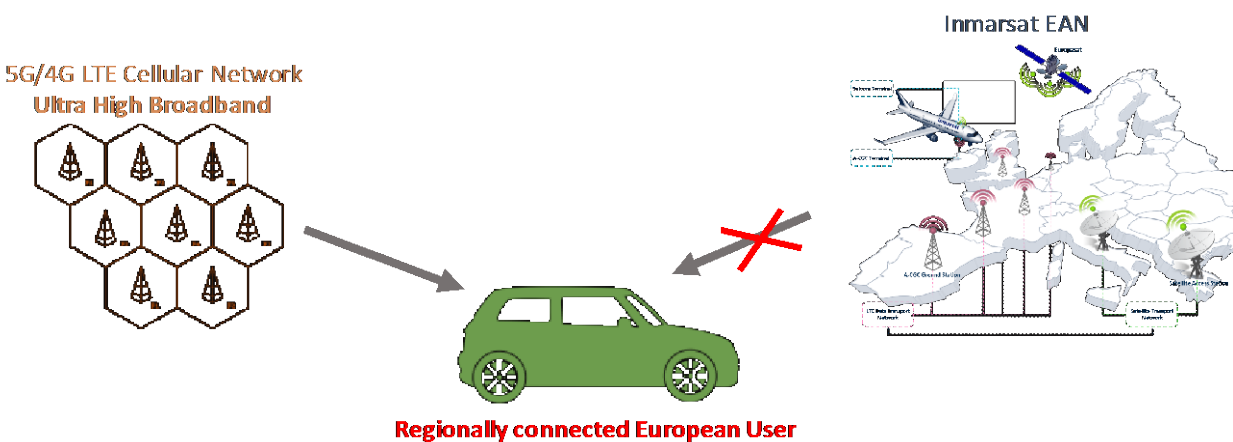


Figure 40: Résultat effectif sous le paradigme EAN d'Inmarsat

Sur la base des descriptions techniques et de l'analyse de la section 5, il devrait être clair que le réseau EAN proposé par Inmarsat utilise son spectre MSS de 2 GHz pour ce qui est uniquement un réseau sans fil terrestre. La seule valeur de la composante satellitaire nominale est de créer l'apparence qu'un système mobile par satellite à 2 GHz est utilisé.


6 CONCLUSIONS

- La charge utile à 2 GHz du satellite d'Inmarsat ne fournit que 0,1% de la capacité du réseau EAN; le réseau ATG fournit environ 99,9% de la capacité.
- Les stations terriennes mobiles dans la bande 2 GHz qu'Inmarsat a développé ne sont adaptées qu'aux avions. Inmarsat n'a pas annoncé son intention de mettre en place des stations terriennes mobiles à bande 2 GHz pour les particuliers.
- Le satellite à bande 2 GHz d'Inmarsat a si peu de capacité qu'il n'a presque aucune valeur pour le service aux avions. Inmarsat s'appuie sur l'accès à d'autres bandes de fréquences par satellite pour fournir un service aux avions, y compris ceux qui survolent les eaux qui ne sont pas couvertes par le réseau ATG.
- La zone de couverture du réseau terrestre air-sol englobe presque l'ensemble du territoire continental de l'Europe. Puisque les avions ne connaissent pas de blocage des signaux par satellite à 3 000 mètres, aucun « élément terrestre complémentaire » n'est nécessaire ou utile à cette fin.
- Les stations terriennes mobiles d'Inmarsat ne peuvent pas accéder au réseau air-sol tel que conçu car le réseau air-sol utilise une technologie de forme d'onde différente du satellite 2 GHz - ils communiquent effectivement dans la bande 2 GHz en utilisant différentes langues.
- Dans de nombreux cas, les stations de base air-sol interféreront avec les stations terriennes mobiles dont les particuliers auraient besoin (c'est-à-dire des appareils portables, ordinateurs, équipements dans les véhicules) et les empêcheraient d'établir une connexion avec le satellite dans la bande 2 GHz.
- La charge utile de la bande 2 GHz d'Inmarsat sur le satellite HellasSat-3 est beaucoup moins importante que celle du satellite qu'Inmarsat avait prévu en 2008.
 - Le satellite dans sa conception de 2008 pouvait fournir des services mobiles aux particuliers disposant de petites stations terriennes mobiles portables et cela sur tout le territoire de l'Europe.
 - La nouvelle conception de satellite ne peut pas faire cela, et elle offre beaucoup moins de capacité aussi.
 - La nouvelle conception de satellite est incapable de fournir un service significatif aux stations terriennes mobiles que des particuliers pourraient utiliser.
 - En utilisant les technologies disponibles en 2014 lors de sa commande, la nouvelle conception de satellite d'Inmarsat aurait pu être beaucoup mieux que son design de 2008 et aurait pu fournir beaucoup plus de capacité.

- Les choix de conception d'Inmarsat ont considérablement réduit ses coûts et sa capacité satellitaire de 2 GHz. Ces choix ont certes mener au développement d'un réseau air-sol terrestre à travers l'Europe mais ils rendent impossible fourniture à titre principal d'un système mobile par satellite dans la bande 2 GHz tel que prévu expressément par la législation Européenne.

En effet, le réseau EAN proposé par Inmarsat ne permet clairement pas de desservir 50% de la population de la Belgique ou des États membres au travers d'un système mobile par satellite dans la bande 2 GHz.

Date : 27 July 2017

By : 

Stefano Vaccaro

Managing Director of
ViaSat Antenna
Systems SA

APPENDIX 1 : Curriculum Vitae

Stefano VACCARO

Ch. Des Grillons 15
CH-1188 Gimel, CH
Tel.: +41 22 364 7016

NATIONALITY: Swiss and Italian

Born on August 13, 1973 in Locarno, CH

E-mail : stefano.vaccaro@viasat.com

Mobile: +41 79 538 89 99

Professional Experience**Managing Director of ViaSat Antenna Systems SA, Lausanne CH****Aug. 2007 - Present**

- European R&D lead
 - o Definition of strategic product roadmaps enabling ViaSat broadband service fixed and mobile
 - o Definition of technology roadmaps enabling new Satellite User Terminal products
 - o Support other division in phased array antenna technology pursuits and programs
- Definition and execution of ViaSat R&D strategy at European level
 - o Identification of viable commercial and institutional pursuits
 - o 50+ structured proposals with multiple partners (>70% success rate)
 - o Definition of bid strategy and identification of strategic partners
- Management of the European R&D team of 50 employees including engineers, program managers, business developers and finance and administrative staff
 - o Team organization, training, yearly review, ...
 - o Implementation of programs review process in order to track progress according to US GAAP revenue recognition method
 - o Quarterly financial reporting according to US GAAP rules
 - o Forecasts and strategic plans

Founder & CEO of JAST SA**Jan 2003-Aug 2007**

- Successfully led the acquisition campaign with ViaSat Inc
- Positioned JAST as the most innovation European company in the market of Phased Arrays for mobile satcom
- Generated a sustainable business from 0 to more than CHF2M/year in the field of phased arrays for satellite user terminals
- Definition and implementation of company strategy and business plan
- Identification of strategic partners and customers
- Led strategic bids at European level (European Space Agency, EU, Off-sets deals with Swiss Army,...)

Invited Researcher**Nov 2001-Jan 2002**

Invited Researcher at the **École Polytechnique de Montreal (Canada)** as responsible of the project MICROSAT mandated by the **Canadian Space Agency**.

Research Assistant at EPFL**Sep 1998-Dec 2002**

- Led the development of a new technology for integration of antennas and solar cells from laboratory experiment to in orbit validation
- In charge of three development programs from the European Space Agency aimed to develop a new technology.
 - o Definition of research objectives
 - o Proposal writing
 - o Program execution
- Execution of academic activities
 - o 15+ publications
 - o Teaching

Engineer R&D at Huber+Suhner AG, Herisau, Switzerland**Apr 1998-Jul 1998**

R&D Engineer working on development base station antennas for GSM system.

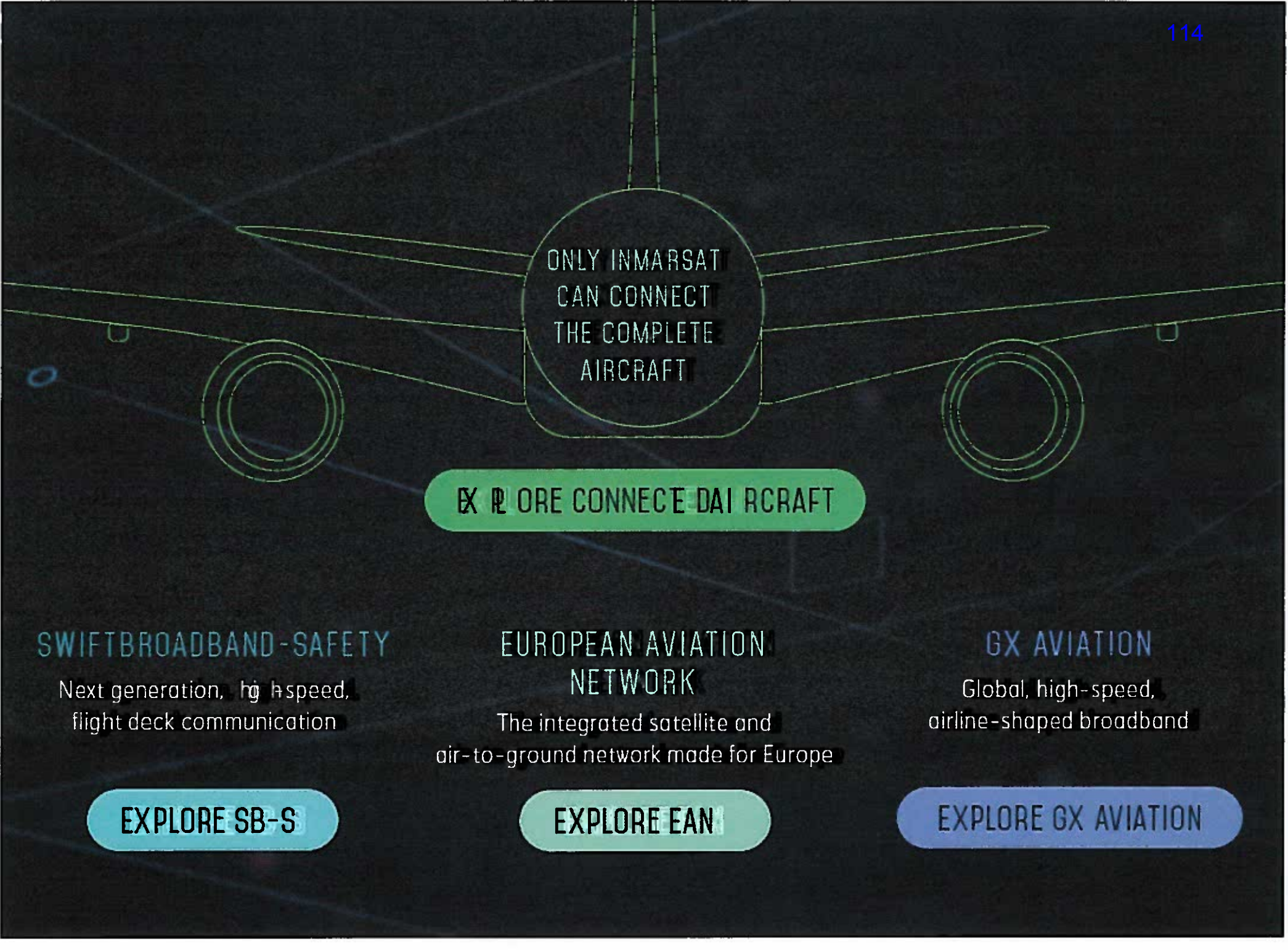
Education/Trainings

| | |
|----------------|--|
| 2007-2012 | ViaSat trainings: ViaSat Leadership Institute , ITAR training, Behaviour-Based Interviewing, Delegating for Results. |
| November 2002 | Ph.D. degree from École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland, in the frame of the ESA-ESTEC "Solant" project |
| September 2002 | ESA Training Course on Materials and Processes for Space Applications, ESTEC, Noordwijk, NL |
| June 2001 | Master of the chair of Entrepreneurship & Innovation "CREATE" at EPFL. |
| March 1998 | M. Sc. Electrical Engineering, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), CH |
| June 1992 | Swiss High School degree (type B Latin/Sciences), Liceo Cantonale di Locarno, CH |

LANGUAGES

| | |
|----------------|---|
| Italian | Mother tongue. |
| French | Excellent level read, written and spoken. |
| English | Excellent level read, written and spoken. |
| German | Good level read, written and spoken. |

Annexe n°3



ONLY INMARSAT
CAN CONNECT
THE COMPLETE
AIRCRAFT

EXPLORE CONNECT AIRCRAFT

SWIFTBROADBAND-SAFETY

Next generation, high speed, flight deck communication

EXPLORE SB-S

EUROPEAN AVIATION NETWORK

The integrated satellite and air-to-ground network made for Europe

EXPLORE EAN

GX AVIATION

Global, high-speed, airline-shaped broadband

EXPLORE GX AVIATION

EUROPEAN AVIATION NETWORK
SERVICETAILOR MADE FOR
EUROPEAN SKIES

BRING IT ON 


START

Or skip to

WHAT IS
EAN?

HOW WILL IT TRANSFORM
EUROPEAN AVIATION?

BACK TO HOME

MENU 

< BACK

CONTINUE

MENU ≡

WHAT IS EAN?

< BACK


CONTINUE

MENU 

THE COMMERCIAL SERVICE
INTRODUCTION STARTS IN 2017,
WITH IAG AS OUR LAUNCH PARTNER

< BACK

CONTINUE

MENU 

A CONNECTIVITY NETWORK
ENGINEERED SPECIFICALLY
FOR EUROPEAN AVIATION,
GIVING EUROPE A
COMPETITIVE ADVANTAGE

← BACK

CONTINUE

MENU ≡

AS PASSENGER DEMANDS INCREASE
ACROSS BUSY EUROPEAN AIRSPACE,
SO CAN OUR CAPACITY

← BACK

CONTINUE

MENU ≡

HOW WILL IT TRANSFORM EUROPEAN AVIATION?

Skip to

EAN BENEFITS

BUILDING A HIGH-PERFORMANCE INFRASTRUCTURE

EAN FEATURES

HOW WE DELIVER THE SERVICE

ON BOARD HARDWARE

< BACK


CONTINUE

MENU ≡




EAN BENEFITS

Turn short-haul passengers into long-term customers

 BACK

CONTINUE

MENU 



INCREASED REVENUE PER PASSENGER

Just as passengers expect to pay for extras in flight, the same can be done for different levels of connectivity. Airlines can charge different rates for different levels of usage – such as messaging, browsing or streaming.

BUY

INCREASED REVENUE PER PASSENGER

Inflight Wi-Fi provides advertisers with an opportunity to reach a receptive audience and complete purchase's mid-flight – meaning airlines can increase their revenue from selling advertising space and run affiliate programmes.



INCREASED REVENUE PER PASSENGER

Airlines can sell plane-loads of shopping, not trolley-loads by promoting products that are relevant to the passenger's destination. Additional sales from an extensive online inventory, which passengers can order mid-flight, can be collected on arrival at the gate or be delivered to their home or hotel.

ENHANCED PASSENGER EXPERIENCES



Economy class instantly feels more premium. Enabling passengers to use the internet in the air just like they do on the ground, makes journeys feel shorter and passengers feel happier.



ENHANCED PASSENGER EXPERIENCES



Without costly hardware installation, airlines can still offer inflight entertainment even on short-haul flights, as passengers can use their own devices.

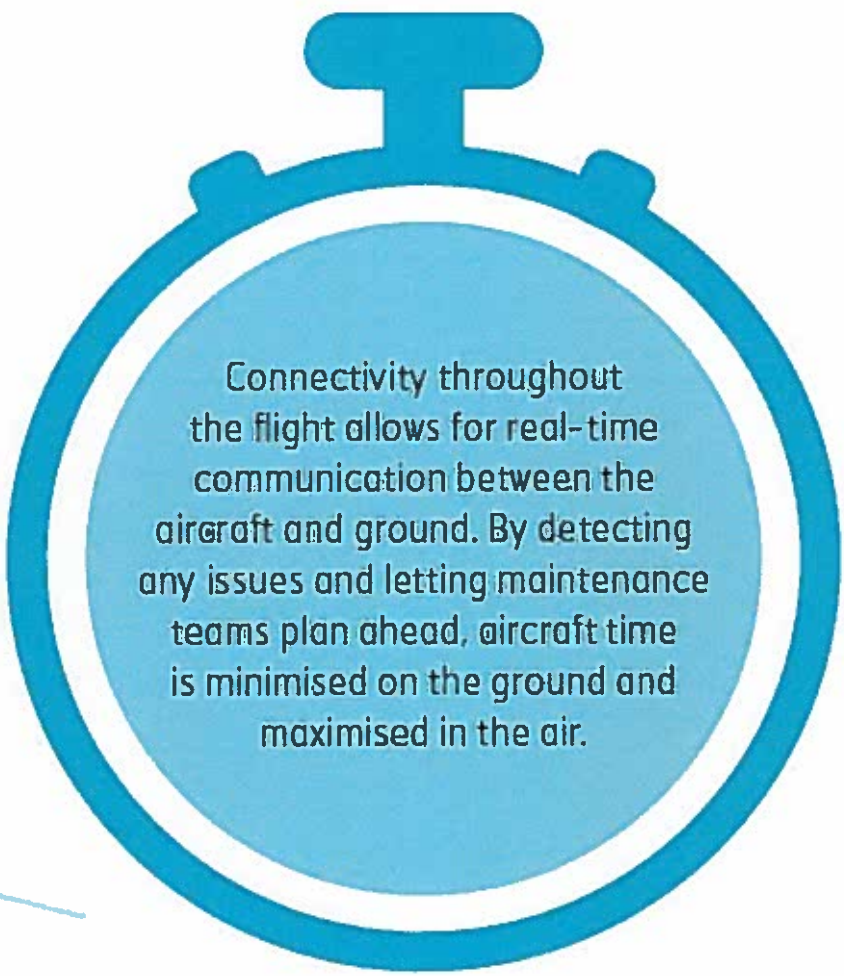


ENHANCED PASSENGER EXPERIENCES

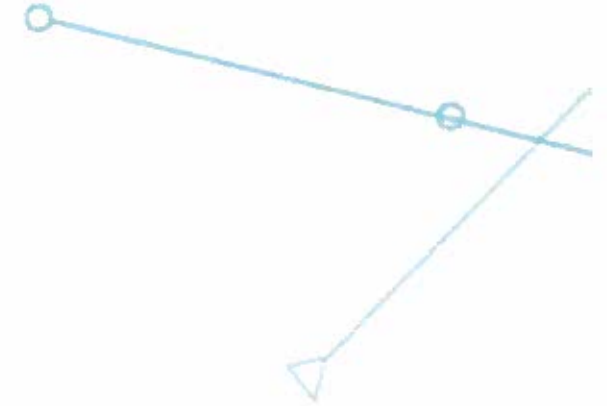


Use passenger data to know more than just their seat number. Developing passenger insights helps airlines build relationships, ready for future engagement and marketing opportunities.

IMPROVED AIRCRAFT PERFORMANCE



Connectivity throughout the flight allows for real-time communication between the aircraft and ground. By detecting any issues and letting maintenance teams plan ahead, aircraft time is minimised on the ground and maximised in the air.





BUILDING A
HIGH-PERFORMANCE
INFRASTRUCTURE

< BACK

CONTINUE

MENU ≡

< BACK

CONTINUE


MENU ≡



EAN FEATURES

< BACK

CONTINUE

MENU 

FLEXIBLE

Can be focused to increase capacity where it's needed most.

SCALEABLE

Ground towers can be added quickly and at a low cost to meet extra demand.


ECONOMICAL


Operational costs are lower in comparison to satellite only alternatives.

DESIGNED FOR EUROPE




 SATELLITE BEAM COVERAGE

 CGC COVERAGE

 BACK

CONTINUE

MENU 

PERFORMANCE GUARANTEE



Engineered to deliver to the industry today
and 20 years from now.

PERFORMANCE GUARANTEE



Capacity can be boosted under busy routes and traffic hubs by adding additional towers, or by increasing individual tower output.

PERFORMANCE GUARANTEE



Consistent quality of service, regardless of demand
across all European Air routes.

PERFORMANCE GUARANTEE



Operating as a managed subscription service model. A Guaranteed Data Rate (GDR) will be assured by a Service Level Agreement (SLA).



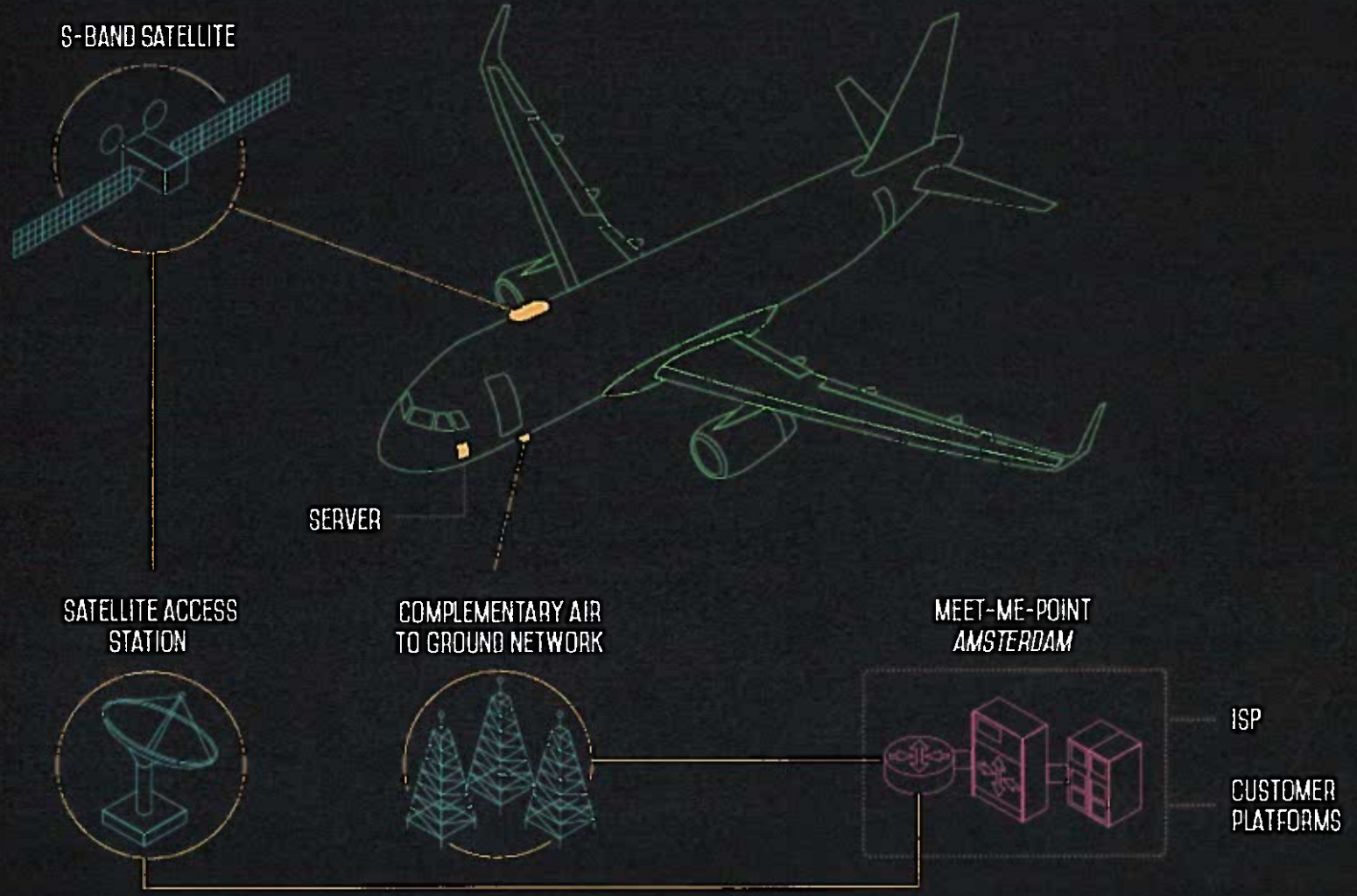
HOW WE DELIVER THE SERVICE

< BACK

CONTINUE

MENU ≡

NETWORK OPERATION



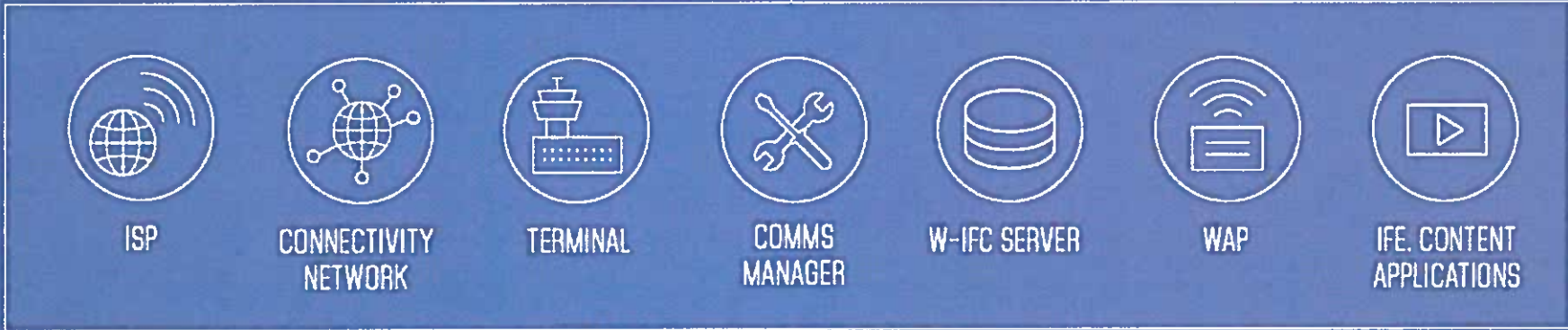
< BACK

CONTINUE

MENU ≡

END TO END SERVICE LEVEL AGREEMENT

MANAGED SERVICE



NETWORK SERVICE ASSURANCE

CABIN NETWORK SERVICE ASSURANCE

ISP SERVICE ASSURANCE

IFE SERVICE ASSURANCE



○ ON BOARD HARDWARE

< BACK

CONTINUE

MENU ≡

Both on-board hardware systems are lightweight and low drag:



The Mobile Satellite Service (MSS)
picks up the S-band frequency from the ground.

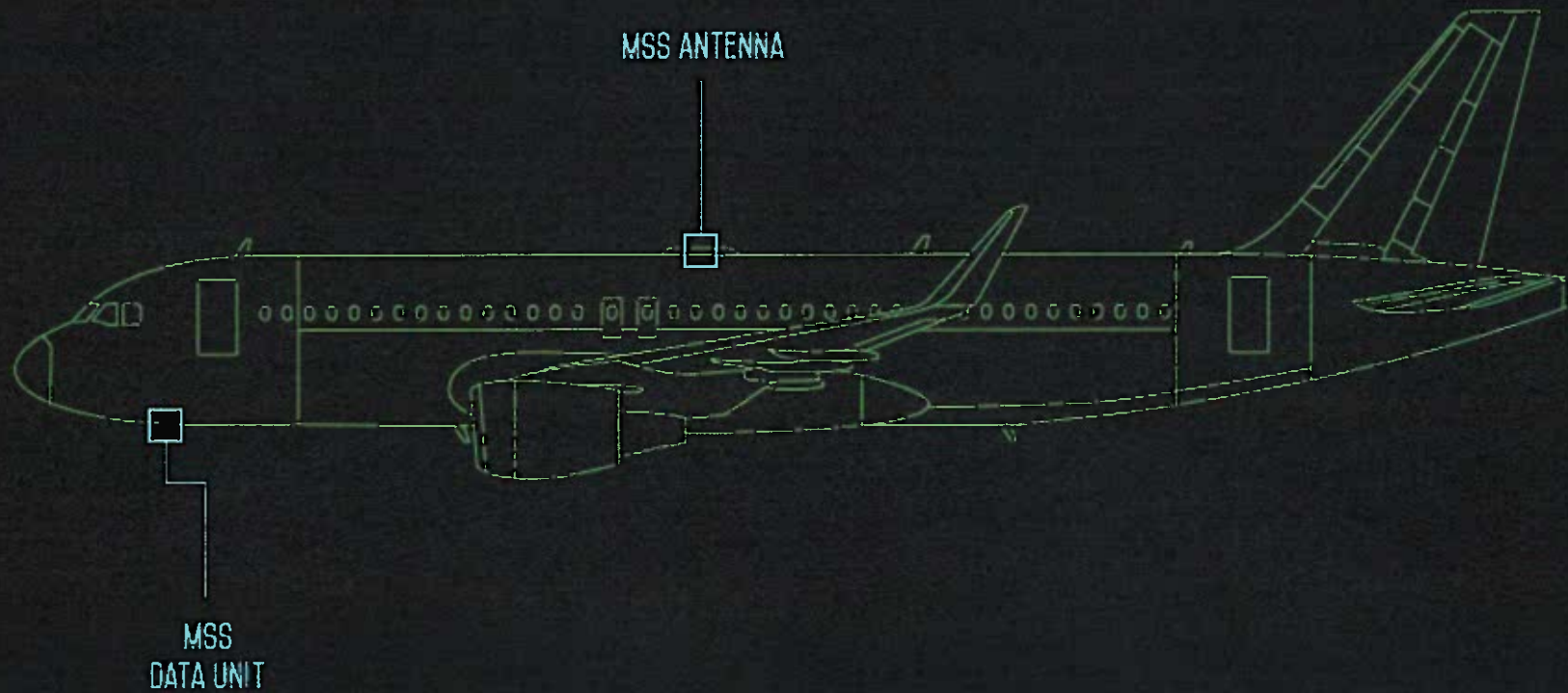


The Ground Network System (A-CGC)
receives the 4G terrestrial connectivity.

For optimal quality of service the unique on-board network communicator switches automatically between satellite and terrestrial connectivity.


ON-BOARD EQUIPMENT

The Mobile Satellite Service (MSS)
hardware weighs less than 9.5kg



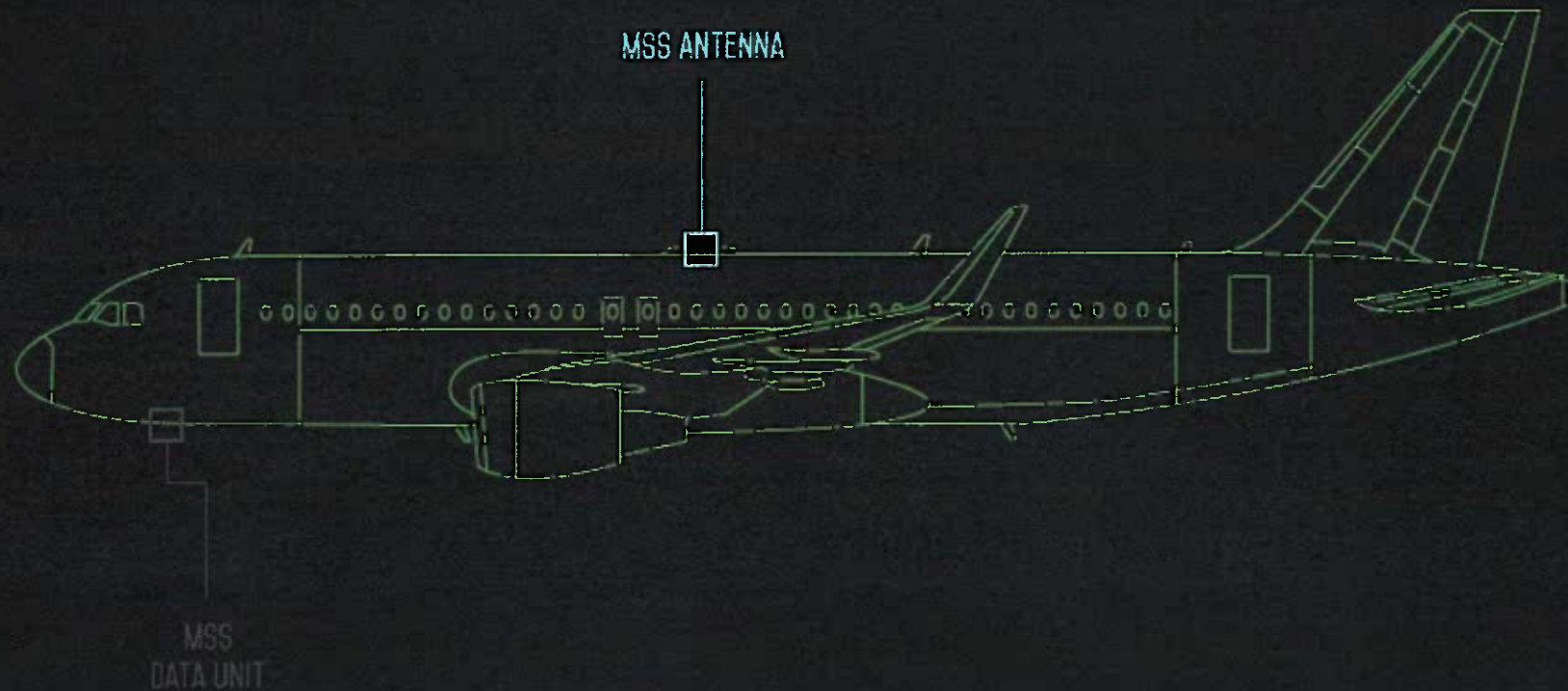
< BACK

CONTINUE

MENU 

ON-BOARD EQUIPMENT

Aerodynamic in shape, the electronically steered MSS Antenna is mounted to the outside with an integrated converter allowing it to switch between L-band and S-band to amplify the signal.



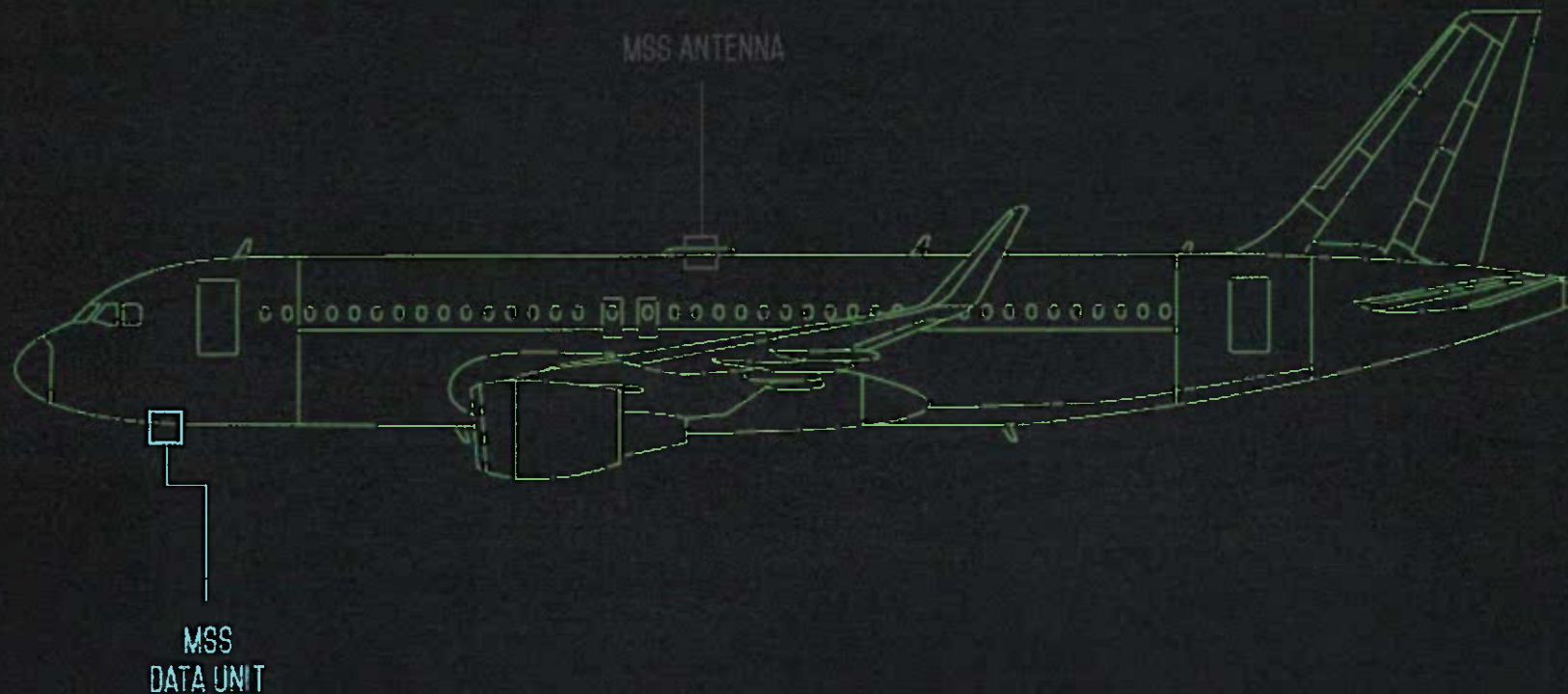
< BACK

CONTINUE

MENU ≡

ON-BOARD EQUIPMENT

A Compact Satellite Data Unit (CSDU), in a 2 Modular Concept Unit (2-MCU) configuration, acts as the modem and converts the input signal into usable capacity on board. It integrates with ARINC 615 data loader software, and has built-in test equipment (BITE) for minimal maintenance.



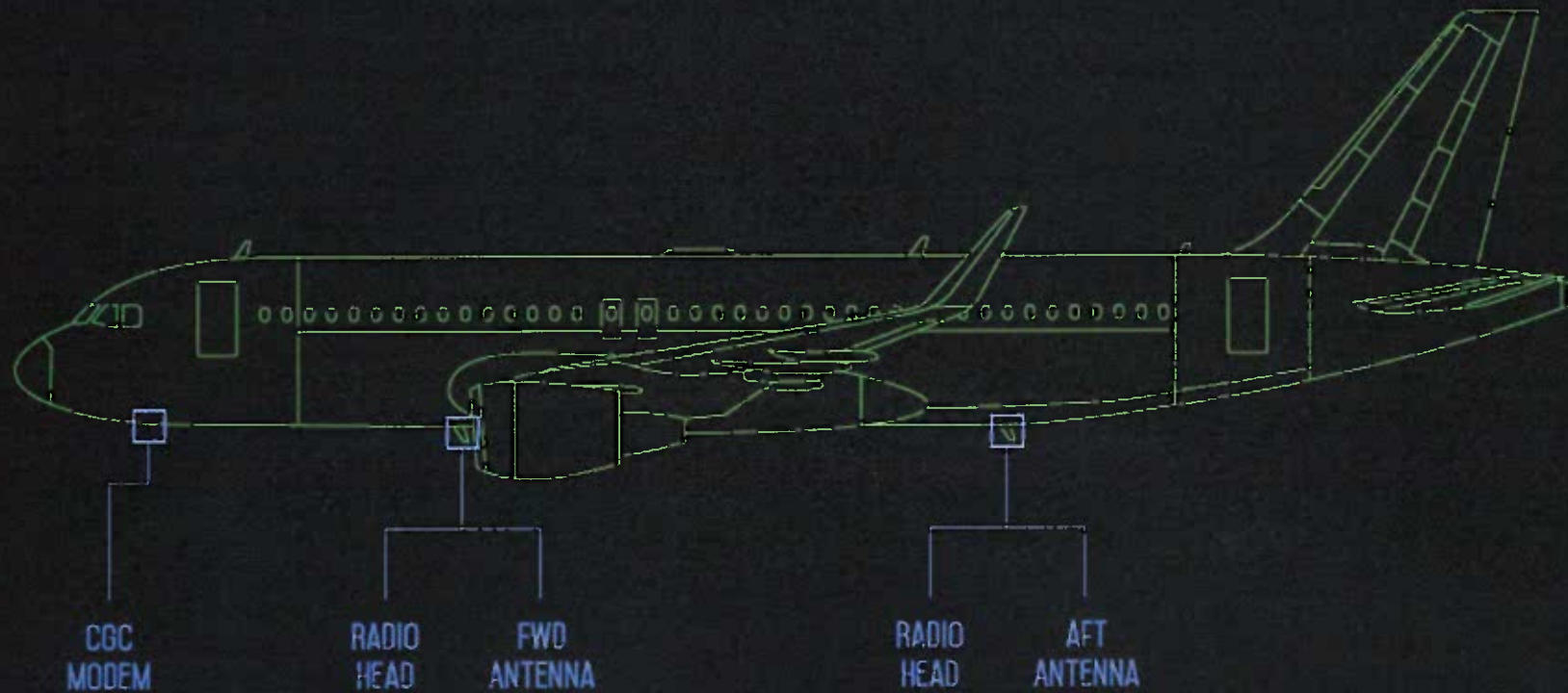
< BACK

CONTINUE

MENU ≡

ON-BOARD EQUIPMENT

The Ground Network System (A-CGC)
devices have a combined weight of just 15kg



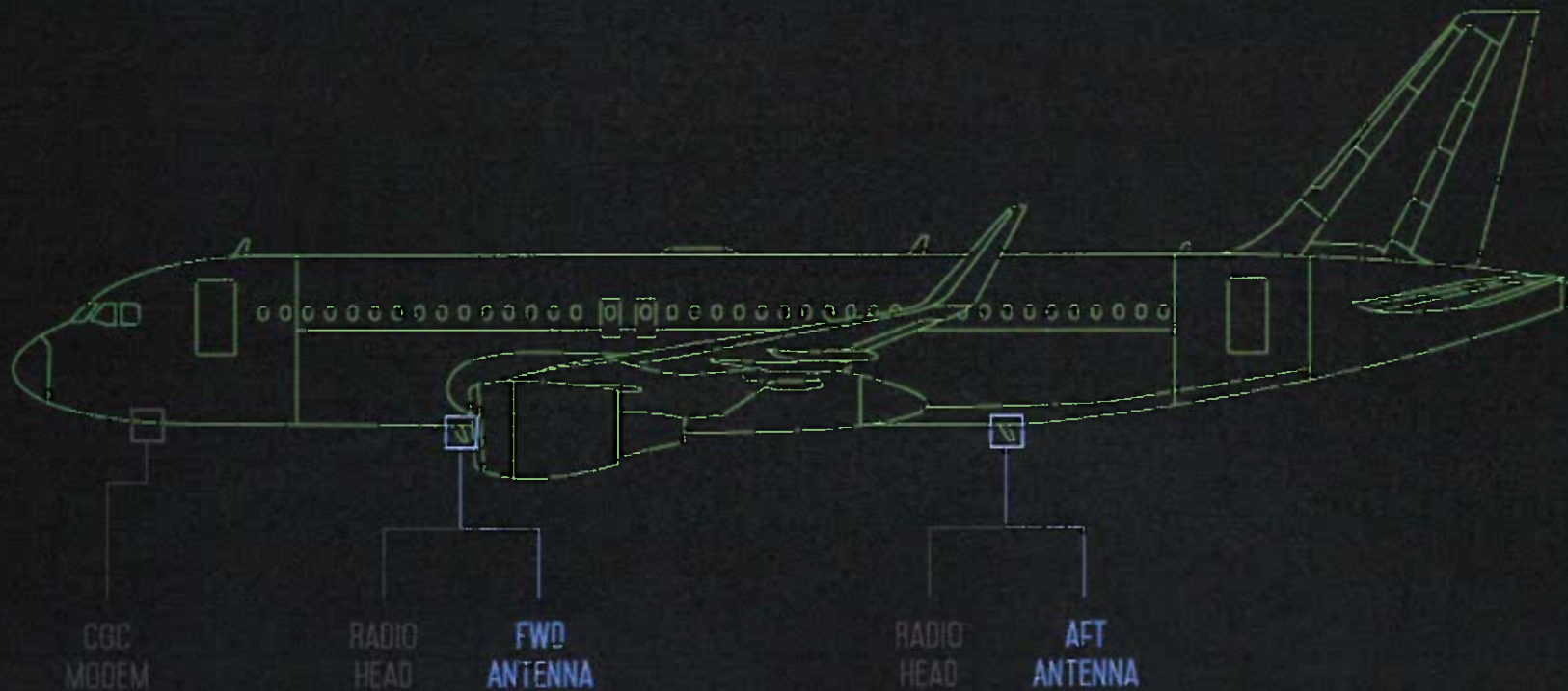
← BACK

CONTINUE

MENU ≡

ON-BOARD EQUIPMENT

Two pocket-sized **antennas** on every aircraft each have multiple input and output support and dual linear polarisation, which means the ability to operate on two channels simultaneously.



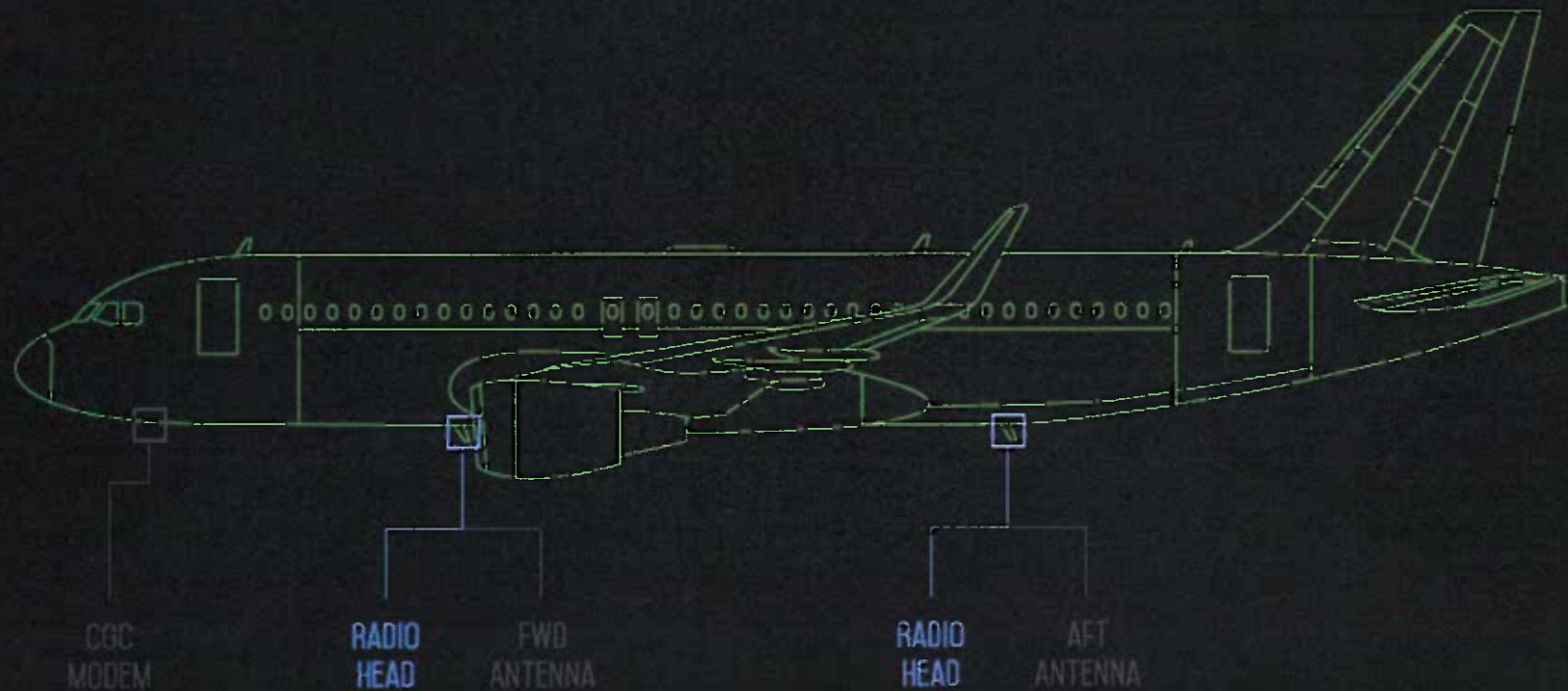
< BACK

CONTINUE

MENU ≡


ON-BOARD EQUIPMENT

Two per aircraft, both remote **Radio Head** transceivers that connect to the data control panel.



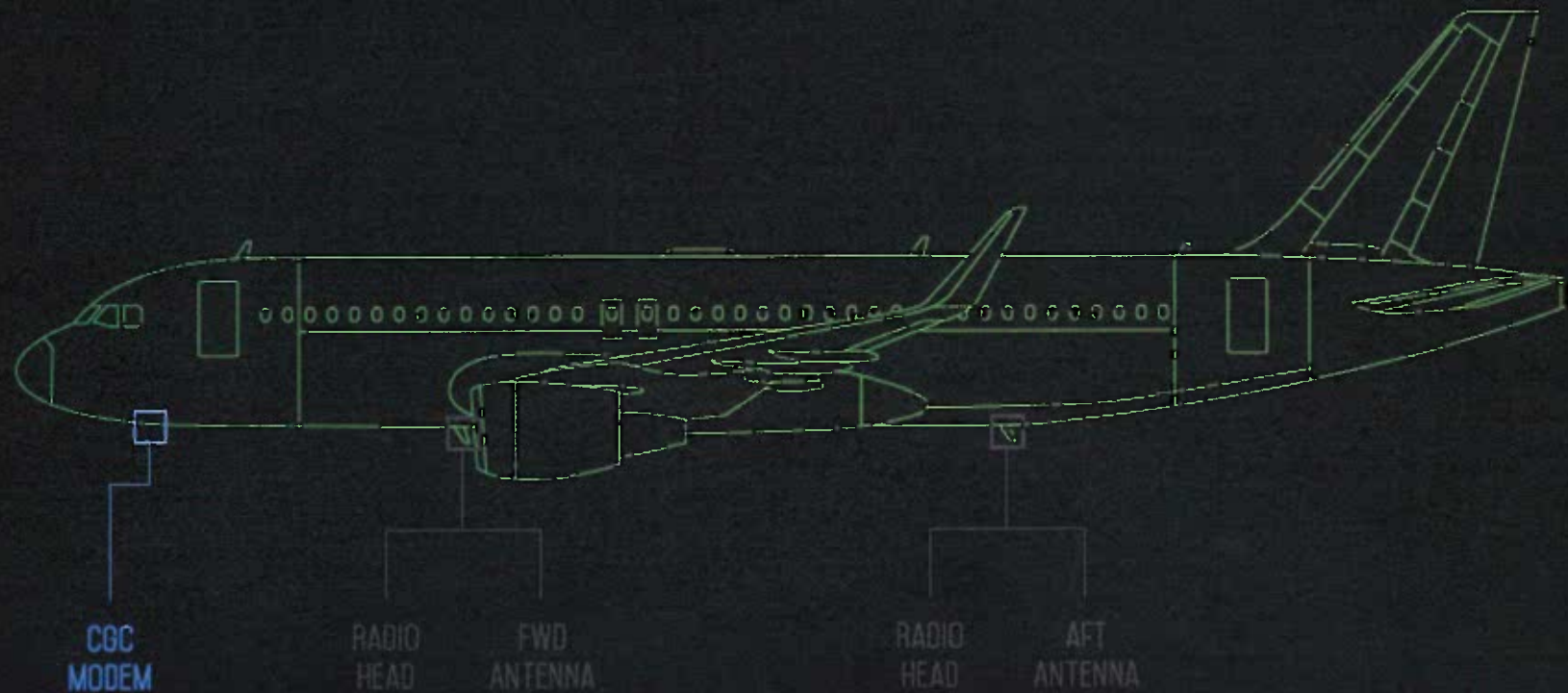
< BACK

CONTINUE

MENU 

ON-BOARD EQUIPMENT

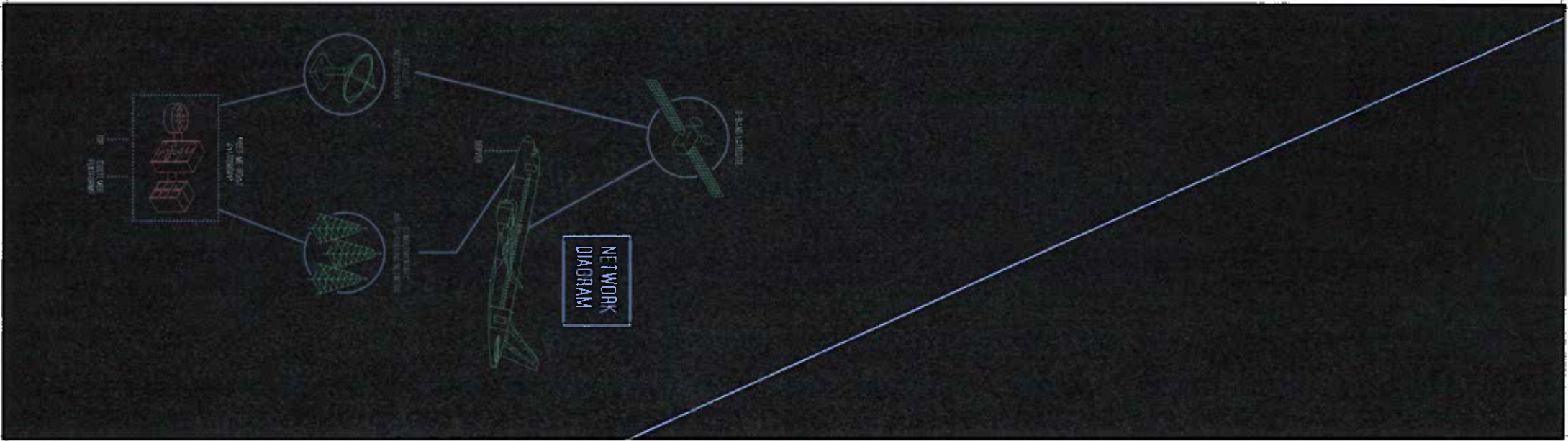
One per aircraft, the **GCG Modem** interprets and processes the data packets to and from the aircraft.



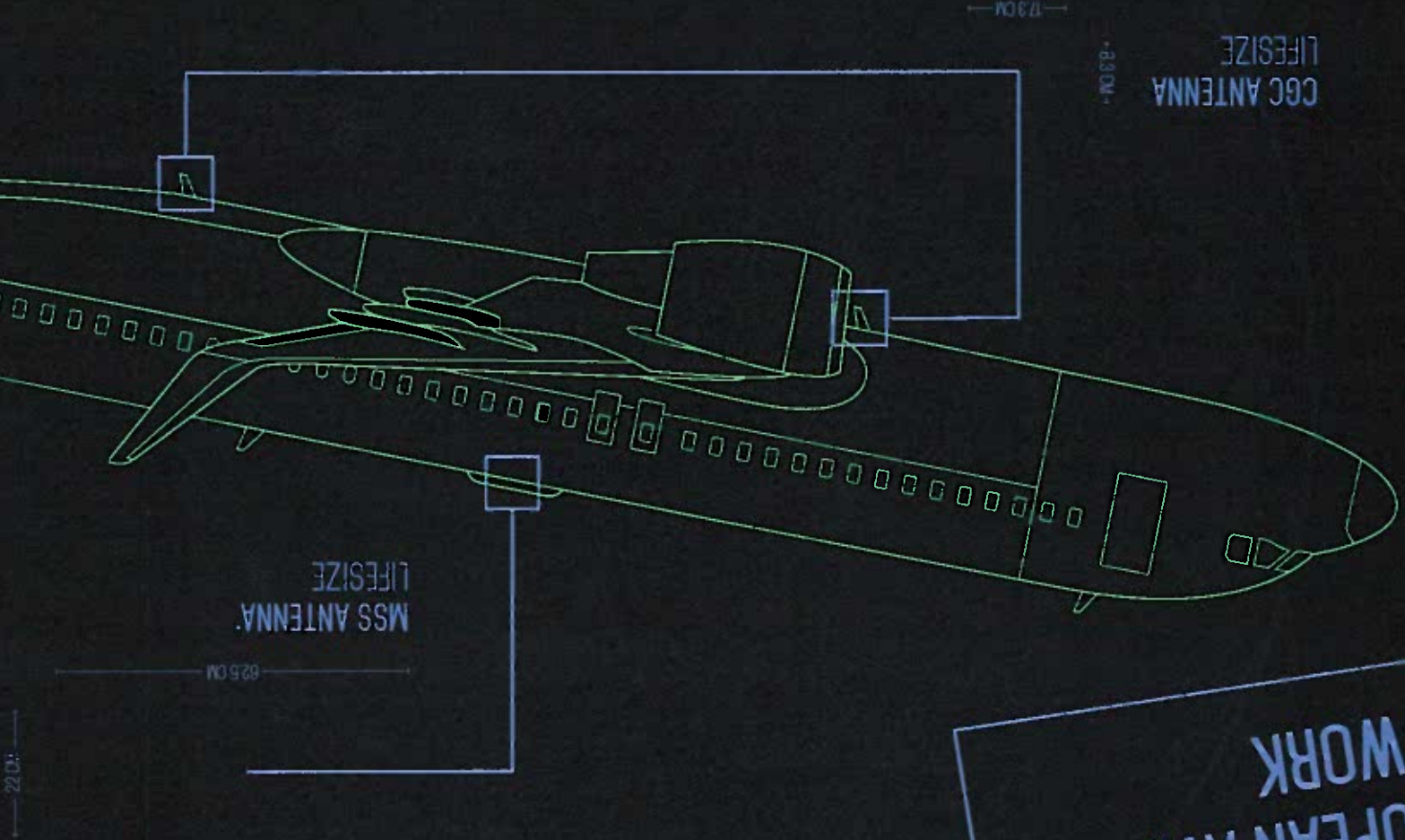
< BACK

CONTINUE

MENU ≡



EUROPEAN AVIATION NETWORK



European Aviation Satellite Post – w/c 10 April Solar Array Deployment

LinkedIn Global <https://www.linkedin.com/company/Inmarsat>

LinkedIn Aviation <https://www.linkedin.com/company/inmarsat-aviation>

Inmarsat
1w

Our game-changing European Aviation Network, integrating satellite and ground-to-air connectivity, will bring inflight Wi-Fi to passengers flying over Europe. Following the launch of our S-band satellite in June, two of these impressive solar arrays will deploy in space to power the spacecraft and revolutionise the flying experience for millions.
<https://lnkd.in/d8fT5e7>

<https://lnkd.in/dYXMvwi>



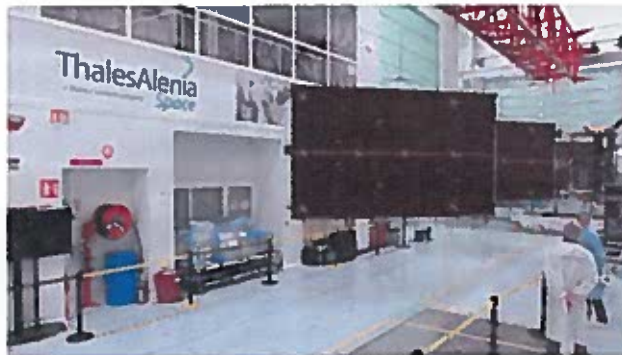
European Aviation Network - S-band satellite
youtube.com

701 likes

Facebook <https://www.facebook.com/InmarsatGlobal/?ref=bookmarks>

Inmarsat
13 April at 17:46

Once launched in June, it will take two of these impressive solar arrays – each 17.9m in length – to power our European Aviation Network satellite in space, and bring inflight Wi-Fi to passengers flying over Europe! Find out more about our game-changing service here:
www.inmarsat.com/aviation/european-aviation-network



4,869 people reached

Boost post

1.3k Views

Like Comment Share

Ornelia De Valiere, Erica Lien and 63 others

Chronological

24 shares

Twitter

<https://twitter.com/InmarsatGlobal/status/852563099651592192>

Inmarsat
@InmarsatGlobal

At an impressive 17.5m a wing, 2 solar arrays will power our #EuropeanAviationNetwork satellite in space to bring #inflightwifi over Europe!



RETWEETS 4 LIKES 9



5:44 PM - 13 Apr 2017

Annexe n°4



99 City Road
London EC1Y 1AX
United Kingdom
T +44 (0)20 7728 1000
F +44 (0)20 7728 1044
W inmarsat.com

CONFIDENTIAL

Ofcom
Charles Jenne
Director of Spectrum Policy
Riverside House
2a Southwark Bridge Road
London SE1 9HA

London, 18 December 2016

Dear Charles,

Inmarsat thanks Ofcom for the opportunity to present an update on the 2GHz MSS project and for the extension of the deadline to reply to the follow up questions in the letter dated 2 December.

The EAN project has matured considerably and Inmarsat was proud to present Ofcom the results of the first successful flight trial, [REDACTED]

With this amount of investment made by ourselves, our infrastructure partner DT and our suppliers, and major airlines eager to take the service into use as soon as possible next year, we would like to urgently request Ofcom to conclude on the recent consultations related to 2GHz in order to complete the regulatory framework and to grant the authorisation in the best delays, and to join the [REDACTED] countries that have already done so.

We will keep you updated regarding the further progress in this exciting project and thank you for the ongoing interest and support.

If Ofcom would have any further questions, please let us know.

Yours sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Patrick McDougal". The signature is fluid and cursive, written over a white background.

Patrick McDougal,
Chief Strategy Officer



1 Please describe how these components work together technically when the system is in use.

a. Will both the EAN MSS Terminal and the EAN CGC terminals be used when the system is operational?

Yes.

b. Can the service be technically provided without the satellite facing EAN MSS terminal installed on an aircraft?

Both systems are always on simultaneously and are integrated as mutually independent systems. It would be detrimental for the quality of the service if any fault in one subpart would cause failure of the entire network. It should be emphasised that a hybrid system consisting of two non-integrated subsystems would have a different design.

c. Will all of these three components be installed on each aircraft?

Our expectation is that over time airlines will install all components on most aircraft. Due to aviation certification and installation considerations we plan to install the 'Communications Manager' and 'CGC terminal' on aircraft before we install the MSS terminals.

d. Will the satellite component always be used?

When a satellite terminal is installed on an aircraft it will always be on for use.

e. When the satellite and ground component terminals are installed on the aircraft, when would the satellite component be used? (e.g. a video on your website might suggest that the satellite link is only operational when the plane is over sea or mountain areas).

The satellite component will be used everywhere it is permitted to be activated i.e. both within the footprint of the CGC network and the more extended MSS footprint.

f. Looking at the MSS system as a whole (i.e. serving fleets of aircraft flying over Europe) what factors will be important in determining where the satellite spectrum resource will be used as opposed to the ground component spectrum resource?

The EAN system permits Inmarsat to configure and dynamically reconfigure the operational policy for both MSS and CGC transport paths for any IP service across the EAN fleet or for individual aircraft. Considerations for such decisions include Quality of



Service, type of traffic, prevailing link quality, geographical boundary, time of day, location, aircraft height, among others. The chosen configuration will therefore strive to optimise coverage, grade of service and user experience.

g. At what point in the flight will the system be switched on?

We will control the aircraft modems according to the RF power level and height constraints for the MSS and CGC modems previously discussed and agreed with OFCOM, based on ECC studies and complying with ETSI regulations. The cabin connectivity service activation will be subject to the relevant EASA rules governing use of Personal Electronic Devices on aircraft and the prevailing national and EU rules. The on-board Communications Manager is geo-location aware and will turn on/off the cabin service at an altitude dictated by these constraints. The policy settings for these restrictions are controlled from ground-based systems by Inmarsat so that cabin connectivity activation restrictions can be updated based on evolving regulatory requirements without having to recertify the aircraft software.

2 How will the EAN service be offered to airlines? Is there to be a commercial option to take up only the ground components or only the satellite component. Please provide example marketing material such as brochures and customer presentations currently being used.

EAN is presented to airlines as a completely new and innovative hybrid connectivity service that offers airlines with:

- *Lower Total Cost of Ownership*
- *Easier installation*
- *Better performance*
- *Easiest scalability*

when compared to traditional satcom services (that remain a valid alternative and the only solution for intercontinental routes).

The document in annex is an extract of one of our commercial proposals that is currently being negotiated with a large European carrier. Commercially sensitive information has been redacted.

The dedicated website, is representative of the marketing material. The link is advertised online on many different digital assets (<http://europeanaviationnetwork.com/>). Since EAN is addressed to the niche market of mainly European airlines, there is no marketing material of the kind companies develop for mass-market services for the general public.



- 3 Please summarise the commercial conditions of the service offering(s), in particular do the Terms & Conditions for the provision of data depend on whether the data connection is provided over the satellite link or the CGC link?

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

- 4 Will customers be required to install a satellite antenna on all their aircraft? If not do you expect all airline customers will wish to install both satellite and CGC terminals? If not, how many aircraft do you expect will be fitted with the ground facing antenna only.

EAN is sold as a hybrid service.

The MSS and CGC component have different characteristics and functionalities. MSS provides full coverage (as for the satcom wide beam) and can support also cockpit / operations communications. However, it has a significant lower performance, in particular in very dense areas, as compared to CGC. CGC, however, is designed only for cabin connectivity.

So airline needs and connectivity program objectives will be one of the drivers for airlines to adopt the two systems. Other drivers will include size and shape of the airframes, and routes/destinations where the aircraft will be deployed.

We expect a gradual take-up of the service and as Inmarsat develops a portfolio of terminals (including an L/S band terminal), we expect that the majority of aircraft will over the medium term install both units.

- 5 If airlines choose not to install the satellite antenna at the same time as the ground facing antenna please explain why and what the process and likely timescales will be for subsequent installation.

[REDACTED]

While the installation of EAN itself is not extremely time consuming in itself, it will be spread over a long period and MSS and CGC installations will be staged at different times to fit in the maintenance schedule of an airline. Installation of MSS connectivity hardware on an aircraft is a delicate activity, as it requires intervening on the body of the fuselage. The installation can take place during a wider scheduled maintenance stop of the aircraft or as a stand-alone activity (i.e., stopping the aircraft just for this reason).

As one of the key drivers of airlines profitability is to maximise utilisation of their assets (aircrafts), airlines are not willing to park any aircraft beyond what is already planned for operational reasons or scheduled maintenance.

Hence, installation of connectivity hardware can either happen a) during the standard overnight stop at selected airports, or b) during scheduled maintenance slots of longer duration (called B/C/D checks).

Hardware suitable to be installed overnight needs to be particularly light, easy to install and not "invasive". The bigger and more complicated the install is, longer time the more planning the installation require and the more it will be arranged simultaneously with other maintenance during longer stopovers.

The CGC component of EAN is designed to be installed overnight, while the MSS antenna, though being quite small compared to most of the existing satcom solutions, needs ideally a 5 day stopover (2/3 days at a push) stopover.

When the EAN kits will be ready for installation (i.e., certified by aviation authorities) airlines will plan when and where to proceed with the work. It is going to be faster / easier to complete CGC installs as they can be planned almost anytime throughout the year, while the MSS unit will require a scheduled maintenance that usually happens once a year during the low season (of which the timing depends from airline to airline).

Lastly, we need to consider that during the initial take up of the service the certification of the CGC and MSS units necessarily progress on dissociated time scales and the installation cannot be done simultaneously. To certify an aviation antenna, it is necessary to have the network service available. So the CGC antenna can be certified before the MSS one, as the ground network is ready for testing now. The MSS network availability, required for the MSS antenna certification will follow about 6 months later, after satellite launch and finalisation of in orbit testing. This results in a difference of about 6 months between certification of CGC and MSS antenna.

6 In what circumstances would you expect an airline to opt to install a satellite antenna as well as a ground facing antenna on an individual fleet?

See answer to question 4. MSS and CGC offer the same connectivity service and some content may be cashed, particularly to overcome quality of service issues related to the fact that the MSS has inherently less capacity than the CGC.

ANNEX:

This annex was referred to in question 2. It is an extract of a recent commercial proposal and it is currently under negotiation with a large European carrier. This annex should be kept confidential and a minimum of commercially sensitive information has been redacted.



Adobe Acrobat
Document

Annexe n°5

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

ANNEX 1 – SPECIFIED INFORMATION

If you do not hold the information specified below, please confirm that this is the case and explain why. Please also list what other information (if any) you hold which may be relevant to Ofcom's questions, even if it does not fall precisely within the scope of the specified information requested below.

Interpretation

For the purposes of this annex "18 December Response" means Inmarsat's response and subsequent clarifications to Ofcom's information request of 2 December 2016.

Question 1

In the 18 December Response Inmarsat said:

"Our expectation is that over time airlines will install all components [i.e. MSS, CGC and Communications Manager] on most aircraft".

Does Inmarsat continue to expect that all airlines will install all three components?

Inmarsat's expectation remains that over time all airlines will install all EAN components on most aircraft.

Question 2

Section 4 of the 2016 Consultation set out Ofcom's understanding of the proposed EAN based on information provided by Inmarsat, including a diagram (provided by Inmarsat) at Figure 1 entitled: Inmarsat's Simplified European Aviation Network (EAN) System Diagram. Of com understood that the EAN was to be a combination of satellite and direct-air-to-ground communication, depending on location and that the D2AG segment would provide significant additional broadband capacity when the aircraft is flying over heavily used flight paths. Further, in the 18 December Response, Inmarsat stated that "*EAN is sold as a hybrid service*" and that "*[w]hile the cost of the EAN hardware is usually provided as two line items (a cost for all the units and a cost for the installation kit), this is not a menu to choose from but an offer for a complete integrated system*". In its letter to the 2GHz Expert Working Group dated 1 March 2017, Inmarsat stated that "*MSS is therefore not an option nor is it a menu from which to choose*".

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

[REDACTED]
[REDACTED]

Excluding the airline referred to in Inmarsat's response to Questions 2(ii) & 2(iii), please

- (iv) clarify whether all potential customers are being offered the EAN system including both the MSS and CGC terminals. If not, please identify those who are being offered the EAN including both MSS and CGC terminals and those who are being offered a CGC-only EAN.**

- (v) clarify whether all customers which have entered into a contract to purchase the EAN are purchasing both the MSS and CGC terminals. If not, please identify the customers who have entered into a contract for both the MSS and CGC terminals and those who are have entered into a contract for a CGC-only EAN.**

As mentioned in the 18 December Response, we are offering our EAN services incorporating both CGC and MSS terminals. It remains the case therefore, that we can confirm that all our proposals to airlines rely on a solution which allows for the installation of both the CGC and MSS terminals. Accordingly, all our contracts contemplate the use of both CGC and MSS terminals, including the integrated aircraft communications manager.

- (vi) confirm if Inmarsat has considered or is considering offering a CGC-only EAN to potential customers. If so, please provide details.**

We are happy to reiterate that we are not considering offering a CGC-only EAN to potential customers. [REDACTED]

[REDACTED]we consider that as soon as airline customers install the MSS terminals, the better the overall service will be that they receive. Although ultimately it will be for each airline to decide on the balance of use between CGC terminals and MSS terminals, we are not considering offering contracts that cover the installation only of CGC terminals – they will cover the installation of both CGC and MSS terminals. As noted elsewhere in this response, there will likely be a period of time between the retrofitting of the CGC terminals and the subsequent retrofitting of the MSS terminals, such that during that period, airlines may be using CGC only.

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

- (vii) **confirm whether customers are or will be contractually obliged to install the MSS terminal. If so, please confirm the timescale in which customers are or would be obliged to install the MSS terminal.**

Consistent with our clarifications above and indeed, as discussed to some extent in the 18 December Response, we can confirm that the contracts with customers define the procured service as an optimum combination of MSS and CGC EAN components. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]. In addition, timing is dependent upon the satellite launch and in-orbit tests, which brings some additional timing constraints which were explained in the 2015 update report. We would note however that our customers are likely to install the MSS terminal after installation of the CGC terminal. As Inmarsat has previously explained to Ofcom, this is because the MSS antenna ideally needs a five day stopover for installation (although this could be shorter), compared with the CGC component which can generally be installed overnight. This is likely to result in customers awaiting their scheduled regular aircraft maintenance stopover before installing the MSS terminal. The question of installation timing is an operational one taken by the airlines, rather than something that can be stipulated in the contract.

We further confirm that customers will be obliged to install the Integrated Aircraft Communications Manager.

Question 3

Please provide copies of any approved plans or strategies produced since January 2013 concerning Inmarsat's expectations as to whether customers will install the satellite antenna or refrain from installing the satellite antenna. (By "approved plans or strategies" we mean business plans or strategies which have been approved by Inmarsat's board or those person(s) within Inmarsat's organization with authority to decide on those plans as delegated by Inmarsat's board.)

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

Inmarsat has identified no such approved strategies and plans whereby customers would refrain from installing the satellite antenna.

In case of interest to Ofcom – and consistent with the direction in this notice that we provide information that may not precisely be in scope, but may nevertheless be of interest to Ofcom - Inmarsat has identified [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Question 4

At the Working Group Meeting, Inmarsat said that the satellite antenna, which is being manufactured by Cobham (the "Cobham Terminal"), will not be ready until late 2018; that Inmarsat is fast tracking the production of a smaller antenna (the "Smaller Antenna") which will be ready at the end of 2017; and that the Smaller Antenna will be particularly suitable for business jets or small commercial aircraft. During that meeting Inmarsat also referred to a "L/S MSS terminal" which would be introduced in 2019. Please:

- (i) **confirm whether the L/S MSS terminal and the Cobham Terminal are the same. If not, please clarify.**

The Cobham Terminal and the L/S MSS terminal are not the same. The Cobham Terminal is currently under development by Cobham SATCOM. The L/S MSS terminal is a terminal

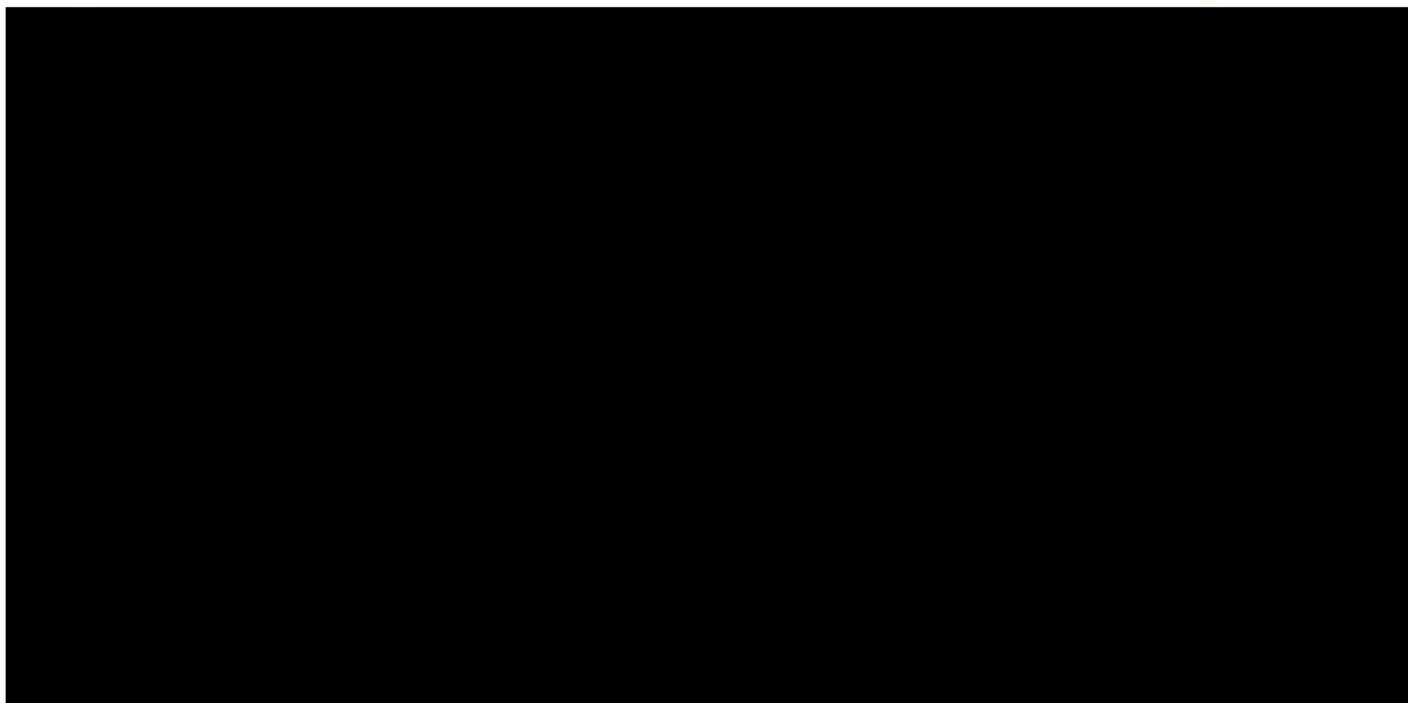
[REDACTED]

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

- (ii) confirm whether either the Cobham Terminal or L/S MSS terminal is the MSS terminal equipment developed in accordance with the contract between Inmarsat Global Limited and Thrane & Thrane (trading as Cobham SATCOM) for S-Band Satellite Ground Network Infrastructure Development and Aviation Satellite Terminal Development which was provided by Inmarsat on 29 September 2015 in accordance with Step 6 of the Compliance Notice.**

The terminal equipment developed in accordance with the contract between Inmarsat Global Limited and Thrane & Thrane for S-Band Satellite Ground Network Infrastructure Development and Aviation Satellite Terminal Development is indeed the Cobham Terminal.

- (iii) describe the differences between the Smaller Antenna and the Cobham Terminal (and, if different, the L/S MSS terminal), including the types of aircraft they are suitable for, capacity, installation times.**



- (iv) explain which types of aircraft the Smaller Antenna can be used on.**

The Smaller Antenna can be used on all types of aircraft.

- (v) provide copies of contracts for the manufacture and supply of the Smaller Antenna.**

Inmarsat has entered into a number of contracts for the development and manufacture of the CSM terminal. The CSM terminal consists of [REDACTED]

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

[REDACTED]

- (vi) **confirm when each antenna (i.e. the Smaller Antenna, the Cobham Terminal, and if different, the L/S MSS Terminal) will be available for installation by airlines.**

As Ofcom is aware, the S-Band Satellite launch timetable introduced an unavoidable delay to the timetable for certifying the S-Band Satellite terminal. The launcher company has reported firm plans for the launch of the Euopasat satellite on 28 June 2017. There will then be the need for some time to ensure that the satellite operates correctly and to test it and associated infrastructure in orbit. We anticipate delivering a commercially available CSM terminal by [REDACTED] [REDACTED]. This is the earliest an MSS terminal can be available, due to the stringent certification processes. Cobham has reported certain manufacturing problems, which moved the commercial availability of this terminal to a later date, which will though be prior to March 2018. It should be noted that commercial deals for installation of MSS terminals by airlines are currently being negotiated.

As noted above, we have not committed to develop the L/S MSS terminal.

- (vii) **identify the customers, or potential customers, who have expressed an interest in purchasing the EAN system using the Smaller Antenna. For each customer, or potential customer, identified, please confirm whether Inmarsat entered into any**

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

form of agreement (including, for example, letters of intent, heads of terms, memoranda of understanding) to purchase this system.

- (viii) identify the customers, or potential customers, who have expressed an interest in purchasing the EAN system using the Cobham Terminal. For each customer, or potential customer, identified, please confirm whether Inmarsat entered into any form of agreement (including, for example, letters of intent, heads of terms, memoranda of understanding) to purchase this system.**

Inmarsat's proposal has not distinguished between the different models of the MSS antenna. We have outstanding offers or proposals for a full, integrated EAN solution that includes both MSS and CGC hardware to the following airlines: [REDACTED]

[REDACTED]

In the annex to the first set of governance questions received from Ofcom in December 2016, we provided a presentation that is representative of how EAN is marketed to airlines. In this regard, we would note that we believe the absence of a full authorisation package from the relevant regulatory authorities in all EU member states in respect of the MSS and CGC offering acts as a barrier to concluding agreements with airline customers. It is a barrier we are keen to remove. We believe that receipt of our home regulator Ofcom's authorisation – which we trust will be forthcoming shortly following conclusion of the relevant process – will help accelerate other authorisations and facilitate the take up of our EAN offering.

- (ix) Where the Cobham Terminal and the L/S MSS terminal are different, identify the customers, or potential customers, who have expressed an interest in purchasing the EAN system using the L/S MSS terminal. For each customer, or potential customer, identified, please confirm whether Inmarsat entered into any form of agreement (including, for example, letters of intent, heads of terms, memoranda of understanding) to purchase this system.**

Not applicable – Inmarsat is currently only developing and marketing the CSM terminal and the Cobham Terminal. [REDACTED]

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

- (x) **provide marketing material for the EAN using each type of antenna (i.e. the Smaller Antenna, the Cobham Terminal, and if different, the L/S MSS Terminal).**

Inmarsat promotes the EAN to airlines as a pre-packaged solution. We offer a platform that includes the MSS component. Our limited marketing material is high level. It can be found here: <http://inmarsat.com/aviation/aviation-connectivity-services/european-aviation-network/>; and here: <https://www.inmarsataviation.com/services/european-aviation-network>.

Attached at Annex 4(x) to this response are the materials we provided at the Interior Aircraft Exposition in Hamburg on 10-12 April 2017 (<http://www.aircraftinteriorsexpo.com/>)

Further marketing materials for the EAN can be found here: <https://we.tl/8mtqaziv0U>

Finally, Inmarsat also provides marketing materials on EAN via Twitter and Facebook. See, for example:

<https://twitter.com/InmarsatGlobal/status/847016775422234624>

<https://www.facebook.com/InmarsatGlobal/>

Question 5

By email of 19 January 2017 Ofcom asked Inmarsat to provide an update on the expected timelines for the safety certification of the MSS and CGC antennas. Inmarsat responded, on the same date:

[REDACTED]

Please provide an update on the expected timelines for the safety certification of the CGC antenna and each of the MSS antennas.

As noted above, we currently expect the Europasat S-Band satellite to be launched on 28 June 2017. Following the launch and in-orbit deployment of this satellite, we shall conduct an engineering flight trial of the MSS terminal equipment on board an aircraft to demonstrate MSS IP connectivity via the satellite whilst in the air. This MSS flight testing is expected to take place as soon as the in-orbit test of the satellite has completed – we anticipate this happening in

STRICTLY CONFIDENTIAL – CONTAINS BUSINESS SECRETS

[REDACTED] The required MSS qualification and certification programmes can be performed after then.

Our current expectation is that the CGC terminal equipment will complete its safety certification by [REDACTED]. [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED]
[REDACTED] [REDACTED].]

Additional observations

Ofcom will be familiar with the fact that when setting up a new satellite-related service, a multitude of actions must be undertaken to ensure that the commercial service being offered will be fit for purpose. For the EAN project, this year we are facing the satellite launch, in-orbit testing, finalisation of both the MSS terminal and the CGC terminal, equipment certifications, installations and other further tests, among other action points. Inevitably there will be gaps in time between some of these action points, but we are seeking to minimise those gaps to ensure the provision of the MSS and CGC service as soon as possible.

Customers for our EAN service expect to see that Inmarsat has obtained all necessary authorisations across the EU. This will give them the confidence to make their own investments to take advantage of the EAN service. We believe that the critical outstanding national authorisations for our project are those awaited from Ofcom. As our home regulator, other national regulators in the EU will look to Ofcom to take the lead; delays in obtaining authorisation from the UK risk impacting on the timeline to obtain those other national authorisations and this, in turn, risks undermining our credibility with potential customers and the success of our EAN project.

Accordingly, we would encourage Ofcom to issue the necessary CGC authorisation as soon as possible and, if for any reason it feels unable to do so forthwith, at the very least to consider issuing urgent temporary authorisations for the whole network. Such a step, we believe, would facilitate our ability to enter into commercial agreements with customers, which in turn will help ensure the success of the EAN project.

12 May 2017

Annexe 3. Réponses de l'IBPT aux contributions reçues

A3.1. Contribution de Inmarsat

Inmarsat est entièrement d'accord avec le projet de décision.

Inmarsat a néanmoins suggéré quelques modifications mineures afin d'améliorer la clarté et la précision du texte. Ces modifications ont été acceptées par l'IBPT.

A3.2. Contribution de Eutelsat

| Points soulevés par Eutelsat | Réponses de l'IBPT |
|---|--|
| Les ETC modifient la nature du service, vu que la composante satellitaire, seule ne permet pas de délivrer de services de nature « broadband ». | Les ETC permettent d'augmenter la capacité du réseau EAN, c'est-à-dire d'offrir le même service à plus de clients. Les ETC ne modifient pas la nature du service, mais permettent d'augmenter la disponibilité du service. |
| Les ETC ne sont pas « complémentaires » vu que le terminal satellite est toujours en visibilité continue avec le satellite. | Le considérant 18 de la décision 626/2008/CE stipule effectivement que les ETC sont généralement utilisés pour remédier au manque de visibilité continue avec le satellite. Il ne s'agit cependant en aucun cas d'une liste exhaustive des utilisations possibles des ETC. |
| La décision 626/2008/CE n'envisage pas de permettre aux Etats membres d'autoriser des ETC dans un simple objectif d'accroissement de la capacité de communication de la composante satellitaire des systèmes mobiles par satellite. | La décision 626/2008/CE ne l'envisage pas explicitement, mais ne l'exclut à aucun moment. |
| Les ETC seront en pratique fournis par Deutsche Telekom, alors qu'il n'est nullement habilité à fournir des MSS ni des ETC. | A la connaissance de l'IBPT, l'infrastructure concernée est bien gérée par Inmarsat. Qu'elle se fasse, le cas échéant, aider par une entreprise tierce dotée d'une riche expérience en la matière, pour le développement de ce réseau, est indifférent. |
| Inmarsat ne respecte pas l'obligation de couverture de 50 % de la population et de 60 % du territoire. | Inmarsat respecte aujourd'hui cette obligation de couverture, vu que l'entièreté du territoire belge est situé à l'intérieur de l'empreinte du satellite déployé par Inmarsat. |
| Dans une contribution soumise au groupe de travail <i>Frequency Management</i> (FM) du Comité des Communications Electroniques (ECC) (document FM48(11)041), Inmarsat a reconnu que fournir une solution Air-to-Ground n'était pas compatible avec le cadre réglementaire européen. | Le document FM48(11)041 d'Inmarsat concerne le partage entre un réseau MSS et un réseau DA2GC (Direct Air-to-Ground Communications), opérés par des opérateurs différents. |

| Points soulevés par Eutelsat | Réponses de l'IBPT |
|---|--|
| Le défaut de vérification effective de la conformité du projet présenté par Inmarsat au cadre réglementaire applicable persiste dans le projet de décision soumis à consultation. | <p>Avant l'utilisation effective du réseau EAN, l'IBPT n'a pas d'autre choix que de se baser sur les explications les plus récentes fournies par Inmarsat.</p> <p>Comme mentionné à la section 6, l'IBPT contrôlera que la composante satellitaire du réseau EAN est effectivement utilisée.</p> |
| L'octroi de cette autorisation engendrerait un préjudice commercial pour Eutelsat. | L'IBPT respecte le cadre réglementaire en prenant cette décision. |

A3.3. Contribution de ViaSat

| Points soulevés par ViaSat | Réponses de l'IBPT |
|--|--|
| L'arrêté royal du 11 février 2013 ne produit plus d'effets juridiques vu que Inmarsat a violé (et viole toujours actuellement) l'obligation prévue à l'article 3 de l'arrêté royal du 11 février 2013. | <p>L'article 3 de l'arrêté royal du 11 février 2013 impose à Inmarsat une obligation de couverture. Cette obligation est, toutefois, totalement étrangère au droit subjectif d'Inmarsat, consacré à l'article 8 de l'arrêté royal du 11 février 2013, d'installer des ETC si les trois conditions visées par cette disposition sont réunies.</p> <p>A cela s'ajoute que le contrôle du respect des conditions de sélection d'Inmarsat relève, au premier chef, de la Commission européenne.</p> <p>Dans tous les cas, Inmarsat respecte aujourd'hui cette obligation de couverture, vu que l'entièreté du territoire belge est situé à l'intérieur de l'empreinte du satellite déployé par Inmarsat.</p> |
| Avant d'adopter une quelconque décision, l'IBPT devrait attendre le prononcé du jugement qui sera rendu par le Tribunal de première instance de Bruxelles. | L'arrêt de la Cour des marchés critique la motivation de la décision du 29 juin 2016. Il ne dit pas que l'IBPT n'était pas ou plus compétent pour adopter une décision, ni même que cette décision ne pouvait en toute hypothèse, être adoptée. Il souligne simplement que la décision de l'IBPT n'est pas régulièrement motivée. En d'autres termes, il est tout à fait possible qu'une autre décision soit valablement prise. |

| Points soulevés par ViaSat | Réponses de l'IBPT |
|--|---|
| <p>Pour parvenir à la conclusion qu'un terminal satellite sera systématiquement installé sur les avions, l'IBPT se base exclusivement sur les déclarations d'Inmarsat. Cette conclusion est manifestement contraire aux déclarations faites par Inmarsat elle-même devant l'OFCOM.</p> | <p>Seule une utilisation effective du réseau EAN permet de contrôler qu'un terminal satellite est systématiquement installé sur les avions.</p> <p>Avant l'utilisation effective du réseau EAN, l'IBPT n'a pas d'autre choix que de se baser sur les explications les plus récentes fournies par Inmarsat.</p> <p>Comme mentionné à la section 6, l'IBPT contrôlera que la composante satellitaire du réseau EAN est effectivement utilisée.</p> |
| <p>Le fait que la composante terrestre augmenterait la disponibilité du service « <i>en raison de la forte demande de ressources</i> » n'est pas pertinent lorsqu'il s'agit d'examiner si les stations terrestres air-sol proposées peuvent légalement être qualifiées d'ETC.</p> | <p>La décision 626/2008/CE n'exclut à aucun moment que l'augmentation de la disponibilité du service puisse être atteinte par un apport de capacité additionnelle afin de faire face à une forte demande de ressources.</p> |
| <p>La situation géographique à Genk et Sint Pieters Leeuw n'est nullement susceptible de faire obstacle au maintien d'une visibilité continue entre l'avion et le satellite.</p> | <p>La décision 626/2008/CE n'impose à aucun moment que les ETC soient obligatoirement utilisés pour remédier au manque de visibilité continue avec le satellite.</p> |
| <p>Le terminal en-dessous de l'avion, n'est pas, et ne fait pas partie d'une station terrienne mobile au sens de l'article 2.2 de la décision 626/2008/CE et de l'article 1er de l'arrêté royal du 11 février 2013.</p> | <p>Au sens de l'article 2.2, a) de la décision 626/2008/CE et de l'article 1er, 1° de l'arrêté royal du 11 février 2013, le service mobile par satellite n'est pas limité à la communication avec le satellite, mais comprend également les communications entre une station terrienne mobile et les ETC.</p> <p>Le terminal en-dessous de l'avion est donc bien nécessaire pour assurer le service mobile par satellite et doit donc être considéré comme faisant partie d'une station terrienne mobile.</p> |
| <p>Les ETC ne respectent pas le cadre réglementaire vu qu'elles fournissent presque toute la capacité du réseau.</p> | <p>L'adjectif « complémentaire » n'implique en rien que la capacité de la composante terrestre devrait être inférieure à celle de la composante satellitaire.</p> |
| <p>Le réseau EAN n'est pas commercialement viable sans la composante terrestre.</p> | <p>La cadre réglementaire n'impose à aucun moment que le système soit commercialement viable sans les ETC.</p> <p>La composante terrestre constitue un complément, qui vient s'ajouter à la composante satellite pour rendre le système plus performant et commercialement viable.</p> |

| Points soulevés par ViaSat | Réponses de l'IBPT |
|--|--|
| Le mécanisme de gestion des réseaux satellitaires ne contrôle pas les ETC. | <p>Le <i>Routing engine</i> contrôle l'utilisation du terminal satellite et du terminal en-dessous de l'avion en fonction des ressources disponibles.</p> <p>Les ETC sont donc clairement contrôlés par le même mécanisme que la composante satellitaire, peu importe la technologie utilisée par les différentes composantes.</p> |