



Agence Nationale des Fréquences

Commission de compatibilité électromagnétique

Rapport CCE(15)01 VersionPublique

Rapport d'étude de la Commission de Compatibilité
Electromagnétique sur l'utilisation par le service mobile de la
bande 2300-2400 MHz en Licensed Shared Access

Rapport approuvé par la CCE le 25 03 2015

Responsable de l'étude : J. André

Page laissée blanche intentionnellement

REVISIONS

Version	Date	Rédacteur	Nature des révisions
1.0	25/03/2015	J. ANDRE	Version approuvée du rapport

TABLE DES MATIERES

1	Objectif	10
2	Contexte règlementaire.....	11
2.1	Règlementation de l'Union Internationale des Télécommunications.....	11
2.2	Règlementation Européenne.....	13
2.3	Règlementation Française	13
3	Identification et caractéristiques des systèmes.....	14
3.1	Défense	14
3.1.1	Télémesure sur sites de Défense.....	14
3.1.2	Télémesure sur sites industriels	15
3.1.3	Systèmes de Défense hors télémesure.....	17
3.1.4	Synthèse de la localisation des systèmes de Défense.....	19
3.2	ARCEP.....	20
3.2.1	Liaisons de vidéo reportage	20
3.2.2	Service mobile	20
4	Analyse des scénarios envisageables	21
5	Etudes de partage et/ou de compatibilité pour les différents scénarios.....	24
5.1	Impact entre service mobile et télémesure.....	24
5.1.1	Impact des stations de base LTE sur télémesure	24
5.1.2	Impact des terminaux LTE sur la télémesure	27
5.1.3	Impact de la télémesure sur les stations de base LTE.....	28
5.1.4	Impact de la télémesure sur les terminaux LTE	33
5.2	Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio	35
5.2.1	Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en co-canal.....	35
5.2.2	Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en 1 ^{er} canal adjacent.....	35
5.2.3	Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en 2 ^{ème} canal adjacent.....	36
5.3	Impact entre service mobile et liaison aéronautique embarquée	37
5.3.1	Impact du service mobile sur le récepteur sol de la liaison aéronautique embarquée....	37
5.3.2	Impact de la liaison aéronautique embarquée sur le service mobile	37
5.4	Impact entre service mobile et les PMSE	39
5.4.1	Impact du service mobile sur les PMSE.....	39
5.4.2	Impact des PMSE sur le service mobile	40
5.6	Impact entre télémesure et les PMSE.....	41

5.6.1	Impact des PMSE sur la télémesure.....	41
5.6.2	Impact de la télémesure sur les PMSE.....	42
5.7	Impact de la télémesure aéronautique sur la recherche spatiale	42
5.8	Impact de la liaison vidéo aéronautique sur la recherche spatiale	43
6	Conclusions relatives aux conditions de coexistence.....	44
6.1	Service mobile et Télémesure.....	44
6.1.1	Protection de la télémesure vis-à-vis du service mobile.....	44
6.1.2	Protection du service mobile vis-à-vis de la télémesure.....	48
6.2	Service mobile et Boucle Locale Radio.....	49
6.3	Service mobile et Liaison vidéo aéronautique.....	49
6.3.1	Protection du récepteur sol de la liaison vidéo aéronautique vis-à-vis du service mobile.	49
6.3.2	Protection du service mobile vis-à-vis de la liaison vidéo aéronautique	50
6.4	Service mobile et PMSE.....	51
6.5	Service mobile et Wifi (en bande adjacente).....	51
6.6	Télémesure et PMSE.....	52
6.7	Autres points.....	52
7	Documents de référence.....	53
8	Glossaire.....	53
Annexe A	Localisation des périmètres à protéger pour les sites de Défense.....	55
Annexe B	Descriptif des moyens de télémesure sur sites industriels.....	57
B.1	Site Dassault Aviation	57
B.1.1	Site de Mérignac.....	57
B.1.1.1	Introduction	57
B.1.1.2	Localisation	57
B.1.1.3	Zones d'évolution	57
B.1.1.4	Besoin spectral.....	60
B.1.1.5	Taux d'utilisation	60
B.1.1.6	Planification	61
B.1.2	Sites Dassault Aviation à Cazaux et Istres.....	61
B.1.3	Site Dassault Aviation à Vatry.....	61
B.1.3.1	Introduction	61
B.1.3.2	Localisation	61
B.1.3.3	Zones d'évolution	62

B.1.3.4	Besoin spectral.....	62
B.1.3.5	Taux d'utilisation	62
B.1.3.6	Planification	63
B.2	Sites Airbus Helicopters.....	64
B.2.1	Introduction.....	64
B.2.2	Localisation.....	64
B.2.3	Zones d'évolution	65
B.2.4	Besoin spectral.....	67
B.2.5	Taux d'utilisation.....	67
B.2.6	Planification	67
B.3	Caractéristiques des moyens de télémesure sur sites industriels	68
Annexe C	Caractéristiques Boucle Locale Radio (BLR).....	70
Annexe D	Caractéristiques des liaisons vidéo aéronautiques de la Défense	72
Annexe E	Caractéristiques des systèmes de liaisons vidéo reportage	73
Annexe F	Caractéristiques du LTE	80
Annexe G	Impact des rayonnements non essentiels (RNE) des LTE sur les récepteurs de télémesure	86
Annexe H	Identification des zones d'évolution des aéronefs et scénarios de mise en œuvre de la télémesure pour les sites de Défense	88
Annexe I	Représentation des zones de potentielles perturbations de stations de base.....	93
Annexe J	Evaluation de la perturbation liée à la télémesure aéronautique sur les stations de base LTE	97

Table des tableaux

Tableau 1 : Extrait des attributions des services dans le RR pour la bande 2300-2400MHz	11
Tableau 2 : Extrait des attributions des services dans le TNRBF pour la bande 2300-2400MHz.....	13
Tableau 3 : Caractéristiques de l'émetteur de télémètre aéronautique pour sites de Défense	14
Tableau 4 : Configurations dans la bande de fréquence 2310-2400MHz.....	22
Tableau 5 : Configurations dans la bande de fréquence 2290-2310MHz.....	23
Tableau 6 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en co-canal.....	35
Tableau 7 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en 1er canal adjacent.....	36
Tableau 8 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en 2 ^{ème} canal adjacent	36
Tableau 9 : Conditions de protection des sites de réceptions de télémètre terrestre et aéronautique ..	47
Tableau 10 : Conditions de protection des PMSE vis-à-vis du service mobile.....	51
Tableau 11 : Nombre d'essais effectués depuis Marseille-Marignane pour Airbus Helicopter.....	67
Tableau 12 : Caractéristiques des moyens de télémètre sur sites industriels	68
Tableau 13 : Caractéristiques de Boucle Locale Radio	70
Tableau 14 : Caractéristiques de la liaison aéronautique embarquée.....	72
Tableau 15 : Caractéristiques des caméras sans fil	74
Tableau 16 : Caractéristiques des caméras portables	76
Tableau 17 : Caractéristiques des caméras mobiles (liaison montante)	77
Tableau 18 : Caractéristiques des caméras mobiles (liaison descendante)"	79
Tableau 19 : Caractéristiques des stations de base LTE en réception.....	80
Tableau 20 : Caractéristiques des stations de base LTE à l'émission	81
Tableau 21 : Caractéristiques des terminaux LTE en réception	82
Tableau 22 : Caractéristiques des terminaux LTE à l'émission	83
Tableau 23 : Synthèse du pourcentage de temps sur 1 an pendant lequel le critère de protection d'une station de base est dépassé pour différentes agglomérations	102

Table des figures

Figure 1 : Présentation des positions des récepteurs de télémessure des sites de Défense	15
Figure 2 : Présentation des positions des récepteurs de télémessure des sites Industriels	16
Figure 3 : Présentation de la Boucle Locale Radio (BLR)	17
Figure 4 : Localisation des zones d'évolution pour la liaison vidéo aéronautique	18
Figure 5 : Localisation de l'ensemble des récepteurs des différents systèmes de la Défense.....	19
Figure 6 : Exemple de planification étudiée au titre de l'étude dans la bande 2290-2400MHz.....	21
Figure 7 : Courbes d'émission d'une station de base LTE et de sélectivité du récepteur de télémessure à 3MHz.....	25
Figure 8 : Courbes d'émission d'une station de base LTE et de sélectivité du récepteur de télémessure à 8MHz.....	26
Figure 9 : Diagrammes d'antennes de station de base LTE.....	28
Figure 10 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne respectant le gabarit de la Recommandation ITU-R F.1336.....	29
Figure 11 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne réaliste.....	29
Figure 12 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne optimisé	29
Figure 13 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison des utilisations régulières de télémessure aéronautique et non aéronautique	30
Figure 14 : Localisation des sites de réception de télémessure aéronautique et non aéronautique	45
Figure 15 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison des utilisations régulières de télémessure aéronautique et non aéronautique.....	48
Figure 16 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison de la liaison aéronautique embarquée	50
Figure 17 : Position du récepteur de télémessure sur le site de Mérignac	57
Figure 18 : Localisation du récepteur de télémessure et évolution sol sur l'aéroport de Bordeaux Mérignac	58
Figure 19 : Zone d'évolution en vol depuis Bordeaux-Mérignac.....	59
Figure 20 : Trajectoires pour approche aux instruments par rapport au centre de la ville de Bordeaux	60
Figure 21 : Localisation du site de Vatry.....	62
Figure 22 : Localisation des sites de télémessure utilisés occasionnellement par Airbus Helicopters....	64
Figure 23 : Zone d'évolution au sol à Marseille-Marignane	65
Figure 24 : Zone d'évolution en vol depuis Marseille-Marignane	65
Figure 25 : Exemple de trajectoires suivies par des hélicoptères en essai à partir de Marseille-Marignane	66
Figure 26 : Sélectivité (dBc) du récepteur sol de la liaison aéronautique embarquée	72
Figure 27: Cordless camera link	73
Figure 28: Portable video link	75
Figure 29: Mobile video up-link	77
Figure 30: Mobile video down-link	78
Figure 31 : Zones d'évolution des émetteurs de télémessure aéronautiques (hors transit et utilisations temporaires).....	88
Figure 32 : Ensemble des stations de base LTE analysés.....	93

Figure 33 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Ouest ...	94
Figure 34 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Sud-Ouest	94
Figure 35 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Sud-Est	95
Figure 36 : Ensemble des scénarios de vol pris en compte dans l'évaluation.....	97
Figure 37 : Exemple d'un niveau d'interférence reçu par une station de base localisée à Marseille.....	98
Figure 38 : Evaluation du taux annuel de dépassement de seuils de perturbation de stations de bases localisées dans différentes agglomérations	101

1 Objectif

Le présent document a pour objectif de présenter les études menées suite à la demande de l'ARCEP pour définir les conditions de partage entre les réseaux mobiles large bande et les utilisations existantes dans la bande 2300-2400 MHz afin d'assurer dans un cadre réglementaire de type *Licensed Shared Access*¹ (LSA) la pérennité de l'utilisation de cette bande par les utilisations de la Défense et les liaisons de vidéo reportage mobile en France métropolitaine dans la bande 2300-2310 MHz.

Le présent rapport est constitué des parties suivantes :

- Rappel du contexte réglementaire
- Recensement des services utilisés dans cette bande
 - o Par la Défense
 - o Par l'ARCEP
- Résultats des études de partage dans la bande 2300-2400 MHz entre les services utilisés actuellement et les réseaux mobiles large bande
 - o Protection des systèmes actuels
 - o Protection du service mobile
- L'impact de la potentielle modification de la plage de fréquence utilisée de certaines applications existantes (télémessure et liaison aéronautique embarquée) est également évalué
- Les études détaillées sont fournies en annexes

Les caractéristiques des différents systèmes considérés sont présentées dans des annexes respectives pour :

- les moyens de la Défense dont la télémessure sur sites industriels et les applications hors télémessure
- les moyens de vidéo reportage
- les réseaux mobiles large bande

Dans le cas de la protection de la recherche spatiale, le critère de protection est défini dans le paragraphe concerné.

La bande 2300-2400 MHz est attribuée au service amateur à titre secondaire au sens du règlement des radiocommunications. Les conditions de partage avec le service mobile ne sont pas traitées dans ce document et seront définies ultérieurement par la CCE.

¹ Voir ECC Report 205 on Licensed Shared Access.

2 Contexte réglementaire

2.1 Règlementation de l'Union Internationale des Télécommunications

Dans le Règlement des Radiocommunications (**RR**) tel qu'issu de la CMR-12, les attributions de fréquences pour la Région 1 sont :

Attribution aux services	
Région 1	
2 200-2 290 MHz	EXPLOITATION SPATIALE (espace vers Terre) (espace-espace) EXPLORATION DE LA TERRE PAR SATELLITE (espace vers Terre) (espace-espace) FIXE MOBILE 5.391 RECHERCHE SPATIALE (espace vers Terre) (espace-espace) 5.392
2 290-2 300 MHz	FIXE MOBILE sauf mobile aéronautique RECHERCHE SPATIALE (espace lointain) (espace vers Terre)
2 300-2 450 MHz	FIXE MOBILE 5.384A Amateur Radiolocalisation 5.150 5.282 5.395

Tableau 1 : Extrait des attributions des services dans le RR pour la bande 2300-2400MHz

Les notes de pied de pages citées sont :

- 5.150** Les bandes suivantes:
- | | |
|-------------------|--|
| 13 553-13 567 kHz | (fréquence centrale 13 560 kHz), |
| 26 957-27 283 kHz | (fréquence centrale 27 120 kHz), |
| 40,66-40,70 MHz | (fréquence centrale 40,68 MHz), |
| 902-928 MHz | dans la Région 2 (fréquence centrale 915 MHz), |
| 2 400-2 500 MHz | (fréquence centrale 2 450 MHz), |
| 5 725-5 875 MHz | (fréquence centrale 5 800 MHz), et |
| 24-24,25 GHz | (fréquence centrale 24,125 GHz) |

sont également utilisables pour les applications industrielles, scientifiques et médicales (ISM). Les services de radiocommunication fonctionnant dans ces bandes doivent accepter les brouillages préjudiciables qui peuvent se produire du fait de ces applications. Les appareils ISM fonctionnant dans ces bandes sont soumis aux dispositions du numéro **15.13**.

5.282 Le service d'amateur par satellite peut fonctionner dans les bandes 435-438 MHz, 1260-1270 MHz, 2400-2450 MHz, 3400-3410 MHz (dans les Régions 2 et 3 seulement) et 5650-5670 MHz, à condition qu'il n'en résulte pas de brouillage préjudiciable aux autres services fonctionnant conformément au Tableau (voir le numéro **5.43**). Les administrations qui autoriseront cette utilisation doivent faire en sorte que tout brouillage préjudiciable causé par les émissions d'une station du service d'amateur par satellite soit immédiatement éliminé, conformément aux dispositions du numéro **25.11**. L'utilisation des bandes 1260-1270 MHz et 5650-5670 MHz par le service d'amateur par satellite est limitée au sens Terre vers espace.

5.395 En France et en Turquie, l'utilisation de la bande 2310-2360 MHz par le service mobile aéronautique pour la télémesure a la priorité sur les autres utilisations du service mobile. (CMR-03)

5.384A Les bandes ou portions des bandes 1710-1885 MHz, 2300-2400 MHz et 2500-2690 MHz sont identifiées pour être utilisées par les administrations qui souhaitent mettre en œuvre les Télécommunications mobiles internationales (IMT) conformément à la Résolution **223 (Rév.CMR-07)***. Cette identification n'exclut pas l'utilisation de ces bandes par toute application des services auxquels elles sont attribuées et n'établit pas de priorité dans le Règlement des radiocommunications. (CMR-07)

5.391 En assignant des fréquences au service mobile dans les bandes 2025-2110 MHz et 2200-2290 MHz, les administrations ne doivent pas mettre en service des systèmes mobiles à haute densité tels que décrits dans la Recommandation UIT-R SA.1154 et doivent tenir compte de cette Recommandation pour la mise en service de tout autre type de système mobile. (CMR-97)

5.392 Les administrations sont instamment priées de prendre toutes les mesures pratiquement réalisables pour faire en sorte que les transmissions espace-espace entre deux ou plusieurs satellites non géostationnaires des services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2025-2110 MHz et 2200-2290 MHz n'imposent aucune contrainte aux transmissions Terre vers espace, espace vers Terre et aux autres transmissions espace-espace de ces services et dans ces bandes entre des satellites géostationnaires et des satellites non géostationnaires.

* *Note du Secrétariat:* Cette Résolution a été révisée par la CMR-12.

2.2 Règlements Européenne

Suite à l'adoption du Rapport ECC 172, la CEPT a développé un projet de Décision ECC portant sur l'harmonisation des conditions techniques et réglementaires pour l'utilisation de la bande 2300-2400 MHz par les réseaux mobiles large bande. Cette Décision ECC(14)02 a été définitivement adoptée en juin 2014.

2.3 Règlements Française

Est présenté ci-après un extrait du Tableau National de Répartition des Bandes de Fréquences, édition 2013 :

Edition 2013 Mod 1 - Feuillet 52a

RR				REGION 1				
REGION 1	REGION 2	REGION 3	MHz	France	Ser	Aff	Statut	Notes
5.391-5.392			2 290,000					
FIXE MOBILE sauf mobile aéronautique RECHERCHE SPATIALE (espace vers Terre) (espace lointain)					MBO	ARCEP	EGAL	F78 F78a F79 A8
			2 300,000		REE	ESP		
FIXE MOBILE Amateur Radiolocalisation			2 300,000					
FIXE MOBILE RADIOLOCALISATION Amateur								
			2 310,000		FIX ama mbo	ARCEP ARCEP DEF	EXCL	F48 F78 F78a A8
			2 400,000		FIX LOC MBO ama	DEF ARCEP	EXCL	5.150 5.395 F48

5.150 Article générique figurant en annexe 6 [du TNRBF].

5.395 En France et en Turquie, l'utilisation de la bande 2 310-2 360 MHz par le service mobile aéronautique pour la télémétrie a la priorité sur les autres utilisations du service mobile. (CMR-03)

F48 Attribution de remplacement: A La Réunion et à Mayotte, le tableau applicable est celui de la Région 2.

F78 Utilisation par DEF de la bande 2 100-2 310 MHz en R1 pour des télémétries dans les conditions fixées par l'accord du 29 mai 1998 enregistré à l'ANFR sous le numéro 14/CPF.

F78a MBO pour DEF dans la bande 2 290-2 310 MHz en R1 dans les conditions fixées par l'accord du 11 janvier 2001 enregistré à l'ANFR sous le numéro 20/CPF.

ANNEXE 8 [du TNRBF] : FREQUENCES UTILISEES PAR LES AUXILIAIRES DE RADIODIFFUSION

Tableau 2 : Extrait des attributions des services dans le TNRBF pour la bande 2300-2400MHz

A noter que seule la Région 1 est concernée au niveau national.

3 Identification et caractéristiques des systèmes

3.1 Défense

3.1.1 Télémessure sur sites de Défense

Les moyens de télémessure sur sites de Défense utilisent actuellement l'ensemble de la gamme de fréquence 2310-2400 MHz pour les applications aéronautiques et la plage 2300-2400 MHz pour les applications non aéronautiques.

Toutes les caractéristiques des systèmes de télémessures ne peuvent pas être communiquées librement. De ce fait, les études réalisées avec les valeurs exactes sont menées avec les moyens de la Défense en coopération étroite avec l'ANFR.

Les sites de réception de télémessure sur les sites de Défense identifiés pour l'étude CCE sont listés dans le paragraphe 6.1.1 et présentés sur la Figure 1. Les périmètres à protéger sont quant à eux fournis en Annexe A.

Les caractéristiques suivantes de l'émetteur de la télémessure aéronautique installée sur un aéronef, ont été utilisées pour les simulations de protection du service mobile :

Paramètre	Value	Unité
Bande de fréquence	2310-2400	MHz
Bande passante par canal	10	MHz
PIRE	40	dBm
Diagramme d'antenne	Omnidirectionnelle 0 pour les simulations	dBi
Pertes	1	dB
Polarisation ²	Rectiligne (verticale ou horizontale) ou circulaire par antenne	dB

Tableau 3 : Caractéristiques de l'émetteur de télémessure aéronautique pour sites de Défense

Les porteurs concernés sont les avions, les hélicoptères et les missiles. La plage d'altitude va de 0 à 20 000m pour une plage de vitesse de déplacement de 0 à 3 600km/h.

Les durées d'utilisation annuelle ne peuvent être communiquées mais sont prises en compte dans les études.

A noter que les récepteurs C1, C2 et C3 correspondent à une utilisation non aéronautique de la télémessure dans la bande de fréquence 2300-2400MHz. Les caractéristiques sont considérées identiques aux applications aéronautiques.

² Il est pris une atténuation de 1,5dB due au découplage de polarisation dans le cas d'un brouillage par la télémessure d'une victime ayant une polarisation rectiligne croisée (par exemple le LTE).



Figure 1 : Présentation des positions des récepteurs de télémessure des sites de Défense

3.1.2 Télémessure sur sites industriels

Les moyens de télémessure sur sites industriels sont mis en œuvre par des industriels en accord avec le Ministère de la Défense notamment pour leurs besoins. Ils sont identifiés indépendamment car ils diffèrent sur de nombreux points de ceux des sites de Défense (localisation, besoin spectral, caractéristiques,...).

Les principaux sites de réception de télémessure sur les sites industriels sont listés dans le paragraphe 6.1.1 et représentés sur la Figure 2:



Figure 2 : Présentation des positions des récepteurs de télémesure des sites Industriels

L'Annexe B fournit un descriptif et les caractéristiques des moyens de télémesures des différents sites industriels.

Il convient de noter que l'utilisation spectrale actuelle est d'au maximum deux canaux (non nécessairement adjacents) de 3 ou 8 MHz par site potentiellement dans toute la bande 2290-2400 MHz.

3.1.3 Systèmes de Défense hors télémessure

3.1.3.1 Boucle Locale Radio

La Boucle Locale Radio (BLR) permet de compléter la desserte filaire traditionnelle via les ondes radio. Elle se base sur la technologie WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) 802.16d.



Figure 3 : Présentation de la Boucle Locale Radio (BLR)

Les sites où la BLR est utilisée avec une fréquence d'une semaine par mois sur le créneau horaire de 8H00-12H00 et 14H00-18H00 et une planification d'un mois à l'avance, sont :

- Cesson-Sévigné,
- Versailles-Satory,

et ceux pour une fréquence de 20 jours par an avec un planification possible au moins 7 jours à l'avance sont :

- Canjuers,
- Mourmelon.

Le besoin en spectre est de 4x5MHz ou 4x3,5MHz dans la bande de fréquence 2340-2360MHz sans agilité possible.

Les caractéristiques de la Boucle Locale Radio sont fournies en Annexe C.

3.1.3.2 *Liaison vidéo aéronautique*

La liaison vidéo aéronautique correspond à une émission d'un signal vidéo émis depuis un aéronef vers le sol où se trouve le récepteur. Les sites où la liaison vidéo aéronautique est utilisée selon une planification, sont :

- Chaumont,
- Etain,
- Pole Champagne (Mourmelon, Suipès, Mailly),
- Pole Provence.



Figure 4 : Localisation des zones d'évolution pour la liaison vidéo aéronautique

Les délimitations exactes des zones ne peuvent être communiquées à ce stade mais seront transmises ultérieurement aux seuls acteurs concernés.

Les caractéristiques de la liaison vidéo aéronautique sont fournies en Annexe D.

3.1.4 Synthèse de la localisation des systèmes de Défense

La Figure 5 synthétise la localisation de l'ensemble des systèmes de Défense, (incluant la télémesure sur les sites industriels) identifiés dans l'étude CCE

Légende





-  Sites de réception de télémesure aéronautiques et non aéronautiques avec une utilisation permanente
-  Sites de réception de télémesure aéronautiques pour une utilisation occasionnelle
-  Sites de réception des boucles locales radio
-  Sites de réception des liaisons vidéo aéronautiques



Figure 5 : Localisation de l'ensemble des récepteurs des différents systèmes de la Défense

3.2 ARCEP

3.2.1 Liaisons de vidéo reportage

La bande 2290-2310MHz est utilisée sous la responsabilité de l'ARCEP pour des liaisons de vidéo reportage sur l'ensemble du territoire national.

Les différents emplois de ces liaisons sont les suivants :

- Caméras sans fil,
- Liaisons vidéo portables,
- Liaisons vidéo mobiles au sol
- Liaisons vidéo mobiles embarquées,

Les liaisons point à point ne sont pas utilisées dans cette bande de fréquence.

Les caractéristiques de ces systèmes sont données en Annexe C.

3.2.2 Service mobile

Il s'agit du service dont l'introduction dans la bande 2300-2400 MHz est considérée au travers de cette étude.

Les caractéristiques sont fournies en Annexe F. Elles se basent sur celles décrites dans la Décision ECC DEC (14)02 et issues des normes ETSI 3GPP (TS 37.104 pour les stations de base et TS 36.101 pour les terminaux) avec des écarts par rapport à ces normes ont été apportés principalement du fait que la coexistence pourra nécessiter des contraintes supplémentaire notamment localement.

Nota :

Tous les calculs sont basés sur une largeur de bande LTE de 10MHz. Une modification de ce paramètre aurait potentiellement un impact sur les distances ou niveaux limites déterminés dans le présent rapport qu'il conviendrait d'évaluer.

4 Analyse des scénarios envisageables

La Figure 6 présente un exemple de planification incluant le service mobile:

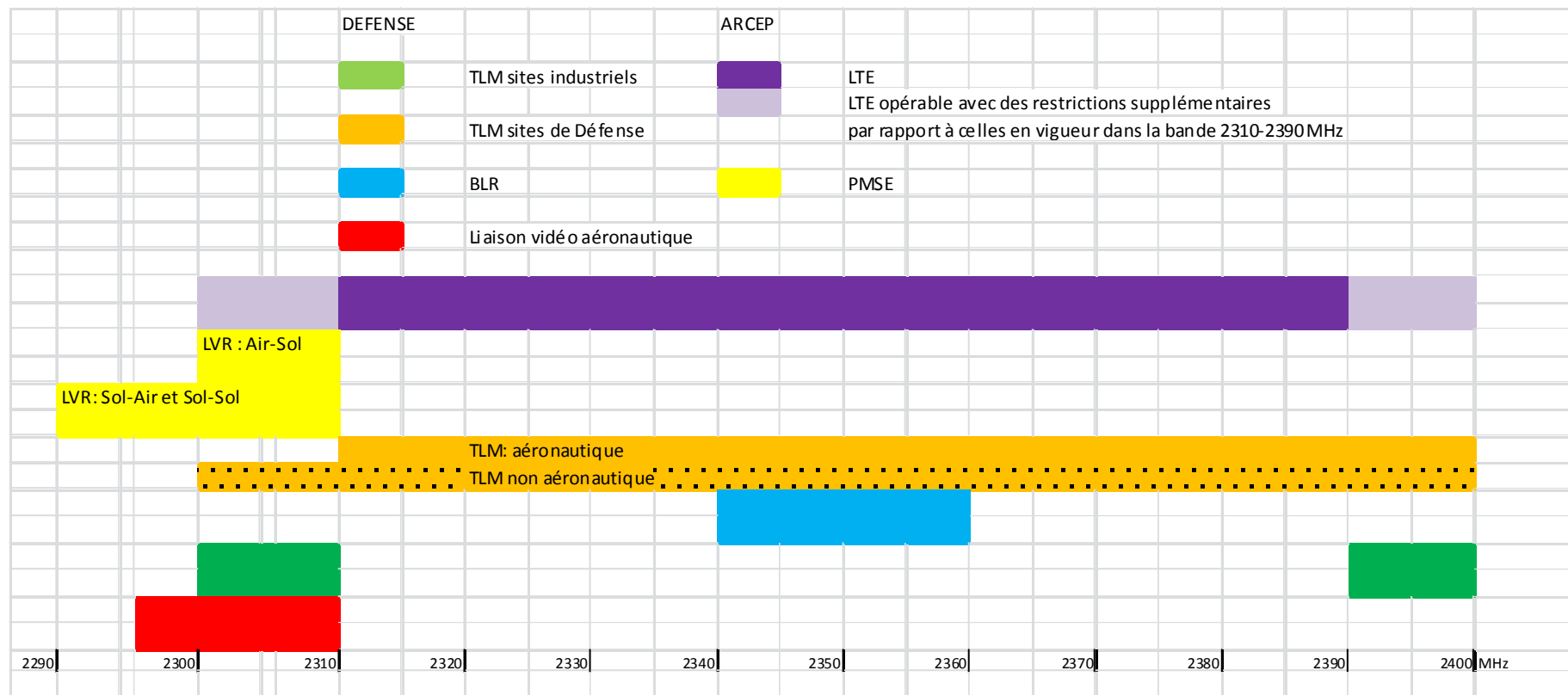


Figure 6 : Exemple de planification étudiée au titre de l'étude dans la bande 2290-2400MHz

Dans les tableaux ci-après les codes « couleur » sont:

- Les cellules en vert correspondent à des configurations ne nécessitant pas d'étude,
- Les cellules en orange correspondent à des configurations où les études ont été menées,

Frequency Band 2310-2400MHz					
	Victim	Telemetry		BLR	LTE
Interferer		<i>Defense bases</i>	<i>Industrial bases</i>		
	Telemetry	<i>Defense Transmitters</i>			
	<i>Civilian Transmitters</i>				ADJACENT + IN BAND
BLR					ADJACENT + IN BAND
LTE		ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	

Tableau 4 : Configurations dans la bande de fréquence 2310-2400MHz

Frequency Band 2290-2310MHz										
	Victim	PMSE				Telemetry		Aeronautical video link	Space Research	LTE
Interferer		<i>Cordless camera</i>	<i>Portable link</i>	<i>Mobile link</i>	<i>Air-sol</i>	<i>Defense bases (ground)</i>	<i>Industrial bases</i>		<i>Spain</i>	
PMSE	<i>Cordless camera</i>						IN BAND			ADJACENT + IN BAND
	<i>Portable link</i>						IN BAND			ADJACENT + IN BAND
	<i>Mobile link</i>						IN BAND			ADJACENT + IN BAND
	<i>Air-sol</i>						IN BAND			ADJACENT + IN BAND
Telemetry	<i>Defense Transmitters</i>									ADJACENT + IN BAND
	<i>Civilian Transmitters</i>	IN BAND	IN BAND	IN BAND	IN BAND				ADJACENT	ADJACENT + IN BAND
Aeronautical video link									IN BAND	ADJACENT + IN BAND
Space Research	<i>No emission</i>									
LTE	<i>Uplink</i>	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND	ADJACENT + IN BAND		

Tableau 5 : Configurations dans la bande de fréquence 2290-2310MHz

5 Etudes de partage et/ou de compatibilité pour les différents scénarios

5.1 Impact entre service mobile et télémesure

5.1.1 Impact des stations de base LTE sur télémesure

5.1.1.1 *Co-canal*

Pour chaque récepteur de télémesure, une limite de champs est définie pour assurer sa protection.

D'après la formule générale de conversion entre dBm et dBμV /m suivante

$$P_{dBm} = E_{dB\mu V/m} - 20 \cdot \log_{10} f_{MHz} + G_{dBi} - 77.21 \quad (1)$$

On obtient pour le critère de protection du récepteur de télémesure

$$E_{dB\mu V/m} = I_{c\ dBm} - G_{rec\ dBi} + 20 \cdot \log_{10} freq_{MHz} + 77.21 \quad (2)$$

Avec E : niveau de champs électrique à respecter en dBμV/m au niveau de la zone de protection

I_c : niveau de protection du récepteur en dBm

G_{rec} : gain du récepteur en dB

freq : fréquence en MHz

Les données d'entrée à ce cas ne pouvant être rendues publiques, le calcul des niveaux de champs requis à respecter pour assurer la protection de la télémesure vis-à-vis du service mobile en co-canal a été effectué par le Ministère de la Défense en collaboration avec l'ANFR.

La synthèse des niveaux de champs à respecter est fournie au paragraphe 6.1.1 du présent rapport.

5.1.1.2 *Bande adjacente*

Pour définir les valeurs limites de champs nécessaires pour protéger les récepteurs de télémesure vis-à-vis des émissions hors bande d'une station de base LTE, la valeur de réjection calculée est retranchée de la valeur de champs obtenue en co-canal.

5.1.1.2.1 Calcul de la discrimination pour un récepteur télémètre à 3MHz

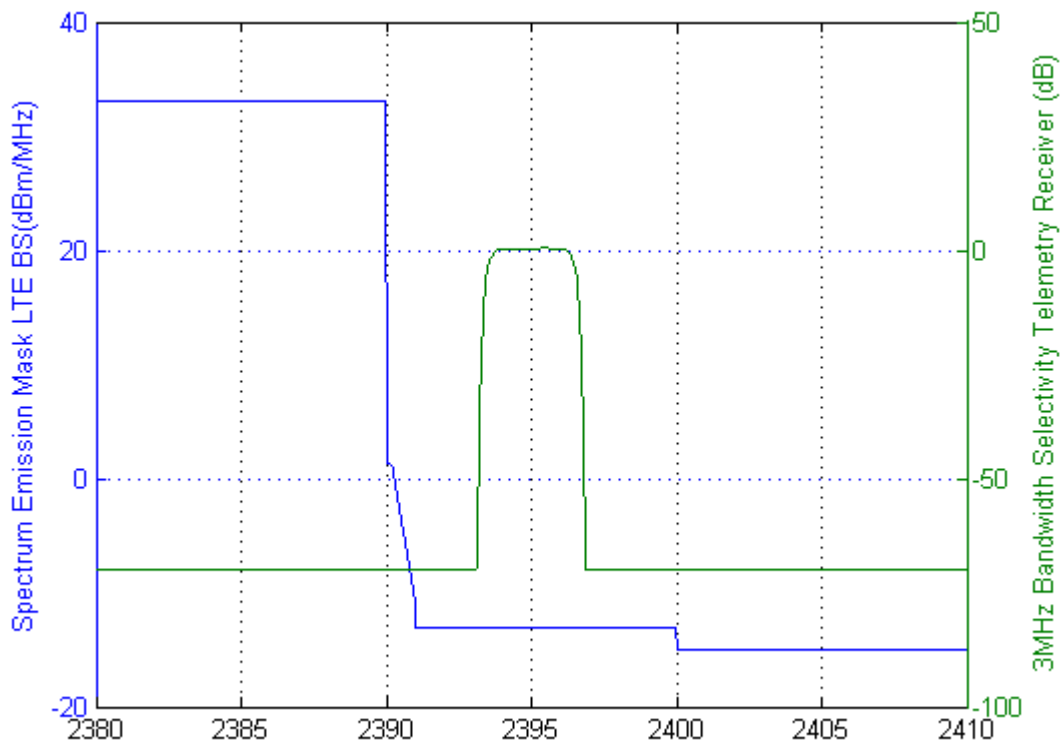


Figure 7 : Courbes d'émission d'une station de base LTE et de sélectivité du récepteur de télémètre à 3MHz

La valeur de réjection calculée pour le 1^{er} canal adjacent prenant en compte l'ACS et l'ACLR, est de -51dB.

5.1.1.2.2 Calcul de la discrimination pour un récepteur télémètre à 8MHz

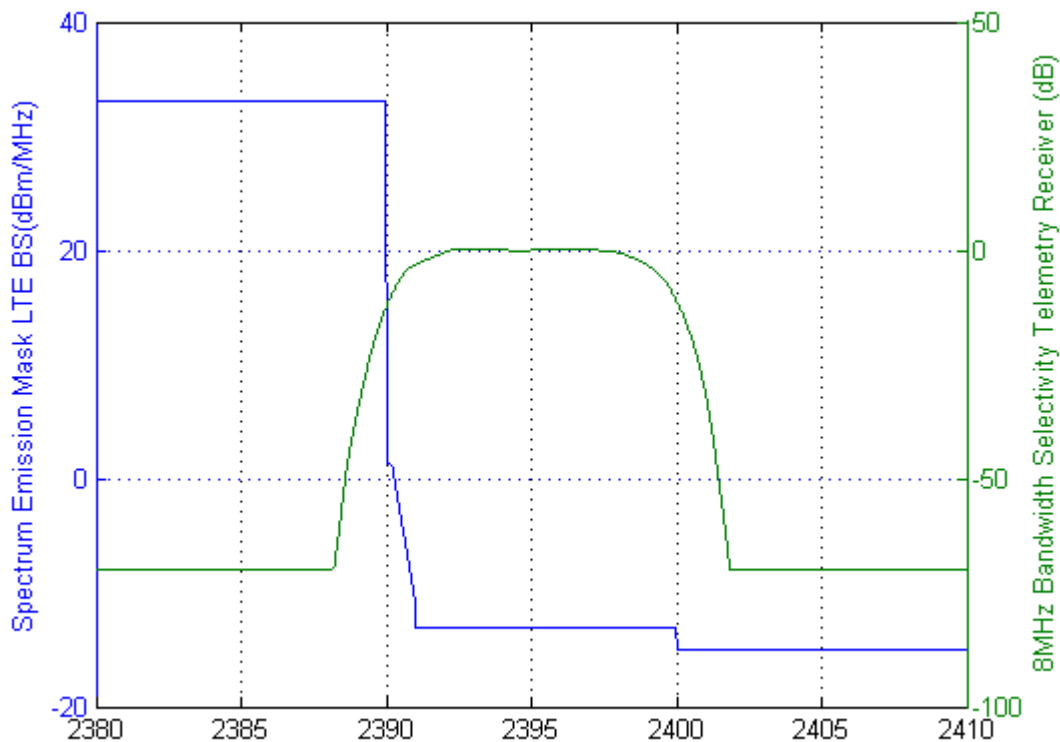


Figure 8 : Courbes d'émission d'une station de base LTE et de sélectivité du récepteur de télémètre à 8MHz

La valeur de réjection calculée pour le 1^{er} canal adjacent prenant en compte l'ACS et l'ACLR, est de -29dB.

Nota : dans le cas d'évolution de la nature de la modulation du signal en COFDM, il conviendra de s'assurer que la sélectivité des récepteurs est au moins équivalente à la sélectivité actuelle pour considérer les résultats du présent rapport comme applicables.

De même que pour le scénario co-canal, le calcul des niveaux de champs requis à respecter pour assurer la protection de la télémètre vis-à-vis du service mobile en canal adjacent a été effectué par le ministère de la Défense en collaboration avec l'ANFR.

La synthèse des niveaux de champs à respecter est fournie au paragraphe 6.1.1 du présent rapport.

5.1.2 Impact des terminaux LTE sur la télémesure

5.1.2.1 Co-canal

Le tableau ci-après fournit la distance de séparation issue du calcul du Minimum Coupling Loss.

Pe (dBm)	Ge (dB)	Body Loss (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)	
21	3	1	0	29	0	-106	158	
								828 Separation Distance (km) avec free space
								32 Separation distance (km) with rural Hata with 30m of receiver height
								11 Separation distance (km) with suburban Hata with 30m of receiver height
								4,9 Separation distance (km) with urban Hata with 30m of receiver height

Les terminaux ne doivent pas induire une dégradation significative des performances des récepteurs de télémesure. Ceci peut être atteint par exemple via l'application des zones de protection et d'exclusion adéquates applicables aux stations de base LTE.

Il est à noter que le tableau ci-dessus illustre le cas pire, il sera possible d'adapter la taille des zones de protection et d'exclusion à des cas plus réalistes.

5.1.2.2 Bande adjacente

En considérant que l'ACLR du terminal LTE (cf. Annexe F) est le phénomène dominant par rapport à l'ACS du récepteur de télémesure (voir Figure 1), la distance de séparation en bande adjacente est explicitée dans le tableau ci-après :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Body Loss (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)	
-9	3	1	0	29	0	-106	128	
								26 Separation Distance (km) avec free space
								5,8 Separation distance (km) with rural Hata with 30m of receiver height
								1,6 Separation distance (km) with suburban Hata with 30m of receiver height
								0,7 Separation distance (km) with urban Hata with 30m of receiver height

L'adoption et l'application des zones de protection et d'exclusion applicables aux stations de base LTE permettent de considérer que les terminaux LTE n'émettront pas dans la zone d'exclusion et ainsi ne conduiront pas à induire une dégradation significative des performances des récepteurs de télémesure dans la mesure où les terminaux sont configurés pour n'émettre que lorsqu'ils reçoivent un signal d'une station de base LTE.

5.1.3 Impact de la télémesure sur les stations de base LTE

5.1.3.1 Co-canal

Pour rappel, le Rapport ECC 172 donne des distances de séparation supérieures à 500 kilomètres en espace libre. Même si quelques données d'entrée entre ce rapport et les présentes études peuvent différer, la conclusion reste applicable.

Dans la présente étude, il est considéré que le modèle de propagation approprié est l'espace libre sauf pour le faisceau principal au niveau du sol.

Le diagramme d'antenne des stations de base LTE joue un rôle primordial dans le calcul de la distance de séparation et il a été décidé d'approfondir l'évaluation de son impact.

Trois configurations ont été étudiées :

- Diagramme d'antenne en élévation conformément à la Recommandation ITU-R F.1336-2 avec $k=0,7$,
- Diagramme réaliste basé sur une antenne d'un constructeur
- Diagramme optimisé à -30dB pour les lobes secondaires

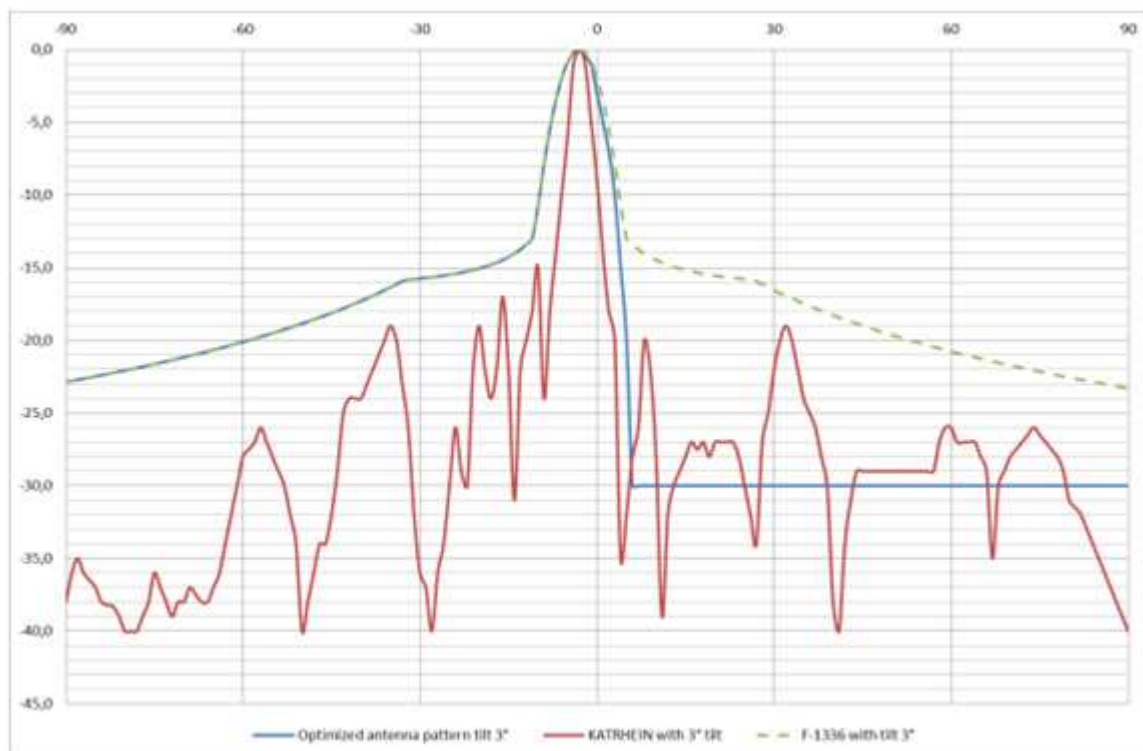


Figure 9 : Diagrammes d'antennes de station de base LTE

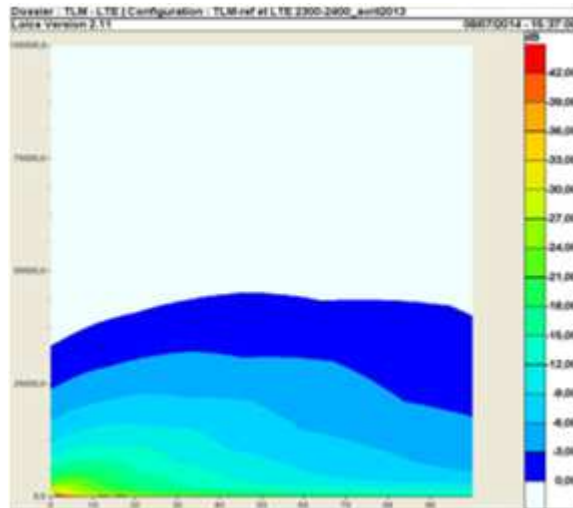


Figure 10 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne respectant le gabarit de la Recommandation ITU-R F.1336

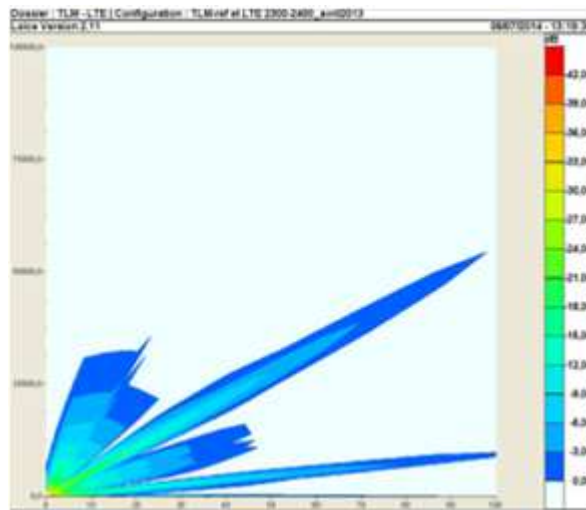


Figure 11 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne réaliste

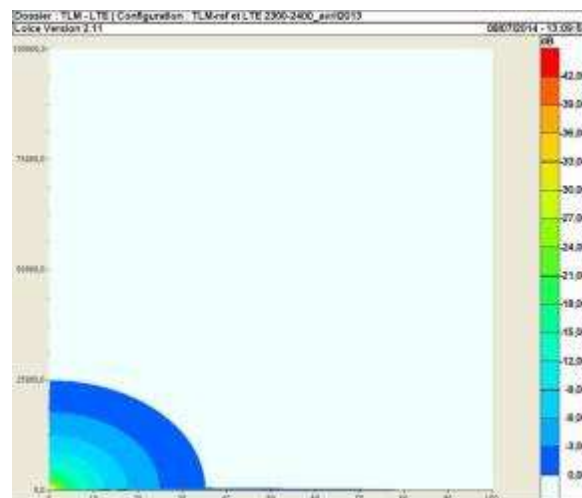


Figure 12 : Niveau de perturbation (au-delà du critère de protection I/N de -6dB) d'une station de base avec un diagramme d'antenne optimisé

En tenant compte du diagramme d'antenne optimisé (cf. 5.1.3.1) de la station de base Macro et que l'émetteur ne se trouve pas dans le lobe principal, alors la distance de séparation est fournie ci-après :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de couplage (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)
40	0	1,5	1	-12	2	-107,4	130,9
							37 Separation Distance (km) avec free space

En règle général, un tilt de 6° permet de se prémunir que l'aéronef se trouve dans le lobe principal. Toutefois, pour les rares cas où l'aéronef émettant un signal de télémessure se trouverait dans le lobe principal sans pour autant dans l'axe correspondant au gain maximum, la distance de séparation calculée en espace libre sera supérieure à celle mentionnée dans le tableau ci-dessus. Toutefois si ces configurations devaient être prises en compte par les opérateurs sur service mobile, il sera nécessaire de prendre en compte un modèle de propagation intégrant le modèle de terrain et/ou les obstacles et il est possible d'augmenter le tilt notamment en environnement urbain. En effet, le rapport UIT-R M.2292 indique qu'en environnement urbain, le tilt peut atteindre 10°.

Ainsi en considérant un déploiement national avec des antennes optimisées, la figure suivante présente les zones où les essais de télémessure peuvent provoquer des perturbations sur les stations de base dues aux applications régulières de télémessure aéronautique et non aéronautique (pour cette dernière application seule la zone de Bourges est concernée).



Figure 13 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison des utilisations régulières de télémessure aéronautique et non aéronautique

DIFFUSION PUBLIQUE

Il est à noter que les potentielles perturbations dans les zones concernées n'impactent les stations de base :

- que lorsqu'un aéronef émettant dans la bande de réception se trouve en deçà d'une certaine distance des stations considérées, un accroissement de l'altitude de l'aéronef ayant pour impact de minimiser la distance de séparation horizontale,
- que pendant une durée limitée en raison du déplacement de l'aéronef et des occurrences et durées des opérations de télémesure.

Nota :

Pour information, le calcul de la distance de séparation est fourni ci-après pour une station de base microcell.

Pe (dBm)	Ge(dB)	Polarization de couplage (dB)	Pfe(dB)	Gr(dB)	Pfr(dB)	IC(dBm)	MCL (dB)
40	0	1,5	1	2	0	-104,4	143,9
							163
Separation Distance (km) avec free space							

Il est à noter qu'une telle station de base ne bénéficie pas d'une antenne optimisée et que le modèle de propagation en espace libre conduit à des résultats très pessimistes. Il est à noter que ce type d'antenne (omnidirectionnelle) est destiné à être utilisé dans les agglomérations en complément de la couverture offerte par les stations de base macro et ainsi sont installées à des hauteurs limitées (6 m cf. Annexe F). Pour ce type de déploiement, il conviendra d'utiliser un autre modèle de propagation que l'espace libre tenant compte de la diffraction liée aux obstacles (clutter urbain) et le cas échéant, il pourra être nécessaire de réaliser un effort sur le diagramme d'antenne limitant le rayonnement au-dessus de l'horizon comme cela a été identifié pour les stations de base macro.

5.1.3.2 Bande adjacente

Dans le 1^{er} canal adjacent, la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et une station de base LTE est fournie dans le tableau ci-après:

Scenário 1: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2310-2320 MHz		
	Victime	LTE BS
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	116,5
	Interference due au	OOBE
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	6935,5

En considérant le diagramme d'antenne optimisé hors lobe principal, la distance de séparation en espace libre passe à 123m.

Dans le 1er canal adjacent avec une bande de garde de 5MHz, la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et une station de base LTE est fournie dans le tableau ci-après:

Scenário 2: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2315-2325 MHz		
	Victime	LTE BS
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	103,7
	Interference due au	Blocking
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	1588,4

En considérant le diagramme d'antenne optimisé hors lobe principal, il n'est pas attendu de perturbation sur la station de base LTE.

Dans le 2ème canal adjacent, la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et une station de base LTE est fournie dans le tableau ci-après:

Scenário 3: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2320-2330 MHz		
	Victime	LTE BS
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	103,7
	Interference due au	Blocking
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	1588,4

En considérant le diagramme d'antenne optimisé hors lobe principal, il n'est pas attendu de perturbation sur la station de base LTE par les émetteurs de télémesure.

Comme pour le cas co-canal, en règle générale, un tilt de 6° permet de se prémunir que l'aéronef se trouve dans le lobe principal. Toutefois, pour les rares cas où l'aéronef émettant un signal de télémesure se trouverait dans le lobe principal sans pour autant être dans l'axe correspondant au gain maximum, la distance de séparation calculée en espace libre sera supérieure. Toutefois si ces configurations devaient être prises en compte par les opérateurs sur service mobile, il sera nécessaire de prendre en compte un modèle de propagation intégrant le modèle de terrain et/ou les obstacles et il est possible d'augmenter le tilt notamment en environnement urbain. En effet, le rapport UIT-R M.2292 indique qu'en environnement urbain, le tilt peut atteindre 10°.

5.1.4 Impact de la télémesure sur les terminaux LTE

5.1.4.1 Co-canal

En tenant compte des caractéristiques des terminaux LTE, alors la distance de séparation est fournie ci-après :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de couplage (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)
40	0	1,5	1	-3	1	-96,4	129,9
							33 Séparation Distance (km) avec free space

La distance de séparation obtenue ci-dessus est comparable à la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et une station de base LTE. Ainsi, les zones de non perturbation du service mobile définies à la Figure 13 s'appliquent également pour les terminaux LTE. Il est à noter que les potentielles perturbations dans les zones concernées n'impactent les terminaux LTE :

- que lorsqu'un aéronef émettant dans la bande de réception se trouve en deçà d'une certaine distance des stations considérées,
- que pendant une durée limitée en raison du déplacement de l'aéronef et des occurrences et durées des opérations de télémesure.

5.1.4.2 Bande adjacente

Dans le 1^{er} canal adjacent, la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et un terminal LTE est fournie dans le tableau ci-après :

Scenario 1: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2310-2320 MHz		
	Victime	LTE UE
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	97,4
	Interference due au	Blocking
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	763,5

Dans le 1er canal adjacent avec une bande de garde de 5MHz, la distance de séparation entre un émetteur de télémesure et un terminal LTE est fournie dans le tableau ci-après :

Scenario 2: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2315-2325 MHz		
	Victime	LTE UE
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	94,4
	Interference due au	Blocking
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	536,0

Dans le 2ème canal adjacent, la distance de séparation entre un émetteur de télémessure et un terminal LTE est fournie dans le tableau ci-après:

Scenario 3: Telemesure opere dans 2300-2310 MHz - LTE opere dans 2320-2330 MHz		
	Victime	LTE UE
Interfereur		
Telemesure 7MHz	Perte Canal Minimum (dB)	82,7
	Interference due au	Blocking
	Distance de Separation Minimum (lobe principal, free-space) in m	101,9

Les distances de séparation calculées montrent qu'il n'est pas attendu de perturbation significative des terminaux LTE par les émetteurs de télémessure.

5.2 Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio

Les calculs ont été déterminés avec la puissance nominale d'émission de la station principale de la BLR. Un mode réduit permet de passer de 36 à 30dBm et pourra être évalué pour le déploiement si besoin.

Nota : les calculs entre terminaux LTE et station client de la BLR ne peuvent pas être calculés avec le modèle de propagation Hata en raison de leur hauteur prise en compte. Toutefois, la perte de propagation requise est moins importante que pour les configurations entre une station de base LTE et un terminal BLR et c'est donc bien ce scénario qui est dimensionnant.

5.2.1 Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en co-canal

Le tableau ci-après fournit les résultats sur la base des caractéristiques des différents systèmes fournis en Annexe C et Annexe F:

- La perte liée aux atténuations de propagation, requise pour assurer le partage,
- La distance de séparation pour le modèle de propagation Hata Rural et Urbain.

Co-channel					
Interfered		BLR SP	BLR SC	LTE BS	LTE UE
Interferer					
BLR SP	Pathloss (dB)			174,9	144,9
	Distance Hata - Rural/Urban (km)			91 / 36	N/A
BLR SC	Pathloss (dB)			149,9	119,9
	Distance Hata - Rural/Urban (km)			14.9/1.8	N/A
LTE BS	Pathloss (dB)	177,5	168,5		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	96/39	29/4.1		
LTE UE	Pathloss (dB)	141,5	132,5		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	N/A	N/A		

Tableau 6 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en co-canal

Quel que soit le scénario considéré, la distance de séparation obtenue en co-canal, conduit à envisager des interférences réciproques impactant des zones étendues à forte densité de population pour les sites d'utilisation de la BLR à Versailles et à Cesson-Sévigné.

5.2.2 Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en 1^{er} canal adjacent

Le tableau ci-après fournit les mêmes éléments que les résultats du paragraphe 5.2.1 pour le 1^{er} canal adjacent.

1st Adj channel		LTE	2330-2340		
		BLR	2340-2345		
Interfered		BLR SP	BLR SC	LTE BS	LTE UE
Interferer					
BLR SP	Pathloss (dB)			141,2	111,9
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)			35/5.5	N/A
	Required additional filtering for 3km			31,9	0
BLR SC	Pathloss (dB)			132,2	102,2
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)			4.8/0.6	N/A
	Required filtering for 3km			7,2	0
LTE BS	Pathloss (dB)	135,8	126,8		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	27.8/3.9	3.4/0.5		
	Required filtering for 3km	26,5	1,8		
LTE UE	Pathloss (dB)	111,5	102,5		
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)	N/A	N/A		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	0	0		

Tableau 7 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en 1er canal adjacent

Nota : Dans les cas où la valeur de perte de propagation requise est inférieure à la perte en Hata, une ligne « indication de perte en Hata rural pour des hauteurs de 30m et 1,5m » est ajoutée.

Pour certains scénarios considérés, la distance de séparation obtenue en 1^{er} canal adjacent conduit à envisager des interférences réciproques impactant des zones non négligeables à forte densité de population pour les sites d'utilisation de la BLR à Versailles et à Cesson-Sévigné.

5.2.3 Impact entre service mobile et Boucle Locale Radio en 2^{ème} canal adjacent

Le tableau ci-après fournit les mêmes éléments que les résultats du paragraphe 5.2.1 pour le 2^{ème} canal adjacent.

2nd Adj channel		LTE	2325-2335		
		BLR	2340-2345		
	Interfered	BLR SP	BLR SC	LTE BS	LTE UE
Interferer					
BLR SP	Path loss (dB)			135,9	111,9
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)			28/3.9	N/A
	Distance Hata - Rural/Urban (km)			26,6	0
BLR	Path loss (dB)			126,9	89,9
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)			3.4/0.5	N/A
	Distance Hata - Rural/Urban (km)			1,9	0
LTE BS	Path loss (dB)	130,5	121,5		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	21.9/2.8	N/A		
	Required filtering for 3km	26,6	0,0		
LTE UE	Path loss (dB)	111,5	102,5		
	Distance Hata - Rural/Urban (km) (125dB: indicative pathloss for Hata rural (30m, 1.5m) 3000m)	N/A	N/A		
	Distance Hata - Rural/Urban (km)	0	0		

Tableau 8 : Calcul pour LTE vs BLR des pertes de propagation requises et des distances de séparation pour modèle Hata en 2^{ème} canal adjacent

Nota : Dans les cas où la valeur de perte de propagation requise est inférieure à la perte en Hata, il est donné pour « indication de perte en Hata rural pour des hauteurs de 30m et 1,5m ».

Pour certains scénarios considérés, la distance de séparation obtenue en 2^{ème} canal adjacent, conduit à envisager des interférences réciproques impactant des zones non négligeables à forte densité de population pour les sites d'utilisation de la BLR à Versailles et à Cesson-Sévigné.

5.3 Impact entre service mobile et liaison aéronautique embarquée

5.3.1 Impact du service mobile sur le récepteur sol de la liaison aéronautique embarquée

5.3.1.1 Co-canal

La détermination des conditions de coexistence entre le service mobile et liaison aéronautique utilise la même méthodologie que celle retenue pour la télémesure et est explicitée au paragraphe 5.1.1.1.

La valeur de champs électrique pour assurer la protection du récepteur de liaison vidéo aéronautique sera identique à celle appliquée pour le récepteur de télémesure identifié V1 dans le Tableau des conditions de protection des sites de protection non diffusable

Tableau 9 (paragraphe 6.1.16.1.1).

5.3.1.2 Bande adjacente

Dans le cas d'une bande passante de 10MHz pour les canaux LTE, 2 canaux sont considérés comme en co-canal avec la liaison aéronautique embarquée.

La valeur limite de champs électrique peut être augmentée par rapport à la valeur définie en co-canal sur la base des données du constructeur fournies en Annexe E:

- de 10 dB dans les 1^{ers} canaux adjacents,
- de 30 dB dans les 2^{èmes} canaux adjacents,
- de 40 dB au-delà.

5.3.2 Impact de la liaison aéronautique embarquée sur le service mobile

5.3.2.1 Co-canal

Sur la base des calculs effectués pour la télémesure et en tenant compte des mêmes hypothèses, alors la distance de séparation est fournie ci-après :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization decoupling (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)
41	0	1,5	1	-12	2	-107,4	131,9
							41 Separation Distance (km) avec free space

5.3.2.2 Bande adjacente

Comme pour la réception, considérant une bande passante de 10MHz pour les canaux LTE, 2 canaux sont considérés comme en co-canal avec la liaison aéronautique embarquée.

En prenant une atténuation de 30dBc pour le 1^{er} canal adjacent, la distance de séparation est de :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de coupling (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)
11	0	1,5	1	-12	2	-107,4	101,9
							1 Separation Distance (km) avec free space

En prenant une atténuation de 40dBc pour le 2^{ème} canal adjacent, la distance de séparation est de :

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de couplage (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)
1	0	1,5	1	-12	2	-107,4	91,9
							0,4 Separation Distance (km) avec free space

5.4 Impact entre service mobile et les PMSE

5.4.1 Impact du service mobile sur les PMSE

5.4.1.1 Co-canal

Différents rapports ECC de la CEPT (notamment les Rapports ECC 172, 220 et 221) montrent que la coexistence des PMSE et des services mobiles en co-canal est difficile.

Toutefois pour proposer une piste et sur la base des travaux menés au sein de la CEPT, la protection des PMSE pourrait être assurée par la détermination d'un niveau de champs à ne pas dépasser sur le principe décrit au paragraphe 5.1.1.1 sur la télémessure. Sur la base de l'équation formulée en (1), on obtient :

Cordless camera	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	E (dBuV/m)
	-106	3	0	2300	35,4
Portable Video link	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	E (dBuV/m)
	-106	17	0	2300	21,4
Mobile Video link Downlink	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	E (dBuV/m)
	-106	17	0	2300	21,4

5.4.1.2 Bande adjacente

Pour information, les distances de séparation extraites du Rapport ECC 172, sont données, pour les pires cas, dans l'Annexe L.

Dans le cas où il serait recherché de meilleures conditions de coexistence entre les PMSE et le service mobile, en bande adjacente, alors un examen approfondi sera nécessaire sur la mise en œuvre opérationnelle et la faisabilité du partage dynamique des fréquences entre les utilisations PMSE et le déploiement des réseaux mobiles.

En tenant compte d'un ACIR de 27dB (l'ACLR et l'ACS sont tous deux égaux à 30dB selon les données fournies dans l'Annexe E et de l'Annexe F) et sur principe explicité au paragraphe précédent, les valeurs de niveaux de champs à respecter deviennent :

Cordless camera	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	ACIR (dB)	E (dBuV/m)
	-106	3	0	2300	27	62,4
Portable Video link	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	ACIR (dB)	E (dBuV/m)
	-106	17	0	2300	27	48,4
Mobile Video link Downlink	Ic (dBm)	Gr (dB)	Pfr (dB)	Fréquence (MHz)	ACIR (dB)	E (dBuV/m)
	-106	17	0	2300	27	48,4

5.4.2 Impact des PMSE sur le service mobile

5.4.2.1 Co-canal

Au regard des études dans les rapports ECC cité au paragraphe 5.4.1.1, les PMSE utilisant une bande passante de 5, 10 ou 20MHz sont susceptibles de provoquer des brouillages au service LTE pour des canalisations de 5, 10 ou 20MHz lorsqu'utilisés dans la même bande de fréquence.

La coexistence entre les PMSE et le service mobile en co-canal, nécessitera un examen approfondi sur la mise en œuvre opérationnelle et la faisabilité du partage dynamique des fréquences entre les utilisations PMSE et le déploiement des réseaux mobiles.

5.4.2.2 Bande adjacente

Le tableau ci-après fournit les résultats dans le pire cas (y compris pour les caractéristiques des PMSE selon l'Annexe E) en MCL pour une canalisation de 10MHz et un exemple de distance de séparation dans le premier canal adjacent:

<i>Brouilleur</i>		<i>Victime</i>	
		LTE BS	LTE UE
Camera Sans Fil	MCL(dB)	110,4	83,4
	Distance de séparation en km (Hata urbain)	0,22	N/A
Liaisons Video Portable	MCL(dB)	134,4	107,4
	Distance de séparation en km (Hata urbain)	1,04	N/A
Liaisons vidéo mobiles au sol	MCL(dB)	123,4	96,4
	Distance de séparation en km (Hata urbain)	0,5	N/A
Liaisons vidéo mobiles embarquées	MCL(dB)	132,4	105,4
	Distance de séparation en km (espace libre)	44	2

Dans le cas où il serait recherché de meilleures conditions de coexistence entre les PMSE et le service mobile, en bande adjacente, alors un examen approfondi sera nécessaire sur la mise en œuvre opérationnelle et la faisabilité du partage dynamique des fréquences entre les utilisations PMSE et le déploiement des réseaux mobiles.

5.6 Impact entre télémesure et les PMSE

La situation en bande adjacente étant déjà existante, seule la configuration en co-canal est prise en compte dans le présent paragraphe. Elle couvrirait, par exemple, le cas où, comme présenté dans la figure 6, un partage entre télémesure (industrielle ou de Défense terrestre) et PMSE dans tout ou partie de la bande 2295-2310 MHz.

5.6.1 Impact des PMSE sur la télémesure

Les distances de séparation calculées pour protéger la réception de télémesure vis-à-vis d'une caméra sans fil sont de:

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)	
20	3	0	0	29	0	-106	158	
								828 Separation Distance (km) avec free space
								32 Separation distance (km) with rural Hata with 30m of receiver height
								11 Separation distance (km) with suburban Hata with 30m of receiver height
								4,9 Separation distance (km) with urban Hata with 30m of receiver height

Les distances de séparation calculées pour protéger la réception de télémesure vis-à-vis d'une liaison vidéo portable sont de:

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL (dB)	
33	6	0	0	29	0	-106	174	
								5227 Separation Distance (km) avec free space
								55 Separation distance (km) with rural Hata with 30m of receiver height
								27 Separation distance (km) with suburban Hata with 30m of receiver height
								14 Separation distance (km) with urban Hata with 30m of receiver height

Les distances de séparation calculées pour protéger la réception de télémesure vis-à-vis d'une liaison vidéo mobile depuis le sol jusqu'à l'aéronef sont de:

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL	
30	3	0	0	29	0	-106	168	
								2620 Separation Distance (km) avec free space
								46 Separation distance (km) with rural Hata with 30m of receiver height
								21 Separation distance (km) with suburban Hata with 30m of receiver height
								10 Separation distance (km) with urban Hata with 30m of receiver height

La distance de séparation calculée pour protéger la réception de télémesure vis-à-vis d'une liaison vidéo mobile depuis l'aéronef jusqu'au sol est de:

Pe (dBm)	Ge (dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe (dB)	Gr (dB)	Pfr (dB)	IC (dBm)	MCL	
36	3	0	0	29	0	-106	174	
								5227 Separation Distance (km) avec free space

La localisation des récepteurs de télémesure étant connue, il est possible de déterminer une distance de coordination au cas par cas pour les liaisons de vidéo reportage depuis le sol en fonction de l'environnement rural, suburbain ou urbain. Par contre, la distance de séparation pour la liaison vidéo mobile depuis un aéronef jusqu'au sol est supérieure aux dimensions du territoire national en métropole.

5.6.2 Impact de la télémesure sur les PMSE

La distance de séparation calculée pour protéger la réception d'une caméra sans fil vis-à-vis de la télémesure aéronautique est de:

Pe (dBm)	Ge(dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe(dB)	Gr(dB)	Pfr(dB)	IC(dBm)	MCL (dB)	
40	0	1,5	1	3	0	-106	146,5	
							220	Separation Distance (km) avec free space

La distance de séparation calculée pour protéger la réception d'une liaison vidéo portable vis-à-vis de la télémesure aéronautique est de:

Pe (dBm)	Ge(dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe(dB)	Gr(dB)	Pfr(dB)	IC(dBm)	MCL (dB)	
40	0	1,5	1	17	0	-106	160,5	
							1105	Separation Distance (km) avec free space

La distance de séparation calculée pour protéger la réception air d'une liaison vidéo mobile depuis le sol jusqu'à l'aéronef vis-à-vis de la télémesure aéronautique est de:

Pe (dBm)	Ge(dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe(dB)	Gr(dB)	Pfr(dB)	IC(dBm)	MCL (dB)	
40	0	1,5	1	3	0	-106	146,5	
							220	Separation Distance (km) avec free space

La distance de séparation calculée pour protéger la réception sol d'une liaison vidéo mobile depuis l'aéronef jusqu'au sol vis-à-vis de la télémesure aéronautique est de:

Pe (dBm)	Ge(dB)	Polarization de coupl ing (dB)	Pfe(dB)	Gr(dB)	Pfr(dB)	IC(dBm)	MCL (dB)	
40	0	1,5	1	17	0	-106	160,5	
							1105	Separation Distance (km) avec free space

Quel que soit le système de vidéo reportage, la distance de séparation est supérieure à 200km. Dans un environnement urbain où la présence d'obstacles induira nécessairement une atténuation liée à la diffraction, cette distance de séparation sera sensiblement diminuée. Sur la base de la carte fournie en Figure 13, il est possible d'évaluer les zones qui n'affecteront pas l'utilisation des caméras sans fil en agrandissant les zones de perturbations liées à la télémesure aéronautique.

5.7 Impact de la télémesure aéronautique sur la recherche spatiale

Ce chapitre est lié à l'impact indirect de l'introduction du LTE dans le cas d'une utilisation de la télémesure des sites industriels dans la bande 2300-2310MHz alors qu'actuellement elle utilise des fréquences au-delà de 2310MHz.

Ainsi dans un tel cas où la planification de fréquence conduirait à proposer une utilisation de la télémesure pour les sites industriels dans le canal 2300-2310MHz, alors il convient de vérifier que cette utilisation ne viendra pas perturber la recherche spatiale localisée aux environs de Madrid, opérant sous 2300 MHz, même si l'aéronef ne survole que le territoire national Français en métropole.

La Recommandation ITU-R SA.609-2, indique que le critère de protection pour les stations terriennes du service de la recherche spatiale est de -216 dB(W/Hz) dans la bande de fréquence de 1 à 20 GHz, avec des probabilités de dépassement lié aux conditions atmosphériques respectivement de 0,001% pour les missions habitées et de 0,1% pour les missions inhabitées.

Les pertes en espace libre à la fréquence de 2290MHz sont d'au moins 150 dB à une distance de 350km correspondant approximativement à la distance de la station terrienne de recherche spatiale de Madrid avec la frontière Française.

Par conséquent, le niveau d'émission maximal est de -66 dBW/Hz correspondant à -6 dBW/MHz soit 24dBm/MHz.

Sur la base des caractéristiques fournies en Annexe B, cette valeur est systématiquement respectée en bande adjacente par la télémétrie industrielle.

Par contre, si l'extension de l'utilisation de la télémétrie à une bande en deçà de 2300MHz, c'est-à-dire dans le canal 2290-2300MHz, est envisagée, il existe un risque de perturbation de la station de recherche spatiale. Une telle utilisation pourrait être envisagée avec des limitations de puissance et/ou sur des périodes de temps compatibles de la Recommandation ITU-R SA.609-2.

5.8 Impact de la liaison vidéo aéronautique sur la recherche spatiale

Considérant :

- la distance de séparation (supérieure à 900km)
- une altitude limitée lors de l'emploi de la liaison vidéo embarquée
- moins de 50% de la puissance totale émise dans le canal de réception de la recherche spatiale
- le relief (Pyrénées) séparant les sites utilisant la liaison vidéo aéronautique du site de recherche spatiale à proximité de Madrid (cf Figure 5),

L'émetteur se trouvera sous l'horizon radio et de ce fait l'atténuation liée à la diffraction ainsi que la puissance à intégrer permettent de considérer que la liaison aéronautique embarquée ne causera pas de perturbation à la recherche spatiale.

6 Conclusions relatives aux conditions de coexistence

6.1 Service mobile et Télémésure

Les études présentées dans ce rapport ont été menées avec une modulation du signal de télémésure de type PCM. Les conclusions seront applicables à un autre type de modulation (par exemple COFDM, qui est l'évolution de modulation envisagée notamment par Airbus Helicopters), dans la mesure où :

- les émissions hors bande et non essentielles seront comparables à celles issues de l'Annexe B et utilisées dans les études,
- qu'il en sera de même pour les sélectivités du récepteur de télémésure.

Par ailleurs, la vérification par des mesures in situ des résultats obtenus par simulation pour définir la coexistence entre la télémésure et le service mobile prenant en compte les conditions de partage proposées par le présent rapport est recommandée.

6.1.1 Protection de la télémésure vis-à-vis du service mobile

Le principe de la protection des systèmes de télémésures se base sur deux conditions à respecter :

- Une zone d'exclusion dans laquelle aucune station de base LTE ne peut être installée³ ;
- Une zone de protection autour des systèmes de télémésures dans laquelle le champ électromagnétique produit par les stations de bases LTE (y compris les rayonnements non essentiels⁴), où qu'elles soient implantées, doit rester inférieur à une valeur définie.

Les zones d'exclusions permettent de garantir que le champ mesuré au niveau de la zone de protection comprend l'agrégation des stations de base c'est-à-dire que le niveau de champ est calculé à partir de la somme des champs de chacun des différentes stations de base vis-à-vis de l'ouverture des antennes de réception de télémésure. .

La proposition ci-après récapitule la liste des sites [« point + rayon » ou zones (auxquelles peuvent être associées des points)] nécessitant une protection.

³ Dans le cas de sites de télémésure utilisés de manière temporaire, aucune station de base LTE ne doit émettre dans la zone d'exclusion pendant l'utilisation des moyens de télémésure.

⁴ Le niveau de RNE des équipements LTE de la catégorie B de la spécification 3GPP ([36104_c50](#), §6.6.4 p53, issue de la Rec. UIT-R SM329) ne garantit pas la protection de tous les récepteurs de télémésures. Le détail de l'impact des rayonnements non essentiels du LTE sur les récepteurs de télémésure est décrit dans l'Annexe G

Ci-après, les sites et périmètres concernés sont présentés pour information sur fond cartographique.



Figure 14 : Localisation des sites de réception de télémesure aéronautique et non aéronautique

Les conditions techniques et opérationnelles définies par canal de bande passante de 10MHz permettant l'utilisation de la bande 2300-2400MHz par les mobiles larges bandes assurant la protection des sites de télémesures de la Défense et industriels sont donc les suivantes :

- Le champ défini par la somme des niveaux de champs dus aux émissions de chacune des stations de base d'un réseau mobile autorisé dans la bande 2300-2400MHz ne doit pas dépasser un niveau maximal, à la limite de la zone de protection, par canal de bande passante de 10MHz. Pour certains sites, les périodes de temps pendant lequel le critère de protection sera à respecter, sont définies. Le niveau de champ dépend des sites considérés.
- Aucune station de base du service mobile ne doit être installée à l'intérieur des zones d'exclusion définies ci-dessus (cf. note de pied de page³).

DIFFUSION PUBLIQUE

- Le contrôle du niveau de champ électromagnétique pourra être réalisé sur un (ou plusieurs) point(s) de la circonférence (ou du périmètre) et/ou à l'intérieur du cercle établie autour du site concerné, en définissant les hauteurs de mesure au cas par cas en tenant compte de la topographie du terrain et de la hauteur du récepteur fournie dans le tableau ci-dessous pour chaque récepteur.
- Le critère est à respecter quelle que soit l'élévation ou l'azimuth vis-à-vis du récepteur de télémesure.
- Les terminaux ne doivent pas émettre dans la zone d'exclusion définies pour protéger les récepteurs de télémesure et à l'extérieur de cette zone doivent respecter le niveau de champ défini pour les stations de base,

Pour les besoins de planification avant le déploiement, le modèle de propagation à utiliser est la P.452 avec un pourcentage de temps de dépassement de la valeur d'atténuation de 10%.

Les scénarii considérés dans la présente étude, et en particulier le partage des fréquences indiqué section 4, n'ont pas conduit à identifier un risque lié à l'intermodulation.

Tableau des conditions de protection des sites de protection non diffusable

Tableau 9 : Conditions de protection des sites de réceptions de télémétrie terrestre et aéronautique

Nota :

- Pour la protection de récepteurs de télémétrie localisés en un point, la zone d'exclusion est un disque de rayon 6km centré en chacun des sites de la liste sauf pour ceux dont l'opération de télémétrie se fait en bande adjacente au LTE. Dans ce dernier cas, la zone d'exclusion sera équivalente à la zone de protection.
- Pour la protection de récepteurs de télémétrie localisés en un point, la zone de protection est un disque de rayon 2km centré en chacun des sites de la liste.
- Pour les sites correspondant à des périmètres, les zones d'exclusion et de protection sont définies sur les plans en Annexe A et sont confondues.

6.1.2 Protection du service mobile vis-à-vis de la télémesure

Les distances de séparation définies dans la présente étude sur la base d'un tilt de -6° et d'un diagramme de gain d'antenne optimisé (cf. 5.1.3.1) pour les stations de base LTE et les zones d'évolution des aéronefs transportant les émetteurs, permettent de déterminer l'espace géographique du territoire national où le service mobile ne subira pas de perturbation due à la télémesure. En dehors de cet espace, les réseaux mobiles sont susceptibles de subir des interférences dues aux utilisations de télémesure dans la bande 2300-2400MHz. Il convient de noter que ces interférences ne sont ni systématiques (elles dépendent de la distance entre les stations de base et les aéronefs, donc notamment de l'altitude de ceux-ci), ni permanente comme présenté dans l'Annexe H, l'Annexe I et l'Annexe J où les impacts des opérations de télémesures effectuées sur une année pour différents sites d'implantation d'une station de base sont évalués. Le niveau des interférences est également fortement dépendant du diagramme de rayonnement des antennes des stations de base et plus précisément de la partie au-dessus de l'horizon.



Figure 15 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison des utilisations régulières de télémesure aérienne et non aérienne

En règle général, un tilt de 6° permet de se prémunir l'aéronef se trouve dans le lobe principal. Toutefois, pour les rares cas où l'aéronef émettant un signal de télémesure se trouverait dans le lobe principal sans pour autant être dans l'axe correspondant au gain maximum, la distance de séparation calculée en espace libre sera supérieure. Toutefois si ces configurations devaient être prises en compte par les opérateurs sur service mobile, il sera nécessaire de prendre en compte un modèle de propagation intégrant le modèle de terrain et/ou les obstacles et il est également possible d'augmenter le tilt notamment en environnement urbain. En effet, le rapport UIT-R M.2292 indique qu'en environnement urbain, le tilt peut atteindre 10° .

La zone où la télémesure pourrait induire des interférences sur les terminaux LTE est comparable à celle affectant les stations de base Macro LTE. La Figure 15 s'applique également pour les terminaux.

Il n'est pas attendu de perturbation significative en bande adjacente.

6.2 Service mobile et Boucle Locale Radio

Les distances de séparation issues des études préliminaires entre station de base LTE et station de la Boucle Locale Radio à respecter pour assurer la coexistence sont :

- En co-canal
 - o 36 km en milieu urbain
 - o 91 km en milieu rural
- Pour le 1er canal adjacent
 - o 5,5 km en milieu urbain
 - o 35 km en milieu rural
- Pour le 2ème canal adjacent
 - o 3.9 km en milieu urbain
 - o 28 km en milieu rural

Quel que soit le scénario considéré, la distance de séparation obtenue aussi bien en co-canal que dans les deux premiers canaux adjacents, conduit à envisager des interférences réciproques impactant des zones étendues à forte densité de population pour les sites d'utilisation de la BLR à Versailles et à Cesson-Sévigné.

Toutefois, les créneaux horaires d'utilisation des BLR permettent d'envisager une coexistence entre BLR et LTE avec un partage temporel.

Il convient de noter que, dans l'hypothèse de l'introduction de la téléphonie dans la bande 2300-2400MHz, une extinction progressive de la BLR serait programmée pour 2017 et le moyen de communication de remplacement ne serait pas dans cette bande.

6.3 Service mobile et Liaison vidéo aéronautique

6.3.1 Protection du récepteur sol de la liaison vidéo aéronautique vis-à-vis du service mobile

La protection de liaison aéronautique embarquée est assurée selon le même principe que les récepteurs de télémesure. Ainsi, la valeur de champs électrique pour assurer la protection du récepteur de liaison vidéo aéronautique est de $40\text{dB}\mu\text{V/m}$ pour une hauteur d'antenne de 9m.

La valeur limite de champs électrique peut être augmentée par rapport à la valeur définie en co-canal :

- de 10 dB dans les 1^{er} canaux adjacents ayant une bande de garde 10MHz par rapport à la fréquence centrale de la liaison vidéo aéronautique,
- de 30dB dans les 2^{èmes} canaux adjacents ayant une bande de garde 20MHz par rapport à la fréquence centrale de la liaison vidéo aéronautique,
- de 40dB au-delà.

6.3.2 Protection du service mobile vis-à-vis de la liaison vidéo aéronautique

Les distances de séparation définies dans la présente étude sur la base d'un tilt approprié et d'un diagramme de gain d'antenne optimisé pour les stations de base LTE et les zones d'évolution des aéronefs transportant les liaisons vidéo aéronautiques, permettent de déterminer les lieux où le service mobile ne subira pas de perturbation due à la liaison vidéo aéronautique. Elles sont comparables à celles de la télémesure aussi bien en co-canal qu'en bande adjacente. La distance de séparation est de 41km en co-canal et donne des zones potentielles de perturbation grisées sur la figure suivante.



Figure 16 : Zone de potentielles perturbations subies par les stations de base en raison de la liaison aéronautique embarquée

6.4 Service mobile et PMSE

La coexistence entre service mobile et PMSE en co-canal est difficile à assurer en raison de grandes distances de séparation. Toutefois, il peut être envisagé d'assurer la coexistence entre les PMSE et le service mobile par un niveau de champ radioélectrique à respecter à l'entrée du récepteur de la liaison de vidéo-reportage et dont les valeurs sont les suivantes. Elles ont été calculées sur la base de valeurs typiques pour les équipements PMSE.

	Co-channel	Adjacent channel
Cordless camera	E (dBuV/m)	E (dBuV/m)
	36	63
Portable Video link	E (dBuV/m)	E (dBuV/m)
	22	49
Mobile Video link	E (dBuV/m)	E (dBuV/m)
Downlink	22	49

Tableau 10 : Conditions de protection des PMSE vis-à-vis du service mobile

Toutefois, le nombre limité de PMSE dans une zone géographique donnée sera à considérer pour envisager des conditions de partage acceptables qui devront nécessairement avoir une composante temporelle voire dynamique. Les travaux menés au sein de la CEPT sur ce point, seront à décliner au niveau National.

Sur la base des résultats du Rapport ECC 220, il n'est pas attendu de perturbation du service mobile par les PMSE moyennant le respect d'une PIRE de 23dBm dans la bande immédiatement adjacente de 5MHz en environnement urbain et sans restriction pour un environnement rural.

6.5 Service mobile et Wifi (en bande adjacente)

Les conditions de déploiement du LTE dans la bande 2390-2400MHz sont précisées dans la Décision ECC/DEC(14) 02 (cf. Annexe K)

6.6 Télémétrie et PMSE

Actuellement les PMSE et la télémétrie fonctionnent en bande adjacente sans rencontrer de difficulté recensée.

Dans le cas où la future planification de fréquence intégrant le service mobile conduirait à avoir la télémétrie et des PMSE en co-canal, alors les distances de séparation calculées rendent le partage délicat en espace libre dans une partie importante du territoire national en métropole.

Toutefois dans les zones susceptibles de subir des perturbations, elles restent envisageables pour certaines applications sol de PMSE notamment en milieu urbain voire péri-urbain. Cependant dans ces cas, la perturbation du récepteur PMSE ne pourra être écartée même si les probabilités sont faibles d'avoir un aéronef en visibilité directe et/ou dans le faisceau principal du récepteur PMSE. Par ailleurs, l'utilisation des PMSE en co-canal peut également faire l'objet d'un partage temporel entre télémétrie et PMSE, c'est-à-dire les différents systèmes n'étant pas opérés simultanément.

6.7 Autres points

L'utilisation de la télémétrie des sites industriels dans le canal 2300-2310MHz ne conduira pas à créer d'interférence préjudiciables au site de recherche spatiale situé à proximité de Madrid tout comme la liaison aéronautique embarquée dans la mesure où cette dernière n'est employée que dans les zones identifiées (cf Figure 5).

7 Documents de référence

- Tableau National de Répartition des Bandes de Fréquences édition 2013 : ANFR/DR-02
- Rapport ECC 172 : «Broadband Wireless Systems Usage in 2300-2400 MHz»
- Rapport ECC 219: “Characteristics of PMSE digital video links to be used in compatibility and sharing studies”
- Décision ECC DEC(14) 02: “Harmonised technical and regulatory conditions for the use of the band 2300-2400 MHz for Mobile/Fixed Communications Networks (MFCN)”
- Recommandation ITU-R SA.609 : “Protection criteria for radiocommunication links for manned and unmanned near-Earth research satellites”

8 Glossaire

BLR:	Boucle Locale Radio
BLR SP :	Station Principale de la Boucle Locale Radio
BLR SC :	Station Client de la Boucle Locale Radio
CCE:	Commission de Compatibilité Electromagnétique
CEPT:	Conférence Européenne des Postes et Télécommunications
ECC:	Electronic Communications Committee
LSA:	Licensed Shared Access
LTE:	Long Term Evolution
MFCN:	Mobile/ Fixed Communications Networks
PMSE:	Programme Making and Special Events

Annexes

Annexe A Localisation des périmètres à protéger pour les sites de Défense

Localisation périmètre SE4

Périmètre SE4 non diffusable

Localisation périmètre SO4

Périmètre SO4 non diffusable

Annexe B Descriptif des moyens de télémessure sur sites industriels

B.1 Site Dassault Aviation

B.1.1 Site de Mérignac

B.1.1.1 Introduction

Les moyens de télémessure du site Dassault Aviation de Mérignac ne sont utilisés que lors du lancement d'un nouvel appareil assemblé sur le site de Bordeaux pour les premiers de série. Ces moyens ne sont pas installés à demeure, Dassault Aviation utilisant ses équipements de télémessure mobile.

Les données obtenues par le biais des moyens de télémessure, sont indispensables pour les phases critiques que constituent les premiers essais sol et surtout en vol.

B.1.1.2 Localisation

Le récepteur de télémessure est positionné à une hauteur de 7 mètres par rapport au sol aux coordonnées géographiques WGS84:

Latitude= 44°50'29'' N,

Longitude= 0°42'08'' W.



Figure 17 : Position du récepteur de télémessure sur le site de Mérignac

B.1.1.3 Zones d'évolution

B.1.1.3.1 Au sol

Lors des essais au sol, la zone n°2 dans le schéma suivant représente le parking privilégié pour les essais sol en statique.

Pour les essais de roulage, l'ensemble des pistes et taxiway peuvent être utilisés par l'aéronef.

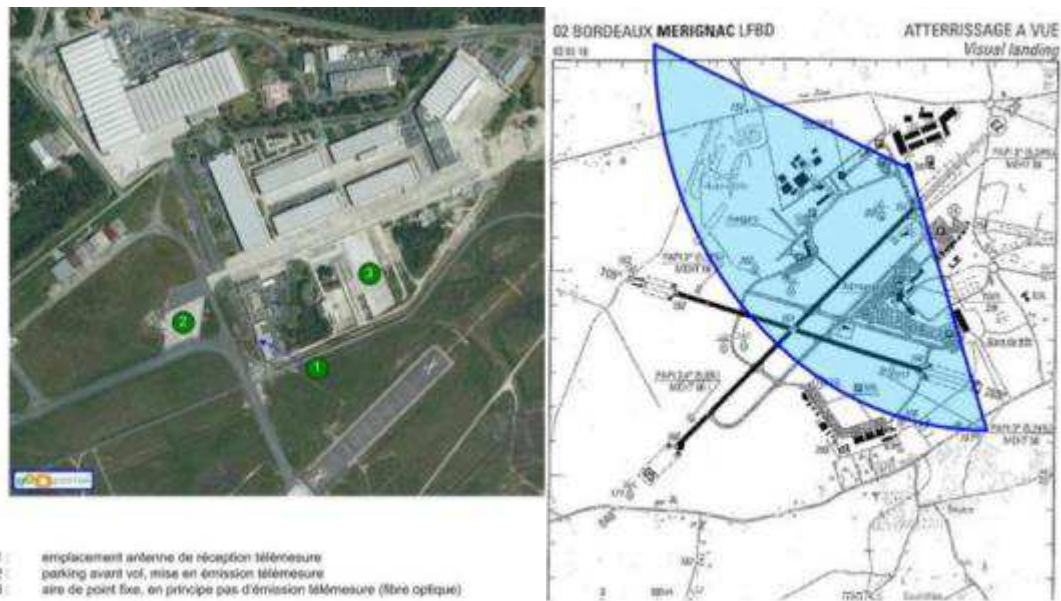


Figure 18 : Localisation du récepteur de télémessure et évolution sol sur l'aéroport de Bordeaux Mérignac

Selon le schéma ci-dessus, le récepteur de télémessure ne nécessite pas une couverture sur 360° mais pourra limiter son secteur de couverture entre 145° et 315° par rapport au Nord sans pointer directement vers le centre de Bordeaux.

B.1.1.3.2 En vol

Les vitesses des aéronefs sont comprises entre 100 nœuds (185 km/h) et Mach 0.9 (environ 1100 km/h).

La zone couverte par ces essais est donnée ci-après, elle se trouve à l'Ouest de Mérignac, hors décollages/atterrissages. Les altitudes de vol sont comprises entre 5000 et 41000 pieds (soit respectivement environ 150 et 12800 m), l'avion réalisant le plus souvent des paliers successifs d'altitude croissante.



Figure 19 : Zone d'évolution en vol depuis Bordeaux-Mérignac

Le secteur concerné ne nécessite pas une couverture sur 360° mais se limite de 195° à 350° et ne pointe pas vers le centre de Bordeaux lors des évolutions en zone d'essais.

Par contre, lors du décollage et atterrissage, le récepteur de télémessure peut être amené à pointer en direction de la ville de Bordeaux en fonction de la piste utilisée.

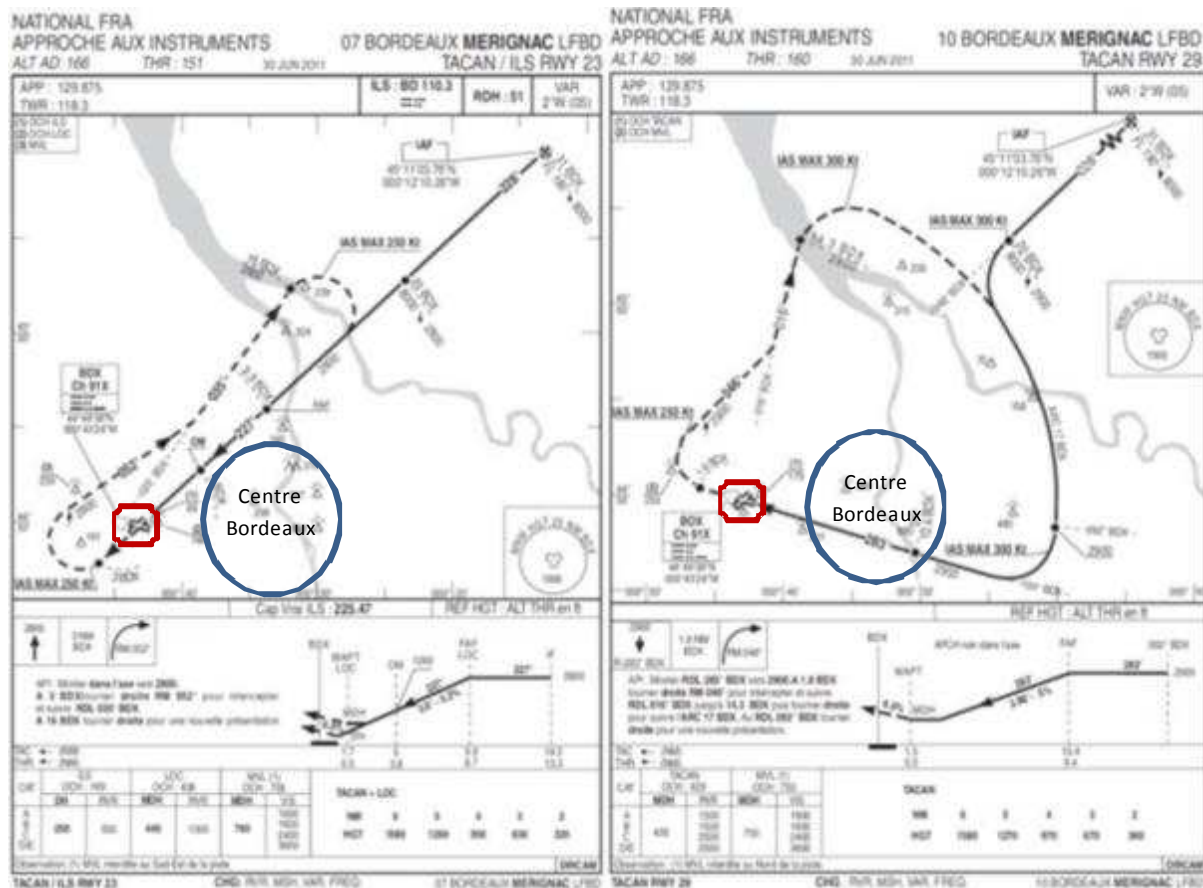


Figure 20 : Trajectoires pour approche aux instruments par rapport au centre de la ville de Bordeaux

Ces figures représentent les procédures d’approches aux instruments (conformément aux procédures DGAC) de l’aéroport de Bordeaux pour un atterrissage en piste 23 (figure de gauche) et 29 (figure de droite). Elles montrent que le récepteur de télémesure positionné sur l’aéroport de Bordeaux-Mérignac sera amené à pointer inévitablement vers le centre de Bordeaux pendant les phases d’atterrissage en piste 23 et plus particulièrement en piste 29.

Nota : les documents précédents de la DGAC « Approche aux Instruments » ne servent uniquement qu’à identifier les trajectoires par rapport à la ville de Bordeaux et ne doivent pas être utilisés pour une exploitation aérienne réelle.

B.1.1.4 Besoin spectral

Le besoin de transmettre par télémesure consiste en une liaison de données (appelée PCM) et une liaison vidéo. Les bandes passantes utiles sont respectivement de 3 et 7 MHz. Il n’y a aucune exigence à ce que ces 2 canaux soient contigus et ils peuvent être choisis n’importe où dans la bande 2 300-2 400MHz.

B.1.1.5 Taux d’utilisation

Les besoins d’émissions télémesure par année civile peuvent être décomposés de la façon suivante :

- Essais Sol nécessitant une émission télémesure (rouleurs, taxiages) : 60 sessions,
- Vols : 10 sessions.

Les sessions en vol correspondent à une durée typique de 4 heures et maximale de 8 heures; quant aux sessions au sol, 50 durent au maximum 4 heures et 10 durent 8 heures.

DIFFUSION PUBLIQUE

Elles commencent à l'allumage de l'émission de la télémesure sur le parking jusqu'à son extinction au retour après arrêt des moteurs.

Pour couvrir les aléas liés aux conditions météorologiques ou techniques, une marge supplémentaire de 30 sessions de 4 heures est à considérer.

Les chiffres annoncés correspondent d'ailleurs à un maximum annuel qui sera atteint en 2015. En 2013 par exemple, il n'y a par contre eu aucune émission télémesure à Mérignac.

B.1.1.6 Planification

Les créneaux établis sont soumis à de fréquents glissements dus à des aléas techniques ou météorologiques. Ceci est d'autant plus vrai à Mérignac qu'il s'agit d'avions premiers de série qui n'ont jamais été confrontés au préalable, ni à des vols, ni même à des essais.

La planification des essais n'est en effet connue que la veille de leur réalisation, la programmation d'un créneau horaire ne peut donc être établie avec certitude plusieurs jours à l'avance. Un créneau peut cependant être positionné la veille d'une émission télémesure, mais sans garantie d'être respecté.

Aujourd'hui Dassault-Aviation considère qu'un préavis fiable peut raisonnablement être confirmé environ deux heures avant une émission de télémesure.

B.1.2 Sites Dassault Aviation à Cazaux et Istres

L'ensemble des besoins de Dassault Aviation à Cazaux et Istres sont couverts par la Défense y compris pour les transits entre les zones de télémesure Ouest et Est.

A l'issue des essais à Mérignac explicités ci-dessus, les avions sont transférés de Mérignac vers le site d'Istres : six transferts annuels sont à prendre en compte uniquement pour le départ.

Le plan de vol (route et altitude) peut être adapté pour éviter le survol de certaines zones géographiques.

B.1.3 Site Dassault Aviation à Vatry

B.1.3.1 Introduction

Les moyens de télémesure seront utilisés à Vatry en raison de l'état dégradé de la piste d'Istres, ce qui est incompatible de certains essais de type performance (décollages, atterrissages, accélérations-arrêts). Il est donc prévu de planifier ces essais à Vatry de 2015 à 2017, date à laquelle la piste d'Istres devrait avoir été rénovée.

B.1.3.2 Localisation

Le récepteur de télémesure est positionné à une hauteur de 18 mètres par rapport au sol aux coordonnées géographiques WGS84:

Latitude= 48° 46' 45.40 N,

Longitude= 4° 11' 27.35 E.

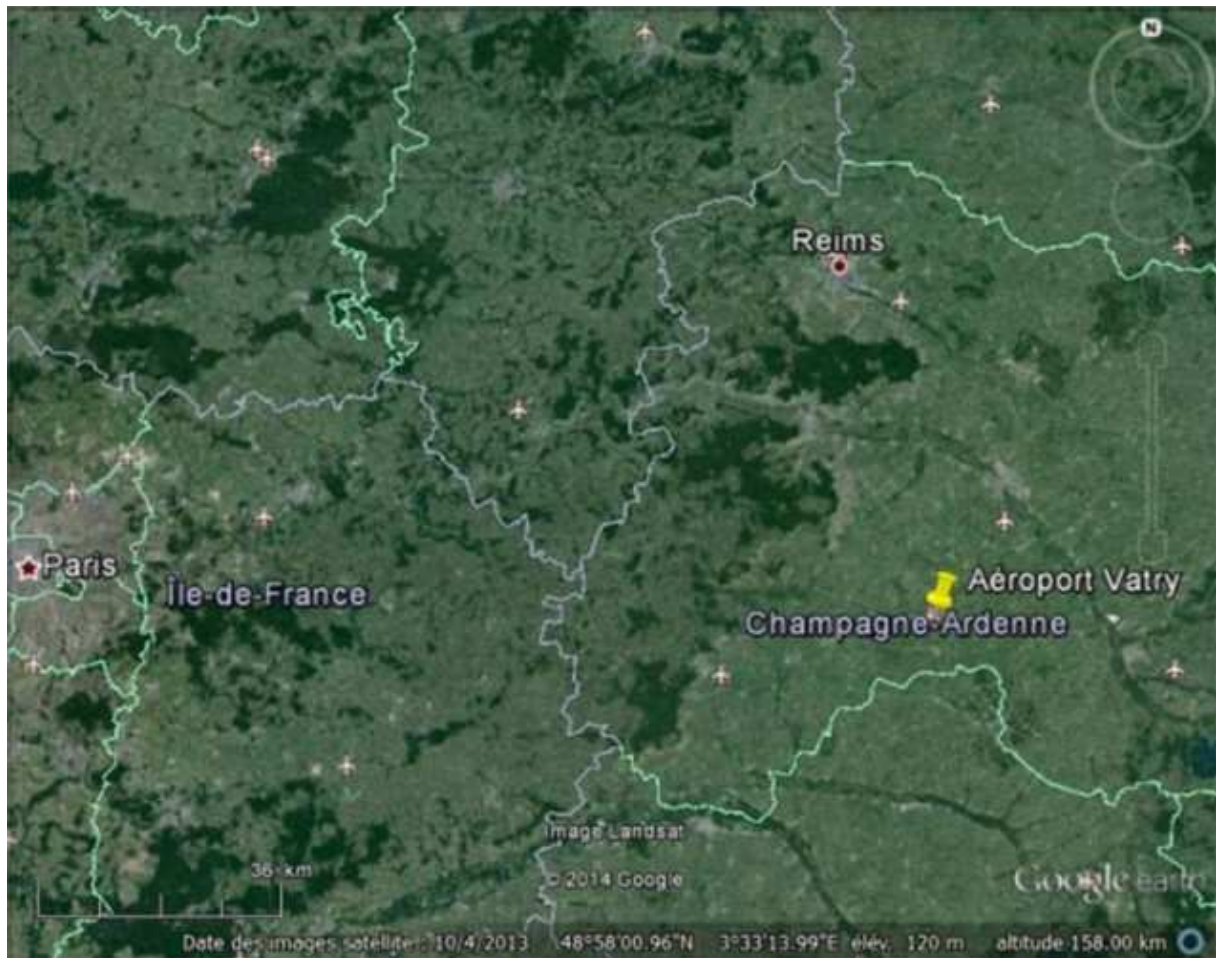


Figure 21 : Localisation du site de Vatry

B.1.3.3 Zones d'évolution

B.1.3.3.1 Au sol

Lors des essais au sol, l'ensemble des parkings et des pistes seront utilisés pour les essais d'accélération-arrêt notamment.

B.1.3.3.1 En vol

Les évolutions des aéronefs se limiteront à une distance de 50 km autour de l'aéroport de Vatry sauf en cas de nécessité liée à la sécurité aéronautique (dégageant, ...)

B.1.3.4 Besoin spectral

Le besoin de transmettre par télémesure est identique à celui identifié pour Bordeaux-Mérignac.

B.1.3.5 Taux d'utilisation

De l'ordre de 100 vols sont envisagés, en incluant les essais d'accélération-arrêt.

Le planning actuel prévoit des créneaux répartis entre 2015 et 2016 :

- 20 essais sol (accélérations-arrêts), d'une durée typique de 3 heures, avec une durée maximale de 5 heures. Ces essais peuvent s'accompagner ponctuellement d'un hippodrome autour de l'aéroport.
- 80 vols, d'une durée typique de 4 heures, et une durée maximale de 8 heures.

B.1.3.6 Planification

La planification à Vatry ne peut pas être établie avec certitude plusieurs jours à l'avance. Les créneaux d'émission peuvent être donnés la veille de l'essai, tout en pouvant être annulés par la suite. Le préavis pour annoncer avec une quasi-certitude une émission télémesure est de deux heures.

B.2 Sites Airbus Helicopters

B.2.1 Introduction

Airbus Helicopter utilise la télémesure dans le processus de développement de ses hélicoptères. Les moyens de télémesure des sites Airbus peuvent se décomposer entre des sites dits permanents et des sites dits temporaires.

Nota : les utilisations au profit des Centres d'Essais de la DGA sont considérés couvertes par les besoins des sites Défense.

B.2.2 Localisation

Les sites des moyens de réception utilisés par Airbus Helicopters sont présentés sur la figure ci-après :

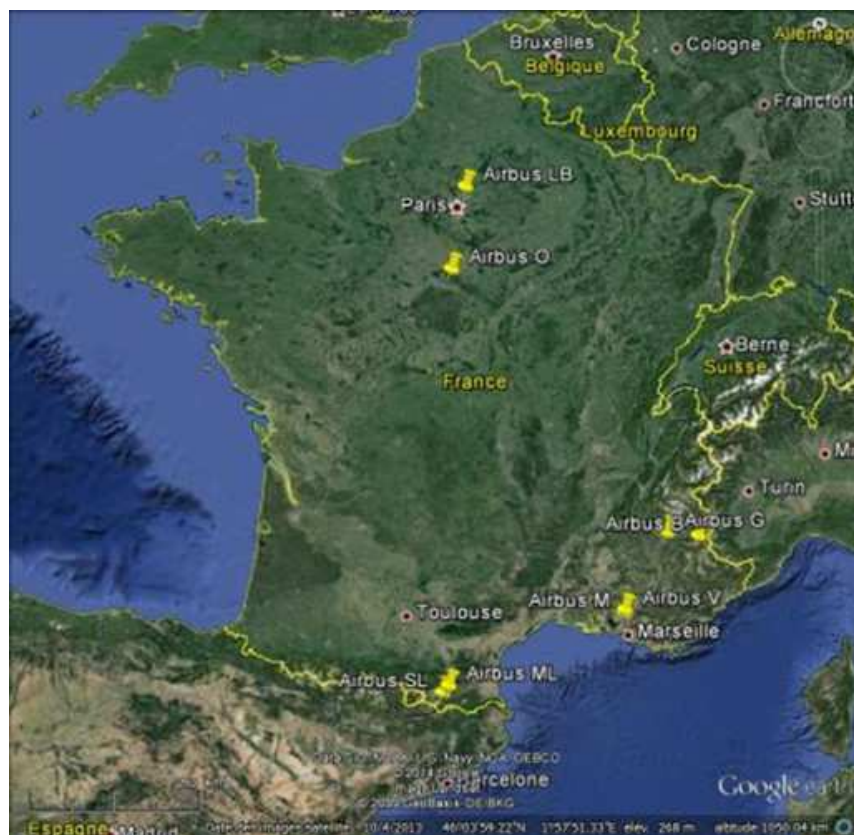


Figure 22 : Localisation des sites de télémesure utilisés occasionnellement par Airbus Helicopters

La liste des sites de réception de télémesure d'Airbus Helicopters sont fournis section 6.1.1 du présent rapport.

B.2.3 Zones d'évolution

B.2.3.1 Au sol

Lors des essais au sol, la zone orange représente les zones de parking pour la réalisation des essais statiques.



Figure 23 : Zone d'évolution au sol à Marseille-Marignane

B.2.3.2 En vol

Les vols sont réalisés à une altitude variant de 0 à 25 000 pieds (soit de 0 à 7 600m) et à une vitesse comprise entre 0 et 300 Noeuds (soit de 0 à 550 km/h).

La zone couverte par ces essais est donnée ci-après. A l'exception d'Aix-en-Provence où se trouve une piste d'essais, les autres grandes agglomérations ne sont pas survolées par les hélicoptères.

A l'Ouest, la zone vient en bordure de Montpellier et à l'Est, elle s'étend jusqu'à La Ciotat.



Figure 24 : Zone d'évolution en vol depuis Marseille-Marignane

Ci-après sont donnés trois exemples de plans de vol effectués par les hélicoptères. Le départ et/ou l'arrivée se font de Marignane sur l'aéroport de Marseille.

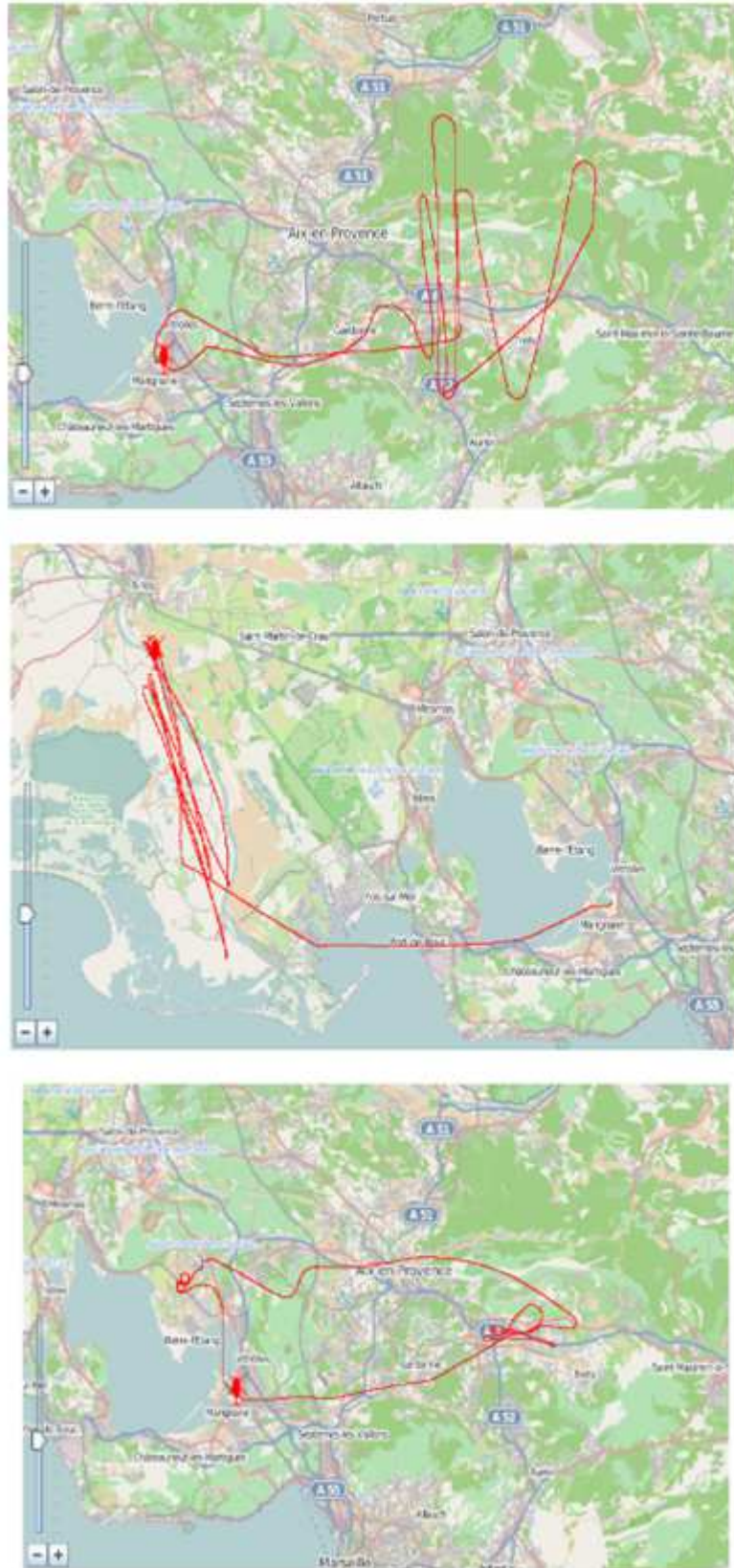


Figure 25 : Exemple de trajectoires suivies par des hélicoptères en essai à partir de Marseille-Marignane

B.2.4 Besoin spectral

Le besoin de transmission par télémesure consiste en :

- Une liaison de données Air-Sol utilisant une bande passante de 3 MHz et une modulation de type PCM/FM,
- Ponctuellement, pour certains essais, une seconde liaison Air-Sol vidéo analogique utilisant une bande passante de 8 MHz, distincte de la précédente.

La puissance maximale à l'entrée de l'antenne émise par hélicoptère pour chaque liaison est de 15W.

Les masques à l'émission et la sélectivité en réception sont identiques à ceux présentés ci-dessous section B.3. Il n'y a aucune exigence à ce que ces deux canaux soient contigus et ils peuvent être choisis n'importe où dans la bande 2 300-2 400MHz. Une utilisation à partir de la bande de 2250MHz est techniquement possible.

Compte tenu du nombre de prototypes nouveaux mis en vol au cours des prochaines années il est souhaité de pouvoir réaliser simultanément un essai Sol et un essai Vol, donc de pouvoir disposer de deux liaisons de données Air-Sol distinctes.

B.2.5 Taux d'utilisation

Pour les sites de Marignane et Vitrolles, la fréquence maximale annuelle et la durée prévisionnelle des essais Sol et Vol pour la période 2015-2018 sont fournies dans le tableau ci-dessous.

Le site Marignane est concerné par les essais sol et en vol, alors que le site de Vitrolles n'est utilisé que pour les essais en vol.

	Nombre max d'essais par an	Durée
Essais Sol	200	1-4 heures
Essais en Vol	300	1-2 heures

Tableau 11 : Nombre d'essais effectués depuis Marseille-Marignane pour Airbus Helicopter

Au-delà de 2018, les taux d'utilisation ne connaîtront pas d'évolution significative.

Sur les sites d'essais ponctuels français (Voir liste non exhaustive Annexe B) hors centres d'essais étatiques la durée, totale des campagnes est généralement inférieure à 2 semaines/an à l'exception du site d'Orléans où elle peut durer 5 semaines.

Sur le site du Bourget le besoin existe une année sur deux, lors du salon, à raison de 2 créneaux d'environ une demi-heure par jour.

B2.6 Planification

Les créneaux établis sont soumis à de fréquents glissements dus à des aléas techniques ou météorologiques.

La planification des essais n'est en effet connue que la veille de leur réalisation, la programmation d'un créneau horaire ne peut donc être établie avec certitude plusieurs jours à l'avance. Un créneau peut cependant être positionné la veille d'une émission télémesure, mais sans garantie d'être respecté.

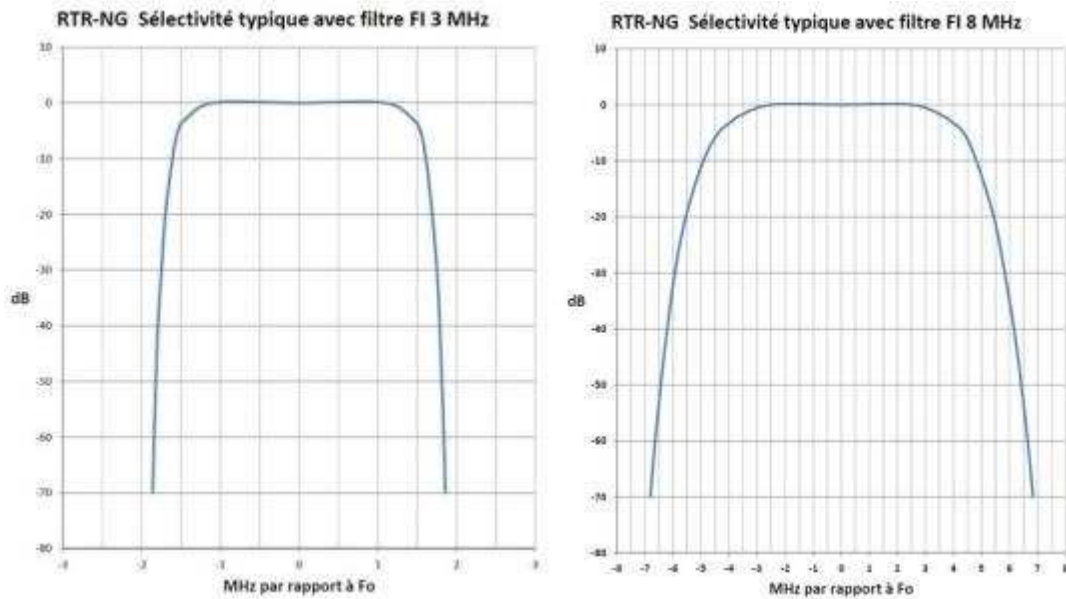
Airbus Helicopters considère qu'un préavis fiable peut être confirmé environ deux heures avant une émission télémesure.

B.3 Caractéristiques des moyens de télémessure sur sites industriels

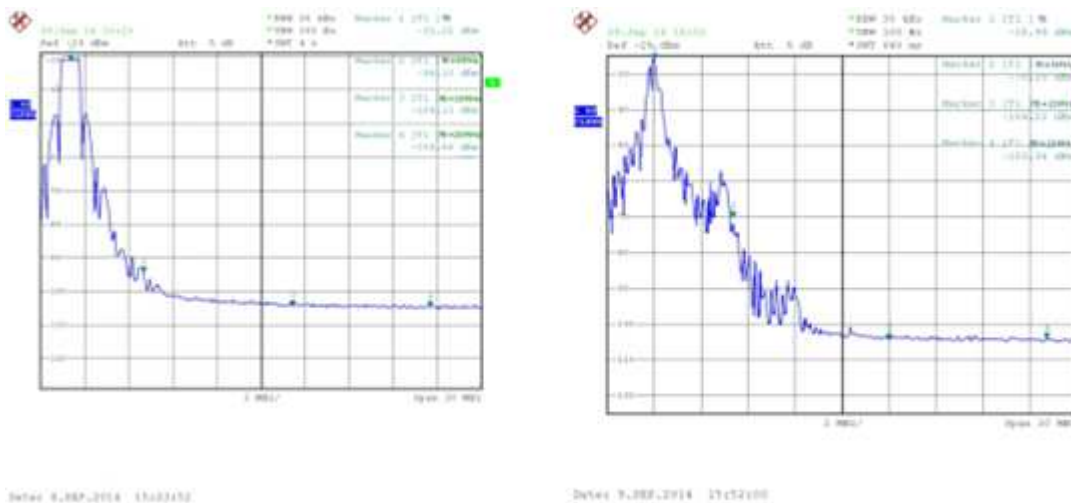
Caractéristiques de la télémessure industrielle	Valeurs des paramètres	Unités	Justification
Bande passante	3 et 8	MHz	Données Industriels
Récepteur			
Hauteur d'antenne	voir tableau de protection des récepteurs	m	
Gain d'antenne	29	dBi	Données Industriels
Facteur de bruit	4	dB	Rapport ECC 174
I/N	-6	dB	Rapport ECC 174
Seuil de sensibilité	-106	dBm	Pour une bande passante de 10MHz
Sélectivité en canal adjacent	Voir courbes jointes	dBc	Données Industriels
Émetteur			
Hauteur d'antenne	150	m	Hauteur minimale de vol
Gain d'antenne	0	dBi	Données Industriels
Puissance d'émission	40	dBm	Données Industriels
Atténuation pour les émissions hors bande	Voir courbes jointes	dB	Données Industriels
Emission non essentielles	<-30	dBm/MHz	Données Industriels

Tableau 12 : Caractéristiques des moyens de télémessure sur sites industriels

La sélectivité des filtres à 3MHz et 8MHz est fournie ci-après :



Les masques à l'émission pour une bande passante dite de 3MHz et de 8MHz :



A noter qu'un atténuateur de 50dB a été appliqué en entrée de l'analyseur de spectre lors des mesures présentées ci-dessus.

Annexe C Caractéristiques Boucle Locale Radio (BLR)

Caractéristiques du système BLR	Valeurs des paramètres	Unités	Justification
Bande passante	4x5 ou 4x3,5	MHz	Présentation DEF
Station Principale			
Hauteur d'antenne	10	m	Estimation d'une antenne sur toit
Gain d'antenne	16,5	dBi	Données DEF
Emission			
Puissance émise	36	dBm/5MHz	Données DEF
Perte à l'émission	1	dB	Données DEF
PIRE	51,5	dBm/5MHz	Données DEF
Emissions hors bande	ETSI TS 137 104 Tableau 6.6.2.4.2	N.A.	Utilisation normes LTE Pour chaque canal de 5MHz
Emission non essentielles	-30	dBm/MHz	Données DEF
Réception			
Niveau de bruit	-99	dBm	Exploitation du tableau ci-dessous
Critère de protection I/N	-6	dB	
Sélectivité en canal adjacent	ETSI TS 137 104 Tableau 6.6.2.1-1	dBc	Utilisation normes LTE
Station Client			
Hauteur d'antenne	1,5	m	Estimation
Gain d'antenne	7	dBi	Données DEF
Emission			
Puissance d'émission	20	dBm/5MHz	Données DEF
Perte à l'émission	0,5	dB	Données DEF
PIRE	26,5	dBm/5MHz	Données DEF
Emissions hors bande	ETSI TS 137 104 Tableau 6.6.2.4.2	N.A.	Utilisation normes LTE
Emission non essentielles	-30	dBm/MHz	Données DEF
Réception			
Niveau de bruit	-99	dBm	Exploitation du tableau ci-dessous
Critère de protection I/N	-6	dB	
Sélectivité en canal adjacent	ETSI TS 137 104 Tableau 6.6.2.1-1	dBc	Utilisation normes LTE Pour chaque canal de 5MHz

Tableau 13 : Caractéristiques de Boucle Locale Radio

Modulation - cc	S/B minimum (en dB)	Sensibilité minimale en réception	
		Canalisation :	
		3,5 MHz	5 MHz
BPSK 1/2	2,3	-98	-96
QPSK 1/2	5,9	-95	-93
QPSK 3/4	8,6	-92	-89
16QAM 1/2	11,4	-89	-87
16QAM 3/4	14,8	-86	-84
64QAM 2/3	20	-81	-79
64QAM 3/4	20,9	-80	-78

Annexe D Caractéristiques des liaisons vidéo aéronautiques de la Défense

Caractéristiques des liaisons vidéo aéronautiques	Valeurs des paramètres	Unités	Justification
Bande passante	14	MHz	Données DEF
Récepteur			
Hauteur d'antenne	9	m	Données DEF
Gain d'antenne	25	dBi	Données DEF
Bruit thermique	-97	dBm	Données DEF
Sélectivité en canal adjacent	10 (± 7 MHz de fréquence centrale) 30 (± 20 MHz de fréquence centrale) 40 (± 30 MHz de fréquence centrale)	dBc	Données DEF
Émetteur			
Hauteur d'antenne	150	m	Hauteur minimale de vol
Gain d'antenne	0	dBi	Données DEF
Puissance d'émission	41	dBm	Données DEF
Atténuation pour les émissions hors bande	30 (± 20 MHz de fréquence centrale)	dBc	Données DEF
Atténuation pour les émissions hors bande	42 (± 28 MHz de fréquence centrale)	dBc	Données DEF
Emission non essentielles	-30	dBm/MHz	Estimation

Tableau 14 : Caractéristiques de la liaison aéronautique embarquée

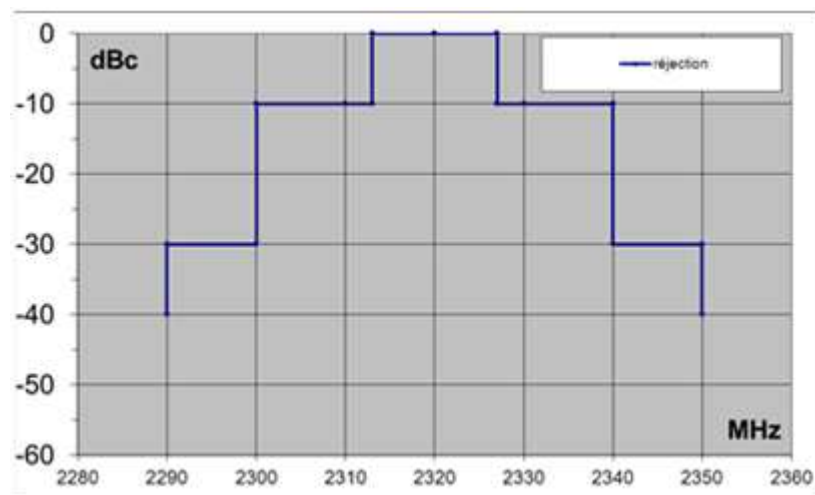


Figure 26 : Sélectivité (dBc) du récepteur sol de la liaison aéronautique embarquée

Annexe E Caractéristiques des systèmes de liaisons vidéo reportage

La présente annexe est un extrait du Rapport ECC 219 qui fournit les caractéristiques des PMSE.

A noter que les liaisons Point-à-Point ne sont pas à considérer dans la bande 2300-2400MHz.

« Details of the spectrum emission mask for Wireless Video Links (WVL) can be found in ETSI EN 302 064
Erreur ! Source du renvoi introuvable.

Cordless camera link

These are handheld cameras with integrated transmitter, power pack and antenna. Normally they are used by a cameraman to send a video link to an OB vehicle at short distance. The emitted power is therefore lower than in other cases.

Figure 27 below depicts the situation.

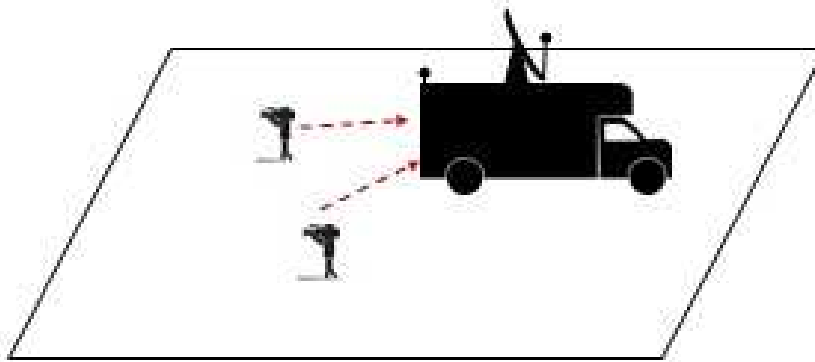


Figure 27: Cordless camera link

Cordless camera link	Parameter values		Unit	Notes
Channel bandwidth	10		MHz	
Occupied bandwidth	8		MHz	
Frequency band	2 to 8		GHz	
Height configurations	Tx height	Rx height		
CCL-1	2	2	m	
CCL-2	2	20	m	
Receiver				
Receiver Typical Antenna Gain	3		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Maximum Antenna Gain	13		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Noise Figure	4		dB	
C/N	9		dB	
I/N	-10 or -6 (Note 1)		dB	
Adjacent Channel Selectivity	30		dB	
Rx threshold	-92		dBm	
Transmitter				
Transmitter output Power	20		dBm	
Transmitter Spurious emissions	see ETSI EN 302 064		dBm/MHz	
Transmitter Adjacent Channel Leakage Ratio (relative to maximum Tx power)	see ETSI EN 302 064		dB	
Transmitter Typical Antenna Gain	0		dBi	(voir rapport ECC)
Transmitter Maximum Antenna Gain	3		dBi	(voir rapport ECC)

Tableau 15 : Caractéristiques des caméras sans fil

Note 1: see Recommendation ITU-R F.1777 [5] and Recommendation ITU-R M.1824 [6] for further information.

Portable video link

Portable links are mostly handheld cameras with a separate body worn transmitter, power pack and antenna. The emitted power is normally greater than in the case of cordless camera but lower than in the case of mobile links.

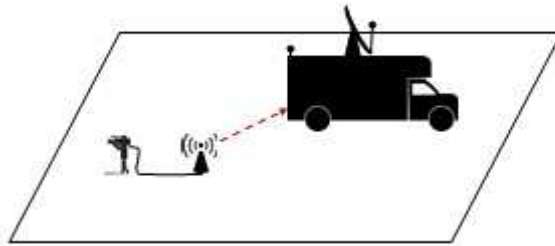


Figure 28: Portable video link

Portable video link characteristics	Parameter values		Unit	Notes
Channel bandwidth	10		MHz	
Occupied bandwidth	8		MHz	
Frequency band	2 to 8		GHz	
Height configurations	Tx height	Rx height		
PVL-1	2	4	m	
PVL-2	2	50	m	
Receiver				
Receiver Typical Antenna Gain	9-17		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Maximum Antenna Gain	17		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Noise Figure	4		dB	
C/N	9		dB	
I/N	-10 or -6 (Note 1)		dB	
Adjacent Channel Selectivity	30		dB	

Portable video link characteristics	Parameter values	Unit	Notes
Rx threshold	-92	dBm	
Transmitter			
Transmitter output Power	33	dBm	
Transmitter Spurious emissions	see ETSI EN 302 064	dBm/MHz	
Transmitter Adjacent Channel Leakage Ratio (relative to maximum Tx power)	see ETSI EN 302 064	dB	
Transmitter Typical Antenna Gain	6	dBi	(voir rapport ECC)
Transmitter Maximum Antenna Gain	14	dBi	(voir rapport ECC)

Note 1: see Recommendation ITU-R F.1777 [5] and Recommendation ITU-R M.1824 [6] for further information.

Tableau 16 : Caractéristiques des caméras portables

For portable links high gain antennas are not usually used on both the transmit and receive sides of the same link. Portable links will typically use a low gain omnidirectional antenna on the transmitter and a high gain directional antenna on the receiver and this configuration should be used for sharing and compatibility studies.

Mobile video link

These are camera links where, for the uplink, the transmitter is on a vehicle, typically on a motorcycle, and the receiver is on a helicopter.

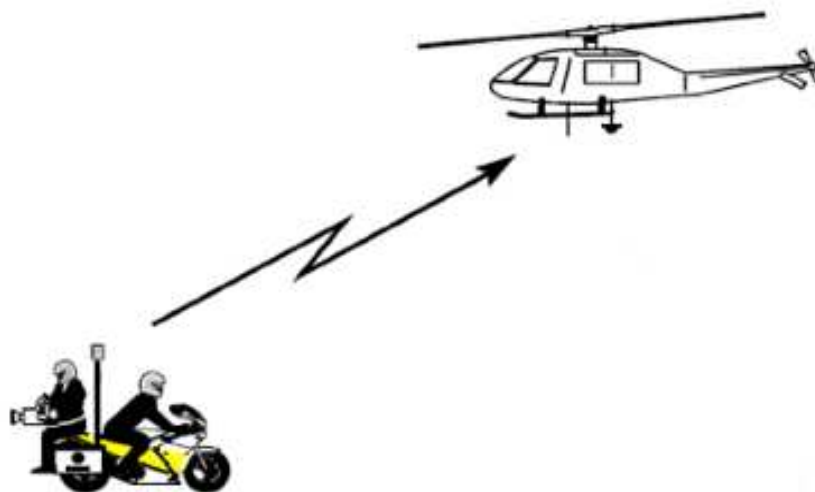


Figure 29: Mobile video up-link

Mobile video link characteristics	Parameter values		Unit	Notes
Channel bandwidth	10		MHz	
Occupied bandwidth	8		MHz	
Frequency band	2 to 3.5		GHz	
Height configurations	Tx-height	Rx-height		
MVL-1	2	300	m	
Receiver				
Receiver Typical Antenna Gain	3		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Maximum Antenna Gain	9		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Noise Figure	4		dB	
C/N	9		dB	
I/N	-10 or -6 (Note 1)		dB	
Adjacent Channel Selectivity	30		dB	
Rx threshold	-92		dBm	
Transmitter				
Transmitter output Power	30		dBm	
Transmitter Spurious emissions	see ETSI EN 302 064		dBm/MH z	
Transmitter Adjacent Channel Leakage Ratio (relative to maximum Tx power)	see ETSI EN 302 064		dB	
Transmitter Typical Antenna Gain	3		dBi	(voir rapport ECC)
Transmitter Maximum Antenna Gain	6		dBi	(voir rapport ECC)

Note 1: see Recommendation ITU-R F.1777 [5] and Recommendation ITU-R M.1824 [6] for further information.

Tableau 17 : Caractéristiques des caméras mobiles (liaison montante)

These are camera links where, for the downlink, the transmitter is on a helicopter and the receiver is on a platform or on the ground.

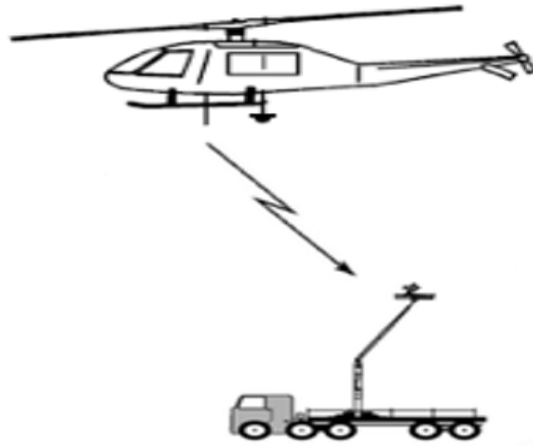


Figure 30: Mobile video down-link

Mobile video link	Parameter values		Unit	Notes
Channel bandwidth	10		MHz	
Occupied bandwidth	8		MHz	
Frequency band	2 to 8		GHz	
Height configurations	Tx height	Rx height		
MVL-2	300	30	m	
MVL-3	300	2	m	
Receiver				
Receiver Typical Antenna Gain	17		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Maximum Antenna Gain	24		dBi	(voir rapport ECC)
Receiver Noise Figure	4		dB	

Mobile video link	Parameter values	Unit	Notes
C/N	9	dB	
I/N	-10 or -6 (Note 1)	dB	
Adjacent Channel Selectivity	30	dB	
Rx threshold	-92	dBm	
Transmitter			
Transmitter output Power	36	dBm	
Transmitter Spurious emissions	see ETSI EN 302 064	dBm/MHz	
Transmitter Adjacent Channel Leakage Ratio (relative to maximum Tx power)	see ETSI EN 302 064	dB	
Transmitter Typical Antenna Gain	3	dBi	(voir rapport ECC)
Transmitter Maximum Antenna Gain	9	dBi	(voir rapport ECC)

Note 1: see Recommendation ITU-R F.1777 [5] and Recommendation ITU-R M.1824 [6] for further information.

Tableau 18 : Caractéristiques des caméras mobiles (liaison descendante)”

Annexe F Caractéristiques du LTE

Station de Base

Les caractéristiques suivantes sont celles des stations de base en réception issue de la norme 3GPP lorsque la donnée était disponible ou a fait l'objet d'une validation par le groupe de la CCE en charge de cette étude.

	Macrocell	Microcell
Channel bandwidth	10 MHz	10 MHz
Occupied bandwidth	9 MHz	9 MHz
Noise figure	3 dB	6 dB
$N = 10 \log(k_B \cdot T \cdot BW \cdot 1000) + NF$	-101.4 dBm/9MHz	-98.4 dBm/9MHz
I/N protection ratio	-6 dB	-6 dB
Antenna height	30m	6m
Antenna type	Kathrein 80010651	Kathrein 80010431 5
Typical Antenna downtilt	6°	N.A.
Antenna downtilt range	[-3°; -10°]	N.A.
BS max antenna gain	18 dBi	2 dBi
BS feeder loss	2 dB	0 dB
Polarization	cross-rectilinear	
Target desensitization (D_{TARGET}) ⁶	1 dB	
Target wideband blocking level ($I_{OOB-TARGET}$) ⁷	-62.7 dBm (1 st adjacent block - 0-5MHz)	
Target desensitization (D_{TARGET}) ⁸	1 dB	
Target wideband blocking level ($I_{OOB-TARGET}$) ⁹	-50.7 dBm (2 ^d adjacent block - 5-10MHz)	

Tableau 19 : Caractéristiques des stations de base LTE en réception

Notes:

The “occupied bandwidth” should be considered when studying the received interference level that is acceptable.

The parameters “Target desensitization” and “Target wideband blocking” could be used if compatibility studies are required in the adjacent band.

Le Rapport UIT-R M.2292 précise des valeurs différentes de tilt et de hauteur d'antenne, toutefois, il n'était pas encore approuvé lors des premières simulations et il est à noter que les valeurs prises en

⁵ Kathrein's antennas 80010431 and 80010847 have the same characteristics in the 2.3 GHz band (both horizontal and vertical patterns). The former is a mono-band antenna, while the latter is a dual-band one.

⁶ Reference: Standard desensitization ($D_{STANDARD}$) = 6 dB

⁷ Reference: Standard wideband blocking level ($I_{OOB-STANDARD}$) = -52 dBm (1st adjacent block)

⁸ Reference: Standard desensitization ($D_{STANDARD}$) = 6 dB

⁹ Reference: Standard wideband blocking level ($I_{OOB-STANDARD}$) = -40 dBm (2^d adjacent block)

compte dans l'étude sont conservatrices pour les stations de base en milieu suburbain et urbain. La gamme du tableau est issue du Rapport UIT précédemment cité.

Les caractéristiques suivantes sont celles des stations de base à l'émission issue de la norme 3GPP lorsque la donnée était disponible ou a fait l'objet d'une validation par le groupe de la CCE en charge de cette étude.

	Macrocell (urban)	Microcell
Channel bandwidth	10 MHz	10 MHz
Occupied bandwidth	9 MHz	9 MHz
Antenna height	30m	6m
Antenna type	Kathrein 80010651	Kathrein 80010431 10
Typical Antenna downtilt	6°	N.A.
Antenna downtilt range	[-3°;-10°-max]	N.A.
Max eirp	60 dBm	41 dBm
Unwanted emission	Table 6.6.2.1-1 ETSI TS 37104 v12.2.0	Table 6.6.2.1-1 ETSI TS 37104 v12.2.0
ACLR limit	45 dB Table 6.6.4.4-1 ETSI TS 37104 v12.2.0	

Tableau 20 : Caractéristiques des stations de base LTE à l'émission

La valeur maximale fournie par la Décision ECC Dec (14)02 est de 68dBm pour un canal de 5MHz, toutefois, il est retenu une valeur maximale de PIRE de 60dBm pour l'étude CCE car considérée comme plus réaliste pour cette situation et acceptée par le groupe de la CCE en charge de cette étude.

¹⁰ Kathrein's antennas 80010431 and 80010847 have the same characteristics in the 2.3 GHz band (both horizontal and vertical patterns). The former is a mono-band antenna, while the latter is a dual-band one.

Terminaux

Les caractéristiques suivantes sont celles des terminaux en réception issue de la norme 3GPP lorsque la donnée était disponible ou a fait l'objet d'une validation par le groupe de la CCE en charge de cette étude.

Parameter	Value
Antenna type	Isotropic
Antenna height	1.5m
Channel bandwidth	10 MHz
Occupied bandwidth	9 MHz
Noise figure	8 dB
$N = 10 \log$ (kB.T.BW.1000) + NF	-96.4dBm/9MHz
I/N protection criterion	0 dB
UE max antenna gain	-3 dBi
Body loss	1 dB
Target desensitization (DTARGET) ¹¹	3 dB
Target wideband blocking level (IOOB-TARGET) ¹²	-63.4 dBm (1st adjacent block)

Tableau 21 : Caractéristiques des terminaux LTE en réception

Notes:

The "occupied bandwidth" should be considered when studying the received interference level that is acceptable.

The parameters "Target desensitization" and "Target wideband blocking level" could be used if compatibility studies are required in the adjacent band.

Les valeurs de "body loss" n'ont pas été directement repris des Rapports UIT-R M.2292 et ECC Report 191 (MFCN PMSE dans la bande 1785-1805 MHz) donnant 4 et 3dB pour le « body loss ». Ces valeurs sont conservatrices et maximisent les estimations de brouillage.

¹¹ Reference: Standard desensitization (D_{STANDARD}) = 14 dB

¹² Reference: ACS = 3 dB

Les caractéristiques suivantes sont celles des terminaux à l'émission issue de la norme 3GPP lorsque la donnée était disponible ou a fait l'objet d'une validation par le groupe de la CCE en charge de cette étude.

Parameter	Value
Antenna type	Isotropic
Antenna height	1.5m
Channel bandwidth	10 MHz
Occupied bandwidth	9 MHz
UE max antenna gain	-3 dBi
Body loss	1 dB
Max eirp	24 dBm
Unwanted emission	Table 6.6.2.1.1-1 ETSI TS 36101
ACLR	30 dB Table 6.6.2.3.1-1

Tableau 22 : Caractéristiques des terminaux LTE à l'émission

Notes:

The "occupied bandwidth" should be considered when studying the received interference level that is acceptable.

Les valeurs de "body loss" n'ont pas été directement repris des Rapports UIT-R M.2292 et ECC Report 191 (MFCN PMSE dans la bande 1785-1805 MHz) donnant 4 et 3dB pour le « body loss ».

Extraits des tableaux du standard ETSI TS 37104 v12.2.0

Table 6.6.2.1-1: Wide Area operating band unwanted emission mask (UEM) for BC1 and BC3

Frequency offset of measurement filter -3dB point, Δf	Frequency offset of measurement filter centre frequency, f_{offset}	Minimum requirement (Note 1, 2)	Measurement bandwidth (Note 4)
$0 \text{ MHz} \leq \Delta f < 0.2 \text{ MHz}$	$0.015 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < 0.215 \text{ MHz}$	-14 dBm	30 kHz
$0.2 \text{ MHz} \leq \Delta f < 1 \text{ MHz}$	$0.215 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.015 \text{ MHz}$	$-14 \text{ dBm} - 15 \cdot \left(\frac{f_{\text{offset}}}{\text{MHz}} - 0.215 \right) \text{ dB}$	30 kHz
(Note 3)	$1.015 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < 1.5 \text{ MHz}$	-26 dBm	30 kHz
$1 \text{ MHz} \leq \Delta f \leq \min(\Delta f_{\text{max}}, 10 \text{ MHz})$	$1.5 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < \min(f_{\text{offset}_{\text{max}}}, 10.5 \text{ MHz})$	-13 dBm	1 MHz
$10 \text{ MHz} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10.5 \text{ MHz} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset}_{\text{max}}}$	-15 dBm (Note 5)	1 MHz
NOTE 1: For MSR BS supporting non-contiguous spectrum operation within any operating band the minimum requirement within sub-block gaps is calculated as a cumulative sum of contributions from adjacent sub-blocks on each side of the sub-block gap. Exception is \square lock gap. Exception is the sub sub-blocks on each side of the sub-block gap, where the minimum requirement within sub-block gaps shall be -15dBm/MHz.			
NOTE2: For MSR BS supporting multi-band operation with inter RF bandwidth gap < 20MHz the minimum requirement within the inter RF bandwidth gaps is calculated as a cumulative sum of contributions from adjacent sub-blocks on each side of the inter RF bandwidth gap.			

Table 6.6.4.4-1: Base Station CACLR in non-contiguous spectrum

Band Category	Gap size (W_{gap}) where the limit applies	BS adjacent channel centre frequency offset below or above the sub-block edge or the RF bandwidth edge (inside the gap)	Assumed adjacent channel carrier (informative)	Filter on the adjacent channel frequency and corresponding filter bandwidth	CACLR limit
BC1, BC2	$5 \text{ MHz} \leq W_{\text{gap}} < 15 \text{ MHz}$	2.5 MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
BC1, BC2	$10 \text{ MHz} < W_{\text{gap}} < 20 \text{ MHz}$	7.5 MHz	3.84 Mcps UTRA	RRC (3.84 Mcps)	45 dB
BC3	$5 \text{ MHz} \leq W_{\text{gap}} < 15 \text{ MHz}$	2.5 MHz	5MHz E-UTRA	Square (BW_{Config})	45 dB
BC3	$10 \text{ MHz} < W_{\text{gap}} < 20 \text{ MHz}$	7.5 MHz	5MHz E-UTRA	Square (BW_{Config})	45 dB
NOTE: The RRC filter shall be equivalent to the transmit pulse shape filter defined in TS 25.104 [2], with a chip rate as defined in this table.					

Extraits des tableaux du standard ETSI TS 36101 v12.2.0
Table 6.6.2.1.1-1: General E-UTRA spectrum emission mask

Spectrum emission limit (dBm)/ Channel bandwidth							
Δf_{OOB} (MHz)	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	Measurement bandwidth
± 0 -1	-10	-13	-15	-18	-20	-21	30 kHz
± 1 -2.5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 2.5 -2.8	-25	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 2.8 -5		-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 5 -6		-25	-13	-13	-13	-13	1 MHz
± 6 -10			-25	-13	-13	-13	1 MHz
± 10 -15				-25	-13	-13	1 MHz
± 15 -20					-25	-13	1 MHz
± 20 -25						-25	1 MHz

Table 6.6.2.3.1-1: General requirements for E-UTRA_{ACLRI}

	Channel bandwidth / E-UTRA _{ACLRI} / Measurement bandwidth					
	1.4 MHz	3.0 MHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz
E-UTRA _{ACLRI}	30 dB	30 dB	30 dB	30 dB	30 dB	30 dB
E-UTRA channel Measurement bandwidth	1.08 MHz	2.7 MHz	4.5 MHz	9.0 MHz	13.5 MHz	18 MHz
Adjacent channel centre frequency offset [MHz]	+1.4 / -1.4	+3.0 / -3.0	+5 / -5	+10 / -10	+15 / -15	+20 / -20

Annexe G Impact des rayonnements non essentiels (RNE) des LTE sur les récepteurs de télémesure

1/Niveau de RNE des LTE (BS)

Les documents 3GPP (36104 c50, §6.6.4 p53), les documents CEPT, ou la recommandation UIT-R SM.329 (cat.B) définissent un niveau de RNE de -30dBm/MHz :

$$\text{soit une PIRE_RNE_LTE} = -30\text{dBm/MHz} + 18 - 2 = -14\text{dBm/MHz}$$

Le niveau de rayonnements non essentiels (RNE) pris en compte est donc de -4dBm/10MHz

2/Hypothèse de calculs

Le calcul de l'impact des RNE_LTE sur les stations de télémesures est réalisé (pour des stations de base positionnées en bordure de zone d'exclusion (c.à.d. à 6 kms). L'affaiblissement de propagation (Espace Libre) correspondant à 6km est : $\text{Aff_propag (6 km, EL)} = 115,4\text{dB/}$

Le calcul est réalisé pour des stations de base macro LTE de PIRE 60dBm/5MHz (antenne de gain 18dB, 2dB de pertes feeder)

Un découplage d'antenne de 6dB est utilisé pour tenir compte du tilt d'antenne.

3/Calculs et résultats

Pour tous les sites retenus, le signal reçu sur les récepteurs de télémesure est calculé à l'aide de l'équation suivante :

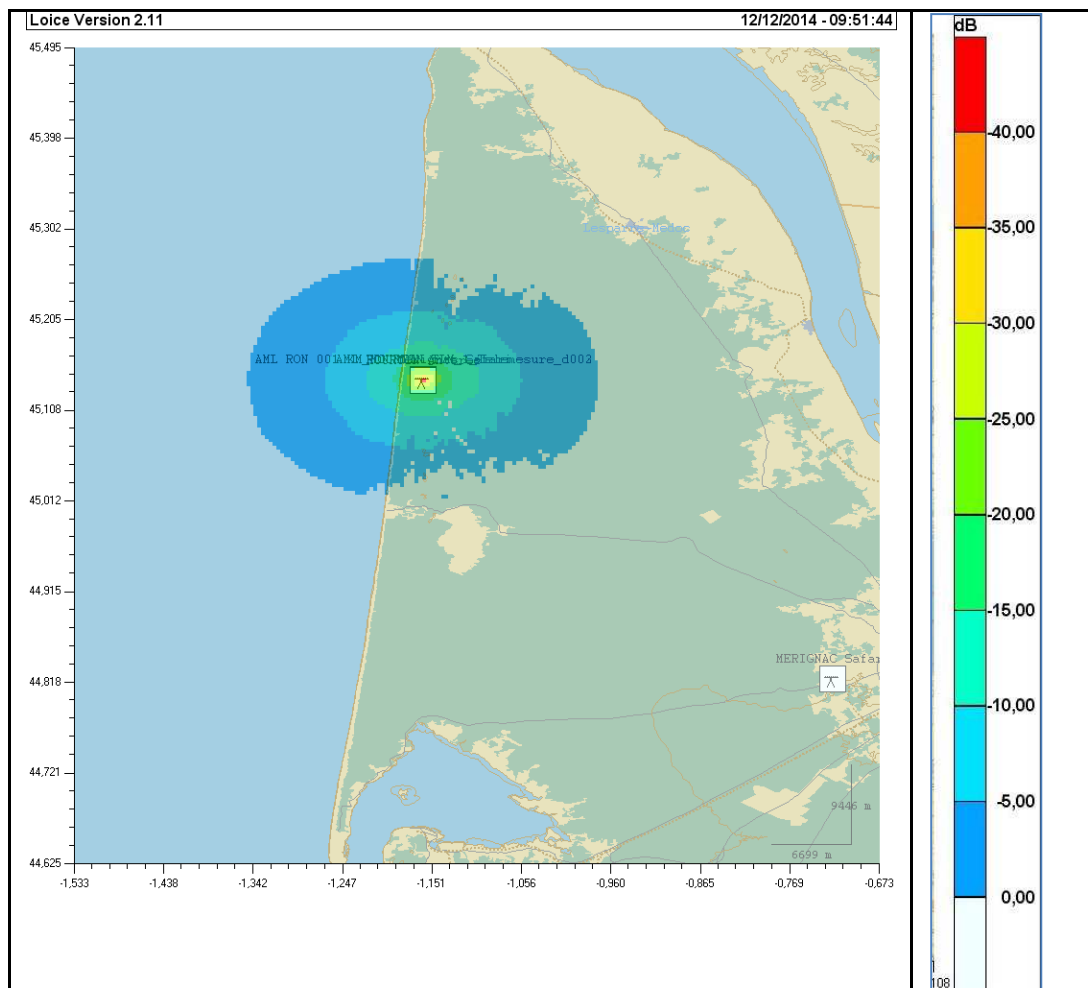
$$I_RNE = \text{PIRE_RNE} - \text{Aff_propag} + \text{Gant_TLM} - \text{Pertes_feeder} - \text{Dec_ant}$$

[Exemple: $I_RNE = -4 - 115,4 + (20 \text{ gain « moyen » des antennes de télémesures}) - 1 - 3 = -97,4\text{dBm}$] et comparé au critère de perturbation des télémesures.

Seuls les sites suivants sont concernés par le dépassement du critère :

Région	Site
Ouest	O1
Sud-Est	SE3
	Airbus M
	Airbus V
Sud-Ouest	SO2
	SO3
	SO4
	SO5

Un exemple de zone de brouillage d'un site récepteur de télémesure par les RNE LTE (-30dBm/MHz, antenne 18dB, pertes 2dB) figure ci-dessous :



4/ Conclusion

Le niveau de RNE de la catégorie B n'est pas suffisant pour protéger tous les récepteurs de télémesures. Deux solutions sont possibles :

- Soit imposer la même protection en champ électrique déjà prévue pour le signal utile LTE
- Soit demander un niveau de RNE 10 à 15dB plus faible que le niveau (-30dBm/MHz) défini actuellement.

Annexe H Identification des zones d'évolution des aéronefs et scénarios de mise en œuvre de la télémesure pour les sites de Défense

Zones d'évolutions

Les coordonnées qui délimitent les zones d'évolution sont fournies dans le tableau ci-après :

	point	coordonnées	
ZONE OUEST	A'	47°40'00"N	6°00'00"O
	B	47°59'58"N	4°10'41"O
	H	46°30'00"N	1°48'00"O
	minel	46°30'00"N	1°1'41"O
	cgc	45°39'34"N	0°18'41"O
	velin	44°58'48"N	0°9'20"E
	AGN	43°53'16"N	0°52'22"E
	gonup	43°27'39"N	0°45'32"E
	btz	43°27'59"N	1°30'37"O
ZONE SUD EST	P4	43°35'00"N	3°30'00"O
	A	45°0'00"N	3°00'00"E
	B'	45°0'00"N	5°41'00"E
	B''	44°20'00"N	5°41'00"E
	B'''	43°30'00"N	8°30'00"E
	C	41°30'00"N	8°30'00"E
	C'	42°00'00"N	5°00'00"E
D	42°00'00"N	3°00'00"E	

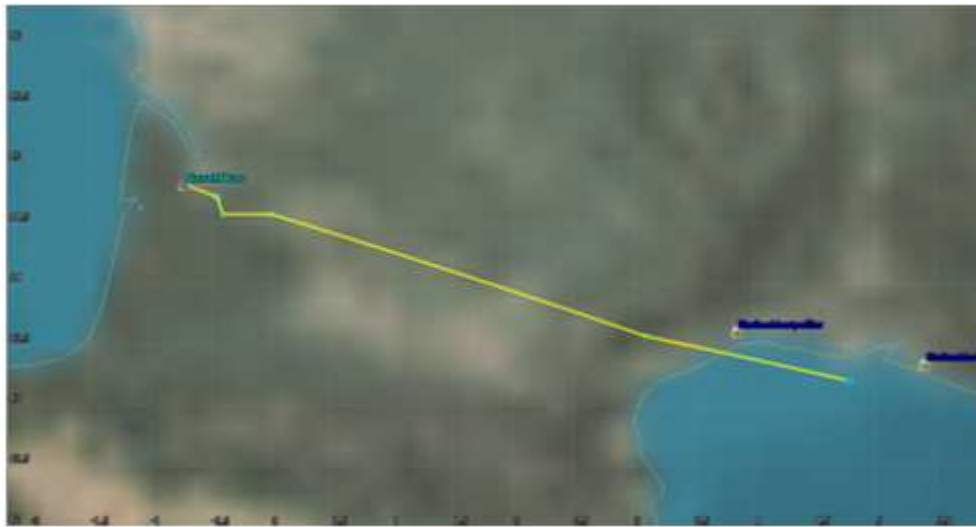
et présentées dans la figure ci-après:



Figure 31 : Zones d'évolution des émetteurs de télémesure aéronautiques (hors transit et utilisations temporaires)

Scénarios

Scénario 1.1 : Transfert Atlantique - Méditerranée



- altitude de 0m à 13000m,
- Canaux : 2 à 3

Scénario 1.2 : hippodrome Atlantique



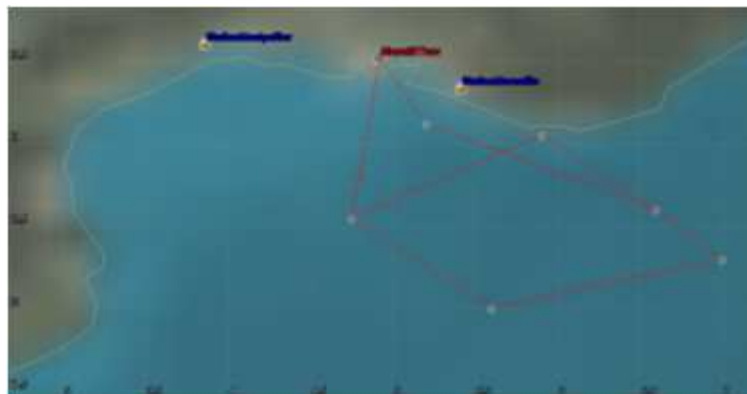
- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : jusqu'à 8

Scénario 1.3 : essai Atlantique



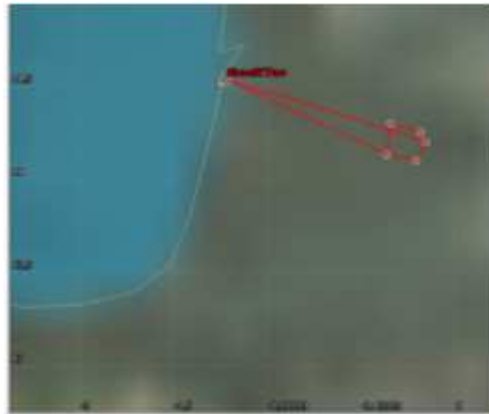
- altitude de 0m à 14000m,
- Canaux : 2 à 3

Scénario 2.1 : hippodrome Méditerranée



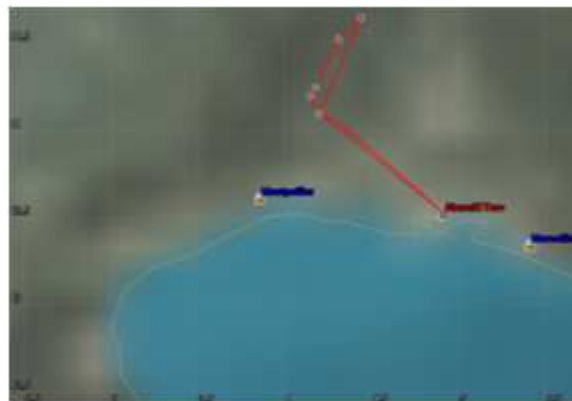
- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : jusqu'à 8

Scénario 2.2 : hippodrome Captieux



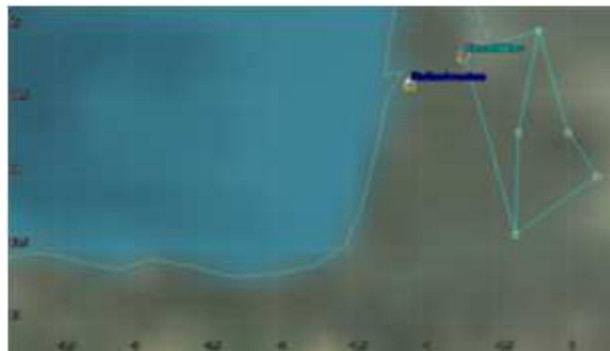
- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : 4 à 5

Scénario 2.3 : hippodrome Cévennes



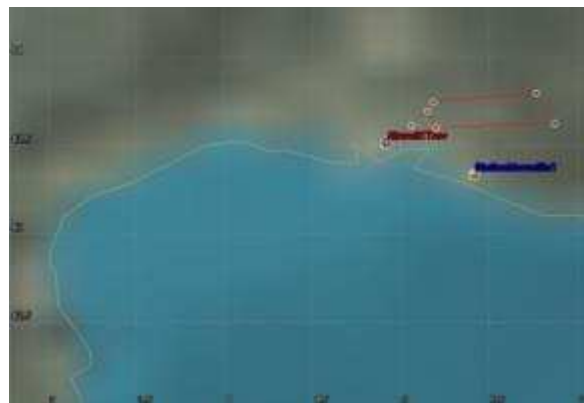
- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : 3 à 4

Scénario 2.4 : vol Mont-Marsan Mérignac



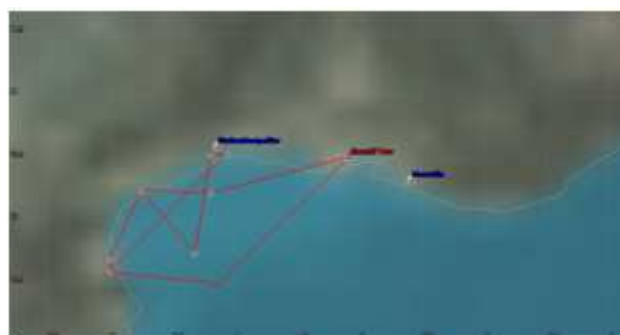
- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : 3 à 4

Scénario 2.5 : hippodrome Provence



- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : 3 à 4

Scénario 2.6 : golfe du Lion



- altitude de 0m à 11000m,
- Canaux : 3 à 4

Annexe I Représentation des zones de potentielles perturbations de stations de base

La figure ci-dessous présente la localisation type de stations de base : Aix-en-Provence, Arcachon, Avignon, Biarritz, Bordeaux, La Rochelle, Lorient, Marseille, Mont-de-Marsan, Montpellier, Nantes, Nice, Nîmes, Quimper, Toulon, Toulouse et Bourges



Figure 32 : Ensemble des stations de base LTE analysés

Les figures ci-après donnent les zones de perturbation potentielle des stations de base LTE identifiées avec une antenne dite optimisée (définie section 5.1.3.1) :

La zone de perturbation est définie spécifiquement par rapport à la périphérie de chaque agglomération concernée avec les calculs du paragraphe 5.1.3.1.

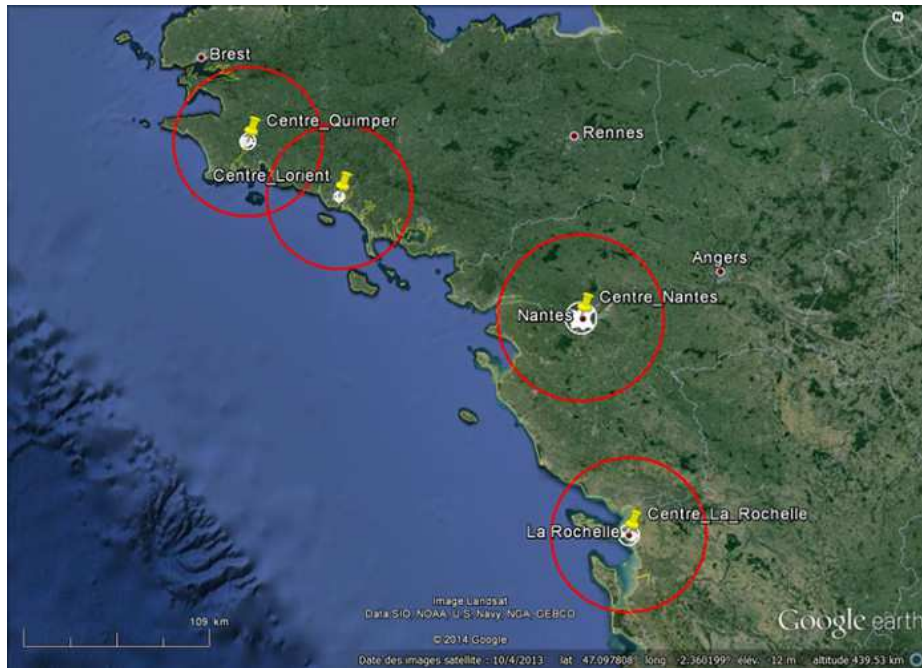


Figure 33 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Ouest

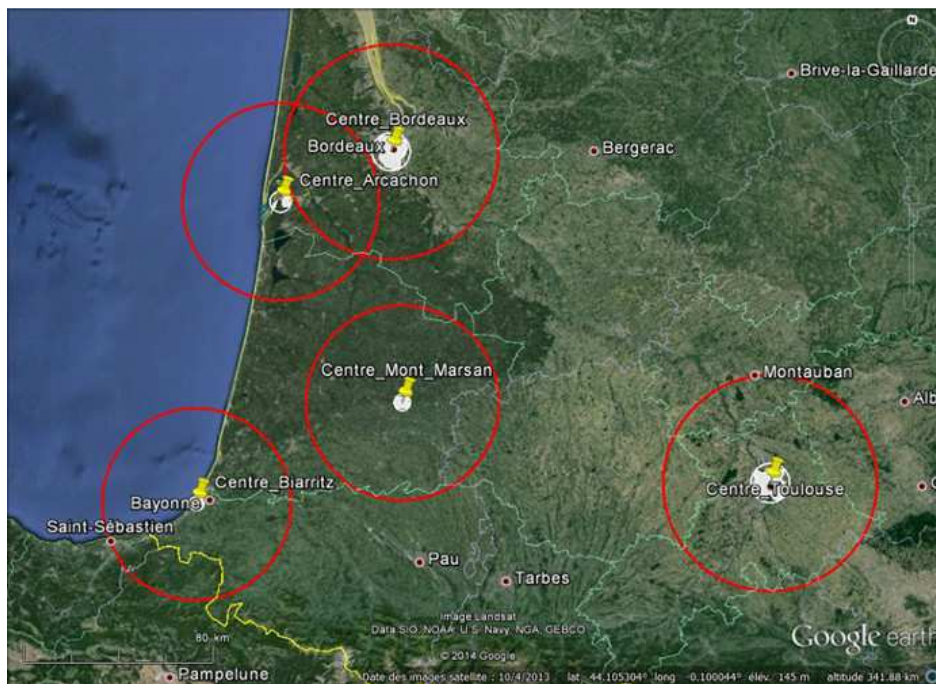


Figure 34 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Sud-Ouest



Figure 35 : Zone de potentielles perturbations des stations de base identifiées pour la région Sud-Est

Annexe J Evaluation de la perturbation liée à la télémesure aérienne sur les stations de base LTE

Des simulations ont été réalisées pour évaluer l'impact des émissions des systèmes de télémesures sur la réception des stations de bases macro LTE.

Ces simulations mettent en œuvre :

- différents scénarios représentatifs de l'ensemble des expérimentations de télémesure,
- des stations de base macro LTE positionnées dans 17 villes.

1/ Systèmes de télémesures

Les caractéristiques principales utilisées dans les simulations figurent dans le tableau 3. Les antennes d'émission sont à polarisation rectiligne (verticale ou horizontale) ou circulaire.

Les scénarios de mise en œuvre de la télémesure sont identifiés en Annexe H, et complétés de deux scénarios à Bourges et au Centre d'essais des Landes.

2/ Systèmes LTE

Les caractéristiques principales utilisées dans les simulations figurent dans le tableau de l'annexe F (stations de base à la réception). Les antennes sont définies par

- le diagramme de l'antenne optimisé à -30dB pour les lobes secondaires (cf .Figure 9)
- une hauteur de $H=30m$,
- et une polarisation linéaire croisée.

Le critère de perturbation est égal à -107.4dBm (N-6dB).

Les points d'implantation des stations de base étudiées sont fournis en Annexe H .

3/ Hypothèses et conditions de calculs

Les simulations sont réalisées en situation fréquentielle « co-canal », chaque système (LTE et télémesure) utilisant une même largeur de canal de 10MHz (aucun découplage de largeur de bande n'est utilisé dans les calculs).

Le modèle de propagation utilisé est l'espace libre.

Les scénarios de télémesures et les stations de base macro sont représentés sur la carte ci-dessous :

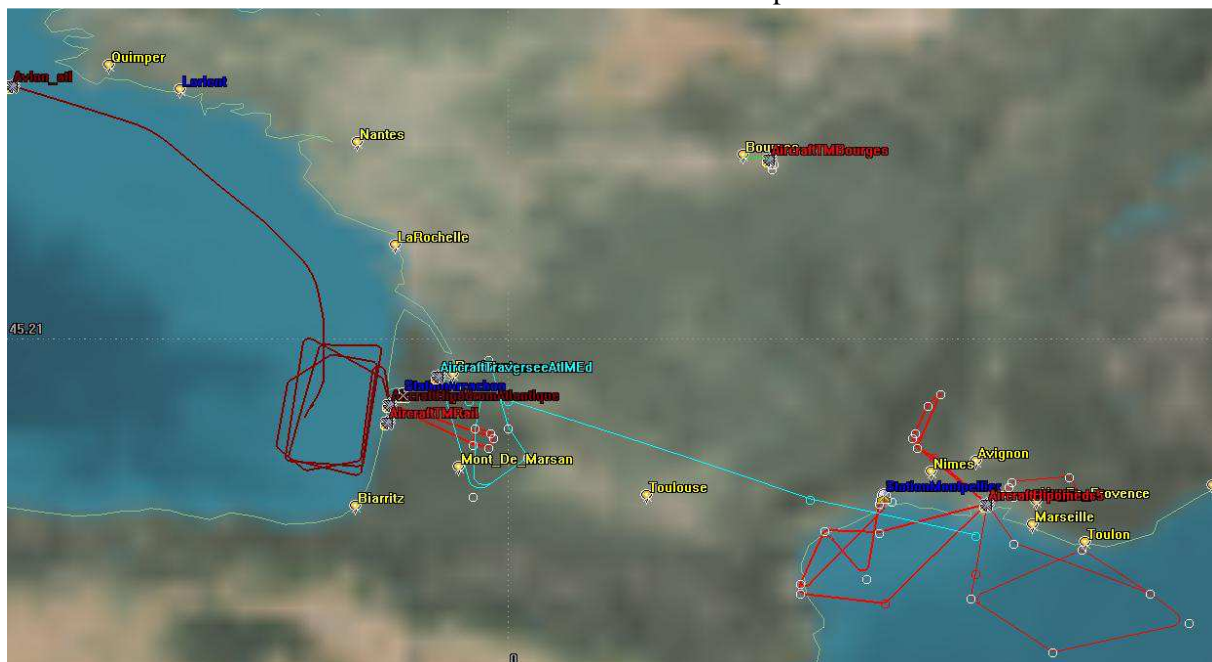


Figure 36 : Ensemble des scénarios de vol pris en compte dans l'évaluation

4/ Résultats

Les résultats issus des simulations fournissent l'évolution du niveau interférant reçu sur le récepteur de la station de base en fonction de l'évolution de l'émetteur de télémesure dans le scénario (altitude, distance).

La figure ci-dessous présente les résultats pour la station de base située à Marseille.

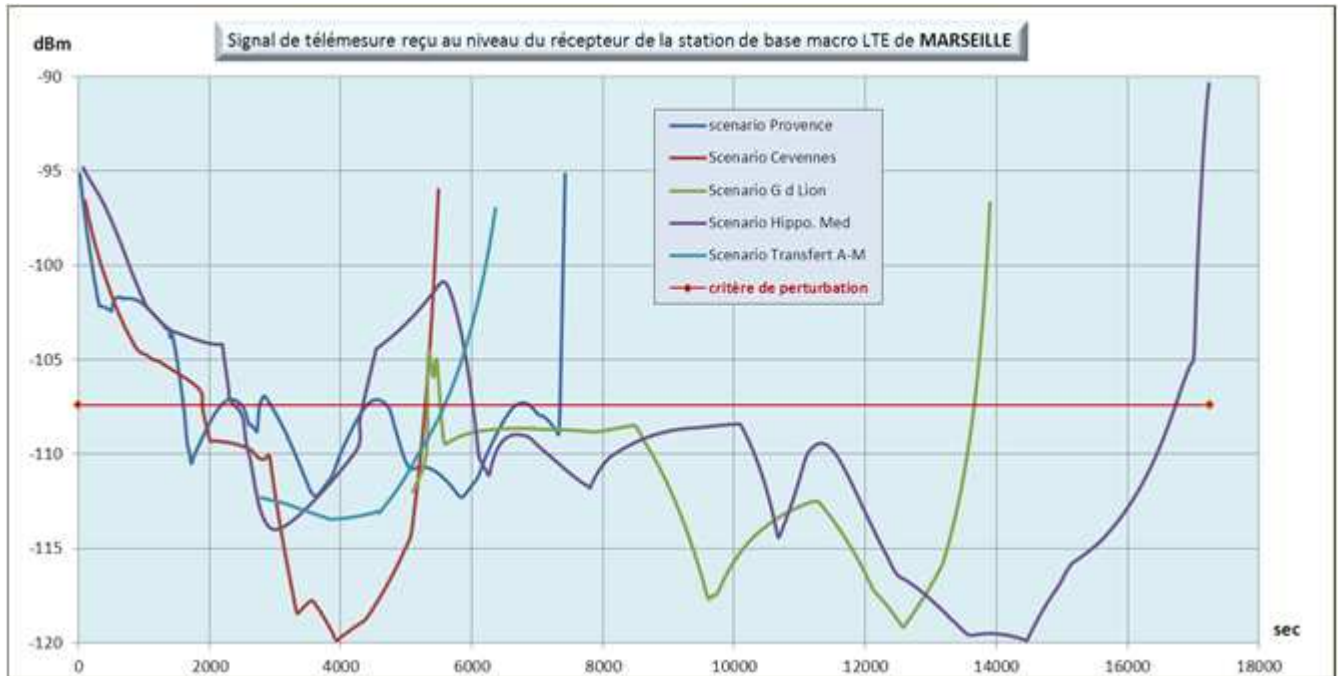


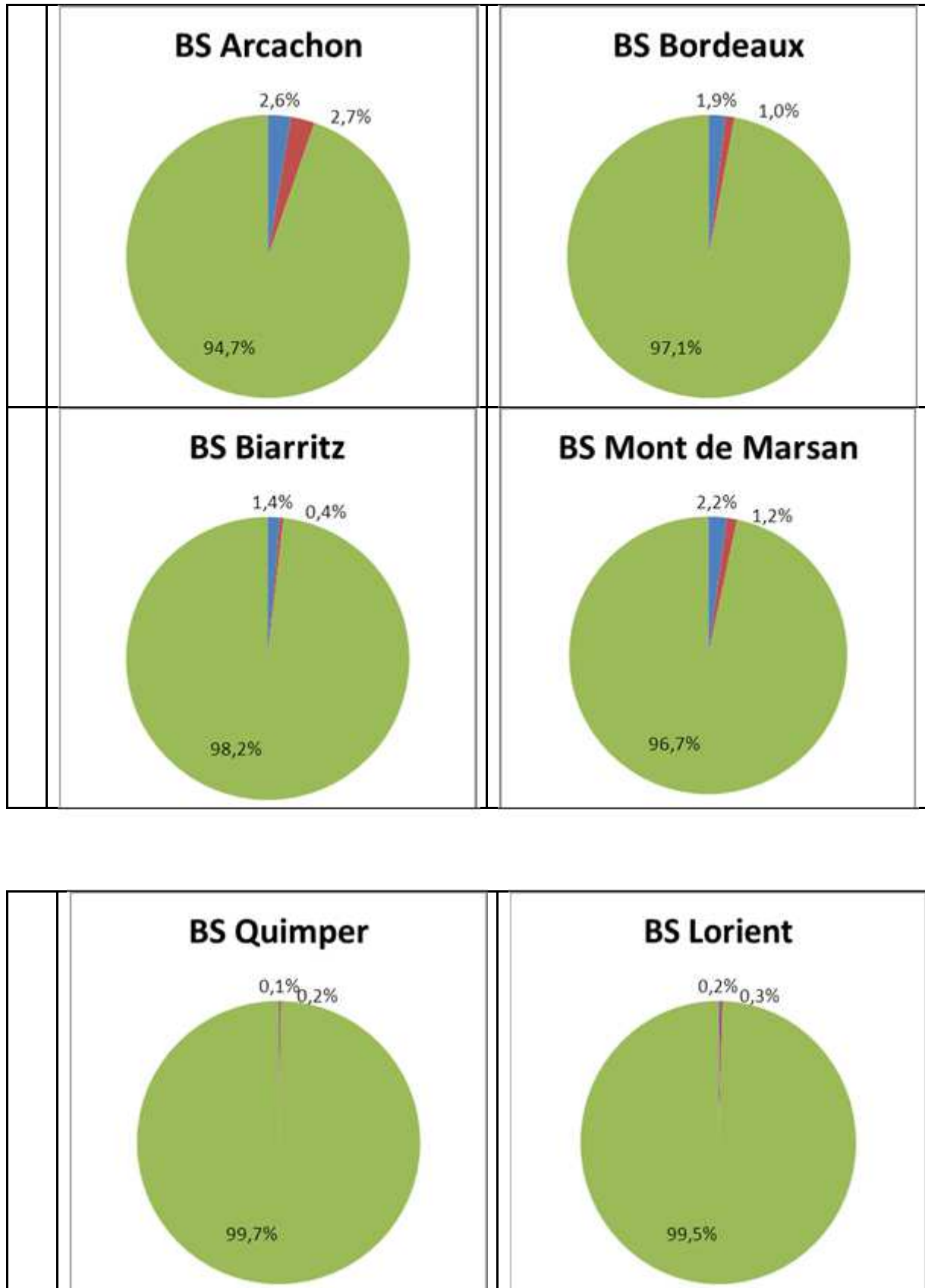
Figure 37 : Exemple d'un niveau d'interférence reçu par une station de base localisée à Marseille

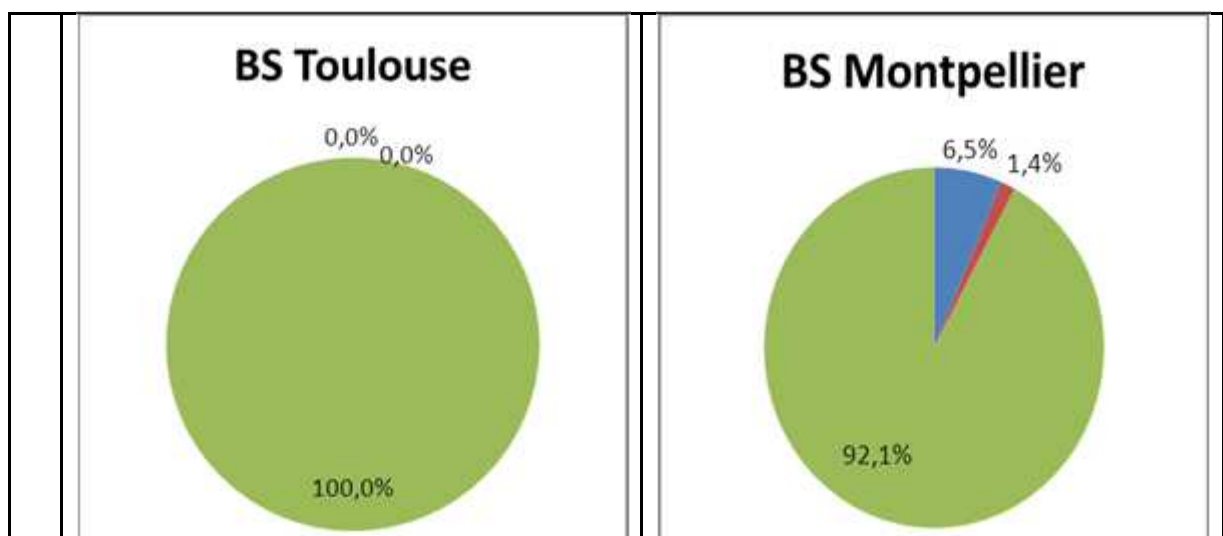
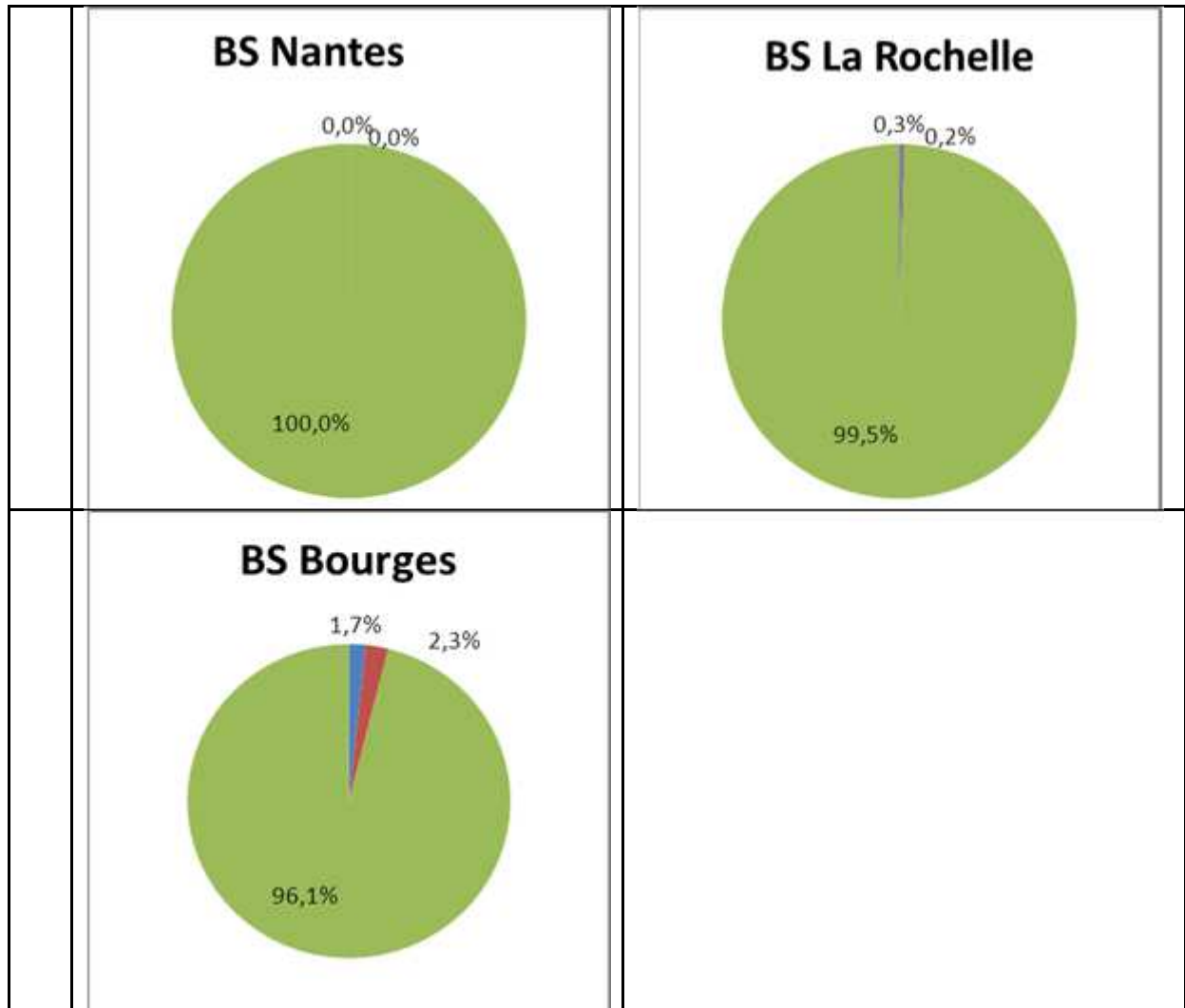
Les éléments de sortie de ces simulations sont pris en compte pour fournir un indicateur sur la durée de dépassement du critère de perturbation sur une année, et sur chaque station de base.

Ces évaluations sont représentatives d'une utilisation annualisée des systèmes de télémesures (nombre de scénarios, altitude trajectoire...).

Elles sont exprimées sous forme de secteurs représentant des pourcentages de temps :

- secteur vert	le signal interférant ne dépasse pas le critère
- secteur bleu	le signal interférant dépasse le critère de 6dB maximum
- secteur rouge	le signal interférant dépasse le critère de plus de 6dB





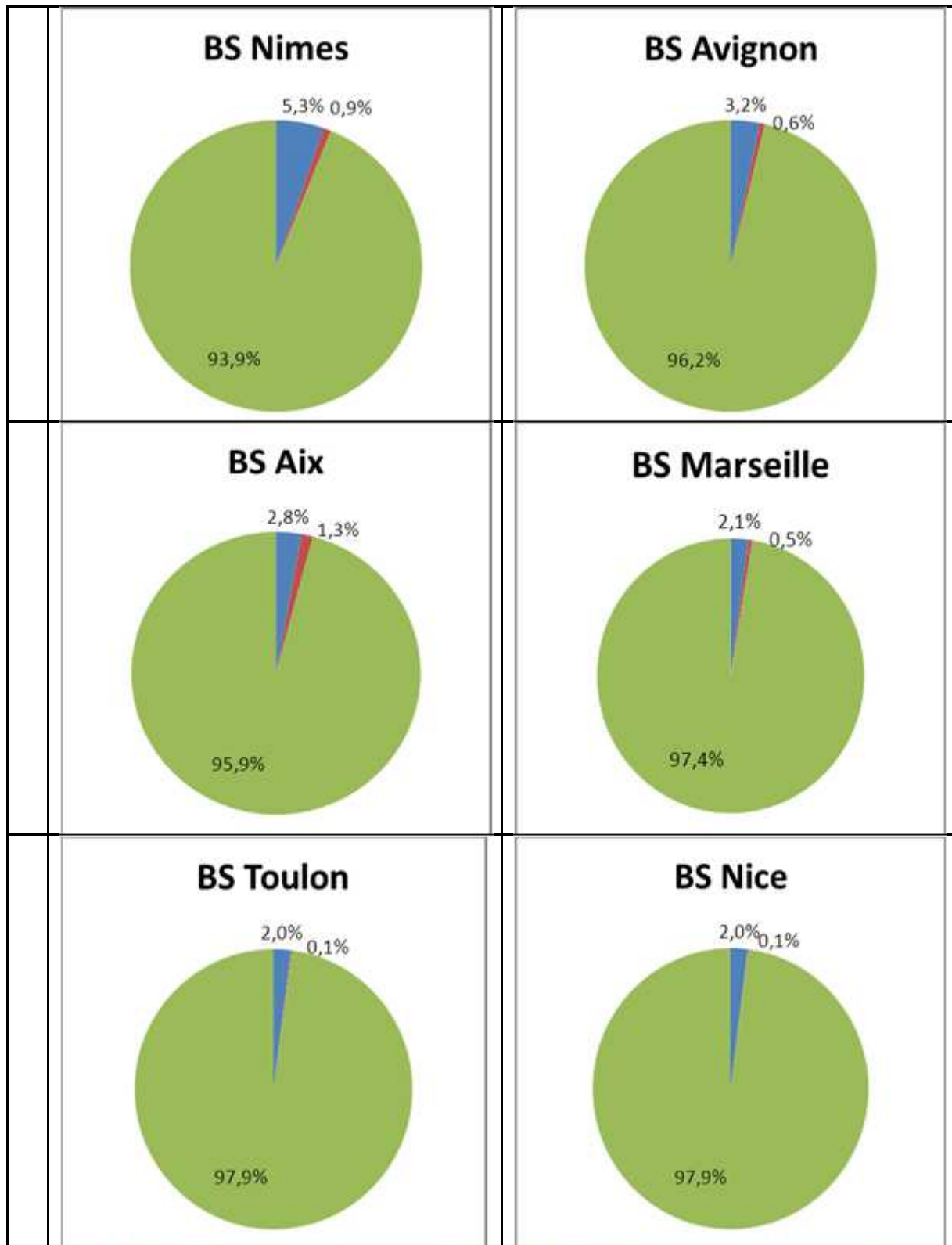


Figure 38 : Evaluation du taux annuel de dépassement de seuils de perturbation de stations de bases localisées dans différentes agglomérations

5/Synthèse

Les résultats donnent une évaluation de la durée de présence du signal de télémessure reçu par une station de base LTE, mais ne donnent pas une évaluation de la perturbation engendrée par ce signal sur une cellule LTE ou un réseau LTE. Ils sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Impact des émissions de télémessures sur les stations de base macro LTE (<i>Hauteur 30m, tiltée à 6°</i>)																
Arcachon	Bordeaux	Biarritz	Mont de Marsan	Quimper	Lorient	Nantes	La Rochelle	Bourges	Toulouse	Montpellier	Nîmes	Avignon	Aix	Marseille	Toulon	Nice
▼ Pourcentage de temps sans interférence (sur 1an) ▼																
94.7	97.1	98.2	96.7	99.7	99.5	100	99.5	96.1	100	92.1	93.9	96.2	95.9	97.4	97.9	97.9
▼ Pourcentage de dépassement du critère de perturbation sur 1an ▼																
<i>Sud-Ouest</i>				<i>Ouest</i>				<i>Sud-Est</i>								
< 6%				<1%				<5%					<8%			

Tableau 23 : Synthèse du pourcentage de temps sur 1 an pendant lequel le critère de protection d'une station de base est dépassé pour différentes agglomérations

Il est rappelé que le diagramme d'antenne des stations de base LTE joue un rôle primordial dans le calcul de la distance de séparation ainsi que le tilt utilisé.

Il n'y a pas de prise en compte du terrain, en ce sens les résultats sont donc pessimistes lorsque la liaison entre l'aéronef et la station de base est rasante ou au-delà de l'horizon radio. Il est également à noter que ce type de résultats ne peut pas être obtenu avec des trajectoires réelles car ces dernières ne sont soit :

- pas connues,
- pas communicables,
- pas représentative d'une année sur l'autre.

Annexe K Extrait de la Décision ECC (14)02 concernant la coexistence Wifi et LTE à 2400MHz

« allocated for a certain use (e.g. 2300 MHz is the lower band edge for MFCN).

A1.1 TECHNICAL CONDITIONS FOR MFCN BASE STATIONS

Technical conditions are applicable to MFCN base stations (BS) with different power levels (macro, micro, pico and femto BS).

To obtain a BEM for a specific block, the BEM elements that are defined in Table 1 are used as follows:

1. In-block power limit is used for the block assigned to the operator;
2. Transitional regions are determined, and corresponding power limits are used;
3. For remaining spectrum assigned to MFCN TDD, baseline power limits are used.

Table 1: BEM elements for MFCN Base stations

BEM element	
In-block	Block for which the BEM is derived.
Baseline	Spectrum used for TDD, except from the operator block in question and any corresponding transitional regions ¹³ .
Transitional region	<p>Transitional regions apply for unwanted emissions into adjacent TDD blocks allocated to other operators if networks are synchronised.</p> <p>They also apply in-between TDD blocks with a frequency separation of 5 or 10 MHz between each block edge.</p> <p>For immediately adjacent unsynchronised TDD networks, there is no transitional region and the baseline levels apply outside the allocated block.</p> <p>The transitional regions do not apply below 2300 MHz or above 2400 MHz.</p>

Synchronised operation¹⁴ as referred in the table above means “operation of TDD in two different systems, where no simultaneous uplink and downlink occur”, as defined by 3GPP in TS 37.104 section 3.1 [11] (see also ECC Report 216 on ‘Practical guidance for TDD networks synchronisation’ [12]).

In the tables below, P_{Max} is the maximum carrier power for the base station in question, measured as e.i.r.p..

A1.1.1 In-block requirements for MFCN base stations

¹³ In case of unsynchronised adjacent blocks, one operator's out-of-block signal level has to be reduced to the baseline level before entering into another operator's block.

¹⁴ Synchronisation of TDD networks of different operators can be addressed at national level

- **2300-2390 MHz:** An in-block e.i.r.p. limit is not obligatory. In case an upper limit is desired by an administration, a value which does not exceed 68 dBm / 5 MHz e.i.r.p. per antenna may be applied.
- **2390-2400 MHz:** The in-block e.i.r.p.¹⁵ limit shall not exceed 45 dBm / 5 MHz to ensure coexistence with systems above 2400 MHz.
- For femto base stations, the use of power control is mandatory in order to minimise interference to adjacent channels.

A1.1.2 Baseline requirements for TDD base stations

Table 2 shows the baseline requirements for unsynchronised and synchronised MFCN base stations.

**Table 2: Baseline requirements
BS BEM out-of-block e.i.r.p. limits over other TDD blocks within the band**

BEM element	Frequency range	Power limit
Baseline	Unsynchronised TDD blocks (2300-2400 MHz)	-36 ¹⁶ dBm / 5 MHz e.i.r.p. ¹⁵
Baseline	Synchronised TDD blocks (2300-2400 MHz)	Min(Pmax-43, 13) dBm / 5 MHz e.i.r.p. per antenna

Table 3 shows the additional baseline requirements above 2400 MHz for unsynchronised and synchronised MFCN base stations. Coexistence analysis showed that they need to apply at frequencies above 2403 MHz.

**Table 3: Additional baseline requirements above 2403 MHz
BS BEM out-of-band e.i.r.p.¹⁵ limits**

BEM element	BS e.i.r.p.	Power limit
Additional baseline	Pmax > 42 dBm	1 dBm / 5 MHz
Additional baseline	24 dBm < Pmax ≤ 42 dBm	(Pmax -41) dBm / 5 MHz
Additional	Pmax ≤ 24 dBm	-17 dBm / 5 MHz

¹⁵ The e.i.r.p. is the total radiated power in any direction at a single location independent of any base station configuration.

¹⁶ This value is based on a scenario including all base station classes (Macro, Micro, Pico and Femto). A more restrictive scenario may allow a more relaxed value for some BS classes.

BEM element	BS e.i.r.p.	Power limit
baseline		

A1.1.3 Transitional region requirements for MFCN base stations

Table 4 shows the transitional region requirements for unsynchronised (when applicable) and synchronised MFCN base stations.

**Table 4: Transitional region requirements (when applicable)
BS BEM out-of-block e.i.r.p. limits**

BEM element	Frequency range	Power limit
Transitional region	-5 to 0MHz offset from lower block edge 0 to 5MHz offset from upper block edge	Min(Pmax-40, 21) dBm / 5 MHz e.i.r.p. per antenna
Transitional region	-10 to -5MHz offset from lower block edge 5 to 10MHz offset from upper block edge	Min(Pmax-43, 15) dBm / 5 MHz e.i.r.p. per antenna

Note: The transitional region applies either in the case of synchronised adjacent blocks, or in-between unsynchronised TDD blocks that are separated by 5 or 10 MHz. The transition regions do not apply below 2300 MHz or above 2400 MHz.

A1.1.4 BEM implementation for synchronised or unsynchronised TDD networks

For two adjacent operators using their systems under synchronised conditions, the defined BEM will normally allow direct adjacent operation of the operator's full-power blocks and the out-of-block region consists both of transitional region and baseline levels.

In the case of unsynchronised TDD networks, the compliance of two adjacent operators with the BEM requirements could be achieved by introducing frequency separation (e.g. through the authorisation process at national level) between the block edges of both operators.

Another option is for administrations to introduce so called restricted channels. Operators would then be required to limit the power used in the upper or lower part of their assigned spectrum, to limit the interference due to the selectivity of the adjacent operator's receiver. Assuming standard performance of the interfered receiver, an in-block level of 4 dBm / 5 MHz e.i.r.p. ¹⁵ may be used. This limit would be applied to the upper- or lowermost 5 MHz part of an operator's block to protect the adjacent operator, and may be relaxed in case of bilateral agreements between operators.

If the restricted channel solution is selected, the requirements of another operator's out-of-block emissions into this restricted channel may also be relaxed, e.g. so that the transitional level applies. If the requirements on emissions from other operators are not relaxed, the baseline requirement must be met already at the edge of the restricted channel. In this case an adjacent operator may need to apply an internal guard band for the filter roll-off.

“

Annexe L Extrait du rapport 172 sur la coexistence entre PMSE et LTE

Results – Scenario 1 “Cordless Camera Link”
LTE TDD interfering with video link

Required Minimum Coupling Loss and separation distances in this scenario are given below, in 0 for the worst case of interferer transmit antenna and victim receiver antenna being directed to each other, and applying a coupling loss that leads to a 95 % reliability of the video link system. Also, the results for the less stringent case that the receiver antenna is facing 20 degrees away, and applying the median coupling loss, are given in Table 26.

It can be observed that for the case of co-channel coexistence, separation distances of around 3 to 4 km are required if the interferer is a LTE TDD BS. For UE interferers, smaller separation distances below 1 km are required in the co-channel case (Table 25). These distances decrease to less than 1.5 km or around 200 m (BS or UE interferer) for the case that the median coupling loss is employed instead of the 95th percentile, and the receiver antenna is not directly pointed at the interferer (Table 26).

If LTE uses a channel adjacent to the wireless video link system, separation distances around 400 m (from BS) or 200 m (from UE) are observed (Table 25). These are reduced to 50-80 m for the case of median coupling loss and a receiver antenna 20° out of alignment with respect to the interference direction (Table 26).

If the active LTE channel is separated from the video link channel by a sufficiently large guard band, the separation distances are similar to the adjacent case for the BS interferer, but only around 100 m for the (UE interferer, if 95 % reliability is required for the video link, and the antennas exhibit a worst-case alignment. For median MCL and 20° offset, the separation distance is reduced to only 50-60 m for both BS and UE interferers.

MCL and corresponding Separation Distances d (95% victim system reliability) for usage scenario 1 “Cordless Camera Link”, antenna directions aligned. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	162.3	162.3	162.3	156.8	156.8	156.8
		d (km)	3.236	3.236	3.236	0.609	0.609	0.609
	10 MHz	MCL (dB)	162.3	165.3	165.3	156.8	159.8	159.8
		d (km)	3.236	3.953	3.953	0.609	0.744	0.744
	5 MHz	MCL (dB)	162.3	165.3	168.3	156.8	159.8	162.8
		d (km)	3.236	3.953	4.780	0.609	0.744	0.900
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	129.4	129.4	129.4	139.9	139.9	139.9
		d (km)	0.373	0.373	0.373	0.203	0.203	0.203
	10 MHz	MCL (dB)	128.7	130.1	130.1	140.7	142.0	142.0
		d (km)	0.359	0.392	0.392	0.213	0.231	0.231
	5 MHz	MCL	129.8	131.0	131.9	141.8	143.2	143.9

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
		(dB)						
		d (km)	0.385	0.417	0.442	0.229	0.250	0.263
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	130.6			130.0		
		d (km)	0.408			0.106		

Median MCL and corresponding Separation Distances d for usage scenario 1 "Cordless Camera Link", receiver antenna facing 20° away. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	145.4	145.4	145.4	138.0	138.0	138.0
		d (km)	1.066	1.066	1.066	0.178	0.178	0.178
	10 MHz	MCL (dB)	145.4	147.9	147.9	138.0	141.0	141.0
		d (km)	1.066	1.264	1.264	0.178	0.217	0.217
	5 MHz	MCL (dB)	145.4	147.9	150.4	138.0	141.0	144.0
		d (km)	1.066	1.264	1.483	0.178	0.217	0.266
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	83.2	83.2	83.2	108.0	108.0	108.0
		d (km)	0.053	0.053	0.053	0.072	0.072	0.072
	10 MHz	MCL (dB)	82.1	84.5	84.5	109.1	111.0	111.0
		d (km)	0.051	0.054	0.054	0.072	0.075	0.075
	5 MHz	MCL (dB)	83.9	86.3	88.2	110.7	113.0	114.0
		d (km)	0.054	0.057	0.059	0.075	0.078	0.078
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	85.7			98.0		
		d (km)	0.056			0.061		

Deviating further from worst-case assumptions to more realistic ones (e.g., the UE only being assigned 1/3 of the resource blocks, abandoning perfect BS antenna alignment with the victim receiver, assuming reduced ACLR and spurious emissions) additionally reduces the required separation distances.

Video link interfering with LTE TDD

0 corresponds to the same scenario and link assumptions as made for the results in Table 250, but this time the video link transmitter of scenario 1 interferes with the LTE TDD (BS or UE) reception. Comparing the two tables, it can be observed that video link interfering into LTE results in significantly smaller separation distances (approximately one third to one half of the distances) than the other way around. Hence, in this scenario, the LTE system as the interferer is the limiting interference direction.

As for the case of LTE TDD interferer, the separation distances are further reduced if less strict requirements regarding antenna alignment and reliability percentile are made if video link interferes with LTE (see the results in Annex 2).

MCL and corresponding Separation Distances d (95% victim system reliability) for usage scenario 1 "Cordless Camera Link", antenna directions aligned. Video link interferer

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	144.8	144.8	144.8	144.8	144.8	144.8
		d (km)	1.031	1.031	1.031	0.278	0.278	0.278
	10 MHz	MCL (dB)	144.8	147.9	147.9	144.8	146.7	146.7
		d (km)	1.031	1.259	1.259	0.278	0.314	0.314
	5 MHz	MCL (dB)	144.8	147.9	151.1	144.8	146.7	148.5
		d (km)	1.031	1.259	1.553	0.278	0.314	0.354

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	120.2	120.9	122.0	96.4	97.8	100.2
		d (km)	0.206	0.217	0.232	0.060	0.061	0.063
	10 MHz	MCL (dB)	121.0	122.4	123.0	98.0	101.1	102.8
		d (km)	0.217	0.238	0.248	0.061	0.064	0.065
	5 MHz	MCL (dB)	122.1	123.5	124.4	100.5	103.6	106.1
		d (km)	0.233	0.255	0.271	0.064	0.067	0.070
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	121.7			99.6		
		d (km)	0.226			0.062		

Results for other combinations of assumptions (median or 95% MCL, antenna directions) for all three scenarios can be found Annex 2.

Results – Scenario 2 “Mobile Video Link”

LTE TDD interfering with video link

Required Minimum Coupling Loss and separation distances in this scenario are given in Table 28 and Table 29 below. Scenario 2 is characterized by a very low path loss (free space propagation). Therefore, the attenuation to interfering signals is low. This leads to very high required interferer separation distances especially in the co-channel case.

For the case of co-channel coexistence, infeasible separation distances of more than 500 km are required for LTE-TDD BS interferers. For UE interferers, separation distances are above 200 km. Even if the worst case constraints are slightly reduced (median MCL and 20° receiver antenna offset, 0), very large distances are still required for BS interferers.

In the adjacent channel case, separation distances of up to 43 km for LTE base stations, and up to 13 km for LTE UEs are observed. A reduction to around 4-7 km or 1-2 km (BS or UE) can be achieved for median MCL and 20° offset.

For alternate channel use (20 MHz distance between channels) separation of LTE BS/UE reduces to a distance of 1-2 km, but only 200 m to 400 m for the case of relaxed constraints regarding MCL statistics and antenna directions.

MCL and corresponding Separation Distances d (95% victim system reliability) for usage scenario 2 “Mobile Video Link”, antenna directions aligned. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	173.1	173.1	170.1	145.8	145.8	145.8
		d (km)	>500	>500	>500	201.8	201.8	201.8
	10 MHz	MCL (dB)	173.1	176.1	173.1	145.8	148.8	148.8
		d (km)	>500	>500	>500	201.8	283.6	283.6
	5 MHz	MCL (dB)	173.1	176.1	176.1	145.8	148.8	151.8
		d (km)	>500	>500	>500	201.8	283.6	283.6

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
		d (km)	>500	>500	>500	201.8	283.6	402.4
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	127.8	127.8	124.7	115.8	115.8	115.8
		d (km)	25.2	25.2	17.6	6.344	6.344	6.344
	10 MHz	MCL (dB)	130.7	130.9	127.8	116.9	118.8	118.8
		d (km)	35.5	36.2	25.3	7.234	9.015	9.015
	5 MHz	MCL (dB)	132.3	132.5	130.9	118.5	120.8	121.8
		d (km)	42.4	43.3	36.2	8.661	11.2	12.7
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	108.3			105.8		
		d (km)	2.661			2.011		

Median MCL and corresponding Separation Distances d for usage scenario 2 "Mobile Video Link", receiver antenna facing 20° away. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	158.3	158.3	155.3	131.0	131.0	131.0
		d (km)	>500	>500	>500	36.6	36.6	36.6
	10 MHz	MCL (dB)	158.3	161.3	158.3	131.0	134.0	134.0
		d (km)	>500	>500	>500	36.6	51.9	51.9
	5 MHz	MCL (dB)	158.3	161.3	161.3	131.0	134.0	137.0
		d (km)	>500	>500	>500	36.6	51.9	73.0
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	111.9	111.9	108.5	101.0	101.0	101.0
		d (km)	4.055	4.055	2.745	1.150	1.150	1.150
	10 MHz	MCL (dB)	115.0	115.2	111.9	102.1	104.0	104.0
		d (km)	5.834	5.952	4.071	1.315	1.638	1.638
	5 MHz	MCL (dB)	116.7	116.9	115.3	103.7	106.0	107.0
		d (km)	7.055	7.270	5.952	1.590	2.042	2.302
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	85.6			91.0		
		d (km)	0.197			0.366		

Video link interfering with LTE TDD

In the reverse interference direction, as can be observed in 0, separation distances are smaller compared with Table 28, due to the application of a different channel model (open area). The interference takes place between ground stations and does not involve an aircraft as in the LTE interferer case. However, co-channel operation with separation distances in the order of 3/30 km (UE/BS victim) seems unfeasible unless additional protection measures are implemented. Adjacent or alternate channel operation might also require additional protection measures in certain cases.

MCL and corresponding Separation Distances d (95% victim system reliability) for usage scenario 2 "Mobile Video Link", antenna directions aligned. Video link interferer

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	156.0	156.0	156.0	147.8	147.8	147.8
		d (km)	26.7	26.7	26.7	2.843	2.843	2.843
	10 MHz	MCL (dB)	156.0	159.0	159.0	147.8	150.8	150.8
		d (km)	26.7	30.4	30.4	2.843	3.438	3.438
	5 MHz	MCL (dB)	156.0	159.0	162.0	147.8	150.8	153.8
		d (km)	26.7	30.4	34.3	2.843	3.438	4.199
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	109.0	110.1	111.6	115.3	116.0	116.8
		d (km)	1.356	1.455	1.608	0.197	0.209	0.226
	10 MHz	MCL (dB)	110.2	112.2	113.3	116.0	117.1	117.7
		d (km)	1.455	1.673	1.795	0.209	0.233	0.248
	5 MHz	MCL (dB)	111.8	113.9	115.4	116.9	118.0	118.8
		d (km)	1.624	1.868	2.065	0.229	0.255	0.277
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	107.6			114.0		
		d (km)	1.240			1.182		

Results – Scenario 3 "Portable Video Link"

LTE TDD interfering with video link

Required Minimum Coupling Loss and separation distances in scenario 3 are given in Table 31 and Table 32. In this scenario, a very high-gain receiver antenna with narrow beam is employed, so that the effective interference is greatly influenced by the antenna positions and directions. In a worst-case scenario, of course a perfect alignment of antennas has to be assumed.

It is observed that co-channel coexistence requires separation distances of around 30 km for a BS interferer, and around 6-7 km for a UE interferer. If the receiver antenna direction is off-axis, separation distances are less than half of these values (see Annex 2), and a relaxation towards median MCL further reduces the required distances further to 3-4.5 km (BS) or 600-800 m (UE), see 0.

If LTE uses a channel adjacent to the wireless video link system, separation distances around 2 km (from BS) or 1 km (from UE) are observed. These can be significantly reduced to 350 m or 100 m (BS or UE) for the case of median coupling loss and a receiver antenna 20° out of beam with respect to the interference direction.

For alternate channel use (20 MHz distance between channels), the separation distance exhibits a values of approximately 2 km (BS interferer) or 500 m (UE interferer), but only 334 m for the case of relaxed constraints regarding MCL statistics and antenna directions for the BS interferer, and only 42 m for the UE interferer.

MCL and corresponding Separation Distances d (95 % victim system reliability) for usage scenario 3 "Portable Video Link", antenna directions aligned. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	173.1	173.1	173.1	167.8	167.8	167.8
		d (km)	25.9	25.9	25.9	5.550	5.550	5.550
	10 MHz	MCL (dB)	173.1	176.1	176.1	167.8	170.8	170.8
		d (km)	25.9	29.2	29.2	5.550	6.711	6.711
	5 MHz	MCL (dB)	173.1	176.1	179.1	167.8	170.8	173.8
		d (km)	25.9	29.2	32.9	5.550	6.711	8.197
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	130.6	130.6	130.6	137.8	137.8	137.8
		d (km)	1.793	1.793	1.793	0.782	0.782	0.782
	10 MHz	MCL (dB)	129.6	131.5	131.5	138.9	140.8	140.8
		d (km)	1.688	1.904	1.904	0.838	0.945	0.945
	5 MHz	MCL (dB)	131.1	133.0	134.5	140.5	142.8	143.8
		d (km)	1.866	2.104	2.325	0.927	1.077	1.155
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	132.5			131.1		
		d (km)	2.042			0.503		

Median MCL and corresponding Separation Distances d for usage scenario 3 "Portable Video Link", receiver antenna facing 20° away. LTE interferer

Interference scenario	Victim (videolink) bandwidth		Interfering system and bandwidth					
			LTE TDD BS			LTE TDD UE		
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	138.5	138.5	138.5	133.0	133.0	133.0
		d (km)	3.014	3.014	3.014	0.567	0.567	0.567
	10 MHz	MCL (dB)	138.5	141.5	141.5	133.0	136.0	136.0
		d (km)	3.014	3.682	3.682	0.567	0.693	0.693
	5 MHz	MCL (dB)	138.5	141.5	144.5	133.0	136.0	139.0
		d (km)	3.014	3.682	4.452	0.567	0.693	0.846
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	103.3	103.3	103.3	103.0	103.0	103.0
		d (km)	0.302	0.302	0.302	0.080	0.080	0.080
	10 MHz	MCL (dB)	102.7	104.1	104.1	104.1	106.0	106.0
		d (km)	0.290	0.318	0.318	0.086	0.098	0.098
	5 MHz	MCL (dB)	103.8	105.2	106.2	105.7	108.0	109.0
		d (km)	0.311	0.344	0.365	0.096	0.111	0.118
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	104.8			93.0		
		d (km)	0.334			0.042		

Video link interfering with LTE TDD

Table 33 and Table 34 reflect the protection distances for scenario 3 if the video link transmitter represents the interferer to LTE TDD, for perfectly aligned antennas or a 20° off-axis video link

transmit antenna. (Note that for scenarios 1 and 2, the video link transmit antenna is omnidirectional, so its alignment does not influence the results.)

In Table 33, all antennas are perfectly aligned towards each other, and a 95% reliability for the victim system is assumed. Comparing the resulting separation distances with the other interference direction (Table 31), it can be observed that as in the other two scenarios, the video link interferer requires lower distances than the LTE interferer case. In Table 340 significantly reduced separation distances for a relaxed set of requirements are observed.

MCL and corresponding Separation Distances d (95 % victim system reliability) for usage scenario 3 "Portable Video Link", antenna directions aligned. Video link interferer

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	167.0	167.0	167.0	158.8	158.8	158.8
		d (km)	13.1	13.1	13.1	2.300	2.300	2.300
	10 MHz	MCL (dB)	167.0	170.1	170.1	158.8	161.8	161.8
		d (km)	13.1	16.0	16.0	2.300	2.810	2.810
	5 MHz	MCL (dB)	167.0	170.1	173.1	158.8	161.8	164.8
		d (km)	13.1	16.0	19.6	2.200	2.810	3.398
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	111.8	112.7	113.9	114.7	115.7	117.3
		d (km)	0.358	0.376	0.408	0.128	0.137	0.152
	10 MHz	MCL (dB)	112.8	114.3	115.0	115.8	117.9	118.9
		d (km)	0.380	0.420	0.437	0.138	0.158	0.169
	5 MHz	MCL (dB)	114.0	115.4	116.3	117.5	119.5	121.0
		d (km)	0.412	0.451	0.479	0.155	0.176	0.195
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	118.4			123.7		
		d (km)	0.551			0.233		

Median MCL and corresponding Separation Distances d for usage scenario 3 "Portable Video Link", transmit antenna facing 20° away. Video link interferer

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
Co-channel	20 MHz	MCL (dB)	150.6	150.6	150.6	139.5	139.5	139.5
		d (km)	4.497	4.497	4.497	0.646	0.646	0.646
	10 MHz	MCL (dB)	150.6	153.6	153.6	139.5	142.5	142.5
		d (km)	4.497	5.492	5.492	0.646	0.789	0.789
	5 MHz	MCL (dB)	150.6	153.6	156.7	139.5	142.5	145.5
		d (km)	4.497	5.492	6.708	0.646	0.789	0.964
Adjacent	20 MHz	MCL (dB)	57.3	63.3	67.3	69.7	71.0	72.6
		d (km)	0.007	0.015	0.020	0.007	0.007	0.008
	10 MHz	MCL (dB)	63.6	69.0	72.3	71.1	73.2	74.2
		d (km)	0.015	0.022	0.027	0.007	0.009	0.009
	5 MHz	MCL (dB)	67.9	74.3	80.0	72.7	74.9	76.5

Interference scenario	Victim (LTE) bandwidth		Victim LTE TDD BS			Victim LTE TDD UE		
			Interfering system bandwidth					
			20 MHz	10 MHz	5 MHz	20 MHz	10 MHz	5 MHz
		d (km)	0.020	0.031	0.044	0.008	0.009	0.011
Alternate	20 / 10 / 5 MHz	MCL (dB)	88.2			80.7		
		d (km)	0.076			0.014		

Conclusions

This study provides a worst-case analysis of constraints in terms of minimum coupling loss and separation distances for the coexistence between an LTE-TDD system as the interferer and a wireless video link system as the victim, and vice versa. It is assumed that apart from geographical separation, no interference management and operator coordination can be conducted. The results of the study do not apply to situations where operators could coordinate their activities or to situations where the actual propagation conditions can be taken into account. New studies are required for systems using advanced interference management mechanisms, for example system deployments taking into account acceptable transmit powers (micro base stations) for particular geographical areas, or based on cognitive technologies.

The results regarding scenario 1 "Cordless Camera Link" indicate that coexistence can be feasible in the adjacent and alternate channel case, since the required separation distance is moderate. If the receiver performance of wireless video links and the LTE transmitter performance exceed the requirement values in **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** and **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, the observed separation distances can further be reduced to even smaller values. It has to be decided on a case-by-case basis if additional protection and sharing mechanisms have to be employed. In the co-channel case, dedicated protection and coexistence mechanisms would be required under worst case conditions.

In scenario 2 "Mobile Video Link", such further protection and coexistence mechanisms are probably required except in the presence of a guard band of more than 20 MHz between the systems. For the case of video link as a victim, this is mainly due to the very low path loss propagation model under worst case conditions and large coverage of the receiver antenna mounted on a helicopter. This is certainly a special propagation case which calls for dedicated coordination measures. In the case of video link transmitters interfering into LTE receivers in this scenario, separation distances are significantly reduced.

The results for scenario 3 "Portable Video Link" indicate that coexistence based on geographical separation is feasible at least in the alternate channel (guard band) case if on a case-by-case basis, some additional protection measures are deployed. If certain separation corridors around the main lobe of the narrow-beam video link receive antenna could be employed, geographical separation could be feasible in the adjacent channel case as well, especially if the employed devices exceed the performance limits by a significant amount. In the co-channel case, additional dedicated protection and coexistence mechanisms would be probably be required due to significant necessary separation distances.