

Rapport d'étude de la Commission de Compatibilité
Electromagnétique sur la coexistence en bande adjacente entre
les radars de la Défense opérant sous 3400MHz et les
systèmes de la téléphonie mobile au-dessus de 3400MHz

1.	Introduction	4
2.	Caractéristiques des radars et sites associés considérés dans cette étude	4
2.1	Identification des radars à protéger sur la bande	4
2.2	Caractérisation des sites géographiques à protéger	4
2.3	Caractéristiques techniques des radars à protéger utilisées dans les études	5
2.4	Caractéristiques des radars susceptibles de perturber les récepteurs mobiles	6
3.	Caractéristiques du service mobile	7
3.1	Caractéristiques techniques des systèmes mobiles	7
3.2	Scénarios de déploiement mobile dans la bande 3400-3600MHz	8
4.	Etude théorique	9
4.1	Etude déterministe	9
4.2	Impact des stations de base LTE sur les radars.....	10
4.3	Impact des terminaux sur les radars.....	11
4.4	Impact des radars sur les stations de base.....	11
4.5	Impact des radars sur les terminaux mobiles	12
	Les zones d'interférence potentielle des terminaux LTE par les RNE radars représentent les zones dans lesquelles le terminal recevrait un signal RNE des radars supérieur à leur critère de protection	13
5.	Conclusions	14

1. Introduction

Le présent rapport vise à analyser les modalités de coexistence en bande adjacente autour de 3400 MHz entre les radars et les systèmes mobiles où les affectataires sont :

- l'ARCEP pour les services primaires mobile fixe et fixe par satellite dans la bande 3400-3600 MHz ;
- la Défense pour le service de radiolocalisation sous 3400 MHz en attribution primaire et dans 3400-3600 MHz en attribution secondaire.

Conformément à la possibilité donnée par la décision européenne **2014/276/EU**, des limites d'émissions non désirées sont appliquées aux stations de base LTE pour protéger les récepteurs radars de la Défense opérant en dessous de 3400MHz, la valeur retenue en France étant une PIRE de -59dBm/MHz (dans les conditions fixées au cas A du tableau 6 de la Décision Européenne). C'est la raison pour laquelle concernant l'impact des stations de base sur les récepteurs radar, le présent document ne traite que le cas d'impact d'émission-inband.

2. Caractéristiques des radars et sites associés considérés dans cette étude

2.1 Identification des radars à protéger sur la bande

Plusieurs types de radars sont utilisés par la Défense dans les bandes concernées:

- des radars terrestres fixes qui contribuent à la posture permanente de sûreté (PPS) et à l'élaboration de la situation aérienne générale (SAG) au-dessus du territoire national ;
- des radars mobiles aéroportés ou à bord de navires ;
- des radars tactiques (déplaçables) qui contribuent aux missions de défense aérienne. A ce titre, des Dispositifs Particuliers de Sûreté Aérienne (DPSA) sont régulièrement mis en œuvre sur le territoire national impliquant des zones de déploiements sur des sites connus utilisés régulièrement (sécurité du 14 juillet, salon du Bourget, etc.) ou sur des sites non prévisibles (cas de grands événements dont la localisation n'est pas prédéfinie, ex. : organisation d'un G20). Les radars tactiques sont également utilisés en remplacement temporaire des radars fixes lorsque ces derniers sont en maintenance ou en réparation.

Le respect de la réglementation européenne sur les niveaux de rayonnements non désirés des stations de base LTE permettra d'assurer la protection des radars ci-dessus (voir introduction).

Cependant, certains radars fixes et tactiques utilisés actuellement dont la plage de fréquences du récepteur en entrée de chaîne s'étend jusqu'à 3420 MHz¹ sont susceptibles de subir un phénomène de saturation de l'amplificateur faible bruit du radar (voir étude du paragraphe 4). Le Rapport ECC 203 donne des éléments qualitatifs relatifs au problème de saturation (*blocking*) des récepteurs radar.

2.2 Caractérisation des sites géographiques à protéger

Les sites pour lesquels la protection des radars contre le phénomène de saturation des récepteurs en début de chaîne est requise peuvent être subdivisés en plusieurs catégories :

- **les sites de catégorie A** (sites de coordonnées connues avec usage permanent).
 - **12 sites environ dont**

¹En revanche, sur ces radars, les émetteurs opèrent sous 3400 MHz.

- 4 faisant l'objet d'un retrait progressif à partir de 2017 ;
- 3 non encore utilisés et faisant l'objet d'un déploiement à compter de 2017 ;
- 1 passant en catégorie B.

Cela revient à terme (à partir de 2017) à avoir environ **11 sites à protéger dans cette catégorie.**

- **les sites de catégorie B**, dont les coordonnées sont connues et d'utilisation temporaire. Il est possible des définir les sous-catégories suivantes:
 - sites de maintenance : sites accueillant des radars tactiques agissant en substitution d'un radar fixe pendant une durée nominale de 3 semaines (la liste ne se limite donc pas aux sites radars « catégorie A » mais s'étend à tout site de la Défense équipé d'un radar).,
 - Sites d'usage régulier (DPSA² réguliers (ex : 14 juillet), exercices majeurs dont le site est récurrent, ...).
 - Sites sensibles (PIV³) caractérisés par une zone de déploiement potentielle du radar dans un rayon donné autour du site (coordonnées d'implantation du radar non prédéfinie) : environ 16.
- **les sites de catégorie C** (coordonnées inconnues, utilisation temporaire) concernent spécifiquement :
 - zones déjà identifiées par la catégorie B (DPSA, PIV) mais non pérennes (sites civils déjà utilisés mais non contractualisés) avec de possibles nouveaux déploiements,
 - de nouveaux sites (géographiquement inconnus). Par exemple, pour le déploiement d'un radar dans le cadre d'un DPSA sur un emplacement exceptionnel (toute France).

En l'absence de visibilité sur cette catégorie de sites, l'historique des sites de déploiement radar entrant dans cette catégorie sur les dix dernières années (e.g. 3 déploiements autour de Caen pour les célébrations des plages du débarquement) donne une idée, en fonction de la nature de l'événement, du degré d'occurrence où le radar tactique est utilisé sur le site.

2.3 Caractéristiques techniques des radars à protéger utilisées dans les études

Le radar I de la Recommandation UIT-R M.1464-2 peut être considéré comme représentatif des différents systèmes terrestres utilisés par la Défense sur cette bande. Dans ce cadre, la plage de fréquences du radar I est étendue jusqu'à 3400 MHz.

Les caractéristiques de ce radar sont rappelées ci-dessous :

Paramètres	Unité	Radar I
Gamme d'opération	MHz	2 700-3 400
Puissance crête ⁴ en entrée d'antenne	kW	60
RF emission bandwidth :	MHz	
-20 dB		3.5
-3 dB		2.5
Antenna pattern type (pencil, fan, cosecant-squared,		Cosecant-squared

² Dispositifs Particuliers de Sécurité Aérienne

³ Points d'Intérêt Vitaux

⁴ Correspondant à l'impulsion du radar.

etc.)		
Antenna type (reflector, phased array, slotted array, etc.)		Shaped reflector
Angle d'ouverture à 3dB en azimut	degré	1.5
Polarisation d'antenne		linéaire ou circulaire or switched
Gain max typique d'antenne	dBi	33.5 typical
Angle d'ouverture à 3dB en élévation	degré	4.8
Antenna side lobe (SL) levels (1st SLs and remote SLs)	dB dBi	26 35
Hauteur d'antenne (reference terrestre)	m	4 to 30
Vitesse de balayage sur le plan horizontal	Degrés.s ⁻¹	45-90
Facteur de bruit	dB	2.0 maximum
Découplage de polarisation (en réception)	dB	1.5
Découplage d'antenne	dB	3

Tableau 1: extrait de la Recommandation UIT-R M.1464-2 pour les radars considérés dans l'étude

Les caractéristiques des radars pris en considération pour ce scénario correspondent à celles du radar également « victime » du phénomène de saturation dans 3400-3420 MHz (dont le niveau max admissible par les radars – correspondant donc au critère de protection - n'est pas disponible dans la Recommandation, pour des raisons de confidentialité).

2.4 Caractéristiques des radars susceptibles de perturber les récepteurs mobiles

Les radars sont conformes au RR et aux recommandations UIT-R en ce qui concerne les rayonnements non essentiels. Les niveaux RNE « réglementaires » sont définis à 60dBc toutefois les calculs sont réalisés dans cette étude avec une valeur de 70dBc, sachant que les mesures réalisées sur des radars mobiles donnent en général des niveaux de RNE meilleurs que 70dBc. D'autres types de radars opérant sous 3400 MHz disposent de caractéristiques « RNE » sensiblement équivalentes à l'exception de quelques modèles d'anciennes conceptions, toujours en service, dont les RNE sont plus importants, dépassant les 60 dBc réglementaires.

Les RNEs des radars sont considérés en prenant en compte la puissance crête, rendant les résultats maximalistes. Ils pourraient être calculés par rapport à la puissance moyenne en utilisant le rapport [$10 \cdot \log(\text{largeur d'impulsion} \times \text{fréquence de répétition})$], ce qui devrait avoir pour conséquence d'améliorer le bilan d'environ 15dB, et donc de diminuer les zones impactées (par rapport à celles qui sont présentées aux parties 4.4 et 4.5 de ce document).

Pour être réalistes, ces résultats estiment la durée du dépassement du critère de protection en tenant compte de la rotation de l'antenne du radar qui vient diminuer la durée d'exposition des stations de base et des terminaux LTE aux RNEs du radar (cf Figure ci-dessous). La pondération liée à ce cycle temporel du signal radar s'élabore de la manière suivante : la zone de perturbation potentielle stations de base et des terminaux LTE par les RNE radars, calculée précédemment, n'est « active » que quand le lobe d'antenne du radar est pointé en direction du terminal LTE. L'activation de cette zone de perturbation se fait au rythme de la rotation de l'antenne du radar. Compte tenu de l'ouverture en azimut du lobe de l'antenne du radar, une station de base et un terminal LTE (fixe) sont exposés aux RNEs du radar environ 33 ms par seconde⁵, soit dépassant les critère de protection pendant environ 3 % du temps.

Système Radar

SYSTEME LTE

⁵ Cette durée étant égale à $\frac{\text{angle ouverture 3dB azimuth radar}}{\text{Vitesse de balayage sur le plan horizontal}}$

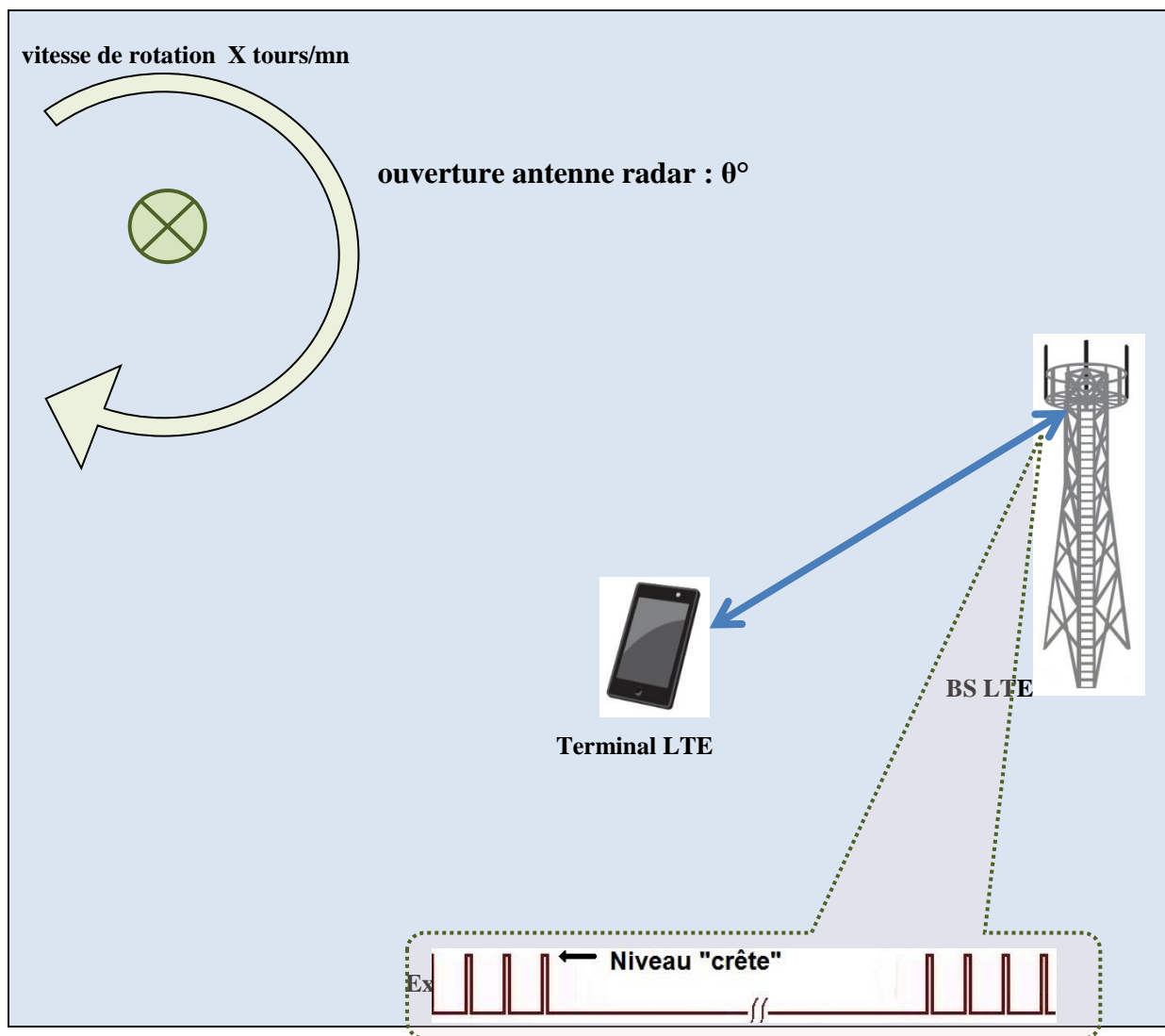


Figure 1: Schéma explicatif de la perturbation d'un terminal mobile par un radar

3. Caractéristiques du service mobile

3.1 Caractéristiques techniques des systèmes mobiles

Les équipements concernés (pour la réception en cas de brouillage d'un radar, pour l'émission en cas d'interférence sur un radar) sont les stations de base et les terminaux utilisés par la téléphonie mobile. Les paramètres sont résumés dans le Tableau 2 extrait en partie du rapport UIT-R M.2292.

	Station de base	Terminal
Gain typique max d'antenne (dBi)	18	-3
PIRE max (dBm)	67	20
Canalisation (MHz)	20 ⁶	20 ⁷
Hauteur d'antenne (m)	25-30 ⁸	1.5

⁶ Cette valeur typique n'exclut pas d'autres canalisations (e.g. 5, 10 ou 40 MHz).

⁷ Cette valeur typique n'exclut pas d'autres canalisations (e.g. 5, 10 ou 40 MHz).

⁸ Pour les macro-cellules.

Tilt (°)	-6 (urbain, suburbain), -3 (rural)	0
Facteur de bruit (dB)	Macro:5 Micro: 10 Pico/Femto: 13	9
Body Loss (dB)	N/A	1 ⁹
Critère de protection	I/N=-6dB	I/N=0dB

Tableau 2: Paramètres des terminaux et stations de base opérant au-dessus de 3400 MHz

L'antenne des stations de base LTE considérée pour la bande 3400-3600 MHz dans ce rapport est une antenne réelle¹⁰ avec un gain $G_{\max}=18\text{dB}$ et dont le diagramme de rayonnement sur le plan vertical (non tilté) est le suivant :

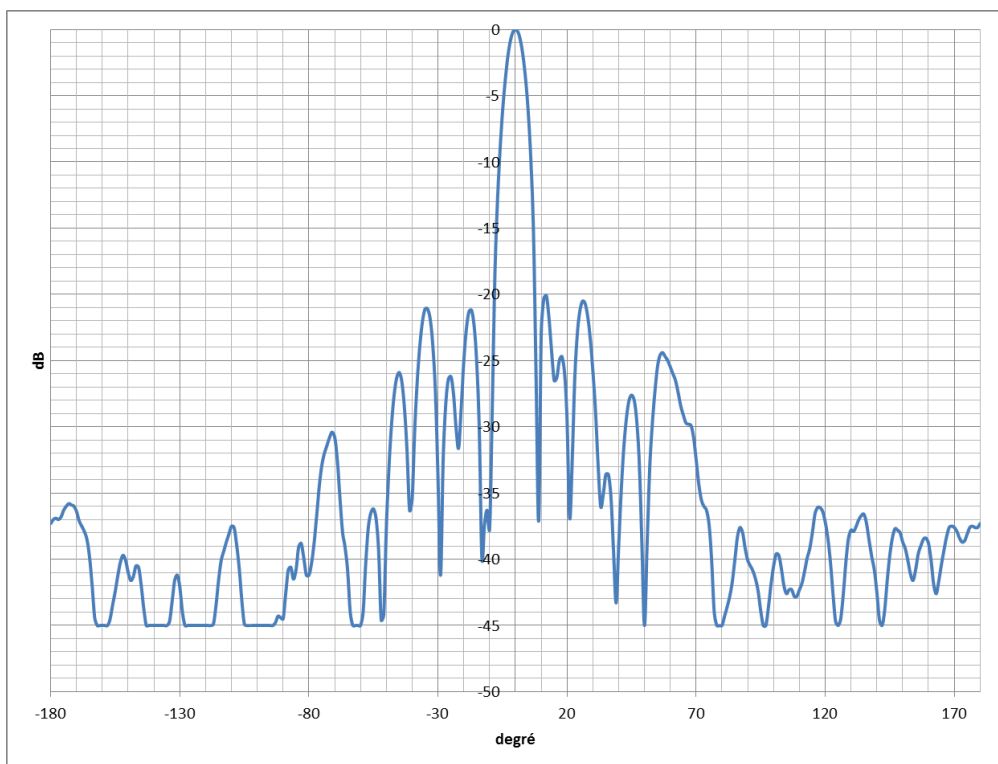


Figure 2: Diagramme de rayonnement plan vertical antenne station de base

3.2 Scénarios de déploiement mobile dans la bande 3400-3600MHz

Le plan de canalisation de la bande 3400-3600 MHz n'étant pas encore défini au niveau national, les stations de base susceptibles d'être déployées en France sur ces fréquences peuvent être du type Macro-Cellules ou Smallcells (micro, pico, femto) indoor/outdoor et opérer sur un plan TDD ou FDD.

Les radars opèrent sous 3400 MHz, par conséquent il n'y a pas de cas d'utilisation co-canal à considérer.

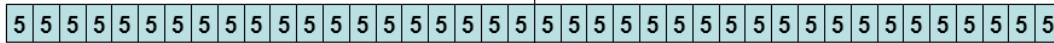
⁹ La valeur du body loss dans le rapport UIT-R M.2292 étant de 4 dB (valeur moyenne), les résultats des études CCE du présent rapport peuvent être considérés comme un pire cas dans la mesure où ce paramètre varie en fonction de la position de l'utilisateur par rapport au terminal (accolé à l'oreille lors d'un appel, éloigné du corps en mode data).

¹⁰ de type SSPX310M

1^{er} cas : plan TDD

3400 MHz

3600 MHz

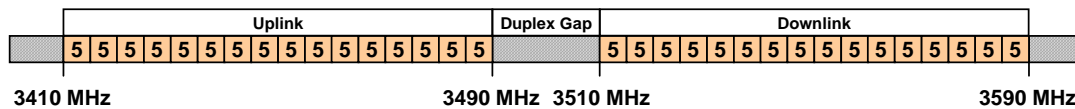


Du fait de leur faible niveau de PIRE, la coexistence entre radar et small-cells est plus aisée (distance de séparation limitée au minimum, 1 km dans le Rapport ECC 203) qu'avec des macro-cells.

2^{ème} cas : plan FDD

3400 MHz

3600 MHz



Compte tenu de la présence de 10 MHz de bande de garde (3400-3410 MHz) et du fait que les émetteurs dans la partie UL sont des terminaux mobiles, les radars ne seraient pas victimes d'un phénomène de saturation par les systèmes IMT.

4. Etude théorique

4.1 Etude déterministe

L'étude porte sur l'impact des émissions de stations de base au-dessus de 3400 MHz sur la saturation des récepteurs radar et également sur l'impact des Rayonnements Non Essentiels (RNE) des radars sur les systèmes mobiles (terminal et station de base). Dans ce dernier cas, une étude d'interférence non agrégée sur les récepteurs IMT victimes est réalisée sur quelques sites géographiques en prenant en compte les caractéristiques des systèmes qui y opèrent¹¹.

Les paramètres pris en compte dans l'étude (en plus de ceux indiqués en sections 2.3 et 3.3) sont l'angle d'élévation (tilt) des antennes et les RNEs des radars.

Les modèles de propagation dans cette étude prennent en compte le modèle numérique de terrain avec sursol. Pour les deux cas suivants, le modèle choisi est CARDIF :

- impact des systèmes mobiles sur les récepteurs radar,
- impact des radars sur les récepteurs (terminaux et stations de base) de la téléphonie mobile.

L'affaiblissement de transmission de référence minimal admissible pour la protection du récepteur victime peut être donné par:

$$L_b(p\%) = P_t + G_t(\theta_t) - (P_i - G_r(\theta_r))$$

où:

P_t : puissance du brouilleur (dBm)

$G_t(\theta_t)$: gain de l'antenne d'émission du brouilleur dans la direction du récepteur victime (dBi)

$G_r(\theta_r)$: gain de l'antenne du récepteur victime dans la direction du brouilleur (dBi)

¹¹ Par exemple la plage de variation de l'angle d'élévation des radars dépendant du site considéré, ce paramètre varie suivant les cas.

- P_i : niveau de blocking maximal admissible à l'entrée du récepteur victime (dBm)
- θ_t : angle entre l'axe de l'antenne du brouilleur et le trajet de brouillage (degrés)
- θ_r : angle entre l'axe de l'antenne du récepteur victime et le trajet de brouillage (degrés)
- $L_b(p\%)$: valeur de l'affaiblissement de transmission de référence minimal admissible devant être dépassée pendant $(100 - p)\%$ du temps le long du trajet de brouillage entre le brouilleur et le récepteur victime (dB) pour le modèle de propagation considéré.

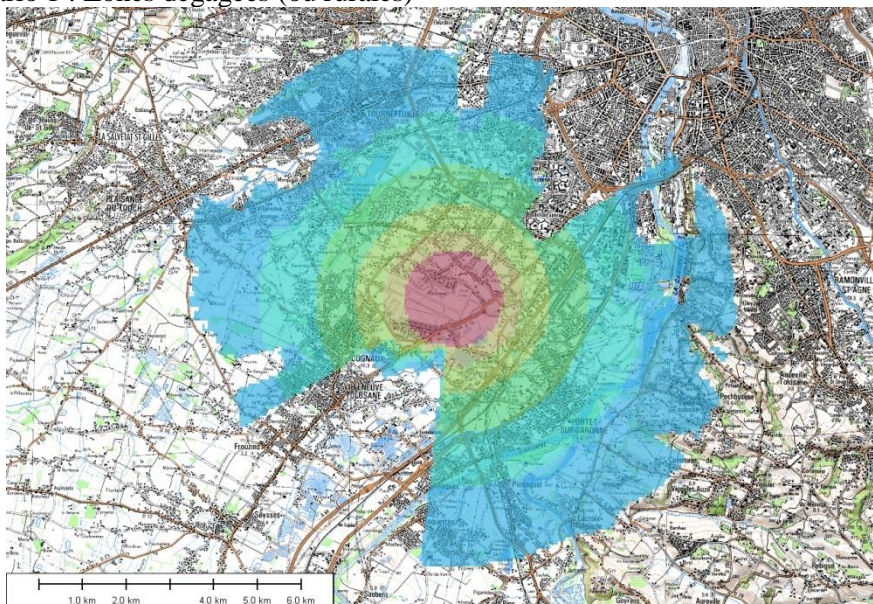
4.2 Impact des stations de base LTE sur les radars

L'étude montre que seules les émissions des stations de base LTE en mode TDD dans la bande 3400-3420 MHz ont un impact sur les récepteurs radars fixes et tactiques considérés dans l'étude. Cet impact s'exprime ici en termes de distance de séparation entre la station de base LTE émettrice et le récepteur radar donnant lieu à des cercles de rayon 7km/3 km pour des BS LTE de PIRE 67 dBm respectivement tiltées d'un angle $\alpha = -3^\circ / -6^\circ$. Pour des PIRE de stations de base LTE de **52/58** dBm lorsque les antennes sont respectivement tiltées d'un angle $\alpha = -3^\circ / -6^\circ$, la zone de protection correspond à un cercle de rayon 1km. Les résultats sont donnés pour une canalisation des stations de base LTE de 20 MHz mais sont également applicables, à puissance globale constante, pour des canalisations différentes (e.g. 10 ou 40 MHz).

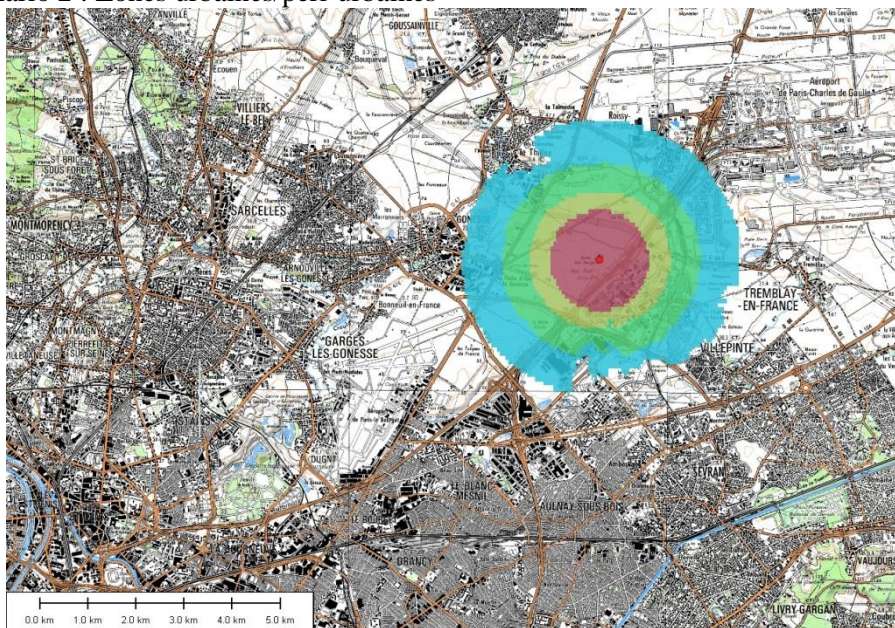
A titre d'exemple, les figures ci-dessous illustrent la distance géographique de protection requise autour du radar en tenant compte du modèle numérique de terrain pour deux scénarios d'environnement radio. Sur ces figures, la zone pour laquelle les émissions d'une station de base LTE pourraient provoquer une saturation du radar est représentée en couleur:

- bleu pour une PIRE comprise entre 64 et 67 dBm
- verte pour une PIRE comprise entre 61 et 64 dBm
- jaune pour une PIRE comprise entre 58 et 61 dBm
- rouge correspond à la zone de servitude ($R=1$ km).

- Scénario 1 : Zones dégagées (ou rurales)



- Scénario 2 : Zones urbaines/péri-urbaines



4.3 Impact des terminaux sur les radars

Compte tenu du niveau de PIRE des terminaux mobiles et de leur hauteur, il est considéré qu'ils ne perturbent pas les récepteurs radar.

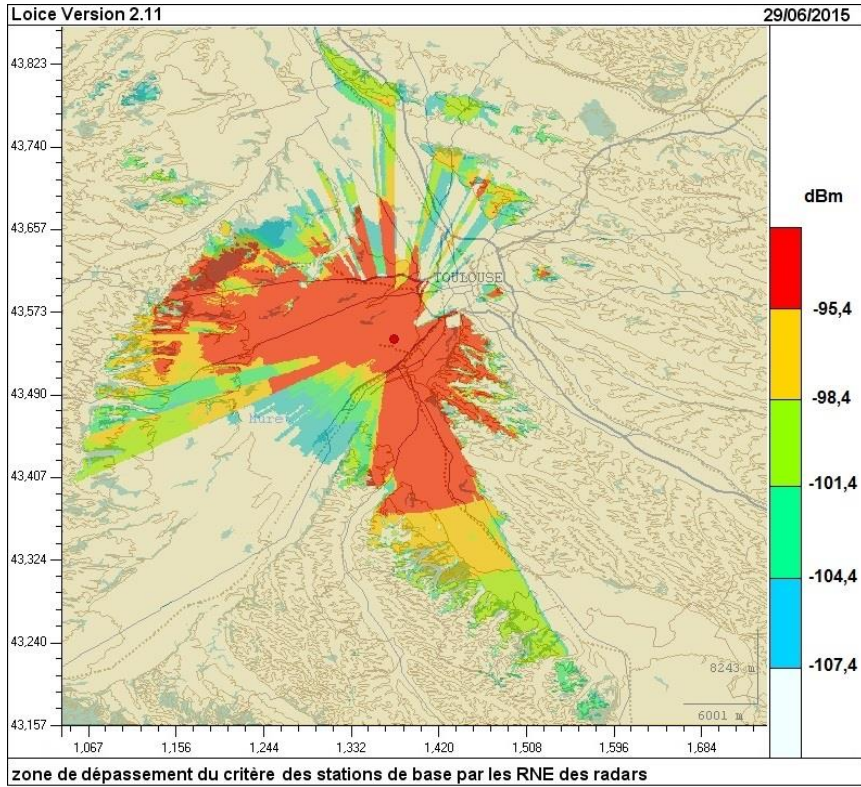
4.4 Impact des radars sur les stations de base

Les zones d'interférence potentielle des stations de base LTE (par les RNE radars) représentent les zones dans lesquelles un secteur de station de base recevrait un signal RNE¹² des radars supérieur à leur critère de protection. L'étude théorique n'a toutefois pas pris en compte le fait que les interférences provenant des radars soient de nature intermittentes (interférences pulsées et rotation de l'antenne) d'une part et qu'en pratique le niveau des RNEs, décroissant avec la séparation fréquentielle avec les émetteurs du service mobile soit mal connu d'autre part, ce qui signifie que les résultats peuvent être très pessimiste et éloignés de la réalité.

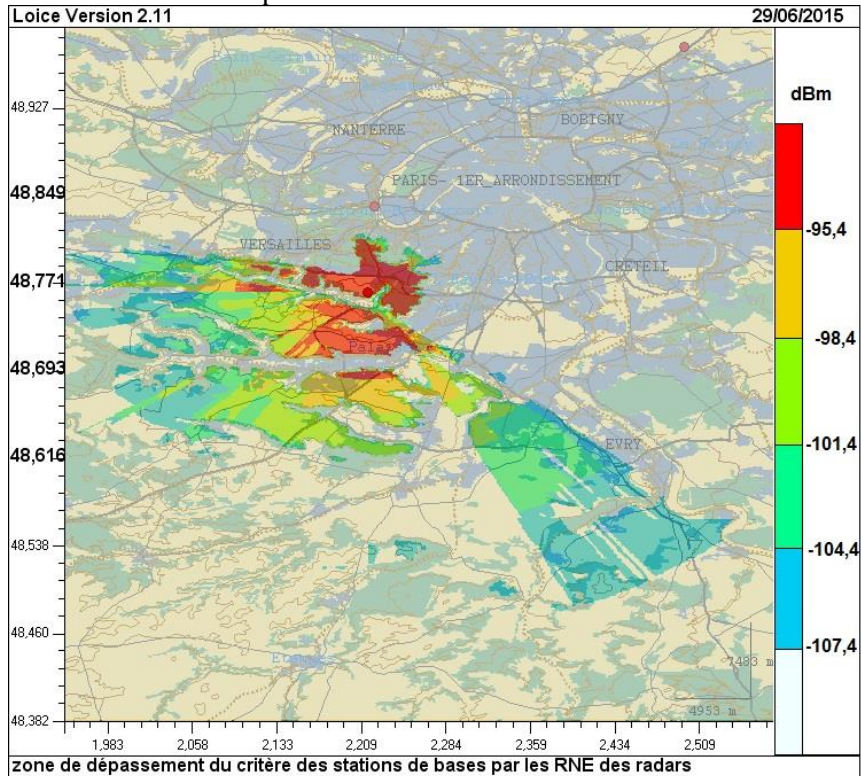
Pour différents scénarios (urbain, rural), les figures ci-dessous illustrent à titre d'exemple deux études de cas. Les zones colorées indiquent le dépassement du critère de protection des stations de base par palier de 3dB : -95.4, -98.4, -101.4, -04.4 et -107.4 dBm. Compte-tenu de la nature du signal radar, on distingue dans les figures suivantes les zones où les stations de base reçoivent des RNEs radar pour des valeurs crête de RNE (distance maximale de 45 km pour un environnement rural, 33 km pour un environnement urbain pour les radars étudiés).

- Scénario 1 : Zones dégagées (ou rurales)

¹² de 70dBc (cf section 1.4) en dessous du niveau in-band



- Scénario 2 : Zones urbaines/péri-urbaines



4.5 Impact des radars sur les terminaux mobiles

Pour évaluer la zone d'influence potentielle des RNEs des radars sur les terminaux LTE, il a été calculé la distance à partir de laquelle les interférences dues aux RNEs des radars disparaissaient ($I < I_{max}$ avec $I_{max}/N=0dB$).

Les zones d'interférence potentielle des terminaux LTE par les RNE radars représentent les zones dans lesquelles le terminal recevrait un signal RNE¹³ des radars supérieur à leur critère de protection. Pour différents scénarios (urbain, rural), les figures ci-dessous illustrent à titre d'exemple deux études de cas. Les zones colorées indiquent le dépassement du critère de protection des terminaux par palier de 3dB : -84,4, -87,4, -90,4, -93,4 et -96,4 dBm. Compte-tenu de la nature du signal radar, on distingue dans les figures suivantes les zones où les terminaux reçoivent des RNEs radar pour des valeurs crête de RNE (distance maximale de 4 km pour un environnement rural, 3km pour un environnement urbain pour les radars étudiés).

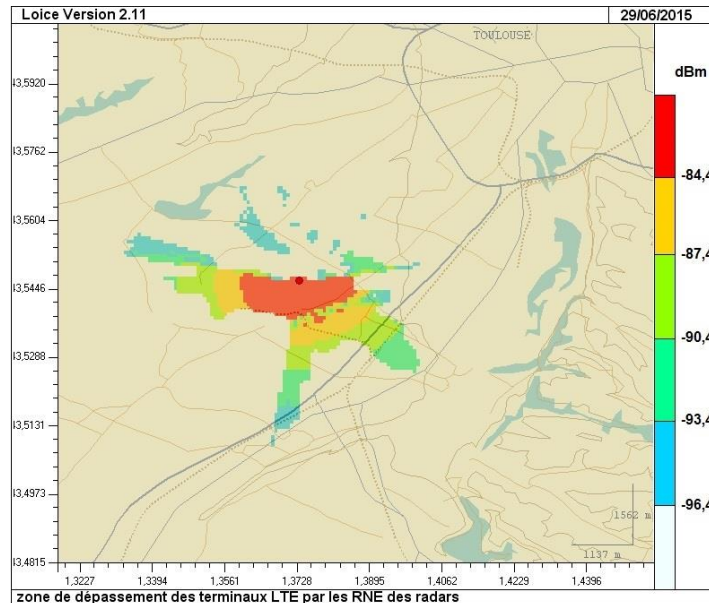


Figure 3 : Exemple de scénario en zones dégagées (rurales)

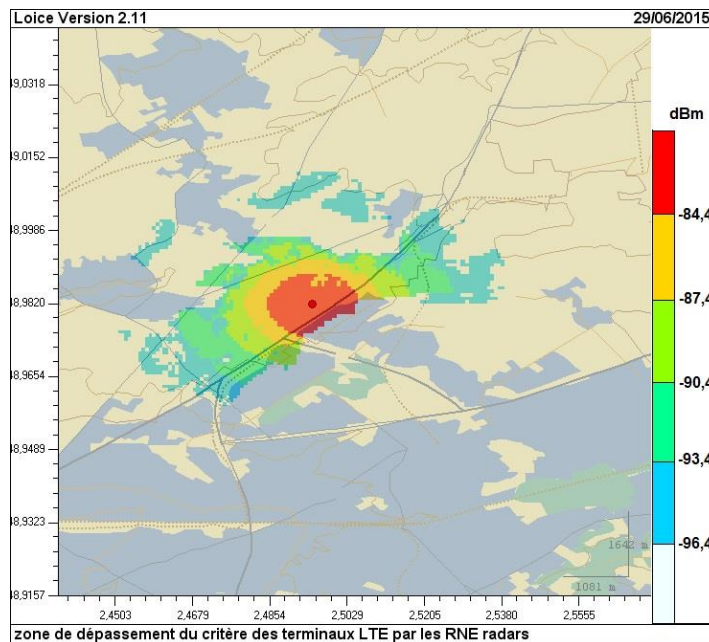


Figure 4: Exemple de scénario en zones urbaines/péri-urbaines

¹³ de 70dBc (cf section 1.4) en dessous du niveau in-band

5. Conclusions

La prise en compte des hypothèses d'études a permis de conclure sur les résultats suivants:

- impact des RNEs des stations de base LTE sur les radars : le seuil de -59 dBm/MHz en dessous de 3400 MHz est requis pour assurer la protection des récepteurs radars opérant sous 3400 MHz
- impact des émissions des stations de base LTE sur les récepteurs de certains radars fixes et tactiques :

- En mode FDD et TDD au-dessus de 3420 MHz, aucun impact n'est attendu et aucune mesure particulière est nécessaire pour assurer la coexistence avec les radars opérant en dessous de 3400 MHz.

- En mode TDD sur la bande 3400-3420 MHz :

Pour une PIRE nominale de 67 dBm, les zones d'impact des BS LTE sur les radars couvrent un rayon de 7 km en environnement rural/dégagé (tilt à -3°) et de 3 km en environnement urbain/péri-urbain (tilt à -6°).

A une distance de 1 km, les radars pourraient tolérer une PIRE max de 52 dBm des stations de base TDD dans la bande 3400-3420 MHz en environnement rural/dégagé (tilt à -3°) et de 58 dBm en environnement urbain/péri-urbain (tilt à -6°).

Le tableau ci-dessous donne le complément des distances de séparation (en km) requises pour chaque environnement en fonction de la PIRE des stations de base :

PIRE LTE (dBm)	55	58	61	64	70	73
Rural/dégagé (tilt -3°)	1.5	2.1	3.1	4.3	9	12.5
Urbain/péri-urbain (tilt -6°)	<1	1	1.5	2	4.2	6

L'étude théorique n'a toutefois pas pris en compte le fait que les interférences provenant des stations de base LTE soient de nature intermittentes (une station de base TDD n'émet que pendant 60-70% de temps au maximum selon le profil DL/UL) d'une part et qu'en pratique il conviendrait aussi de tenir compte de la rotation de l'antenne et la distribution des UEs LTE.

- impact des RNEs des radars étudiés sur les terminaux LTE est limité géographiquement sur une zone allant jusqu'à 4 km de rayon en référence à des valeurs crêtes des RNEs. L'étude théorique n'a toutefois pas pris en compte le fait que les interférences provenant des radars soient de nature intermittentes (interférences pulsées et rotation de l'antenne) d'une part et qu'en pratique le niveau des RNEs, décroissant avec la séparation fréquentielle avec les émetteurs du service mobile soit mal connu d'autre part, ce qui signifie que le dépassement du critère de protection lié à la présence du signal radar ne se produit qu'au maximum 3% du temps. Enfin, sur la base du déploiement actuel toute France
 - de systèmes fixes et nomades de type BLR¹⁴ opérant dans la bande 3400-3600 MHz (avec une densité non comparable avec des systèmes mobiles de type LTE),
 - de systèmes mobiles opérant en bande 2.5-2.69 GHz certes avec une séparation fréquentielle plus importante comparé à la bande 3400-3600 MHz

et en l'absence de situations de brouillage (occasionnés par les RNEs des radars) reportées ces dernières années sur ces deux bandes (sur la BLR en bande C, sur les récepteurs mobiles en bande S), il est possible d'anticiper que l'impact des RNEs des radars sur les terminaux mobiles LTE opérant au-dessus de 3400 MHz soit en pratique négligeable.

¹⁴ Boucle Locale Radio

- impact des RNEs des radars étudiés sur les stations de base LTE : la zone d'interférence pouvant aller jusqu'à 45 km de rayon en référence à des valeurs crêtes des RNEs. L'étude théorique n'a toutefois pas pris en compte le fait que les interférences provenant des radars sont de nature intermittentes (interférences pulsées et rotation de l'antenne) d'une part et qu'en pratique le niveau des RNEs, décroissant avec la séparation fréquentielle avec les émetteurs du service mobile soit mal connu d'autre part, ce qui signifie que le dépassement du critère de protection lié à la présence du signal radar ne se produit qu'au maximum 3% du temps. Enfin, sur la base du déploiement actuel toute France
 - de systèmes type BLR¹⁵ opérant dans la bande 3400-3600 MHz (avec une densité non comparable avec des systèmes mobiles de type LTE),
 - de systèmes mobiles opérant en bande 2.5-2.69 GHz certes avec une séparation fréquentielle plus importante comparé à la bande 3400-3600 MHz

et en l'absence de situations de brouillage (occasionnés par les RNEs des radars) reportées ces dernières années sur ces deux bandes (sur la BLR en bande C, sur les récepteurs mobiles en bande S), il est possible d'anticiper que l'impact des RNEs des radars sur les stations de base LTE opérant au-dessus de 3400 MHz soit en pratique négligeable.

¹⁵ Boucle Locale Radio