

Addendum à Rapport du Comité de concertation de Compatibilité Electromagnétique (CCE)

Etude sur la coexistence en co-fréquence entre le Service Mobile (IMT) opérant dans 24.25-27.5 GHz et les stations terriennes du Service Exploration de la terre par Satellite (SETS) dans la bande 25.5-27 GHz

Référence:
Addendum au Rapport CCE
coexistence EESS vs IMT 5G
à 26 GHz du 14/01/2022

Addendum à Rapport CCE

Etude sur la coexistence en co-fréquence entre le Service Mobile (IMT) opérant dans 24.25-27.5 GHz et les stations terriennes du Service Exploration de la terre par Satellite (SETS) dans la bande 25.5-27 GHz



Table des révisions

Version	Date	Fonction	Nom	Nature des révisions
V1	14/01/2022	Rédacteur	Thibaut Caillet	Création du document

Table des matières

1.	Introduction.....	4
2.	Hypothèses	4
2.1.	Hypothèse sur la distribution d'utilisateur	4
2.2.	Calcul de TVG	5
3.	Conclusion des études	9
4.	Estimation des zones d'impact.....	10
4.1.	Cas réel de Stations GSO	10
4.2.	Cas réel de Stations NGSO	11

1. INTRODUCTION

Le présent Addendum complète les résultats du Rapport CCE relatif à la coexistence en co-canal entre l'IMT (Service Mobile – SM) dans bande 24.25-27.5 GHz et les stations terriennes du Service de l'Exploration de la Terre par Satellite (SETS) opérant dans la bande 25.5-27 GHz. Il établit les règles de partage lorsque la PIRE des stations de base IMT passe de 48 à 68 dBm/200 MHz.

2. HYPOTHESES

2.1. HYPOTHESE SUR LA DISTRIBUTION D'UTILISATEUR

Dans le présent addendum, les études avec cette nouvelle valeur de PIRE pour les stations de base s'établissent en considérant que les caractéristiques de déploiement des utilisateurs dans la cellule restent inchangées. Dans le rapport principal, les distributions des utilisateurs en azimut et en distance servent à définir la distribution de gain des BS sur l'horizon. En théorie toutefois, et dans des conditions parfaites, le fait de multiplier la PIRE par 100 (48 à 68 dBm) aurait pour impact de multiplier la limite d'utilisation par 10. La distance limite de connexion entre un utilisateur et un hotspot 5G NG établie par le WP5D au cours du cycle de CMR-19 était de 160 m. le passage de 48 à 68 dBm/200 MHz devrait donc en théorie permettre d'accroître cette distance limite. Il est néanmoins possible que dans la pratique et dans le cadre d'un déploiement réel (BS à 6m sur des façades et dans un environnement urbain - pertes de clutter importantes) que la limite de la cellule soit nettement inférieure à celle théorique.

En approximation, cet addendum conservera les distributions de gain établies pour des BS à 48 dBm/200 MHz de PIRE puisqu'il reste délicat à ce jour de statuer clairement sur les répercussions d'une augmentation de 20dB de PIRE sur la distribution des utilisateurs notamment en distance. Toutefois, pour rappel la précédente distribution en distance s'établissait sur une distribution de Rayleigh de paramètre $\sigma = 32$ (qu'il faut comprendre comme la distance à laquelle on retrouve un maximum de densité de probabilité de présence). On peut aisément partir du principe que cette distance à laquelle se situe le maximum d'utilisateur dans un milieu urbain dense et en LOS puisse être multiplié par 3 ou 4. Il conviendra de noter que la distribution de gain des BS ne pourrait être impactée par cette modification que par une probabilité plus importante de trouver le gain max sur l'horizon (ou de façon équivalente, de gain maximum à élévation positive au-dessus du tilt mécanique – 10/-15 – la hauteur des BS restant inchangée).

L'étude s'attelle aussi à vérifier que l'augmentation de Pire n'influe pas sur les résultats de TVG.

2.2. CALCUL DE TVG

Cette section s'intéresse à l'impact de l'augmentation de puissance sur les résultats de la TVG. De fait la TVG établit une approximation de la convolution entre la distribution de pertes sur le chemin de propagation et la distribution de gain. Elle s'établit selon plusieurs étapes :

1. En premier lieu les pertes sur le chemin de propagation doivent être calculées. Ces pertes sont fonction du gain et de la puissance en émission (BS), ainsi que du gain en réception (EESS),
2. Aux pourcentages faibles des distributions, la convolution de ces distributions peut être approximée par une simple multiplication des pourcentages,
3. Sur la base des pertes à considérer, et du pourcentage calculé, la TVG va définir en utilisant le modèle défini dans la Recommandation ITU-R P.452, la distance devant séparer émetteur et récepteur pour atteindre les pertes nécessaires. La distance la plus contraignante doit être conservée.

Considérant ces trois points, il est possible de comprendre que l'augmentation de puissance (ici de 20 dB) a pour impact direct d'accroître les pertes nécessaires à la protection du récepteur. Cette évolution peut impliquer un changement dans les résultats de la TVG. Dans le rapport principal, les résultats de TVG montraient que la protection des stations EESS (devant être entreprise en considérant un critère de protection de respectivement -133 dBW/10MHz/0.1% du temps pour les liens avec GSO et de -116 dBW/10MHz/0.005% pour les liens NGSO) passait par les considérations suivantes :

- Dans le cas GSO, le gain max de la BS dans la direction de la station terrienne et la P.452 incluant un pourcentage de 50%
- Dans le cas NGSO, le gain max de l'association station terrienne + BS et la P.452 incluant un pourcentage de 50%

Le tableau 1 réitère les calculs de TVG en considérant une augmentation de PIRE de 20 dB pour les deux types de critère de protection (long et court terme) des stations EESS pointant de façon fixe sur l'arc géostationnaire et présentant donc un gain fixe sur l'horizon de -10 dBi (la valeur de -10 dBi n'est pas typique mais est utilisée à titre d'exemple). Les résultats de la TVG appliqués à la nouvelle PIRE montrent qu'ils restent inchangés par rapport à la première version du rapport CCE et que les études de zone de protection doivent être entreprises avec les considérations suivantes :

- 1. Du gain maximum de la station de base en direction de la station EESS**
- 2. Des pertes médianes sur le chemin de propagation.**
- 3. Du critère court terme de la station EESS (voir rapport préliminaire pour explication) qui doit être de -133 dBW/10MHz pour les stations en communication avec les satellites GSO et de -116 dBW/10 MHz pour les stations communicant avec des NGSO.**

Tableau 1

Résultats complets de la TVG dans le cas des stations terriennes communicant avec des GSO. Le tableau considère la distribution globale de gain sur l'horizon (ensemble des azimuts) et un gain en réception fixe de $G_r = -10\text{dBi}$

Critère long terme de 20%							
Type	Gt (dBi)	pn (%)	p (%)	pv (%)	Lb ¹ (dB)	Distance (km) Sans clutter	Distance (km) Avec clutter
Hotspot	-25	100	20	20	115/96	0.5	X ²
	-20	94.3	20	21.2	120/101	0.9	X
	-15	75.5	20	26.5	125/106	1.6	0.2
	-10	63.2	20	31.7	130/111	2.7	0.3
	-5	48.4	20	41.4	135/116	4.6	0.6
	0	31.9	20	50	140/121	7.7	1.0
	5	17.2	20	50	145/126	12.6	1.7
	10	10.1	20	50	150/131	17.2	3.0
	15	6.7	20	50	155/136	18.5	5.1
	23	0.1	20	50	163/144	19.8	10.5
Open Space	-25	100	20	20	115/96	0.5	X ²
	-20	90.9	20	22	120/101	0.9	X
	-15	55.7	20	35.9	125/106	1.6	0.2
	-10	40.9	20	49	130/111	2.7	0.3
	-5	27.5	20	50	135/116	4.6	0.6
	0	16.5	20	50	140/121	7.7	1.0
	5	9	20	50	145/126	12.6	1.7
	10	4.7	20	50	150/131	17.2	3.0
	15	2.2	20	50	155/136	18.5	5.1
	23	0.0002	20	50	163/144	19.8	10.5
Critère court terme de 0.1%							
	Gt (dBi)	pn (%)	p (%)	pv (%)	Lb (dB)	Distance (km) Sans clutter	Distance (km) Avec clutter
Hotspot	-25	100	0.1	0.1	100/81	X	X
	-20	94.3	0.1	0.1	105/86	X	X
	-15	75.5	0.1	0.1	110/91	0.3	X
	-10	63.2	0.1	0.2	115/96	0.5	X
	-5	48.4	0.1	0.2	120/101	1.0	X
	0	31.9	0.1	0.3	125/106	1.7	0.2
	5	17.2	0.1	0.6	130/111	3.1	0.3
	10	10.1	0.1	1	135/116	5.6	0.6
	15	6.7	0.1	1.5	140/121	9.9	1.0
	23	0.1	0.1	50	147.5/128.5	15.8	2.1

Addendum à Rapport CCE

Référence:
Addendum au Rapport CCE
coexistence EESS vs IMT 5G
à 26 GHz du 14/01/2022

Etude sur la coexistence en co-fréquence entre le
Service Mobile (IMT) opérant dans 24.25-27.5 GHz et
les stations terriennes du Service Exploration de la
terre par Satellite (SETS) dans la bande 25.5-27 GHz



Open Space	-25	100	0.1	0.1	100/81	X	X
	-20	90.9	0.1	0.1	105/86	X	X
	-15	55.7	0.1	0.2	110/91	0.3	X
	-10	40.9	0.1	0.3	115/96	0.5	X
	-5	27.5	0.1	0.4	120/101	1.0	X
	0	16.5	0.1	0.6	125/106	1.7	0.2
	5	9	0.1	1.1	130/111	3.1	0.3
	10	4.7	0.1	2.14	135/116	5.6	0.6
	15	2.2	0.1	4.6	140/121	9.9	1.0
	23	0.0002	0.1	50	147.5/128.5	15.8	2.1

¹ : Les valeurs de pertes Lb sont données Sans/Avec pertes « clutter »

² X : la distance de séparation n'est pas significative et/ou inférieure à 200m

Les études de TVG entreprises sur la protection des stations terriennes opérant avec des satellites NGSO fournissent des conclusions similaires. En relation avec le rapport CCE, la seconde étape consiste donc à définir les pertes à respecter en considérant l'azimut dans lequel se situe la station EESS pour la station de base IMT. Les gains dans le tableau 2 et 3 sont donnés sur l'horizon et leur décroissance est uniquement liée au dépointage en azimut.

Tableau 2

Synthèse des résultats génériques pour le cas GSO pour 68 dBm de PIRE maximum des BS considérant un gain fixe en réception de -10 dBi pour la station EESS

Type	Azimut ³ (°)	Pt (dBW /10MHz)	Gt (dBi)	PIRE (dBW /10MHz)	PIRE (dBm /200MHz)	Gr (dBi)	Cr (dBW /10MHz)	Aggr. effect (dB)	Lb (dB)
Hotspot	0	2	23	25	68	-10	-133	6	154
	10								
	20								
	30								
	40	2	21	23	66	-10	-133	6	152
	50	2	20	22	65	-10	-133	6	151
	60	2	18	20	63	-10	-133	6	149
	70	2	15	17	60	-10	-133	6	146
	80	2	9	11	54	-10	-133	6	140
	90	2	4	6	49	-10	-133	6	135

Dans le tableau 3, le gain considéré (voir rapport CCE) est un gain « composite » qui associe par convolution la distribution de gain sur l’horizon de la BS et de la station EESS. Pour rappel, la valeur de 38 dBi correspond à une situation d’alignement du gain maximum de la station EESS (environ 15dBi – du fait de la limitation en élévation du tracking) avec le gain max de la station de base (23 dBi).

Tableau 3

Synthèse des résultats génériques pour le cas NGSO pour 68 dBm de PIRE maximum des BS considérant un gain « composite » (gain Bs + gain station terrienne de 38 dBi)

Type	Azimet ³ (°)	Pt (dBW /10MHz)	Gt (dBi)	Cr (dBW /10MHz)	Aggr. effect (dB)	Lb (dB)
Hotspot	0	2	38	-116	6	162
	10					
	20					
	30					
	40	2	36	-116	6	160
	50	2	35	-116	6	159
	60	2	34	-116	6	157
	70	2	31	-116	6	154
	80	2	25	-116	6	148
	90	2	20	-116	6	143

3. CONCLUSION DES ETUDES

Sur la base des résultats précédents (invariance des résultats de la TVG pour une augmentation de PIRE et tableau de synthèse par azimuth pour le cas GSO et NGSO), il est possible de fournir les résultats suivant, synthétisés par le tableau 4. Ce tableau décrit les pertes à considérer entre la station de base IMT et la station EESS pour assurer la protection de cette dernière.

Tableau 4

Synthèse des résultats pour 68 dBm de PIRE maximum des BS ($G_{r_{hor}}$ est le gain en réception de la station terrienne en direction de la station de base IMT 2020).

Type	Azimuth ³ (°)	GSO Lb (dB)	NGSO Lb (dB)
Hotspot (TRP =25 dBm/200 MHz, 64 elements par antenne)	0	164 + $G_{r_{hor}}$	162
	10		
	20		
	30		
	40	162 + $G_{r_{hor}}$	160
	50	161 + $G_{r_{hor}}$	159
	60	159 + $G_{r_{hor}}$	157
	70	156 + $G_{r_{hor}}$	154
	80	150 + $G_{r_{hor}}$	148
	90	145 + $G_{r_{hor}}$	143

4. ESTIMATION DES ZONES D'IMPACT

4.1. CAS REEL DE STATIONS GSO

Seul l'affectataire METEO prévoit une utilisation des stations terriennes avec l'arc géostationnaire. La répartition du gain de la station terrienne en fonction des différents azimuts est fixe selon le pointage de l'antenne. Le Tab.5 présente les deux positions des satellites géostationnaires sur lesquels la station devrait pointer. Le gain en réception s'étale suivant les azimuts de -6 à -10 dB. La valeur de -6 dB est conservée (cas de pointage présentant le gain le plus important)

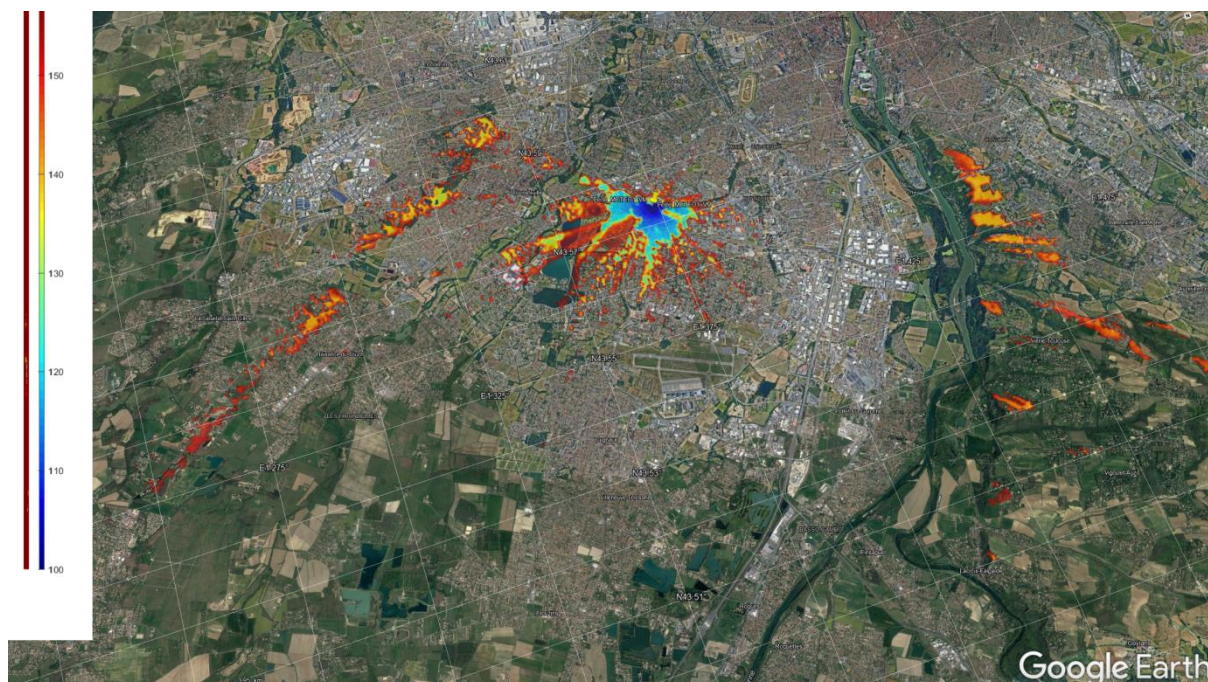
Tableau 5
Caractéristiques des systèmes géostationnaires

Satellites			Station terrienne	
Type	Orbite (km)	Position (°)	Gain maximum (dBi)	Diagramme Rayonnement
METEO/GEO	36000	0	63	RR Appendice 7
	36000	9.5	63	RR Appendice 7

Sur la base des valeurs de pertes mentionnées par le Tableau 3 (pertes s'étalant suivant l'azimut de 158 à 137 dB), la Figure 1 présente la zone d'impact pour l'IMT sous forme Iso-pertes.

Figure 1

Représentation des pertes de propagation autour de la station EESS Météo GSO à Toulouse



Addendum à Rapport CCE

Référence:
Addendum au Rapport CCE
coexistence EESS vs IMT 5G
à 26 GHz du 14/01/2022

Etude sur la coexistence en co-fréquence entre le
Service Mobile (IMT) opérant dans 24.25-27.5 GHz et
les stations terriennes du Service Exploration de la
terre par Satellite (SETS) dans la bande 25.5-27 GHz



4.2. CAS REEL DE STATIONS NGSO

Les 3 affectataires (METEO, CNES et DEF) prévoient l'utilisation de stations terriennes EESS NGSO dans la bande 26 GHz. Les figures suivantes présentent les pertes de propagation autour de certaines stations en relation avec les résultats du Tableau 3 qui définit les valeurs de pertes à respecter dans le cas NGSO. Dans le cas du site de METEO, les zones de contraintes sont très similaires entre le cas GSO (Figure 1) et le cas NGSO (figure 2) du fait que les pertes à respecter et le site de déploiement à considérer sont très similaires.

Figure 2 : Représentation des pertes de propagation autour de la station EESS Météo NGSO à Toulouse

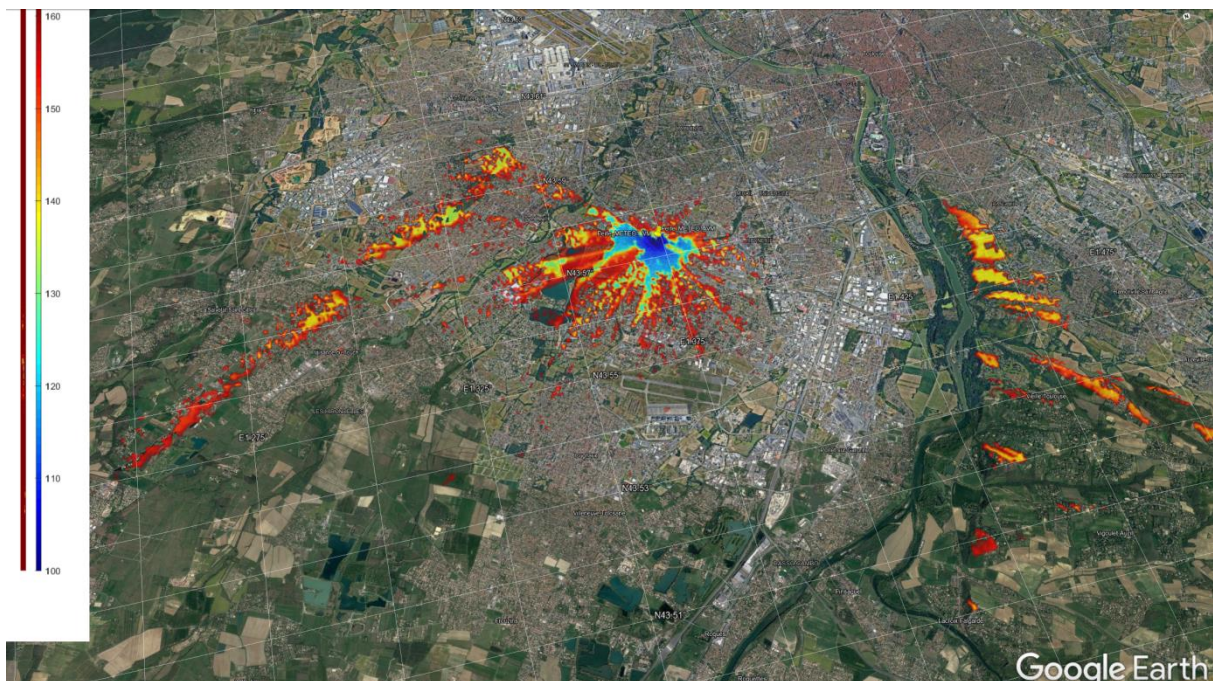


Figure 3 : Représentation des pertes autour de la station NGSO de Météo France à Lannion

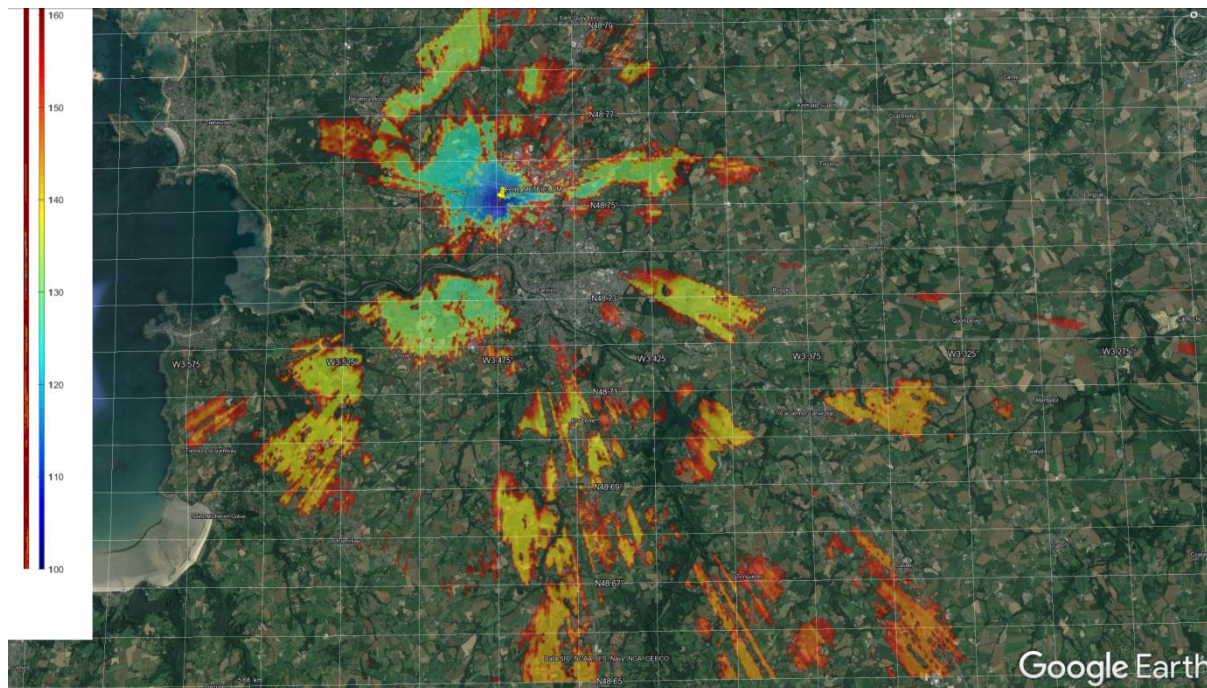


Figure 4 : Représentation des pertes autour de la station NGSO du CNES (Site 1 – SPOT Image)

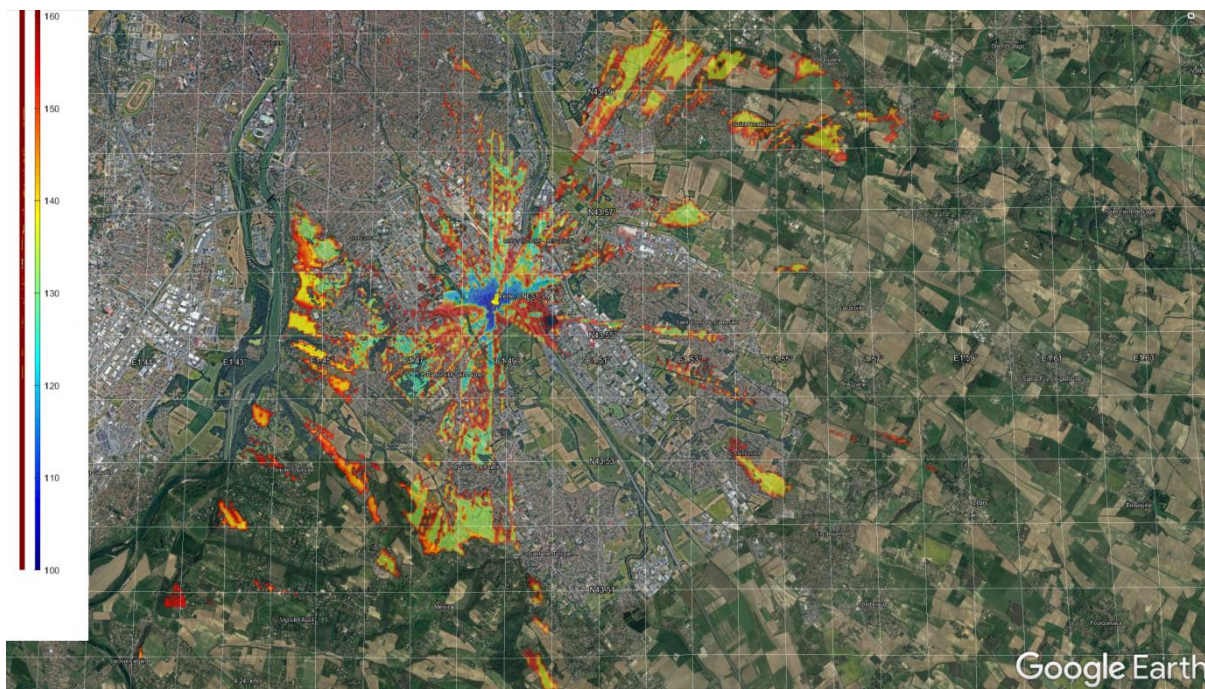


Figure 5 : Représentation des pertes autour de la station NGSO du CNES (Site 2 – Aussaguel)

