RAPPORT DE SIMULATION DE L'EXPOSITION

Selon les lignes directrices nationales ANFR du 7 Novembre 2019

Dossier, prévu par l'article 2 de la loi 2015-136 du 9 février 2015, visant à informer de l'exposition aux ondes émises par des installations radioélectriques

Référence du rapport de simulation : T198C6-2-30/10/2026

Commune : DENAIN

Adresse de l'installation : 26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN

Validation : Département Central Ingénierie - 30/10/2026

Ce document comporte 17 pages

TABLE DES MATIERES

1. Synthèse 4
2. Description du projet 5
3. Plan de situation 5
4. Caractéristiques de l'installation 7
5. Résultats de simulation 7
   a) Antennes à faisceaux fixes 10
      i. Représentation du niveau de champ simulé à 1,5 m par rapport au sol 10
      ii. Simulation à différentes hauteurs 11
   b) Antennes à faisceaux orientables 14
      iii. Représentation du niveau de champ simulé à 1,5 m par rapport au sol 14
      iv. Simulation à différentes hauteurs 15

REVISIONS

Indice	Date	Nature des révisions

Objet du rapport

L'objet du document est de présenter les résultats de la simulation en intérieur de l'exposition aux ondes émises par le projet d'installation radioélectrique située 26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN diffusant les technologies dont le détail est explicité dans le chapitre 4 selon les lignes directrices nationales15 publiées le 23 décembre 2015 par l'Agence nationale des fréquences et mises à jour en octobre 2019 pour la prise en compte des antennes actives à faisceaux orientables utilisées notamment en technologie 5G.

Ce rapport est sous la responsabilité de l'exploitant de l'installation radioélectrique et ne vaut que pour l'installation spécifiée de Bouygues Telecom.

Ce rapport est destiné à être remis au maire ou au président de l'intercommunalité à sa demande conformément au décret n° 2016-1211 du 9 septembre 2016 relatif à l'information locale en matière d'exposition du public aux champs électromagnétiques et au comité national de dialogue de l'Agence nationale des fréquences. Il ne contient aucune donnée personnelle et respecte les droits au respect de la vie privée et à l'image.

Une simulation ne peut pas remplacer la mesure du niveau réel d'exposition une fois l'installation en service. Seule une mesure réalisée conformément au protocole de mesure in situ ANFR/DR15[1] en vigueur par un laboratoire accrédité par le Comité français d'accréditation (COFRAC) permet de déterminer le niveau d'exposition réel et de vérifier le respect des valeurs limites d'exposition.

[1] Ce protocole de mesures a été publié au Journal Officiel de la République française, n°0271 du 21 novembre 2017 texte n°21, *Arrêté du 9 novembre 2017 modifiant l'arrêté du 3 novembre 2003 relatif au protocole de mesure in situ visant à vérifier pour les stations émettrices fixes le respect des limitations, en termes de niveaux de référence, de l'exposition du public aux champs électromagnétiques prévu par le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002, JORF n°0271 du 21 novembre 2017*.

1. Synthèse

Résultats de simulation des antennes à faisceaux fixes

L'exposition maximale simulée pour le projet d'implantation de l'installation située 26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN est comprise pour les azimuts suivants :

	Azimut 330°	*Azimut 90°*	*Azimut 210°*
Niveau Maximal	*entre 3 et 4 V/m*	*entre 3 et 4 V/m*	*entre 1 et 2 V/m*
Hauteur	*7.5 m*	*7.5 m*	*10.5 m*
Le niveau maximal simulé à une hauteur de 1,50 m par rapport au sol est compris entre 2 et 3 V/m			

Résultats de simulation des antennes à faisceaux orientables

L'exposition maximale simulée pour le projet d'implantation de l'installation située 26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN est comprise pour les azimuts suivants :

	Azimut 330°	*Azimut 90°*	*Azimut 210°*
Niveau Maximal	*entre 3 et 4 V/m*	*entre 2 et 3 V/m*	*entre 2 et 3 V/m*
Hauteur	*10.5 m*	*1.5 m*	*4.5 m*
Le niveau maximal simulé à une hauteur de 1,50 m par rapport au sol est compris entre 2 et 3 V/m			

L'appréciation de l'exposition ne saurait s'appuyer sur la somme arithmétique des expositions issues des prédictions de calcul présentées dans ce dossier. La mesure de l'exposition reste la seule approche pertinente pour apprécier la réalité de l'exposition globale des expositions radiofréquences (FM, Télévision, Téléphonie mobile etc..).

2. Description du projet

Le projet déploie les fréquences suivantes 4G (700, 800, 1800, 2600), 5G (2100, 3500) .

Description de l'installation	
Coordonnées géographiques (EPSG:27572)	X : 675003 Y : 2593351
Altitude du site	35 m
Adresse	26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN
Nombre d'antennes	6
Type	Directives
Systèmes	4G/5G
Antenne à faisceaux fixes/orientables	Fixes / Orientables
Azimuts (en degrés)	330°/90°/210°
Bandes de fréquences déployées (en MHz)	4G(700,800,1800,2600), 5G(2100,3500)

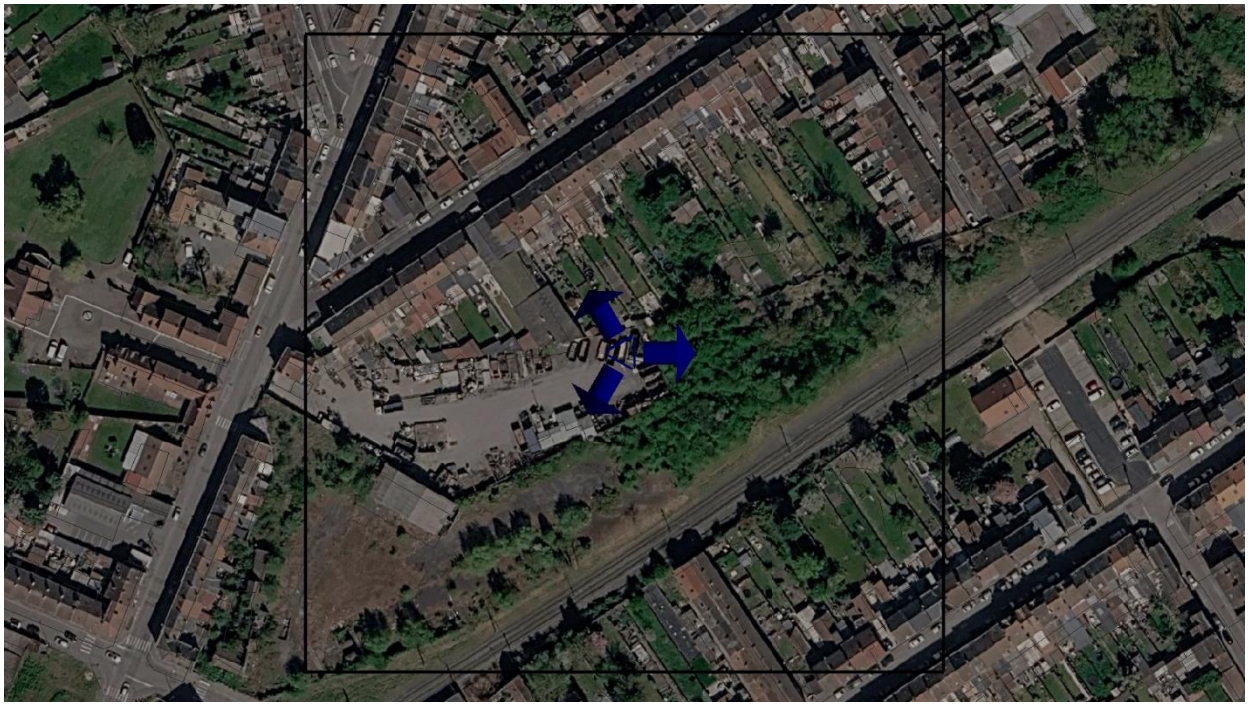
3. Plan de situation

Les antennes et les azimuts (rayon principal) sont précisément localisés sur la carte.

Afin de faciliter l'analyse de la zone étudiée, la zone géographique (de rayon 100 m en zone urbaine) représentée est centrée sur l'installation radioélectrique de l'exploitant.

Les établissements particuliers sont localisés par un pictogramme en indiquant le nom (quand l'information est disponible) et le type (crèche, établissements de l'enseignement primaire ou secondaire, établissement de soins…).
L'axe de rayonnement principal dans le plan horizontal des antennes est représenté par une flèche.

Plan de situation



[Source fond de carte : Bing Maps]

4. Caractéristiques de l'installation

	Description de l'installation					
Azimut 1	*330°*					
Hauteur milieu de l'antenne	*22.6 m*					*23.6 m*
Systèmes	*4G*	*4G*	*4G*	*4G*	*5G*	*5G*
Bande de fréquence (MHz)	*700*	*800*	*1800*	*2600*	*2100*	*3500*
Puissance maximale en entrée d'antenne (W)	*70.8*	*70.8*	*173.8*	*69.2*	*104.7*	*240*
Gain d'antenne max en dBi	*15.8*	*16.7*	*18.3*	*19*	*18.8*	*24.6*
Tilts élec + méca prévisionnel (degrés)	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*0°*
Azimut 2	*90°*					
Hauteur milieu de l'antenne	*22.6 m*					*23.6 m*
Systèmes	*4G*	*4G*	*4G*	*4G*	*5G*	*5G*
Bande de fréquence (MHz)	*700*	*800*	*1800*	*2600*	*2100*	*3500*
Puissance maximale en entrée d'antenne (W)	*70.8*	*70.8*	*173.8*	*69.2*	*104.7*	*240*
Gain d'antenne max en dBi	*15.8*	*16.7*	*18.3*	*19*	*18.8*	*24.6*
Tilts élec + méca prévisionnel (degrés)	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*0°*
Azimut 3	*210°*					
Hauteur milieu de l'antenne	*22.6 m*					*23.6 m*
Systèmes	*4G*	*4G*	*4G*	*4G*	*5G*	*5G*
Bande de fréquence (MHz)	*700*	*800*	*1800*	*2600*	*2100*	*3500*
Puissance maximale en entrée d'antenne (W)	*70.8*	*70.8*	*173.8*	*69.2*	*104.7*	*240*
Gain d'antenne max en dBi	*15.8*	*16.7*	*18.3*	*19*	*18.8*	*24.6*
Tilts élec + méca prévisionnel (degrés)	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*6°*	*0°*

5. Résultats de simulation

La simulation est réalisée pour différentes hauteurs en prenant en compte des effets dus au bâti (réflexion, réfraction, angle d'incidence de l'onde). Les valeurs présentées correspondent au niveau cumulé de l'exposition en intérieur par typologie d'antenne et exprimées en volts par mètre. Conformément aux lignes directrices de l'ANFr, une distinction est faite entre la présentation des résultats de simulation des antennes à faisceaux fixes et des antennes à faisceaux orientables.

Les antennes à faisceaux fixes produisent une exposition uniforme dans l'axe de ces dernières et relativement constante dans le temps au gré des usages des clients connectés sur la station émettrice.

Les antennes à faisceaux orientables produisent pour leur part une exposition localisée et d'autant plus réduite que le temps d'exposition est conditionné par la vitesse de communication et la présence ou non de terminaux 5G en communication dans la direction du

ou des faisceaux dynamiques générés par les antennes. Il est à noter qu'en l'absence de trafic en un point donné l'exposition 5G est très réduite (inférieure à 0.5 V/m) comme l'ont démontrées les mesures réalisées par l'ANFr dans le cadre des expérimentions 5G menées par les différents opérateurs.

Le calcul de l'exposition induite par l'installation située 26b Boulevard Caraman 59220 DENAIN est pondérée par :

- Un facteur de réduction appliqué au niveau calculé à puissance maximale des émetteurs de téléphonie mobile pour les antennes à faisceaux fixes. Cette valeur correspond au facteur médian observé sur les mesures réalisées en 2015 entre la valeur cumulée extrapolée et la somme des contributions de la téléphonie mobile issues du cas B du protocole de mesure in-situ en vigueur, quand la téléphonie mobile domine pour les antennes à faisceaux fixes
- Un facteur de réduction sur 6 minutes au niveau calculé à puissance maximale des émetteurs de téléphonie mobile pour des antennes à faisceaux orientables. Ce facteur de réduction correspondant à un balayage du faisceau pendant 4,4 % du temps dans une direction donnée.
- Un facteur d'atténuation de duplexage temporel TDD pour les fréquences [3,4 – 3,8 GHz] de cette installation.
- Un abaissement correspondant à l'atténuation forfaitaire produite par un simple vitrage d'une onde perpendiculaire à ce dernier complété d'un facteur de réduction propre à l'angle d'incidence des ondes électromagnétiques émises par la station radioélectrique.
- Un abaissement forfaitaire propre aux caractéristiques électromagnétiques des toits.
- Le cas échant, un abaissement spécifique et propre à l'intégration paysagère des éléments rayonnants.

A priori, dans cette configuration, les niveaux calculés sont des majorants de l'exposition simulée en intérieur. Les simulations sont réalisées en zone urbaine avec la résolution suivante : 2 m.

Les couleurs affichées sur les cartes suivent le code couleur suivant :

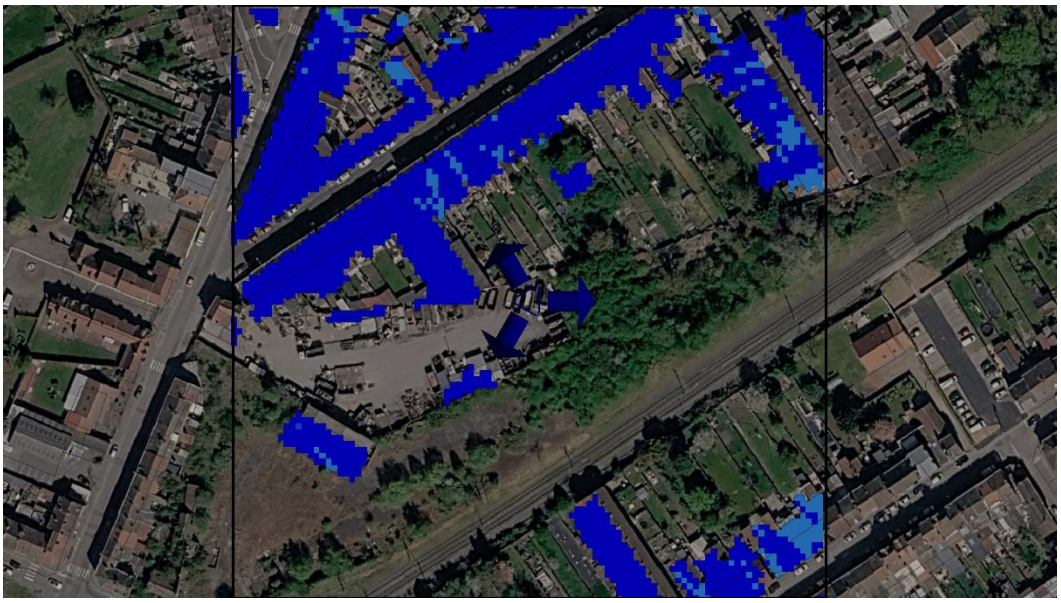
Niveau	Couleur
Strictement supérieur à 9 V/m :	
Entre 8 et 9 V/m :	
Entre 7 et 8 V/m :	
Entre 6 et 7 V/m :	
Entre 5 et 6 V/m :	
Entre 4 et 5 V/m :	
Entre 3 et 4 V/m :	
Entre 2 et 3 V/m :	
Entre 1 et 2 V/m :	
Entre 0 et 1 V/m :	

a) Antennes à faisceaux fixes

i. Représentation du niveau de champ simulé à 1,5 m par rapport au sol

La simulation à 1,5 m par rapport au sol a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain de DTM Siradel de 2014 interpolé au pas de 2 m .

À 1,5 m du sol, le niveau maximal simulé est compris entre 2 et 3 V/m



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

ii. Simulation à différentes hauteurs

Les antennes projetées sont Directives.

Une modélisation est réalisée par antenne à faisceau fixe. Pour chacune, l'environnement est différent, l'exposition maximale calculée ainsi que la hauteur correspondante varient d'une antenne à l'autre. Ce projet comporte 3 antennes à faisceau fixe, 3 simulations ont été réalisées.

La simulation à 1,5 m par rapport au sol a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain de DTM Siradel de 2014 interpolé au pas de 2 m .

a. Azimut 330°

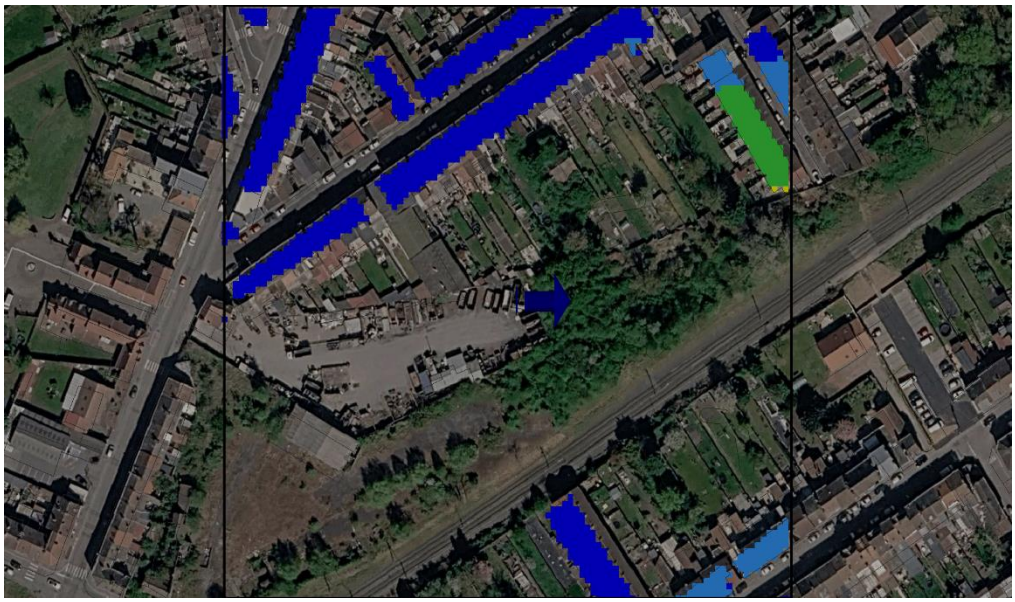
Pour les antennes à faisceau fixe orientées dans l'azimut 330°, le niveau maximal calculé est compris entre 3 et 4 V/m . La hauteur correspondante est de 7.5 m .



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

b. Azimut 90°

Pour les antennes à faisceau fixe orientées dans l'azimut 90°, le niveau maximal calculé est compris entre 3 et 4 V/m . La hauteur correspondante est de 7.5 m .



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

c. Azimut 210°

Pour les antennes à faisceau fixe orientées dans l'azimut 210°, le niveau maximal calculé est compris entre 1 et 2 V/m . La hauteur correspondante est de 10.5 m .



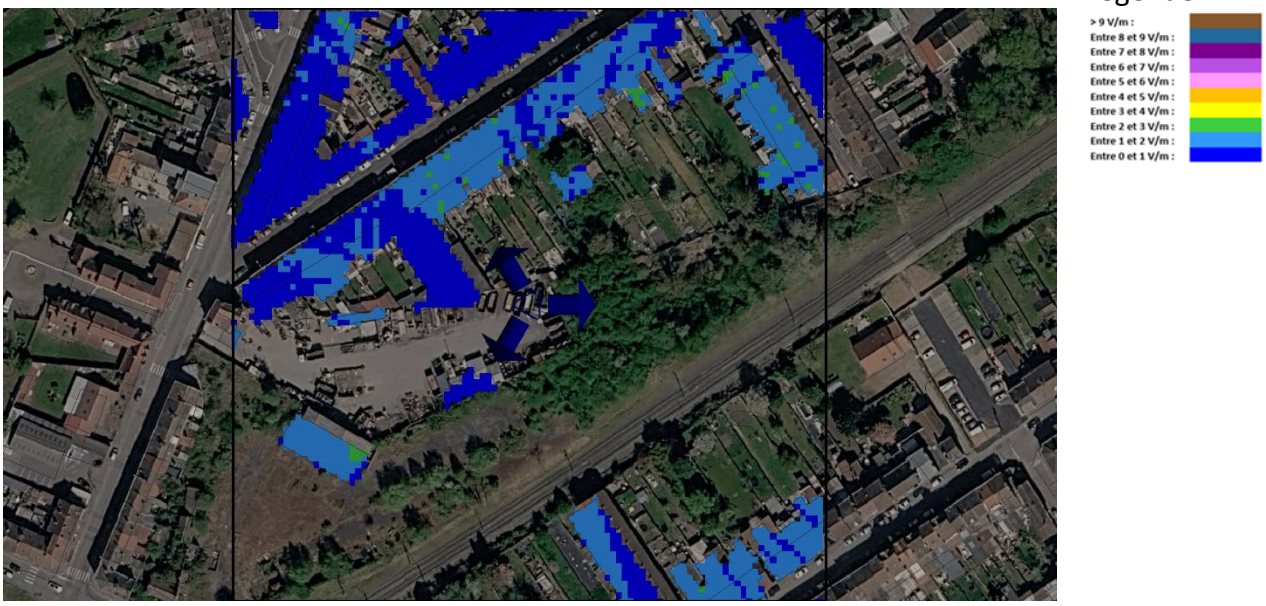
[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

b) Antennes à faisceaux orientables

iii. Représentation du niveau de champ simulé à 1,5 m par rapport au sol

La simulation à 1,5 m par rapport au sol a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain de DTM Siradel de 2014 interpolé au pas de 2 m .

À 1,5 m du sol, le niveau maximal simulé est compris entre 2 et 3 V/m



[Source fond de carte : Bing Maps]

[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

iv. Simulation à différentes hauteurs

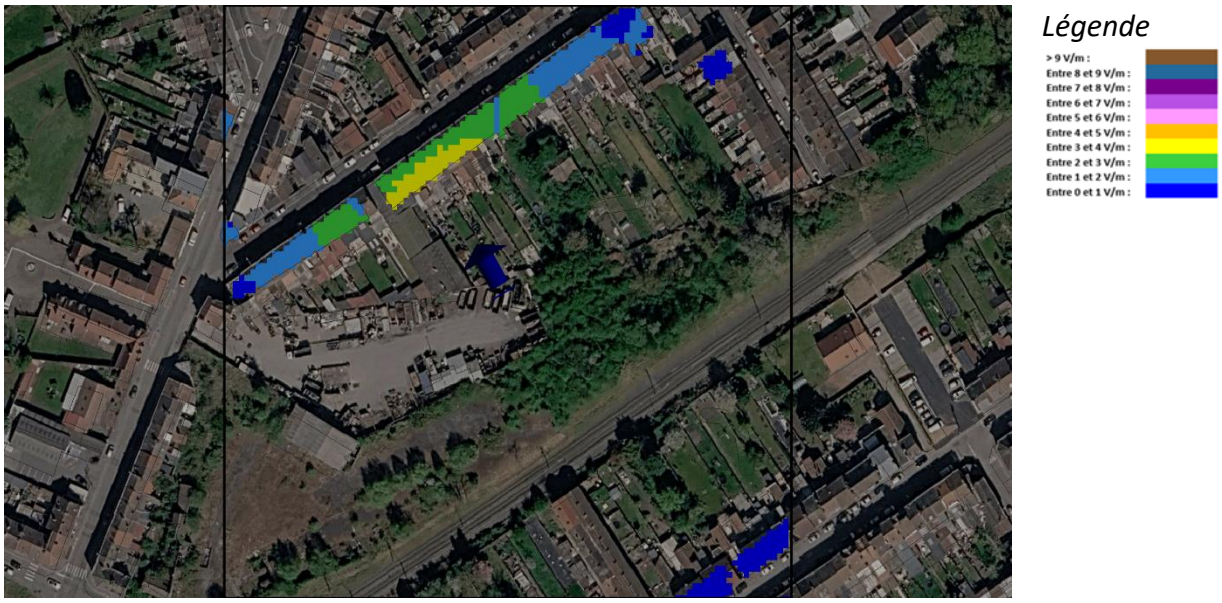
Les antennes projetées sont Directives.

Une modélisation est réalisée par antenne à faisceaux orientables. Pour chacune, l'environnement est différent, l'exposition maximale calculée ainsi que la hauteur correspondante varient d'une antenne à l'autre. Ce projet comporte 3 antennes à faisceaux orientables, 3 simulations ont été réalisées.

La simulation à 1,5 m par rapport au sol a été réalisée à partir du modèle numérique de terrain de DTM Siradel de 2014 interpolé au pas de 2 m .

a. Azimut 330°

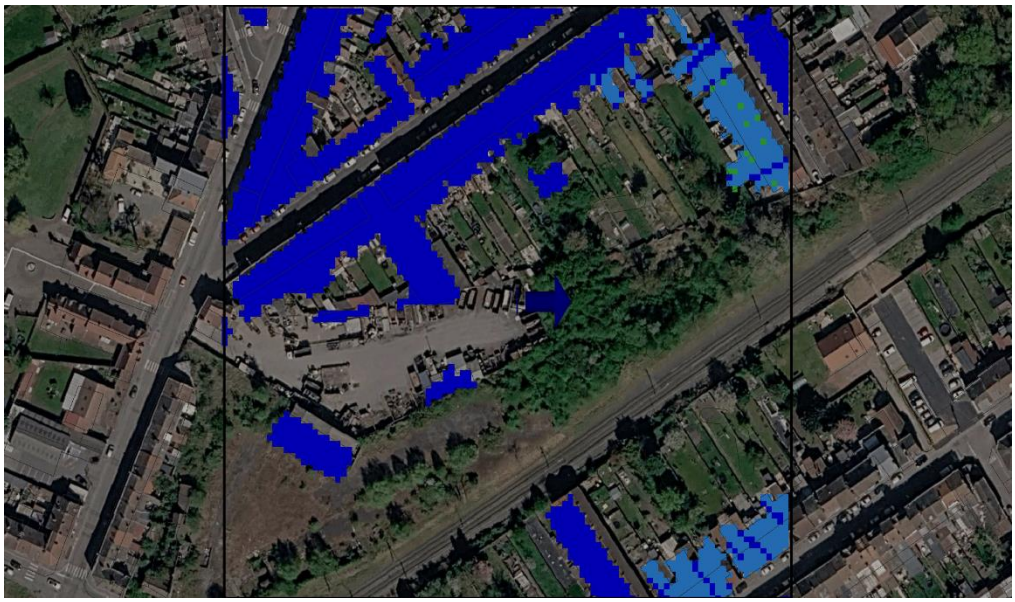
Pour les antennes à faisceau orientable dans l'azimut 330°, le niveau maximal calculé est compris entre 3 et 4 V/m . La hauteur correspondante est de 10.5 m .



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

b. Azimut 90°

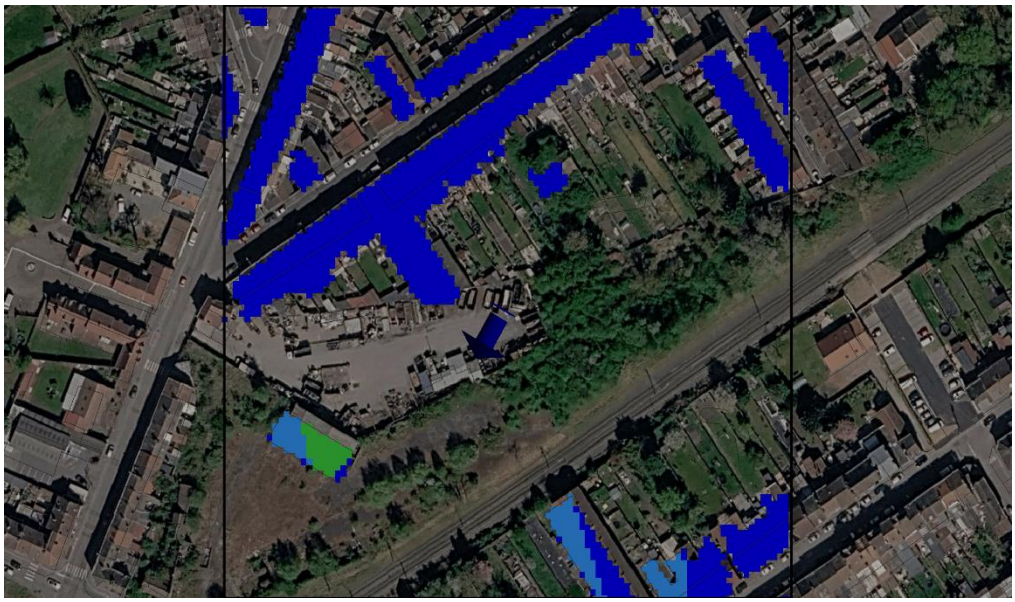
Pour les antennes à faisceau orientable dans l'azimut 90°, le niveau maximal calculé est compris entre 2 et 3 V/m . La hauteur correspondante est de 1.5 m .



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]

c. *Azimut 210°*

Pour les antennes à faisceau orientable dans l'azimut 210°, le niveau maximal calculé est compris entre 2 et 3 V/m . La hauteur correspondante est de 4.5 m .



[Source fond de carte : Bing Maps]
[Logiciel de simulation : S_EMF SIRADEL]