



RAPPORT DE SIMULATION DE L'EXPOSITION

Selon les lignes directrices nationales
ANFR du 23 décembre 2015 mises à jour en septembre 2019
par l'Agence nationale des fréquences

Nom du site :
MUSEE_DE_MALMAISON

Référence du rapport de simulation :
00000113U19-20

Commune :
RUEIL-MALMAISON

Adresse de l'installation :
147 AVENUE PAUL DOUMER

UPR IDF,
TSA 90565 94808 RUNGIS

08/04/2022

Sommaire

1. Objet du rapport
2. Synthèse
3. Description du projet
4. Plan de situation
5. Caractéristiques de l'installation
6. Résultats de simulation
7. Conclusion

Objet du rapport

L'objet du document est de présenter les résultats de la simulation en intérieur de l'exposition aux ondes des antennes à faisceau fixe et des antennes à faisceaux orientables émises par le projet d'installation radioélectrique située 147 AVENUE PAUL DOUMER RUEIL-MALMAISON diffusant les technologies dont le détail est explicité dans le chapitre 4 : 2G, 900MHz / 3G, 900MHz / 4G, 700MHz / 4G, 800MHz / 4G, 1800MHz / 4G, 2100MHz / 4G, 2600MHz / 5G, 3500MHz selon les lignes directrices nationales publiées le 23 décembre 2015 par l'Agence nationale des fréquences et mises à jour en septembre 2019 pour la prise en compte des antennes à faisceaux orientables utilisées notamment en technologie 5G.

Les résultats de la simulation ne valent que pour l'installation spécifiée de l'opérateur Orange.

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/DR15-4¹ 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 .

Synthèse

L'exposition maximale simulée à 1,5m de hauteur pour le projet de l'installation située au 147 AVENUE PAUL DOUMER RUEIL-MALMAISON est comprise entre 0 et 1 V/m pour les antennes à faisceau fixe et entre 0 et 1 V/m pour les antennes à faisceaux orientables.

Les simulations ont été réalisées à différentes hauteurs, l'exposition maximale simulée en intérieur pour le projet situé au 147 AVENUE PAUL DOUMER RUEIL-MALMAISON est comprise entre 4 V/m et 5 V/m pour les antennes à faisceau fixe et entre 1 V/m et 2 V/m pour les antennes à faisceaux orientables.

Description du projet

L'évolution de cette antenne-relais a pour objectif de satisfaire les exigences de qualité du réseau de téléphonie mobile en permettant une amélioration significative de la capacité, de la qualité de service et du débit du réseau grâce au Très Haut Débit Mobile ORANGE (4G) dans le périmètre couvert.

Description de l'installation

| | |
|--|---|
| Coordonnées géographiques (Lambert 2 étendu) | Longitude : X : 588250.00 Latitude : Y : 2431094.00 |
| Adresse | 147 AVENUE PAUL DOUMER RUEIL-MALMAISON |
| Nombre d'antennes actives | 6 |
| Type | Directive |
| Systèmes | 2G / 3G / 4G / 5G |
| Faisceau fixe / Faisceaux orientables (1) | Faisceaux fixe et orientables |
| Azimuts(en degrés) | 1 : 30° / 2 : 150° / 3 : 250° / 4 : 30° / 5 : 150° / 6 : 250° |
| Bandes de fréquences utilisées | 700MHz / 800MHz / 900MHz / 1800MHz / 2100MHz / 2600MHz / 3500MHz |
| Altitude au milieu de l'antenne | 63.00 |
| Hauteur du support | 30.50 |
| Hauteur (hauteur au milieu de l'antenne) | 1 : 34.00m / 2 : 34.80m / 3 : 33.70m / 4 : 35.80m / 5 : 35.80m / 6 : 34.70m |

¹ Les antennes à faisceaux orientables sont utilisées notamment pour la technologie 5G. Ces antennes formées d'un nombre de plus en plus grand d'antennes élémentaires permettent de diriger la puissance émise en une zone donnée du secteur couvert grâce aux techniques de formation de faisceau (beamforming) offertes par le mMIMO (massive Multiple Input Multiple Output). .

Plan de situation



Fond de carte (photo aérienne), source : bing.

Liste des établissement(s) particulier(s) situé(s) dans un rayon de 100 mètres de l'installation

| | Type | Nom | Adresse |
|---|--|--|--|
| 1 | ENSEIGNEMENT PRIMAIRE - ECOLE MATERNELLE | ECOLE MATERNELLE PUBLIQUE JEAN JAURES | 6 PLACE JEAN JAURES , 92500 RUEIL MALMAISON |

Caractéristiques de l'installation

Antenne 1

Azimut 30°, HMA= 34.00m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 2G | 900 | 0 | -7 | Fixe | 16.90 |
| 3G | 900 | 10 | -7 | Fixe | 16.90 |
| 4G | 700 | 100000 | -7 | Fixe | 15.50 |
| 4G | 800 | 100000 | -7 | Fixe | 16.30 |
| 4G | 1800 | | -9 | Fixe | 16.80 |
| 4G | 2100 | 100000 | -6 | Fixe | 17.40 |
| 4G | 2600 | 100000 | -5 | Fixe | 17.50 |

Antenne 2

Azimut 150°, HMA= 34.80m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 2G | 900 | 0 | -6 | Fixe | 16.90 |
| 3G | 900 | 10 | -6 | Fixe | 16.90 |
| 4G | 700 | 100000 | -6 | Fixe | 15.50 |
| 4G | 800 | 100000 | -6 | Fixe | 16.30 |
| 4G | 1800 | | -4 | Fixe | 16.80 |
| 4G | 2100 | 100000 | -7 | Fixe | 17.40 |
| 4G | 2600 | 100000 | -6 | Fixe | 17.50 |

Antenne 3

Azimut 250°, HMA= 33.70m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 2G | 900 | 0 | -6 | Fixe | 16.90 |
| 3G | 900 | 10 | -6 | Fixe | 16.90 |
| 4G | 700 | 100000 | -6 | Fixe | 15.50 |
| 4G | 800 | 100000 | -6 | Fixe | 16.30 |
| 4G | 1800 | | -6 | Fixe | 16.80 |
| 4G | 2100 | 100000 | -7 | Fixe | 17.40 |
| 4G | 2600 | 100000 | -6 | Fixe | 17.50 |

Antenne 4

Azimut 30°, HMA= 35.80m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 5G | 3500 | 1000000000 | -3 | Orientables | 24.00 |

Antenne 5

Azimut 150°, HMA= 35.80m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 5G | 3500 | 1000000000 | -3 | Orientables | 24.00 |

Antenne 6

Azimut 250°, HMA= 34.70m

| Technologie mobile | Fréquence en Méga-hertz (MHz) | Puissance maximale en entrée d'antenne (Watts) | Tilt ou angle d'inclinaison (en degré) | Antenne à faisceau | Gain maximal (dBi) |
|--------------------|-------------------------------|--|--|--------------------|--------------------|
| 5G | 3500 | 1000000000 | -3 | Orientables | 24.00 |

Résultats de simulation

Dans cette simulation, la présence du bâti est prise en compte.

Les simulations sont réalisées en zone urbaine avec la résolution suivante : 5 m.

Un facteur de réduction sur 6 minutes (de 1,6² ou 4 dB) est appliqué au niveau calculé à puissance maximale des émetteurs de téléphonie mobile pour des antennes à faisceau fixe. Cette valeur déterminée par l'Agence nationale des fréquences correspond au facteur médian observé sur les mesures réalisées entre la valeur cumulée extrapolée et la mesure large bande du cas A, quand la téléphonie mobile domine.

Un facteur de réduction sur 6 minutes (de 13,5 dB) est appliqué 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.

Le facteur d'atténuation de duplexage temporel TDD (de 1,25 dB) est appliqué pour les fréquences 3,4 – 3,8 GHz de cette installation.

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

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|---|
| Strictement supérieur à 6 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 : |  |

Les simulations à différentes hauteurs par rapport au sol sont réalisées à partir du modèle numérique de terrain de L'IGN 5 m de 2011 interpolé au pas de 5 m. Les données utilisées pour le bâti sont fournies par L'IGN, révision 2011.

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

La simulation à 1,5 m par rapport au sol est réalisée à partir du modèle numérique de terrain de l'IGN 25 m de 2011 interpolé au pas de 5 m.

Carte de simulation antenne à faisceau fixe.

À 1,5 m du sol, le niveau maximal simulé en intérieur pour les antennes à faisceau fixe est compris entre 0 et 1 V/m.

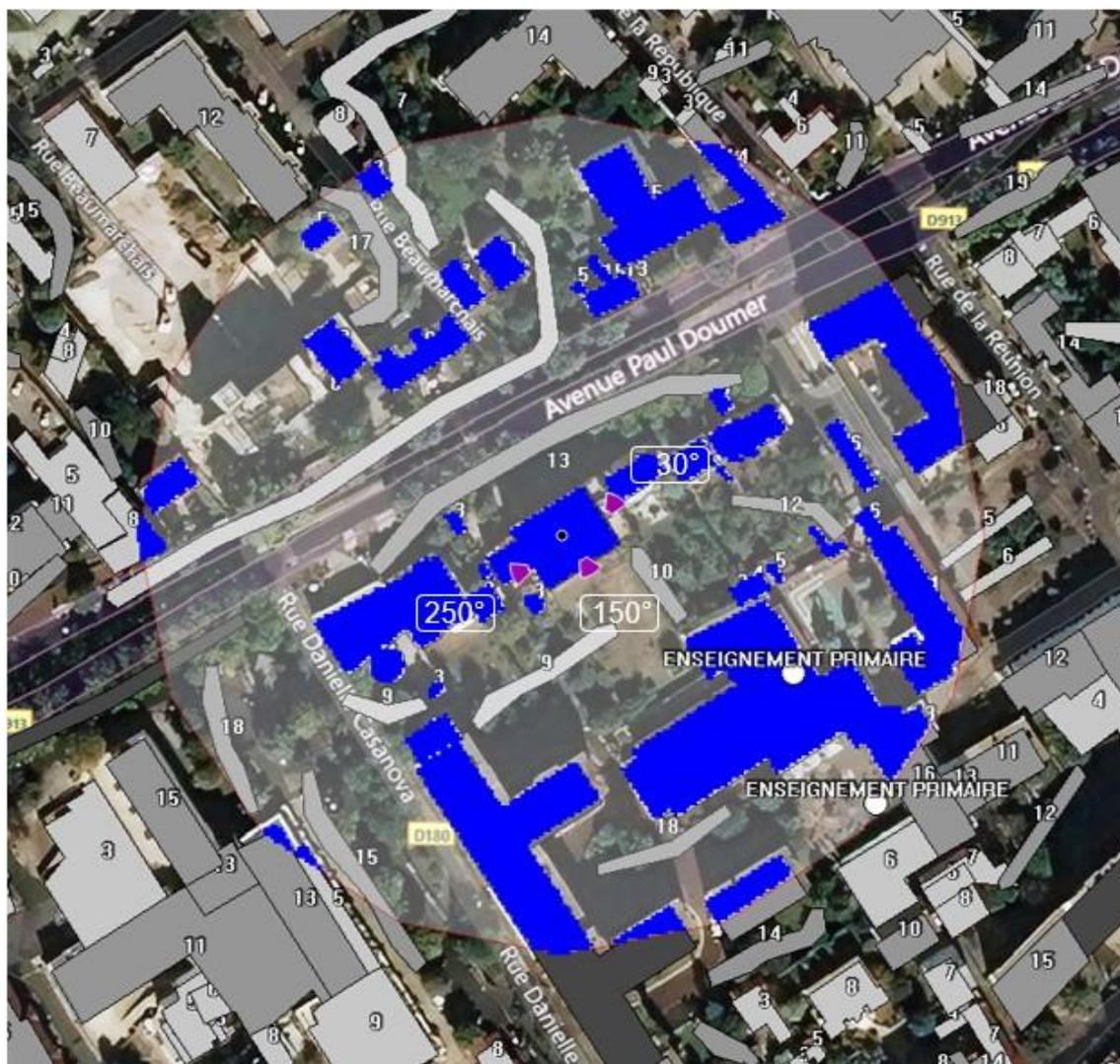


Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellernity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Blue |

Carte de simulation antenne à faisceaux orientables.

À 1,5 m du sol, le niveau maximal simulé en intérieur pour les antennes à faisceaux orientables est compris entre 0 et 1 V/m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Simulations à différentes hauteurs

Une modélisation est réalisée par antenne.

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 6 antennes, 6 simulations ont été réalisées.

Antenne n°1

Azimut 30°

Pour l'antenne à faisceau fixe d'azimut 30, le niveau maximal calculé est compris entre 4 et 5 V/m. La hauteur correspondante est de 25.50 m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Antenne n°2

Azimut 150°

Pour l'antenne à faisceau fixe d'azimut 150, le niveau maximal calculé est compris entre 3 et 4 V/m. La hauteur correspondante est de 19.50 m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Antenne n°3

Azimut 250°

Pour l'antenne à faisceau fixe d'azimut 250, le niveau maximal calculé est compris entre 2 et 3 V/m. La hauteur correspondante est de 19.50 m.



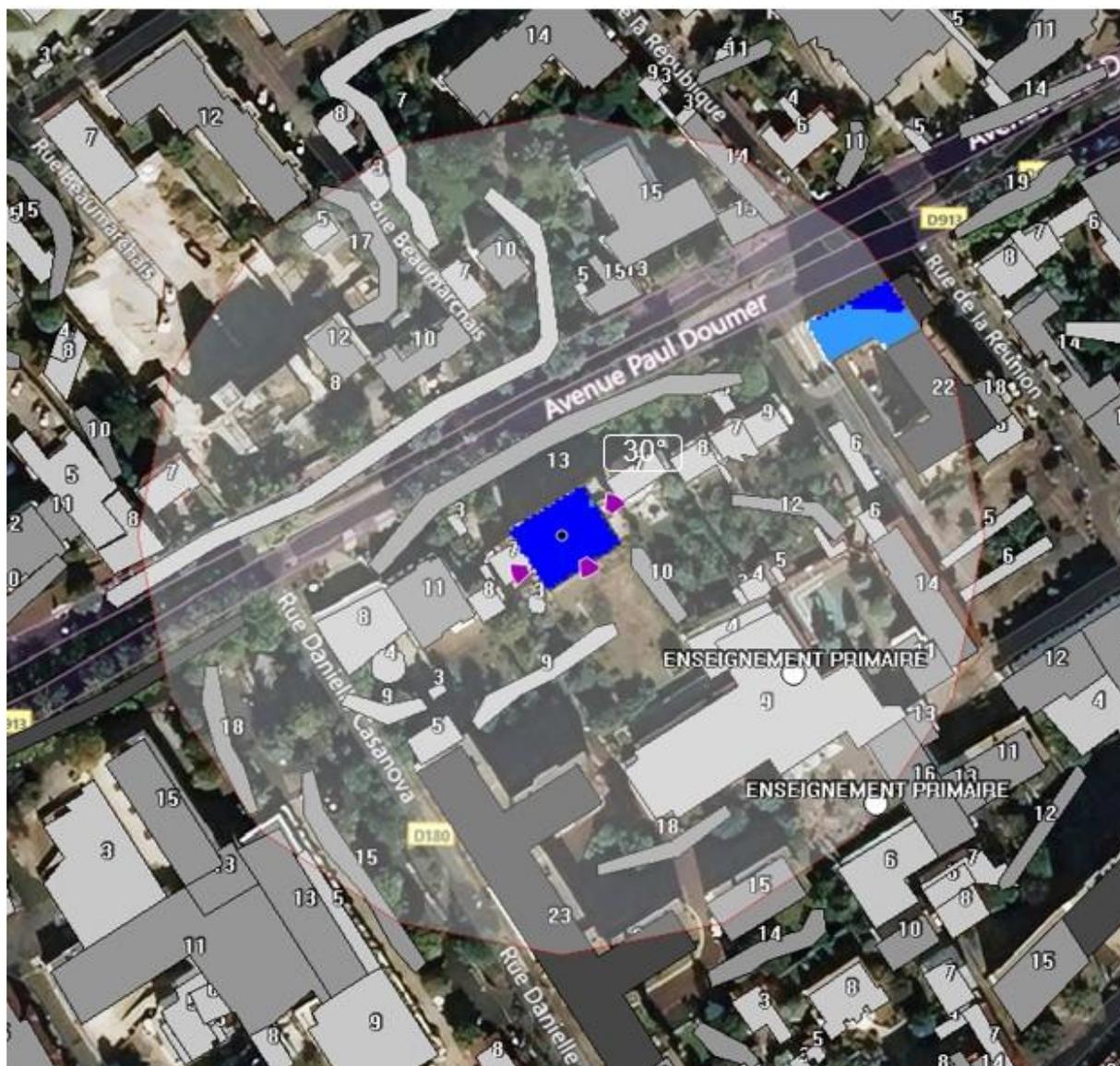
Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Antenne n°4

Azimut 30°

Pour l'antenne à faisceaux orientables d'azimut 30, le niveau maximal calculé est compris entre 1 et 2 V/m. La hauteur correspondante est de 25.50 m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|---------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Blue |

Antenne n°5

Azimut 150°

Pour l'antenne à faisceaux orientables d'azimut 150, le niveau maximal calculé est compris entre 1 et 2 V/m. La hauteur correspondante est de 19.50 m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellergy, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Antenne n°6

Azimut 250°

Pour l'antenne à faisceaux orientables d'azimut 250, le niveau maximal calculé est compris entre 1 et 2 V/m. La hauteur correspondante est de 19.50 m.



Fond de carte (photo aérienne), source : bing. Logiciel de simulation Cellerity, éditeur Orange Labs

| Niveau | Couleur |
|---------------------------------|------------|
| Strictement supérieur à 6 V/m : | Brown |
| Entre 5 et 6 V/m : | Pink |
| Entre 4 et 5 V/m : | Orange |
| Entre 3 et 4 V/m : | Yellow |
| Entre 2 et 3 V/m : | Green |
| Entre 1 et 2 V/m : | Light Blue |
| Entre 0 et 1 V/m : | Dark Blue |

Conclusion

L'exposition maximale simulée à 1,5 m de hauteur pour le projet d'implantation de l'installation située 147 AVENUE PAUL DOUMER est comprise entre 0 et 1 V/m, pour les antennes à faisceau fixe. et entre 0 et 1 V/m, pour les antennes à faisceaux orientables.

Les simulations en espace libre avec bâti simple vitrage indiquent les niveaux maximums en intérieur par antenne à faisceau fixe :

| | Azimut 30° | Azimut 150° | Azimut 250° |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Niveau Maximal (V/m) | entre 4 et 5 | entre 3 et 4 | entre 2 et 3 |
| Hauteur (en m) | 25.50 | 19.50 | 19.50 |

Les simulations en espace libre avec bâti simple vitrage indiquent les niveaux maximums en intérieur par antenne à faisceaux orientables :

| | Azimut 30° | Azimut 150° | Azimut 250° |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| Niveau Maximal (V/m) | entre 1 et 2 | entre 1 et 2 | entre 1 et 2 |
| Hauteur (en m) | 25.50 | 19.50 | 19.50 |