



Institut scientifique
de service public

Métrologie environnementale
Recherche – Analyses
Essais- Expertises

Siège social et site de Liège :
Rue du Chéra, 200
B-4000 Liège
Tél : +32(0)4 229 83 11
Fax : +32(0)4 252 46 65
Site web : <http://www.issep.be>

Site de Colfontaine :
Zoning A. Schweitzer
Rue de la Platinerie
B-7340 Colfontaine
Tél : +32(0)65 61 08 11
Fax : +32(0)65 61 08 08

Liège, le 16 février 2011.

**AVIS RELATIF A LA PROTECTION
CONTRE LES EVENTUELS EFFETS NOCIFS ET NUISANCES
PROVOQUES PAR LES RAYONNEMENTS NON IONISANTS
GENERES PAR DES ANTENNES EMETTRICES STATIONNAIRES**

Commune : LIEGE - Exploitant : MOBISTAR

Référence exploitant : 502L3_1

Rapport n° 819 / 2011

Table des matières.

1. Préambule	3
2. Références du site	3
3. Norme appliquée	3
4. Antennes faisant l'objet de la demande	4
5. Zone où le champ pourrait dépasser la limite d'immission	5
6. Occupation du terrain autour des antennes et respect de la limite d'immission	7
7. Conclusion.....	8
ANNEXE A1.....	9

1. Préambule

Le présent document constitue l'avis visé à l'article 5 du décret du 3 avril 2009 (M.B. du 06/05/2009) relatif à la protection contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoqués par les rayonnements non ionisants générés par des antennes émettrices stationnaires et dénommé ci-après « le décret ».

Cet avis concerne l'installation dont l'adresse et les références sont reprises dans le tableau 1 ; il est établi à partir des caractéristiques techniques des antennes et de la description de la zone alentour fournies par l'exploitant. La déclaration étant introduite avant la construction de l'installation (sauf pour celles mises en service avant l'entrée en vigueur du décret), les conclusions du présent avis reposent sur des simulations effectuées au moyen de modèles mathématiques.

2. Références du site

Tableau 1 : Caractéristiques générales

Adresse	ULG Place du XX Août, 7 4000 LIEGE (Liège)
Type d'implantation	Bâtiment
Exploitant	MOBISTAR
Réf. du site de l'exploitant	502L3_1

3. Norme appliquée

L'article 4 du décret stipule que dans les lieux de séjour, l'intensité du rayonnement électromagnétique générée par toute antenne émettrice stationnaire ne peut pas dépasser la limite d'immission de 3 V/m. Cette limite d'immission est une valeur efficace moyenne calculée et mesurée durant une période quelconque de 6 minutes et sur une surface horizontale de $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$, par antenne.

Le décret précise également :

- que l'intensité du rayonnement électromagnétique dans les lieux de séjour est calculée et mesurée aux niveaux suivants :
 - dans les locaux : 1,50 m au-dessus du niveau du plancher;
 - dans les autres espaces : 1,50 m au-dessus du niveau du sol.
- que la limite d'immission s'applique à toute antenne émettrice stationnaire sans que soient pris en compte les rayonnements électromagnétiques générés par d'autres sources de rayonnements électromagnétiques éventuellement présentes.
- que les antennes dites multi-bandes conçues pour rayonner simultanément les signaux de N réseaux sont considérées comme équivalentes à N antennes distinctes.
- que lorsque plusieurs antennes installées sur un même support sont utilisées pour émettre les signaux d'un même réseau dans une zone géographique, elles sont considérées comme ne formant qu'une seule antenne.

Selon l'article 2 du décret, on entend par :

- antenne émettrice stationnaire : élément monté sur un support fixe de manière permanente, qui génère un rayonnement électromagnétique dans la gamme de fréquences comprise entre 100 kHz et 300 GHz et dont la PIRE maximale est supérieure à 4 W, et qui constitue l'interface

entre l'alimentation en signaux haute fréquence par câble ou par guide d'onde et l'espace, et qui est utilisée dans le but de transmettre des télécommunications;

- lieux de séjour : les locaux d'un bâtiment dans lesquels des personnes peuvent ou pourront séjourner régulièrement tels que les locaux d'habitation, école, crèche, hôpital, home pour personnes âgées, les locaux de travail occupés régulièrement par des travailleurs, les espaces dévolus à la pratique régulière du sport ou de jeux à l'exclusion, notamment, des voiries, trottoirs, parkings, garages, parcs, jardins, balcons, terrasses;
- Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE) : la PIRE est égale au produit de la puissance fournie à l'entrée de l'antenne par son gain maximum (c'est-à-dire le gain mesuré par rapport à une antenne isotrope dans la direction où l'intensité du rayonnement est maximale).

4. Antennes faisant l'objet de la demande

L'évaluation concerne toutes les antennes qui émettent un rayonnement électromagnétique dans la gamme de fréquences visée par le décret et qui est comprise entre 100 kHz et 300 GHz.

N.B. :

- a) *signalons que des antennes réceptrices (parfois identifiées par l'abréviation « Rx » suivie de chiffres ou « GPS ») sont souvent mentionnées dans des documents joints à la déclaration (par exemple pour l'obtention d'un permis d'urbanisme). De telles antennes ne génèrent aucun rayonnement électromagnétique significatif (entre 100 kHz et 300 GHz) et il n'y a donc pas lieu de les prendre en compte ;*
- b) *lorsque la déclaration mentionne également des antennes paraboliques utilisées pour établir des liaisons de type « faisceaux hertziens », celles-ci font l'objet d'un avis séparé.*

Le tableau 2 reprend les caractéristiques des antennes communiquées par l'opérateur. La PIRE maximale de ces antennes émettrices stationnaires est comprise entre 4 W et 500 kW et, en vertu de l'article 3 du décret, elles sont soumises à déclaration au sens du décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement.

Tableau 2 : Caractéristiques des antennes¹

Antennes	Réseau	Bande de fréquences (en émission)	Constructeur de l'antenne	Type d'antenne (numéro de référence constructeur)	Azimu ² t (par rapport au nord)	Hauteur du milieu de l'antenne au-dessus du sol	Puissance totale (à l'entrée de l'antenne) ³	Angle de tilt ⁴ électrique	Angle de tilt ⁴ mécanique	Nombre de fréquences d'émission ⁵
1	GSM	925 à 960	Jaybeam	7132900	345	25,72	1,2	0	0	4
2			-	-	-	-	-	-	-	
3			-	-	-	-	-	-	-	
4	DCS	1805 à 1880	-	-	-	-	-	-	-	-
5			-	-	-	-	-	-	-	
6			-	-	-	-	-	-	-	
7	UMTS	2110 à 2170	-	-	-	-	-	-	-	-
8			-	-	-	-	-	-	-	
9			-	-	-	-	-	-	-	
Unités :		MHz			degrés	m	W	degrés	degrés	

Précisons qu'une valeur d'azimut égale à 360 signifie que le demandeur ne spécifie par la direction dans laquelle l'antenne sera effectivement installée. Le cas échéant, l'analyse au paragraphe 6 tient compte cette possibilité laissée aux demandeurs.

Le demandeur doit toutefois veiller à ce que les azimuts des différentes antennes utilisées pour émettre les signaux d'un même réseau soient suffisamment écartés de telle sorte que ces antennes ne puissent être considérées comme couvrant la même zone géographique. Si cette condition n'était pas satisfaite, elles devaient être considérées, selon l'article 4 du décret comme ne formant qu'une seule antenne.

5. Zone où le champ pourrait dépasser la limite d'immission

Le contour de la zone où l'immission produite par chaque antenne pourrait dépasser 3 V/m est déterminé par le tracé de la courbe d'iso-valeur correspondant à cette limite.

Une courbe d'iso-valeur est une courbe le long de laquelle le champ présente une intensité constante. La figure 1 représente une telle courbe dans un plan vertical contenant le point milieu de l'antenne. Si elle correspond à la limite d'immission de 3 V/m, l'intensité du champ est :

- supérieure à 3 V/m à l'intérieur de la courbe (sauf si des obstacles atténuent le champ);
- égale à 3 V/m le long de la courbe (sauf si des obstacles atténuent le champ);
- inférieure à 3 V/m à l'extérieur de la courbe.

¹ Les cellules du tableau non complétées indiquent qu'il n'y a pas d'antenne correspondante.

² Une valeur d'azimut de 360 indique que l'antenne peut être installée dans n'importe quelle direction; l'abréviation « OMNI » indique que l'antenne est omnidirectionnelle.

³ Les antennes réceptrices ne génèrent aucun rayonnement électromagnétique significatif.

⁴ Un tilt positif ou négatif correspond respectivement à une inclinaison vers le haut ou vers le bas.

⁵ TRX pour les réseaux GSM 900 et DCS 1800.

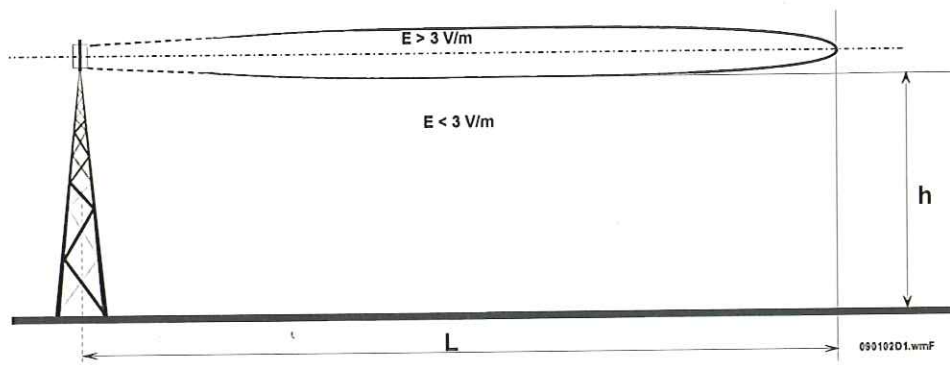


Figure 1 : Forme générale d'une courbe d'iso-valeur et définition de L et h

De telles courbes ont été tracées, pour chaque antenne faisant l'objet de la demande de permis, en considérant :

- les caractéristiques techniques reprises dans le tableau 2;
- la direction où l'intensité du rayonnement est maximale, c'est-à-dire l'azimut renseigné au tableau 2 (bissectrice du secteur);
- la puissance émise lorsque l'installation fonctionne à pleine charge ;
- une atténuation d'obstacle de 3 dB pour les lieux de séjour à l'intérieur des bâtiments. Précisons que l'atténuation due à l'enveloppe des bâtiments est généralement bien supérieure à 3 dB (ce qui correspond à une réduction du champ de 30%). Cette valeur permet d'éviter toute sous-estimation par rapport aux champs réels.

Les courbes d'iso-valeur correspondant aux différentes antennes sont jointes en annexe⁶; le tableau 3 reprend, pour chacune :

- le numéro de l'annexe;
- le numéro de l'antenne (comme renseigné dans le tableau 2);
- l'azimut, par rapport au nord, auquel l'iso-valeur se rapporte;
- la distance maximale L où le champ de 3 V/m est atteint (longueur de l'iso-valeur selon figure 1);
- la hauteur minimale h où le seuil de 3 V/m est atteint, mesurée par rapport au niveau du sol sous les antennes (selon figure 1)⁷.

Tableau 3 : Liste des iso-valeurs correspondant au seuil de 3 V/m pour les différentes antennes dans la direction où l'intensité du rayonnement est maximale (Longueur L et hauteur h selon figure 1)

N° annexe	N° antenne	Azimut	L(m)	h(m)
A1	1	345°	9,7	24,2

N.B. : Le tracé des courbes d'iso-valeur a été établi au moyen d'un logiciel développé par l'ISSeP; ce logiciel détermine l'intensité du champ électromagnétique au moyen de la formule dite « du champ éloigné » qui est le modèle de prédiction préconisé lorsqu'on se trouve à une distance supérieure à

⁶ Si le type d'une antenne repris en annexe diffère de celui renseigné dans le tableau 2, les diagrammes correspondants sont toutefois identiques.

⁷ Lorsque plusieurs diagrammes de rayonnement existent pour une antenne, le calcul est basé sur ceux qui conduisent à la distance L la plus grande et la hauteur h la plus petite.

$0,5 \frac{D^2}{\lambda}$, où D représente la plus grande dimension (en m) de l'antenne dans la direction perpendiculaire à la direction du rayonnement (en fait, D est la plus grande dimension de l'antenne « vue » depuis le point considéré) et λ est la longueur d'onde du signal rayonné.

La distance $0,5 \frac{D^2}{\lambda}$ doit donc être considérée comme la limite au-delà de laquelle la formule du champ éloigné fournit une bonne précision; pour la plupart des antennes utilisées en téléphonie mobile, cette distance est comprise entre 2 et 10 m dans la direction horizontale. Dans la direction verticale (c'est-à-dire en dessous) la distance $0,5 \frac{D^2}{\lambda}$ devient très courte puisque l'antenne y est « vue » sous un angle tel que D devient très petite. En fait, lorsque l'on se trouve sous l'antenne, la plus grande dimension est sa largeur (environ 20 cm pour la plupart des antennes de téléphonie mobile, d'où, $0,5 \frac{D^2}{\lambda}$ ne vaut plus que quelques cm). En pratique, le contour de l'iso-valeur se trouve donc généralement dans la zone où le modèle de prédiction fournit une bonne précision.

En deçà de la distance $0,5 \frac{D^2}{\lambda}$, il est couramment admis que la formule du champ éloigné fournit, globalement, une estimation du champ moyen⁸ qui est supérieure à la valeur réelle jusqu'à une distance de l'ordre de quelques longueurs d'onde. Notons qu'une surestimation par rapport à la valeur réelle est acceptable puisqu'elle va dans le sens de la sécurité.

6. Occupation du terrain autour des antennes et respect de la limite d'immission

Considérons les trois cas suivants :

- les lieux de séjour⁹ se trouvant à une distance de l'antenne supérieure à 9,7 m : ces lieux se trouvent obligatoirement à l'extérieur d'une courbe d'iso-valeur, y compris dans le cas où les azimuts des antennes ne sont pas spécifiés¹⁰ dans le tableau 2 ou s'il s'agit d'antennes omnidirectionnelles;
- les lieux de séjour situés à une hauteur¹¹ inférieure à 24,2 m : ces lieux se trouvent également à l'extérieur d'une courbe d'iso-valeur, y compris dans le cas où les azimuts des antennes ne sont pas spécifiés dans le tableau 2 ou s'il s'agit d'antennes omnidirectionnelles;
- lorsque des lieux de séjour sont situés à une distance inférieure à 9,7 m et à une hauteur supérieure à 24,2 m : il a été vérifié qu'ils se trouvent effectivement à l'extérieur des courbes d'iso-valeur correspondante aux directions de ces lieux. Lorsque l'azimut d'une antenne est renseigné avec une valeur égale à 360° ou s'il s'agit d'une antenne omnidirectionnelle, il est considéré qu'elle peut être orientée dans n'importe quelle direction et la vérification a été effectuée en considérant toujours la courbe d'iso-valeur dans la direction où le rayonnement est maximum.

Chaque antenne figurant dans la déclaration produit, en tout point situé à l'extérieur de la courbe d'iso-valeur, un champ inférieur à 3 V/m lorsqu'elle émet la puissance maximale.

Etant donné la décroissance rapide du champ lorsqu'on s'éloigne de la courbe d'iso-valeur (c'est-à-dire à une hauteur inférieure à h ou à une distance supérieure à L), le champ à l'extérieur des courbes d'iso-valeur est en général nettement inférieur à 3 V/m dans les lieux de séjour.

⁸ Champ moyen calculé sur une distance de quelques longueurs d'onde.

⁹ Il s'agit des lieux de séjour tels que définis par le décret.

¹⁰ C'est-à-dire lorsque la valeur 360 figure dans la colonne azimut du tableau 2.

¹¹ La hauteur du lieu est donnée par rapport à la même référence que celle utilisée pour exprimer la hauteur des antennes; c'est généralement le niveau du sol sous les antennes. Rappelons que, selon le décret, l'intensité du champ dans les lieux de séjour doit être prise en compte aux niveaux suivants :

- locaux : 1,50 m au-dessus du niveau du plancher ;
- places de jeux : 1,50 m au-dessus du sol.

Rappelons que la limite d'immission de 3 V/m fixée par le décret est une valeur efficace moyenne calculée et mesurée durant une période quelconque de 6 minutes. Les courbes d'iso-valeur ayant été tracées en prenant en compte la puissance maximale, elles délimitent un volume plus grand que celui qui correspond à l'immission moyenne sur toute période de 6 minutes.

Les antennes stationnaires dont les caractéristiques techniques sont résumées dans le tableau 2 respectent la limite d'immission fixée par le décret. Il va de soi que cette limite est également respectée si les conditions réelles d'exploitation donnent de toute évidence lieu à des immissions inférieures à celles découlant des données du tableau 2.

D'autre part, le champ généré par chacune des antennes est, en tout point, toujours inférieur à 3 V/m à 1,5 m du sol dans les éventuelles places de jeux (publiques ou privées) situées alentour des antennes.

N.B. : Lorsque des antennes sont installées sur un toit constitué d'une plate-forme en béton, de nombreuses mesures ont montré que les champs sont tout à fait négligeables dans les locaux situés sous le toit; ce phénomène s'explique par l'atténuation due au béton et par la directivité des antennes (il n'y a qu'une faible fraction du rayonnement qui est dirigée vers le bas).

7. Conclusion

Les antennes stationnaires de l'installation référencée dans le tableau 1 et dont les caractéristiques techniques sont résumées dans le tableau 2 **respectent la limite d'immission** fixée à l'article 4 du décret du 3 avril 2009 relatif à la protection contre les éventuels effets nocifs et nuisances provoqués par les rayonnements non ionisants générés par des antennes émettrices stationnaires.



Christian TRAN,
Gradué en Informatique et Systèmes.



Willy PIRARD,
Ingénieur civil en Electronique,
Responsable de la Cellule
Champs électromagnétiques.

ANNEXE A1

ANTENNE N° 1 - Azimut 345°

