

Liège, le 4 octobre 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 : MONS - Exploitant : KPN GROUP BELGIUM

Référence exploitant : HT1688B

Rapport n° 3391 / 2011

Table des matières.

1.	Préambule	3
2.	Références du site	3
3.	Norme appliquée	3
4.	Antennes faisant l'objet de la demande	5
5.	Zone où le champ pourrait dépasser la limite d'immission	6
6.	Occupation du terrain autour des antennes et respect de la limite d'immission	8
7.	Conclusion.....	10
	ANNEXE A1.....	11
	ANNEXE A2.....	12
	ANNEXE A3.....	13
	ANNEXE A4.....	14
	ANNEXE A5.....	15
	ANNEXE A6.....	16

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	Rue d'Asquillies 7022 MONS (Harveng)
Type d'implantation	Château d'eau
Exploitant	KPN GROUP BELGIUM
Réf. du site de l'exploitant	HT1688B

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).

Remarque : Les commentaires des articles du décret nous éclairent sur les raisons qui ont conduit le législateur à opter pour une faible limite d'immission par antenne plutôt que pour une limite d'immission globale, ce qui aurait impliqué, dans les cas d'exposition aux rayonnements de plusieurs antennes, la prise en compte d'un cumul d'immissions.

Dans les commentaires relatifs à l'article 4, on peut lire : « Une limite d'immission globale couvrant une très large bande de fréquences (de 100 kHz à 300 GHz) est impossible à contrôler. C'est pourquoi le calcul et le mesurage de l'intensité du champ électromagnétique de toute antenne émettrice stationnaire dont la PIRE maximale est supérieure à 4 W excluent les champs électromagnétiques générés par d'autres sources. En effet, dès lors que les cas d'exposition à plusieurs sources sont fréquents, le dépassement de l'intensité maximale peut résulter de l'ajout d'une installation ou bien d'une modification, même mineure, d'une installation existante (par exemple, un changement de l'inclinaison du faisceau) située, le cas échéant, sur un autre support. Dans une telle hypothèse, le contrôle tant a priori qu'a posteriori s'avère impossible à mener en pratique. De même, la responsabilité de l'auteur du dépassement est tout autant impossible à établir. Afin d'obvier ces écueils, il s'indique de prévoir une limite d'immission s'appliquant à un objet clairement identifiable. »

On notera que le législateur s'est également soucié du niveau que pourrait atteindre l'immission cumulée dans les cas d'exposition aux rayonnements de plusieurs antennes puisque les commentaires de l'article 4 mentionnent que : « Une question légitime est de savoir à combien pourrait s'élever l'immission totale lorsqu'il y a recouvrement des immissions de plusieurs antennes dont aucune ne produit jamais plus de 3 V/m. [...] Dans tous les cas, l'immission cumulée reste très faible au regard des limites préconisées par l'ICNIRP, qui sont appuyées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Ces limites ont été adoptées dans la majorité des normes nationales (Allemagne, Autriche, France, Espagne, Portugal, Pays-Bas, Grande-Bretagne, Suède, USA, Japon, Canada, ...) ainsi que dans la recommandation du Conseil de l'Union européenne (1999). Les limites préconisées par l'ICNIRP varient entre 87 et 28 V/m selon la fréquence. La limite d'immission de 3 V/m par antenne et indépendamment de la fréquence est donc entre 87 (28/3 élevé au carré) et 841 (87/3 élevé au carré) plus faible que ce que préconisent l'ICNIRP et l'OMS. En conclusion, la fixation d'une limite d'immission de 3 V/m par antenne garantit donc une immission cumulée moyenne faible si on la compare aux recommandations des instances sanitaires internationales. »

En conclusion, l'imposition d'une limite d'immission par antenne, facilite le contrôle tant a priori qu'a posteriori et permet de déterminer les responsabilités en cas de dépassement. Même dans les cas d'exposition à plusieurs antennes, le fait que cette limite soit faible garantit une immission cumulée très nettement inférieure à celles préconisées par les instances sanitaires internationales.

A l'exception des cas, prévus au dernier aliéna de l'article 4, (plusieurs antennes installées sur un même support utilisées pour émettre les signaux d'un même réseau dans une zone géographique) et sur lesquels nous revenons ci-dessous, les 2° et 4° alinéas de cet article sont clairs en ce qui concerne l'absence d'obligation de tenir compte d'un quelconque cumul de l'ensemble des immissions dues aux installations existantes des différents opérateurs et de celles en projet.

Seules les situations prévues au 6^e alinéa de l'article 4 imposent de tenir compte d'un cumul des immissions de certaines antennes. Ici encore, les commentaires de l'article 4 du décret clarifient la portée de cet alinéa : « *Cette disposition a pour objectif d'éviter la répartition de la puissance d'une antenne de téléphonie mobile d'un opérateur donné dépassant la limite d'immission de 3 V/m sur plusieurs antennes de ce même opérateur.* »

La disposition de ce dernier alinéa de l'article 4 résulte de l'intention du législateur d'empêcher que la puissance ne soit répartie sur plusieurs antennes lorsque la limite d'immission fixée pour une antenne est dépassée, ce qui, bien sûr, serait contraire à l'esprit du décret. Elle implique de cumuler les immissions des antennes installées sur un même support utilisées pour émettre les signaux d'un même réseau dans une zone géographique et de leur appliquer la limite de 3 V/m.

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)	Azimut ² (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	Kathrein	80010122	0	21,95	15,8	0 à -10	0	2
2			Kathrein	80010122	120	21,95	15,8	0 à -10	0	2
3			Kathrein	80010122	240	21,95	15,8	0 à -10	0	2
-	DCS	1805 à 1880	-	-	-	-	-	-	-	-
-			-	-	-	-	-	-	-	-
-			-	-	-	-	-	-	-	-
7	UMTS	2110 à 2170	Kathrein	80010122	0	21,95	10,0	0	0	1
8			Kathrein	80010122	120	21,95	10,0	0	0	1
9			Kathrein	80010122	240	21,95	10,0	0	0	1
Unités :		MHz			degrés	m	W	degrés	degrés	

L'examen des caractéristiques techniques des différentes antennes du tableau 2 et de leur orientation respective, permet de conclure que le dernier alinéa de l'article 4 n'est pas d'application puisque les signaux d'un réseau dans une zone géographique ne seront émis que par une seule antenne. La déclaration ne mentionne donc aucune antenne dont l'immission devait être ajoutée à celle d'une autre.

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 le dernier alinéa de 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.

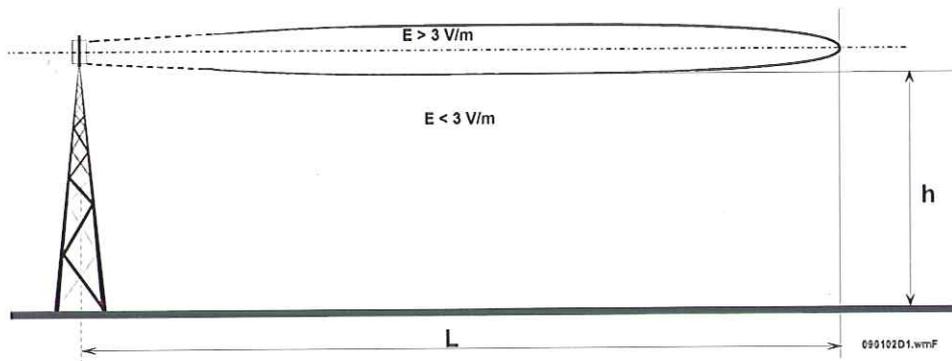


Figure 1 : Forme générale d'une courbe d'iso-valeur et définition de L et h

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.

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.

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	0°	28,8	16,3
A2	2	120°	28,8	16,3
A3	3	240°	28,8	16,3
A4	7	0°	30,8	19,7
A5	8	120°	30,8	19,7
A6	9	240°	30,8	19,7

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 $0,5 D^2/\lambda$, 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 $0,5 D^2/\lambda$ 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 $0,5 D^2/\lambda$ 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, $0,5 D^2/\lambda$ 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 $0,5 D^2/\lambda$, 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 :

- a) les lieux de séjour⁹ se trouvant à une distance de l'antenne supérieure à 30,8 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;

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.

- b) les lieux de séjour situés à une hauteur¹¹ inférieure à 16,3 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;
- c) lorsque des lieux de séjour sont situés à une distance inférieure à 30,8 m et à une hauteur supérieure à 16,3 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.

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).

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 :

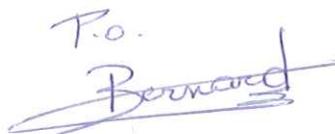
- locaux : 1,50 m au-dessus du niveau du plancher ;
- places de jeux : 1,50 m au-dessus du sol.

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.

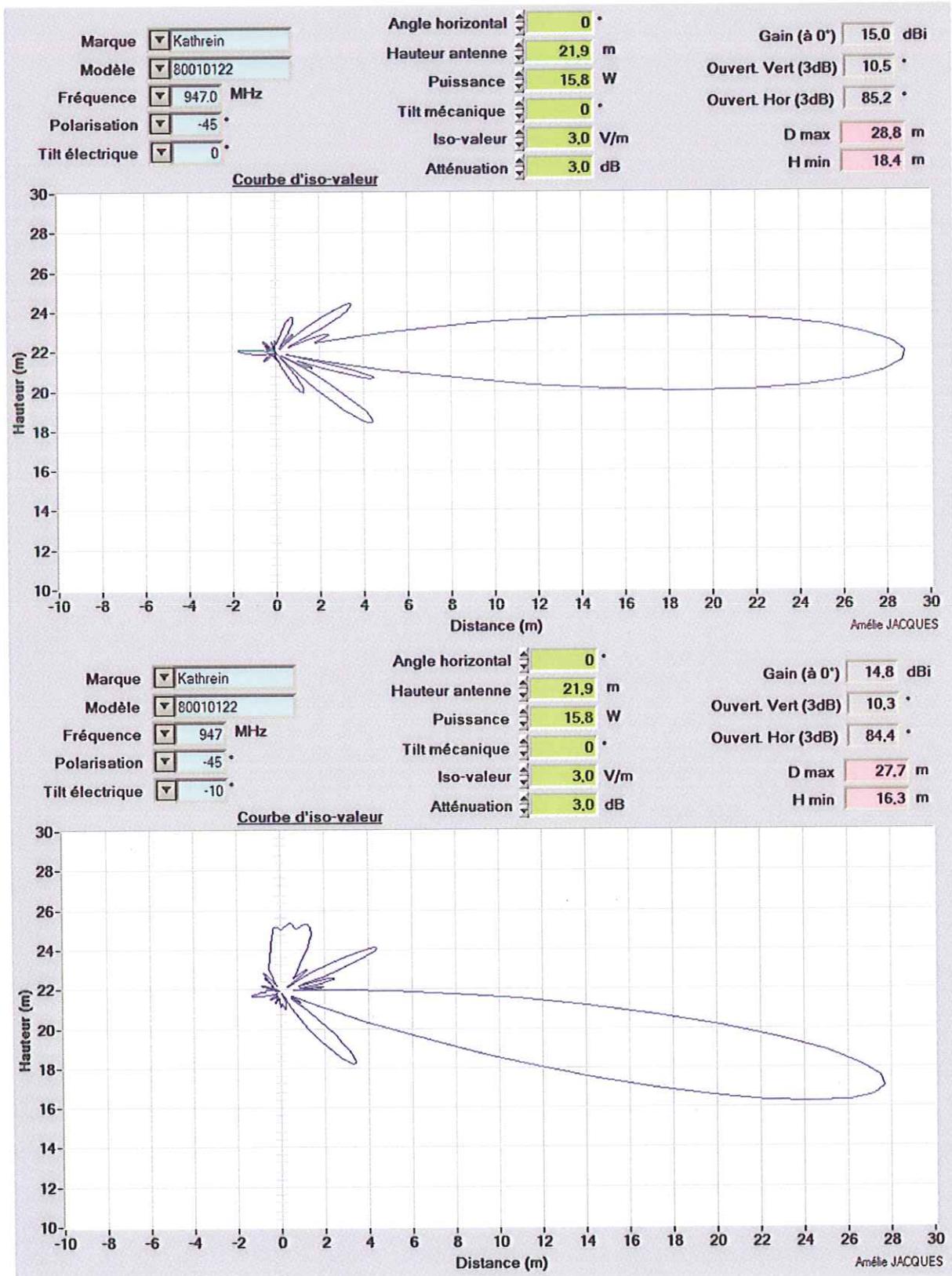


Amélie JACQUES,
Ingénieur Industriel en Electronique,
Attaché.



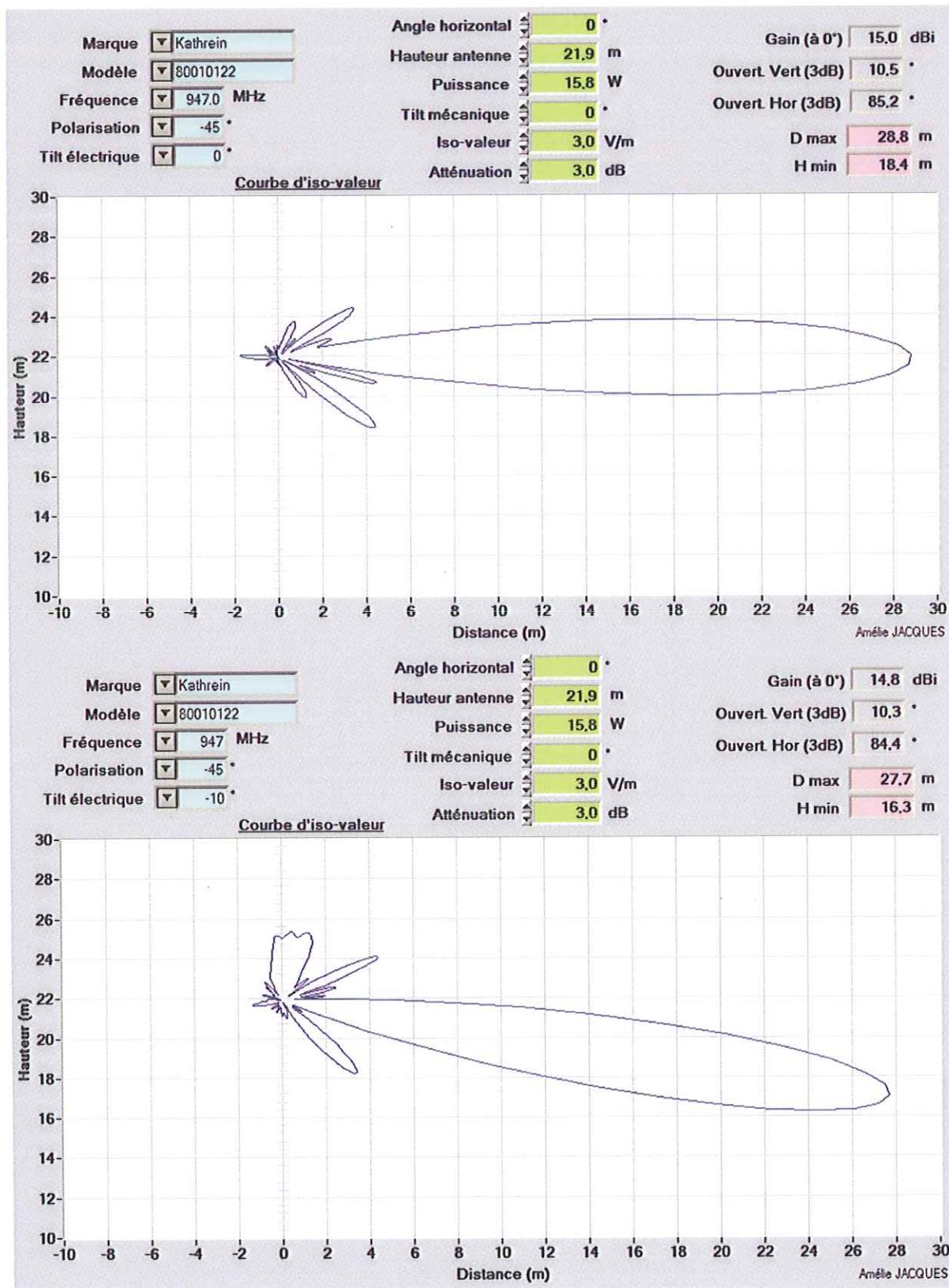
Willy PIRARD,
Ingénieur civil en Electronique,
Responsable de la Cellule
Champs électromagnétiques.

ANNEXE A1
ANTENNE N° 1 - Azimut 0°



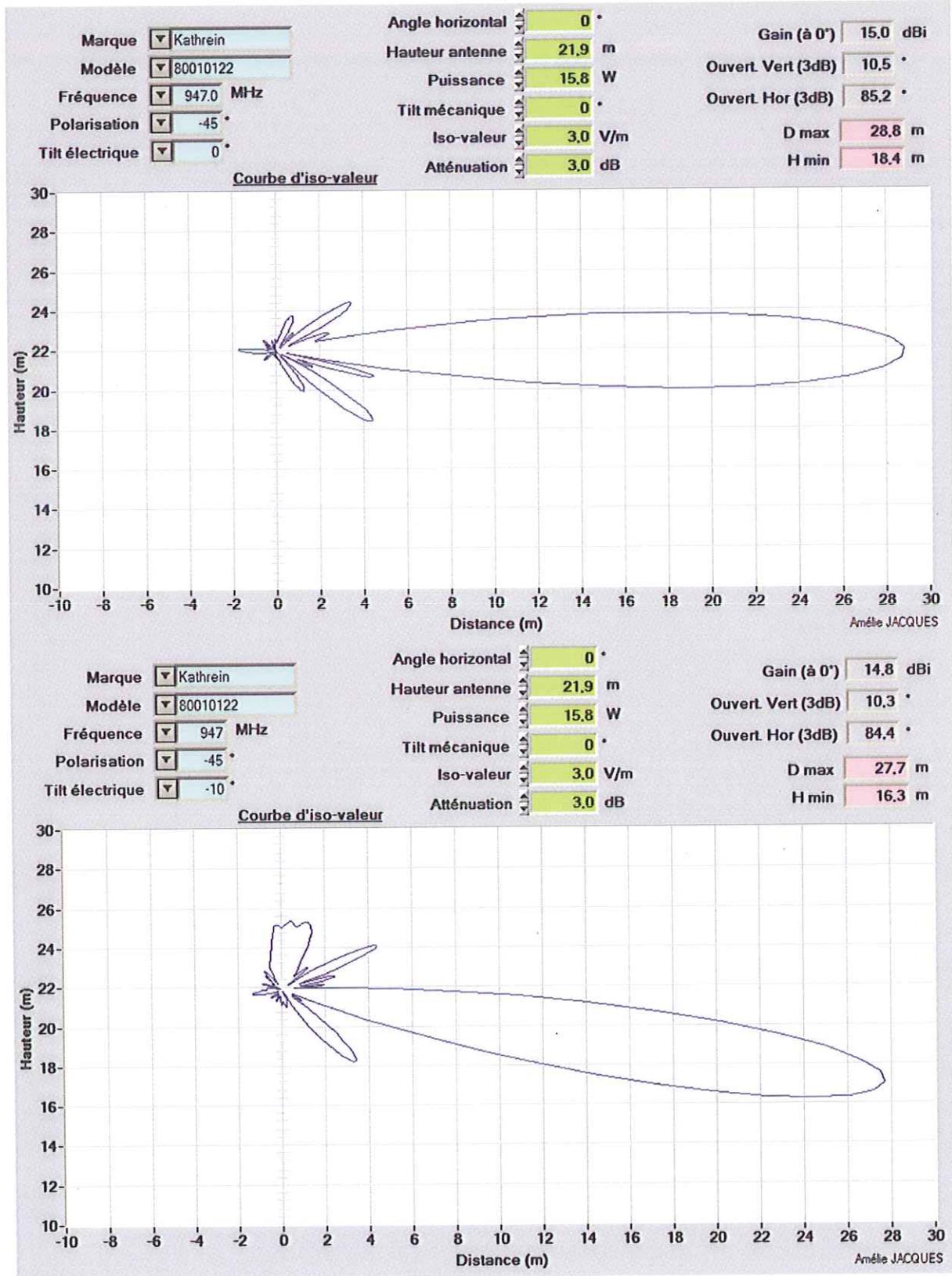
Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

ANNEXE A2
 ANTENNE N° 2 - Azimut 120°



Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

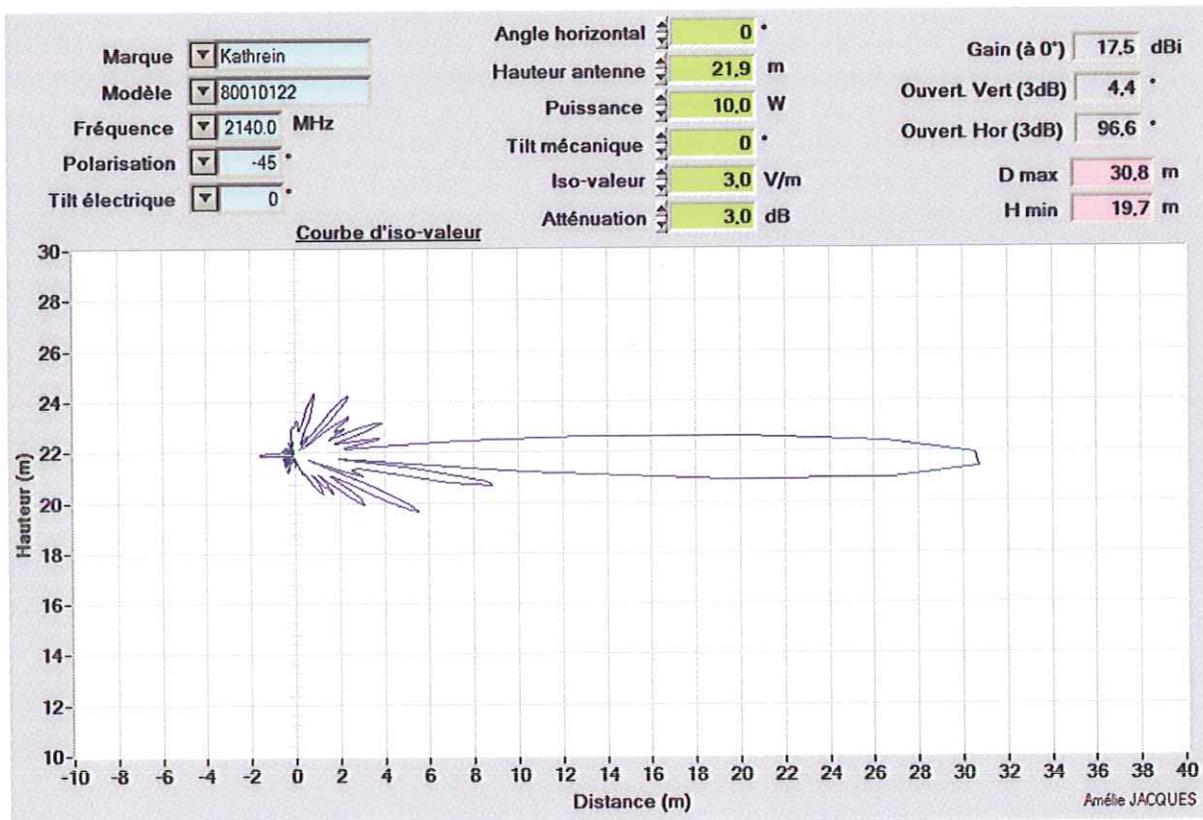
ANNEXE A3
ANTENNE N° 3 - Azimut 240°



Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

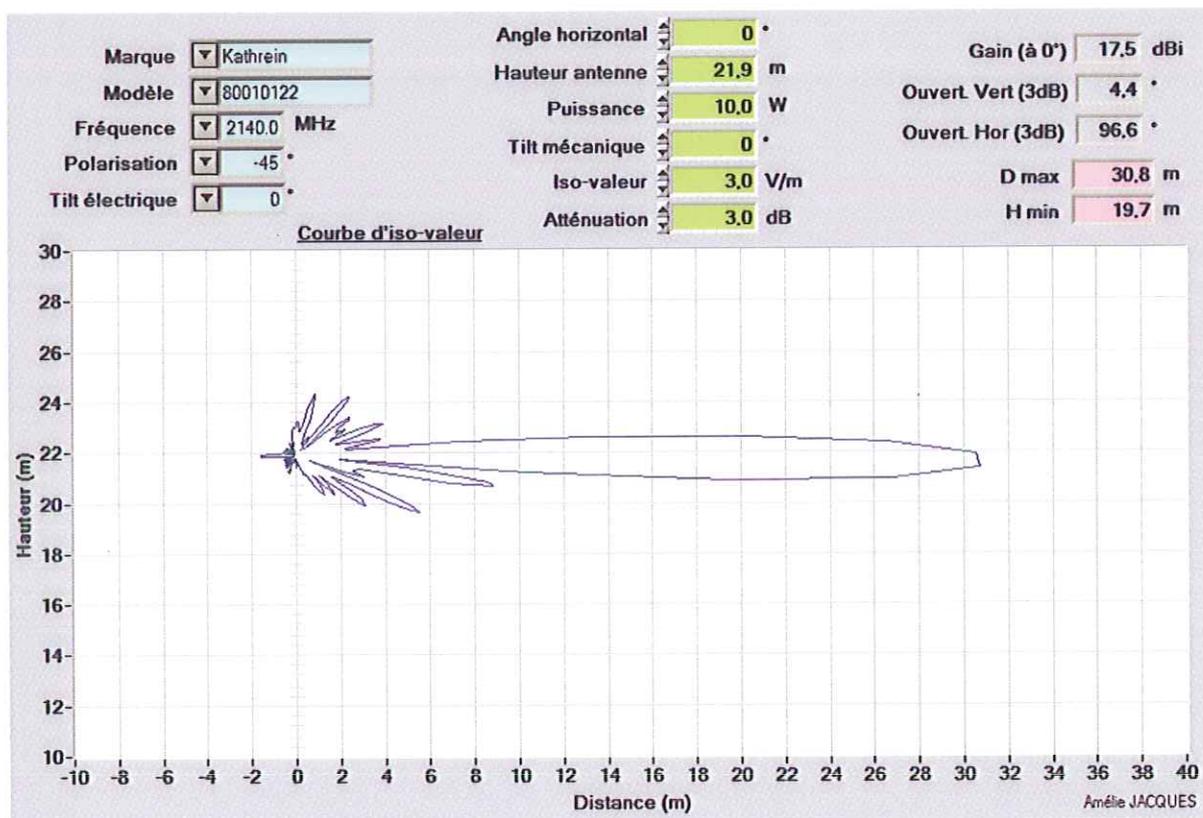
ANNEXE A4

ANTENNE N° 7 - Azimut 0°



ANNEXE A5

ANTENNE N° 8 - Azimut 120°



ANNEXE A6

ANTENNE N° 9 - Azimut 240°

