



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 15 février 2022.

**RAPPORT DE RECEPTION ET DE CONTROLE  
D'EMETTEURS D'ONDES ELECTROMAGNETIQUES  
Station « LUX-RUE-DICKS-EGLISE » - POST**

Rapport n° 350 / 2022

## TABLE DES MATIERES

<b>1. Préambule .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Identification des émetteurs d’ondes électromagnétiques .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Rappel de la norme d’exposition.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Date et conditions des mesures et contrôles .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Procédure de contrôle et de mesure.....</b>	<b>4</b>
<b>6. Equipements utilisés.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Caractéristiques mentionnées dans l’autorisation.....</b>	<b>7</b>
<b>8. Caractéristiques communes des antennes de téléphonie mobile .....</b>	<b>9</b>
<b>9. Détection des fréquences rayonnées par l’installation .....</b>	<b>10</b>
<b>10. Plan en coupe verticale avec courbe d’isovaleur à 3 V/m .....</b>	<b>12</b>
<b>11. Champ électromagnétique aux alentours des antennes .....</b>	<b>13</b>
11.1. Mesures prises directement dans des lieux de séjour .....	13
11.2. Champ dans les lieux de séjour déduit d’une mesure indirecte .....	14
<b>12. Conclusions .....</b>	<b>17</b>
<b>ANNEXE A.....</b>	<b>18</b>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 700 – 30° .....</i>	<i>18</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 700 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>18</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 700 – 120° .....</i>	<i>19</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 700 – 210° .....</i>	<i>19</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 700 – 300° .....</i>	<i>20</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 800 – 30° .....</i>	<i>20</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 800 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>21</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 800 – 120° .....</i>	<i>21</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 800 – 210° .....</i>	<i>22</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 800 – 300° .....</i>	<i>22</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 900 – 30° .....</i>	<i>23</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 900 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>23</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 900 – 120° .....</i>	<i>24</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 900 – 210° .....</i>	<i>24</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 900 – 300° .....</i>	<i>25</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 1800 – 30° .....</i>	<i>25</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 1800 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>26</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 1800 – 120° .....</i>	<i>26</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 1800 – 210° .....</i>	<i>27</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 1800 – 300° .....</i>	<i>27</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2100 – 30° .....</i>	<i>28</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2100 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>28</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 2100 – 120° .....</i>	<i>29</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 2100 – 210° .....</i>	<i>29</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 2100 – 300° .....</i>	<i>30</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2600 – 30° .....</i>	<i>30</i>
<i>ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2600 – 30° – azimut 50° .....</i>	<i>31</i>
<i>ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 2600 – 120° .....</i>	<i>31</i>
<i>ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 2600 – 210° .....</i>	<i>32</i>
<i>ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 2600 – 300° .....</i>	<i>32</i>

## 1. Préambule

Le présent document constitue le rapport de réception et de contrôle des émetteurs d'ondes électromagnétiques identifiés dans le tableau 1. Cette réception et ce contrôle ont été réalisés par l'ISSeP<sup>1</sup> conformément aux prescriptions de l'Inspection du Travail et des Mines du Grand-Duché de Luxembourg reprises dans le document intitulé : « Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence » et portant la référence ITM-SST 1105.1 (ancien ITM-CL 179.4).

## 2. Identification des émetteurs d'ondes électromagnétiques

**Tableau 1 : Identification des émetteurs d'ondes électromagnétiques**

Emplacement	<b>Rue Dicks 1 1417 LUXEMBOURG</b>
LUREF :	<b>77362, 74445</b>
Type d'installation	<b>GSM, UMTS, LTE, 5G NR</b>
Opérateur	<b>POST</b>
Code site opérateur	<b>LUX-RUE-DICKS-EGLISE</b>
N° arrêté ministériel	<b>1/20/0447</b>



**Figure 1 : Vue du site**

<sup>1</sup> Agrément N° OA/2021/020 délivré par le Ministre de l'Environnement du Grand-Duché de Luxembourg.

### 3. Rappel de la norme d'exposition

En ce qui concerne les stations émettrices de mobilophonie, l'article 4 du document ITM-SST 1105.1 impose que les antennes soient installées de façon à garantir, en tout lieu où peuvent séjourner des personnes (LS), un champ électromagnétique  $\leq 3$  V/m par élément rayonnant.

Exceptionnellement, dans le cas où plusieurs éléments rayonnent dans la même direction, la valeur maximale autorisée du champ électromagnétique de l'ensemble des éléments orientés dans la même direction se calcule par la formule :

$$E_{\max} \left( \frac{V}{m} \right) = 3 \cdot \sqrt{n} \quad (1)$$

dans laquelle n est le nombre d'éléments rayonnant dans la même direction.

### 4. Date et conditions des mesures et contrôles

Le tableau 2 fournit le nom des personnes qui ont effectué les mesures et la date de celles-ci.

**Tableau 2 - Nom des personnes et date des mesures et contrôles**

Nom des personnes et diplômes	Edmond FONZE Ingénieur Industriel en Electronique. Stéphane DESMET Licencié en Sciences Physiques.
Date des mesures et contrôles	08/02//2022 entre 13h30 et 14h35
Approbation de l'Administration de l'environnement	Courriel du 19/01/2022 de Monsieur Fernand MULLER - Chargé de gestion dirigeant

Le tableau 3 fournit les conditions météorologiques lors des mesures ainsi qu'une brève description de l'environnement.

**Tableau 3 – Environnement et conditions météorologiques**

Type de zone:	Urbaine	<input checked="" type="checkbox"/>	Conditions au sol au moment des mesures:	Sec	<input checked="" type="checkbox"/>
	Semi-urbaine	<input type="checkbox"/>		Humide	<input type="checkbox"/>
	Rurale	<input type="checkbox"/>		Enneigé	<input type="checkbox"/>
	Industrielle	<input type="checkbox"/>			
Température:	6 °C		Humidité :	93 %	
Topographie de la zone :	Terrain plat		Objets conducteurs dans la zone:	Non pertinent aux fréquences utilisées en téléphonie mobile <sup>2</sup>	

### 5. Procédure de contrôle et de mesure

Cette brève description de la procédure de contrôle et de mesures fait référence aux deux documents suivants :

[ISSEP 1709-09] Méthode de mesure des rayonnements électromagnétiques pour la réception et le contrôle d'émetteurs d'ondes au Grand-Duché de Luxembourg ([www.issep.be](http://www.issep.be))

<sup>2</sup> A ces fréquences, le sol et les murs réfléchissent une part importante du rayonnement et agissent également comme des sources secondaires.

L'objectif des contrôles et mesures est de vérifier que les antennes constituant l'installation référencée dans le tableau 1 respectent la limite d'immission fixée à l'article 4 du document ITM-SST 1105.1. Par contre, le but n'est pas de fournir un relevé exhaustif du champ pour tous les lieux alentour de l'installation.

La première étape de la procédure consiste à identifier les LS qui, compte tenu de leur localisation par rapport aux antennes, sont les plus exposés. Cette identification repose notamment sur :

- un relevé de la position et de la hauteur des LS aux alentours des antennes;
- les azimuts des antennes (lorsqu'elles sont directives);
- la présence d'obstacles (bâtiments, végétation, ...);
- la répartition de l'intensité du rayonnement dans le faisceau d'une antenne obtenue par simulations au moyen d'un modèle mathématique.

De manière générale, les mesures et contrôles ciblent les LS qui sont, à la fois, les plus élevés et les plus proches des antennes. La hauteur des LS les plus élevés ainsi que celle des antennes et leur azimut (ou leur caractère omnidirectionnel éventuel) font l'objet d'un contrôle visuel afin de valider certains paramètres utilisés pour les simulations.

La pratique montre également que le rayonnement est négligeable par rapport à la limite d'immission de 3 V/m dans les bâtiments sur le toit desquels des antennes sont installées. Effectuer des mesures dans de tels LS est donc généralement inutile.

L'intensité du champ est obtenue selon la méthode détaillée dans le document [ISSeP 1709-09]. Comme expliqué dans ce document, il découle des caractéristiques techniques des antennes utilisées en téléphonie mobile que le champ est forcément inférieur à 3 V/m au-delà d'une distance égale à une centaine de mètres.

Pour rappel, l'intensité du rayonnement électromagnétique généré par une antenne de téléphonie mobile présente des variations importantes :

- dans l'espace, en raison des divers phénomènes (réflexion, diffraction, ...) qui affectent la propagation des ondes;
- dans le temps puisqu'une antenne émet une puissance qui dépend du nombre de conversations en cours ou du débit de données transmis; en outre, la puissance émise est ajustée, de manière automatique, au niveau minimum suffisant pour garantir une communication de qualité (contrôle automatique de la puissance).

De manière à fournir un résultat indépendant de la puissance émise au moment des mesures, celles-ci sont réalisées à la fréquence d'une porteuse dont la puissance est constante. Conformément à la norme EN 62232, le champ correspondant à l'émission de la puissance maximale est obtenu par extrapolation :

- dans le cas du réseau TETRA, on mesure le champ  $E_{MCCH}$  à la fréquence du canal de contrôle (fréquence du MCCH<sup>3</sup>). Le champ dû aux NP porteuses émises à la puissance maximale est déduit de la formule

$$E_{\max} = E_{MCCH} \cdot \sqrt{NP} \quad (2)$$

- dans le cas des réseaux GSM 900 et DCS 1800, on mesure le champ  $E_{BCCH}$  à la fréquence du canal de contrôle (fréquence du BCCH<sup>4</sup>). Le champ dû aux NP porteuses émises à la puissance maximale est déduit de la formule

<sup>3</sup> MCCH est l'abréviation de « *Multidestination Control Channel* ».

$$E_{\max} = E_{\text{BCCH}} \cdot \sqrt{NP} \quad (3)$$

- dans le cas du réseau UMTS, le champ correspondant au maximum de la puissance repose sur le fait que la puissance du canal commun CPICH<sup>5</sup> représente environ 10% de la puissance maximale rayonnée. Ce champ maximum est déduit de la formule

$$E_{\max} = E_{\text{CPICH}} \cdot \sqrt{10} \quad (4)$$

- dans le cas du réseau LTE, le champ correspondant au maximum de la puissance est déduit des mesures des signaux de référence RS<sup>6</sup>. Ce champ maximum est déduit de la formule ci-dessous où la valeur du facteur d'extrapolation K dépend de la largeur de bande du signal (CBW<sup>7</sup>). Les différentes valeurs possibles de K sont données dans le tableau 4.

$$E_{\max} = E_{\text{RS Max}} \cdot \sqrt{K} \quad (5)$$

**Tableau 4 – Facteur d'extrapolation**

CBW (MHz)	K
1,4	72
3	180
5	300
10	600
15	900
20	1200

Cette méthode considère que chaque élément du signal est émis à la même puissance, ce qui peut parfois conduire à une surestimation du champ maximum.

Précisons que la méthode utilisée fournit un résultat indépendant de la puissance rayonnée au moment des mesures. L'intensité du rayonnement électromagnétique ainsi obtenue est la valeur maximale locale et temporelle; c'est donc le champ maximum qui peut éventuellement être atteint, à l'endroit considéré, lorsque l'antenne émet à puissance maximale.

Sauf mention contraire, toutes les intensités de rayonnement désignées par les symboles  $E_{\text{res}}$ ,  $E_{\max}$ ,  $E_{\text{BCCH}}$ ,  $E_{\text{CPICH}}$ ,  $E_{\text{MCCH}}$  et  $E_{\text{LS}}$  doivent être comprises comme étant des valeurs efficaces moyennes calculées sur une surface d'environ 0,5 x 0,5 m<sup>2</sup>.

En ce qui concerne les LS dans les bâtiments, les mesures devraient de préférence être effectuées à l'intérieur, ce qui n'est évidemment possible qu'avec l'accord et en présence de l'occupant. Ce n'est malheureusement pas toujours possible et il est parfois plus simple de déduire le champ à l'intérieur d'un bâtiment à partir du rayonnement mesuré à l'extérieur; cette méthode impose toutefois la prise en compte des facteurs de corrections adéquats.

Lorsque l'intensité du rayonnement dans un LS a été obtenue indirectement (par exemple à partir d'une mesure à l'extérieur ou dans un lieu voisin), les résultats sont exprimés sous la forme : « champ à l'intérieur du LS inférieur ou égal à une certaine valeur », (en abrégé : «  $E_{\text{LS}} \leq x \text{ V/m}$  »), ce qui signifie, qu'en pratique, le champ réel pourrait être nettement inférieur à la valeur mentionnée. Comme expliqué dans le document [ISSeP 1709-09], cette incertitude découle, notamment, du fait qu'une surestimation peut résulter de la manière dont le champ à l'intérieur est déduit à partir de mesures à l'extérieur. Une telle surestimation est toutefois acceptable puisqu'elle va dans le sens de la sécurité.

<sup>4</sup> BCCH est l'abréviation de « *Broadcast Control Channel* ».

<sup>5</sup> CPICH est l'abréviation de « *Primary Common Pilot Channel* ».

<sup>6</sup> RS est l'abréviation de « *Reference signal* ».

<sup>7</sup> CBW est l'abréviation de « *Channel Bandwidth* ».

## 6. Equipements utilisés

Les équipements utilisés comprennent notamment :

- un mesureur sélectif de champ (« Selective Radiation Meter ») NARDA de type SRM 3006 couvrant la bande comprise entre 9 kHz et 6 000 MHz;
- une sonde triaxiale (« Three-Axis-Antenna, E Field ») NARDA de type P/N 3502/01 couvrant la bande comprise entre 420 et 6 000 MHz.

Le mesureur de champ NARDA - SRM 3006 fournit directement la résultante du champ électromagnétique calculée d'après la formule suivante :

$$E_{\text{res}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \quad (6)$$

dans laquelle  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$  désignent les composantes du champ mesurées suivant les axes orthogonaux x, y et z.

## 7. Caractéristiques mentionnées dans l'autorisation

Le tableau 5 reprend les caractéristiques des émetteurs, une ligne par élément rayonnant, qui ont une influence sur l'intensité du champ électromagnétique dans la zone alentour ; ces caractéristiques sont celles mentionnées dans l'Arrêté mentionné dans le tableau 1.

**Tableau 5 - Caractéristiques mentionnées dans l'autorisation de l'Administration de l'Environnement**

Bande de fréquences (en émission)	Antennes	Azimut (par rapport au Nord)	Hauteur du milieu de l'antenne au-dessus du sol	Constructeur de l'antenne	Type d'antenne (numéro de référence constructeur)	Puissance à l'entrée de l'antenne	
MHz		°	m			W	
703 à 788	A	1	30	29,5	Kathrein	800372991	27,03
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	35,64
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	35,64
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	35,64
	B	1	30	29,5	Kathrein	800372991	27,03
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	35,64
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	35,64
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	35,64
791 à 821	A	1	30	29,5	Kathrein	800372991	27,47
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	35,39
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	35,39
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	35,39
	B	1	30	29,5	Kathrein	800372991	27,47
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	35,39
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	35,39
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	35,39

Bande de fréquences (en émission)	Antennes	Azimut (par rapport au Nord)	Hauteur du milieu de l'antenne au-dessus du sol	Constructeur de l'antenne	Type d'antenne (numéro de référence constructeur)	Puissance à l'entrée de l'antenne	
MHz		°	m			W	
925 à 960	1	30	29,5	Kathrein	800372991	23,11	
	2	120	29,5	Kathrein	800372991	60,79	
	3	210	29,5	Kathrein	800372991	45,06	
	4	300	29,5	Kathrein	800372991	38,35	
1805 à 1880	A	1	30	29,5	Kathrein	800372991	21,40
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	50,16
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	46,81
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	50,16
	B	1	30	29,5	Kathrein	800372991	21,40
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	50,16
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	46,81
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	50,16
	C	1	30	29,5	Kathrein	800372991	21,40
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	50,16
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	46,81
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	50,16
	D	1	30	29,5	Kathrein	800372991	21,40
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	50,16
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	46,81
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	50,16
2110 à 2200	A	1	30	29,5	Kathrein	800372991	19,16
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	49,24
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	45,95
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	49,24
	B	1	30	29,5	Kathrein	800372991	19,16
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	49,24
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	45,95
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	49,24
	C	1	30	29,5	Kathrein	800372991	19,16
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	49,24
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	45,95
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	49,24
	D	1	30	29,5	Kathrein	800372991	19,16
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	49,24
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	45,95
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	49,24

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

Bande de fréquences (en émission)	Antennes	Azimut (par rapport au Nord)	Hauteur du milieu de l'antenne au-dessus du sol	Constructeur de l'antenne	Type d'antenne (numéro de référence constructeur)	Puissance à l'entrée de l'antenne	
MHz		°	m			W	
2620 à 2680	A	1	30	29,5	Kathrein	800372991	30,19
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	31,61
	B	1	30	29,5	Kathrein	800372991	30,19
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	31,61
	C	1	30	29,5	Kathrein	800372991	30,19
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	31,61
	D	1	30	29,5	Kathrein	800372991	30,19
		2	120	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		3	210	29,5	Kathrein	800372991	31,61
		4	300	29,5	Kathrein	800372991	31,61
3420 à 3750	A	5	30	30,2	Ericsson	AIR3239	10,94
		6	120	30,2	Ericsson	AIR3239	22,34
		7	210	30,2	Ericsson	AIR3239	32,29
		8	300	30,2	Ericsson	AIR3239	22,86
	B	5	30	30,2	Ericsson	AIR3239	10,94
		6	120	30,2	Ericsson	AIR3239	22,34
		7	210	30,2	Ericsson	AIR3239	32,29
		8	300	30,2	Ericsson	AIR3239	22,86

Observations : Néant.

La hauteur du milieu des antennes ainsi que leur azimut (ou leur caractère omnidirectionnel éventuel) ont fait l'objet d'un contrôle visuel. Aucune divergence pouvant avoir une influence significative sur l'exposition des riverains n'a été constatée.

## **8. Caractéristiques communes des antennes de téléphonie mobile**

Les antennes utilisées dans les réseaux de téléphonie GSM, DCS 1800, UMTS, LTE et 5G NR présentent les caractéristiques reprises dans le tableau 6.

**Tableau 6 - Caractéristiques communes des antennes de téléphonie mobile**

Caractéristique	GSM 900 et DCS 1800	UMTS	LTE	5G NR
heures d'exploitation	permanente			
modulation	Gaussian Minimum Shift Keying	Quadrature Phase Shift Keying	Orthogonal frequency division multiple access	
méthode de duplex	FDD			FDD et TDD pour la bande 3.6 GHz
polarisation	généralement verticale, mais parfois inclinée à 45°		+45° et -45°	
méthode de rayonnement	par secteur			par secteur ou/et par faisceau

## **9. Détection des fréquences rayonnées par l'installation**

Afin de déterminer le champ présent lorsque les antennes émettent au maximum de leur puissance, une détection des fréquences émises dans chaque secteur a été effectuée. Le tableau 7 détaille les signaux présents lors de la réception :

- Colonne 1 : type de réseau : GSM, DCS 1800, UMTS, LTE (700, 800, 1800, 2100 ou 2600) ou 5G NR;
- Colonne 2 : numéro de l'antenne dont les caractéristiques sont données dans le tableau 5 ;
- Colonne 3 : fréquence(s) des signaux :
  - o GSM et DCS 1800 : fréquence du canal de contrôle ;
  - o UMTS : fréquence(s) centrale(s) ;
  - o LTE et 5G NR : fréquence centrale ;
  - o 5G NR : une deuxième fréquence identifie la fréquence centrale des signaux de contrôle.
- Colonne 4 : nombre fréquence(s) :
  - o GSM et DCS 1800 : nombre total de porteuse(s) ;
  - o UMTS : nombre de fréquence(s) centrale(s) ;
- Colonne 5 : largeur de bande utilisée par le signal ;
- Colonne 6 : "scrambling code" pour l'UMTS, "Cell id" pour le LTE et le 5G NR. Ces codes permettent de distinguer les différents secteurs.

**Tableau 7 : Fréquence du canal de contrôle  
et nombre total de porteuses lors du contrôle**

1	2	3	4	5	6
Réseau	Antennes	Fréquence(s)	Nombres de fréquences	BW	Code du signal
Unités :		MHz		MHz	
LTE 700	1	773,0	-	10	426
	2				427
	3				428
	4				430
LTE 800	1	796,0	-	10	426
	2				427
	3				428
	4				430
GSM	1	949,2	2	0,2	-
	2	949,6	2	0,2	-
	3	950,2	2	0,2	-
	4	945,0	2	0,2	-
DCS	1	-	2	0,2	-
	2	-	2	0,2	-
	3	-	2	0,2	-
	4	-	2	0,2	-
LTE 1800	1	1865,0	-	20	426
	2				427
	3				428
	4				430
UMTS	1	2112,6	1	5	154
	2				162
	3				170
	4				178
LTE 2100	1	2120,1	-	10	426
	2				427
	3				428
	4				430
LTE 2600	1	2630,0	-	20	426
	2				427
	3				428
	4				430
5G NR	5	3470,0 / 3424,8	-	100	426
	6				427
	7				428
	8				430

**Observations :** En cas d'ajout ou de modification d'un ou de plusieurs réseau(x) dans l'une ou l'autre des bandes de fréquences prévues dans l'autorisation et identifiées dans le tableau 5, une nouvelle réception devra être réalisée.

Dans le cas particulier des antennes 5G NR, la réception de celles-ci ne pourra se faire que lorsqu'une procédure aura été avalisée par le groupe de travail mentionné dans l'arrêté ministériel référencé dans le tableau 1.

Le canal de contrôle (BCCH) du DCS se trouve dans la bande GSM.

## **10. Plan en coupe verticale avec courbe d'isovaleur à 3 V/m**

L'annexe A comprend la (les) courbe(s) d'isovaleur à 3 V/m dans le plan vertical de l'azimut de chacune des antennes réceptionnées (il n'y a qu'une seule courbe indépendante de l'azimut s'il s'agit d'une antenne omnidirectionnelle). Les courbes d'isovaleur sont établies à partir des données du tableau 5 et au moyen du logiciel FSC<sup>8</sup>. Le tilt (mécanique et électrique) est celui mentionné dans la demande d'autorisation de l'opérateur. Les LS situés sous chaque courbe d'isovaleur sont également mentionnés et leurs positions sont signalées par des flèches ou des rectangles. Si un LS se trouve à l'intérieur d'une courbe d'isovaleur, celui-ci est représenté en traits pointillés. Une seconde courbe représentant le rayonnement dans la direction de ce LS ou tenant compte d'une atténuation éventuellement applicable est également jointe.

Afin de tenir compte du relief du terrain, la hauteur du sommet des LS est mesurée en prenant comme référence le niveau du sol sous les antennes.

---

<sup>8</sup> Logiciel agréé par l'Administration de l'Environnement du Grand-Duché de Luxembourg.

## 11. Champ électromagnétique aux alentours des antennes



**Figure 2 : Plan de la zone autour de l'antenne.**

La figure 2 représente le plan<sup>9</sup> de la zone autour de l'antenne avec indications des azimuts des différentes antennes et des différents LS. Les bulles 1, 2, 3, etc. indiquent les lieux de prise de mesure dans les LS ou à l'extérieur.

### 11.1. Mesures prises directement dans des lieux de séjour

Les intensités de rayonnement mesurées sont résumées dans le tableau 8 de la manière suivante :

- colonne 1 : localisation des lieux (repérés 1, 2, 3, ...sur la figure 2) où les mesures ont été prises;
- colonne 2 : identification des LS sur la figure 2;
- colonne 3 : une indication des lieux (étage, pièce, ...) où les mesures ont été prises;
- colonne 4 : champ maximum<sup>10</sup> dans ce LS produit par l'antenne des colonnes 5 et 6;

<sup>9</sup> La figure doit permettre une localisation approximative des LS et les lieux de mesures. L'échelle n'est pas nécessairement exacte.

<sup>10</sup> Champ maximum lorsque toutes les porteuses émettent à pleine puissance.

- colonne 5 : réseau auquel correspond le résultat de la colonne 4 (GSM, DCS, UMTS, LTE, ...);
- colonne 6 : numéro de l'antenne auquel correspond le résultat de la colonne 4.

**Tableau 8 : Champ électromagnétique dans les lieux de séjour**

1	2	3	4	5	6
Localisation	LS	Lieux de mesure	Champ maximum par antenne	Réseau	Antenne
<b>unités :</b>	-	-	<b>V/m</b>	-	-
2	LS18	dernier étage	0,58	LTE700	4
			0,46	LTE800	4
			0,20	GSM	4
			0,05	DCS	4
			0,21	LTE1800	4
			0,17	UMTS	4
			0,12	LTE2100	4
3	LS1	devant autel	0,21	LTE2600	4
			0,10	LTE700	3
			0,11	LTE800	3
			0,11	GSM	3
			0,01	DCS	3
			0,04	LTE1800	3
			0,02	UMTS	3
0,02	LTE2100	3			
0,04	LTE2600	3			

Observations : Néant.

### 11.2. Champ dans les lieux de séjour déduit d'une mesure indirecte

Les valeurs de champ dans un LS obtenues indirectement, à partir d'une mesure à l'extérieur ou dans un lieu voisin plus facilement accessible (repérés 1, 2, 3, etc. sur la figure 2) sont résumées dans le tableau 9 de la manière suivante :

- colonne 1 : localisation des lieux (repérés 1, 2, 3, ...sur la figure 2) où les mesures ont été prises;
- colonne 2 : le champ maximum<sup>11</sup> produit par l'antenne des colonnes 3 et 4 où la mesure a été prise;
- colonne 3 : réseau auquel correspond le résultat de la colonne 2 (GSM, DCS, UMTS, LTE, ...);
- colonne 4 : numéro de l'antenne auquel correspond le résultat de la colonne 2 ;
- colonne 5 : hauteur du point de mesure. Sauf mention contraire, le champ est mesuré à 1,5 m du sol le long du trottoir devant ou autour du LS. Lorsque la situation l'exige, il peut être mesuré à 6 m du sol au moyen d'un mât télescopique. Il peut également être mesuré dans un autre bâtiment accessible;
- colonne 6 : identification des LS sur la figure 2 et éventuellement leur adresse;

<sup>11</sup> Champ maximum lorsque toutes les porteuses émettent à pleine puissance.

- colonne 7 : liste des corrections appliquées pour la détermination du champ à l'intérieur du LS. Ces corrections sont décrites au §4 du document [ISSeP 1709-09] :
  - a) correction de distance;
  - b) prise en compte des obstacles;
  - c) correction d'azimut;
  - d) correction d'élévation;
- colonne 8 : la somme des corrections appliquées exprimée en dB;
- colonne 9 : le champ maximum par antenne à l'intérieur du LS.

**Tableau 9 : Champ électromagnétique dans les lieux de séjour déduit indirectement**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Localisation du lieu de mesure et repère	Champ maximum par antenne au lieu de mesure	Réseau	Antenne	Hauteur du lieu de mesure	LS	Type de correction	Correction totale	Champ maximum par antenne dans le LS
unités :	V/m	-	-	m	-	-	dB	V/m
1	0,31	LTE700	2	-	LS4 rez-de-chaussée	-	-	< 0,31
	0,55	LTE800	2					< 0,55
	0,50	GSM	1					< 0,5
	0,15	DCS	2					< 0,15
	0,63	LTE1800	1					< 0,63
	0,48	UMTS	1					< 0,48
	0,63	LTE2100	1					< 0,63
	0,54	LTE2600	1					< 0,54
4	0,38	LTE700	3	-	LS17 rez-de-chaussée	-	-	< 0,38
	0,42	LTE800	4					< 0,42
	0,28	GSM	3					< 0,28
	0,01	DCS	1					< 0,01
	0,36	LTE1800	3					< 0,36
	0,29	UMTS	3					< 0,29
	0,28	LTE2100	4					< 0,28
	0,95	LTE2600	3					< 0,95
4	0,38	LTE700	3	-	LS16	a	4,3	< 0,62
	0,42	LTE800	4					< 0,7
	0,28	GSM	3					< 0,46
	0,01	DCS	1					< 0,02
	0,36	LTE1800	3					< 0,59
	0,29	UMTS	3					< 0,48
	0,28	LTE2100	4					< 0,46
	0,95	LTE2600	3					< 1,56
5	1,00	LTE700	2	-	LS22 rez-de-chaussée	-	-	< 1,00
	0,61	LTE800	2					< 0,61
	1,08	GSM	2					< 1,08
	0,01	DCS	2					< 0,01
	0,33	LTE1800	3					< 0,33
	0,19	UMTS	3					< 0,19
	0,23	LTE2100	3					< 0,23
	0,23	LTE2600	2					< 0,23

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Localisation du lieu de mesure et repère	Champ maximum par antenne au lieu de mesure	Réseau	Antenne	Hauteur du lieu de mesure	LS	Type de correction	Correction totale	Champ maximum par antenne dans le LS
<b>unités :</b>	<b>V/m</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>m</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>dB</b>	<b>V/m</b>
5	1,00	LTE700	2	-	LS11	a	6,8	< 2,18
	0,61	LTE800	2					< 1,32
	1,08	GSM	2					< 2,36
	0,01	DCS	2					< 0,02
	0,33	LTE1800	3					< 0,71
	0,19	UMTS	3					< 0,41
	0,23	LTE2100	3					< 0,51
	0,23	LTE2600	2					< 0,51
6	0,36	LTE700	1	-	LS3 3 <sup>ème</sup> étage	a	2,9	< 0,51
	0,58	LTE800	1					< 0,82
	0,37	GSM	1					< 0,52
	0,02	DCS	4					< 0,02
	0,34	LTE1800	1					< 0,48
	0,14	UMTS	1					< 0,2
	0,26	LTE2100	1					< 0,37
	0,37	LTE2600	1					< 0,52

Observations : Néant.

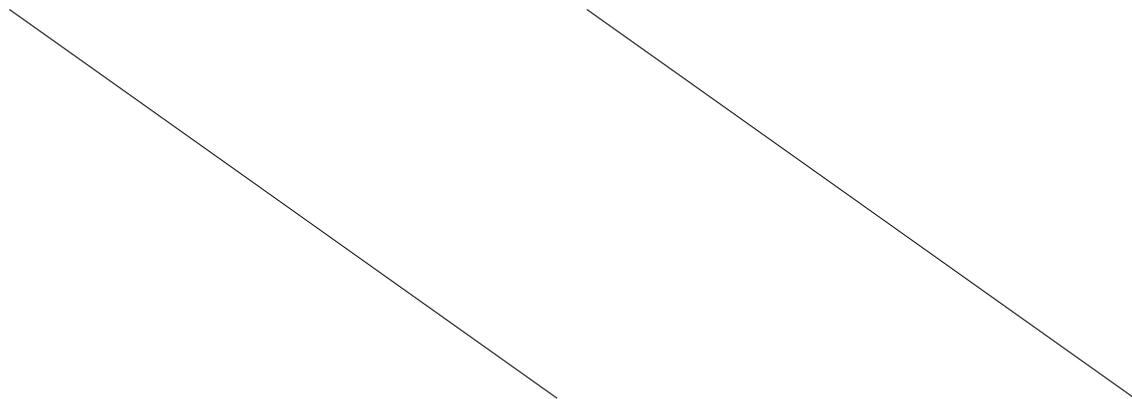
## **12. Conclusions**

Le contrôle visuel de la hauteur et de l'azimut (ou le caractère omnidirectionnel) des antennes n'a révélé aucune divergence pouvant entraîner une augmentation du champ électromagnétique dans les lieux où peuvent séjourner des personnes.

Les mesures de champ effectuées sur le site ont permis de vérifier que les éléments rayonnants des réseaux actuellement en service, à l'exception du 5G NR si celui-ci est présent, répertoriés dans le tableau 7, ne produisaient pas, individuellement, dans un lieu où peuvent séjourner des personnes, un champ électromagnétique maximum supérieur à 3 V/m. Par conséquent, ces éléments satisfont à l'article 4 du document ITM-SST 1105.1.

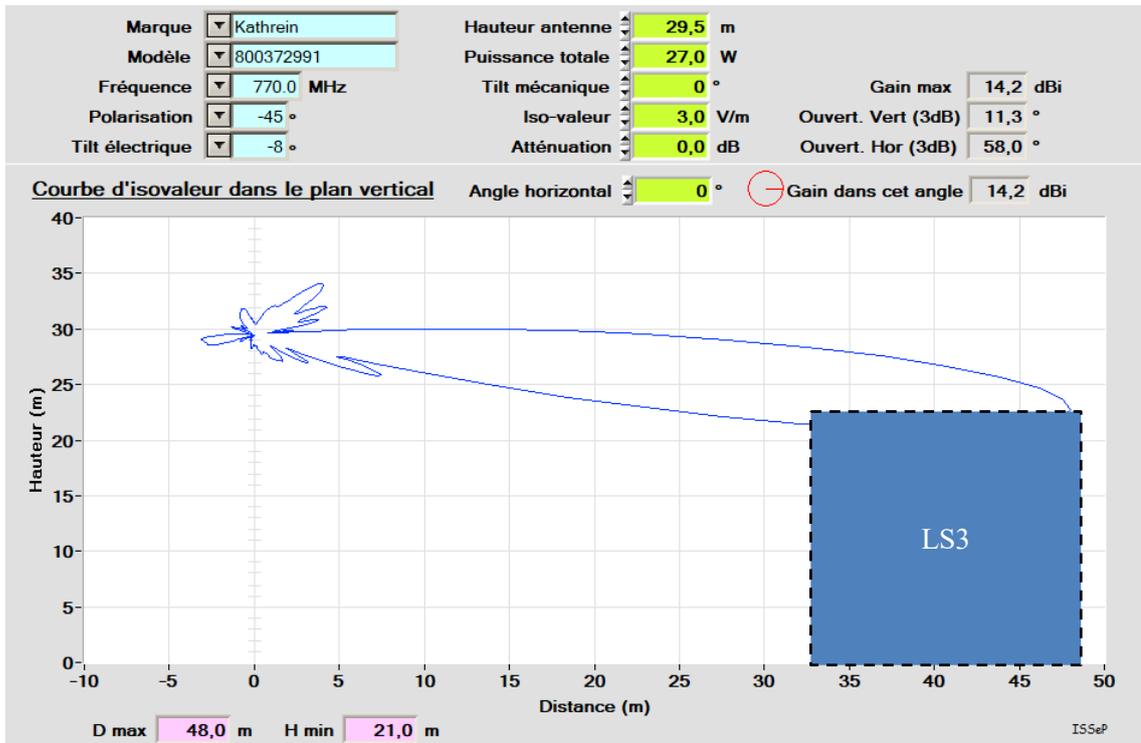
En cas d'ajout ou de modification d'un ou de plusieurs réseau(x) dans l'une ou l'autre des bandes de fréquences prévues dans l'autorisation et identifiées dans le tableau 5, une nouvelle réception devra être réalisée.

Dans le cas particulier des antennes 5G NR, la réception de celles-ci ne pourra se faire que lorsqu'une procédure aura été avalisée par le groupe de travail mentionné dans l'arrêté ministériel référencé dans le tableau 1.

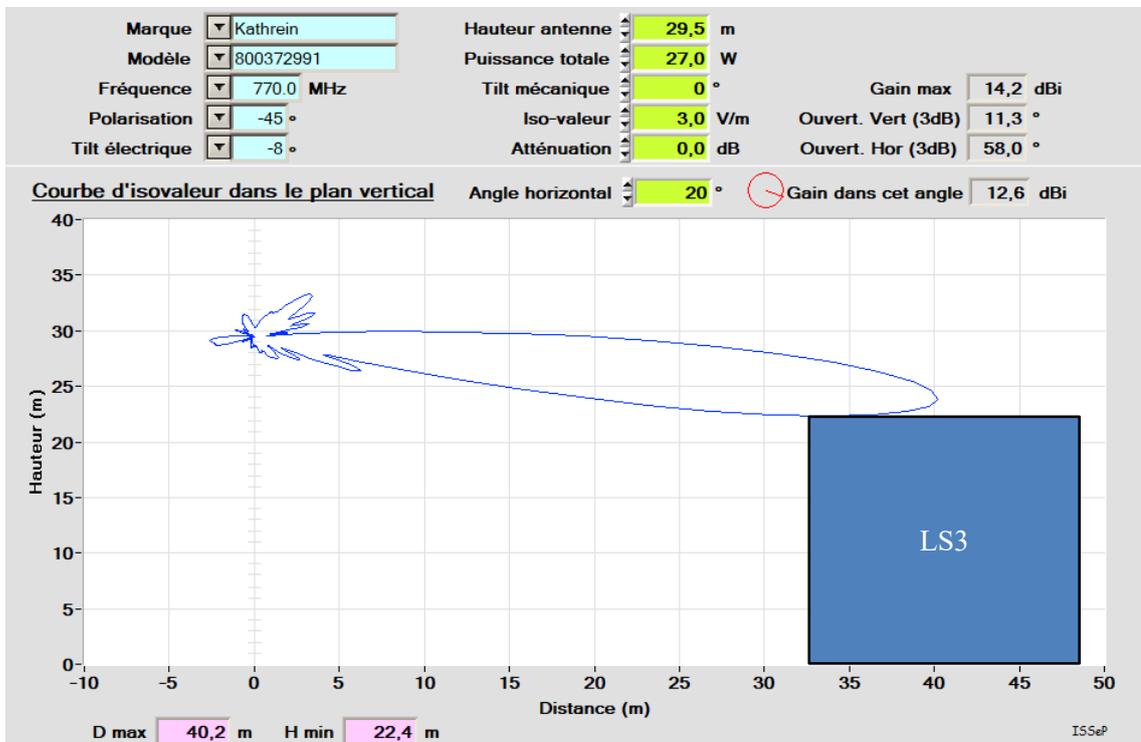


## ANNEXE A

### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 700 – 30°

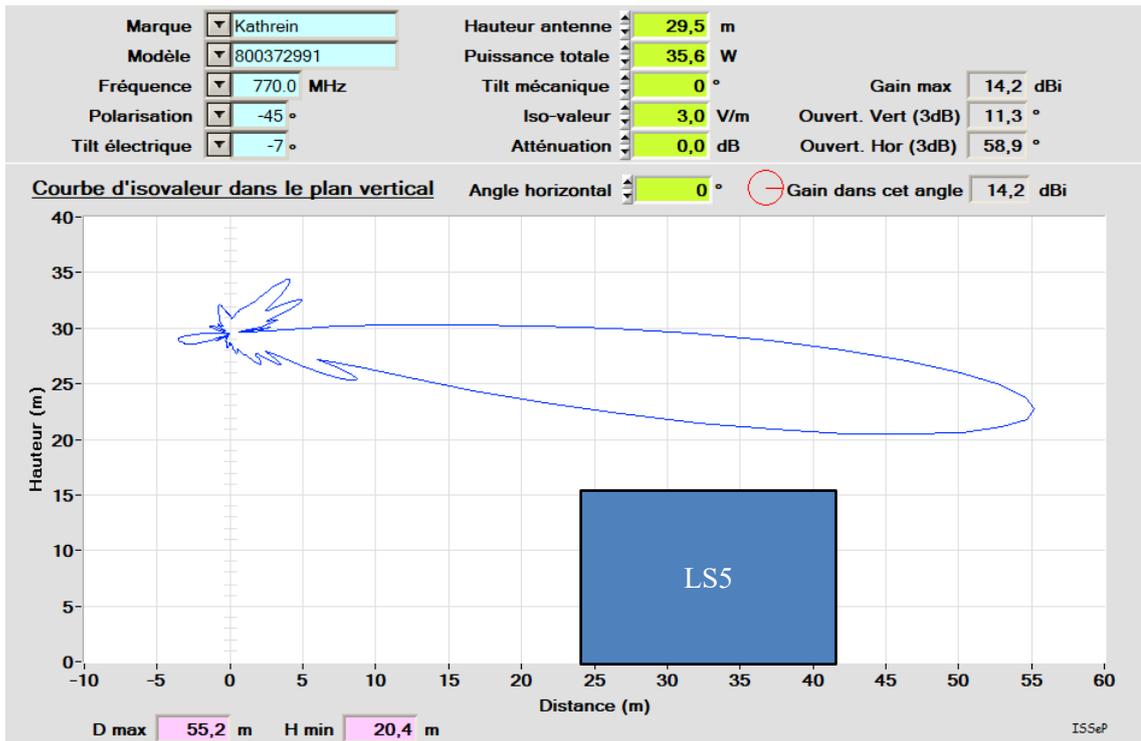


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 700 – 30° – azimut 50°

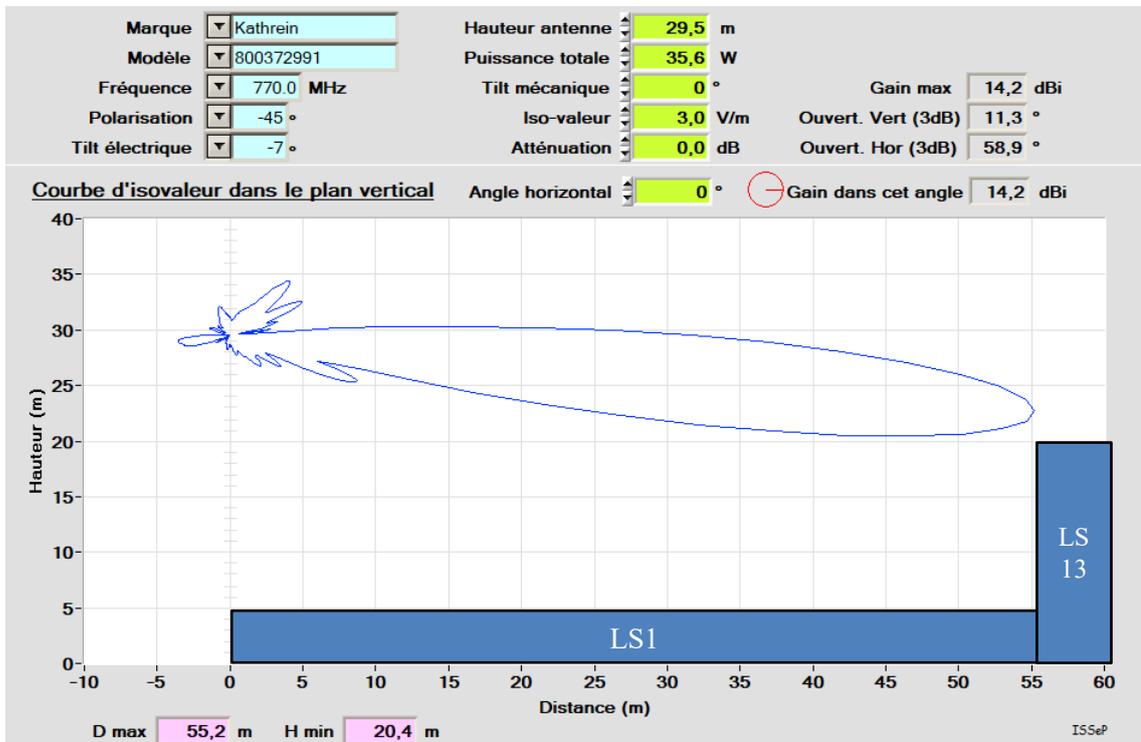


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 700 – 120°

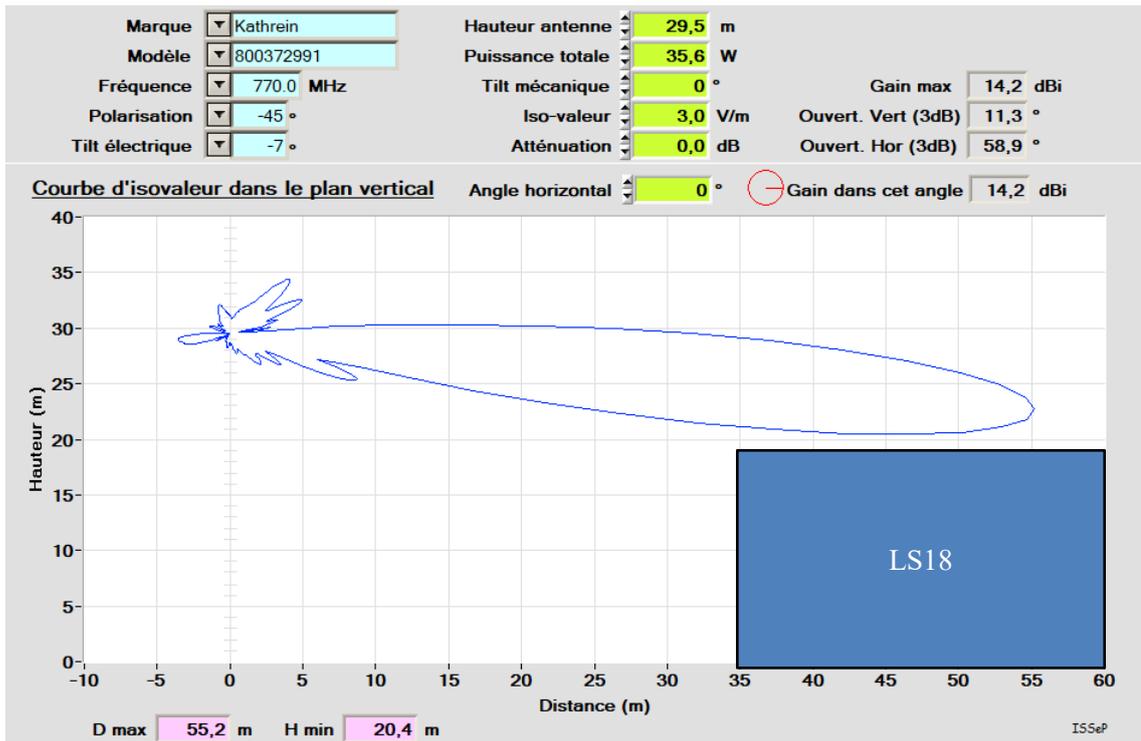


### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 700 – 210°

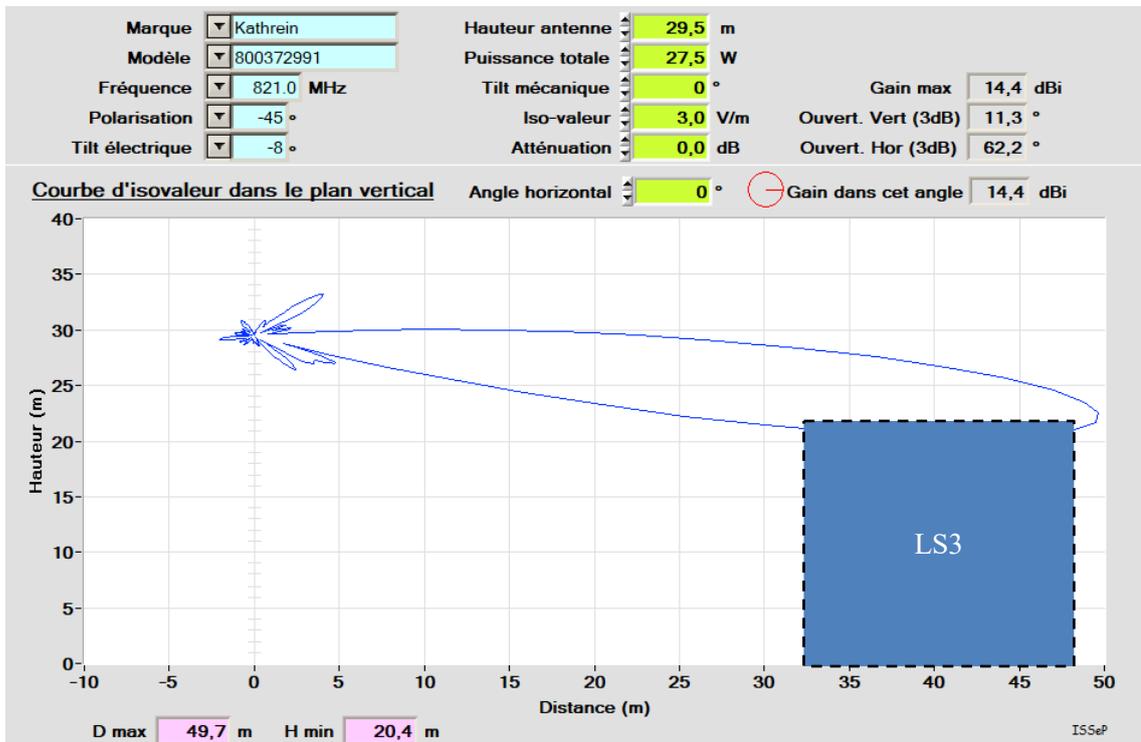


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 700 – 300°

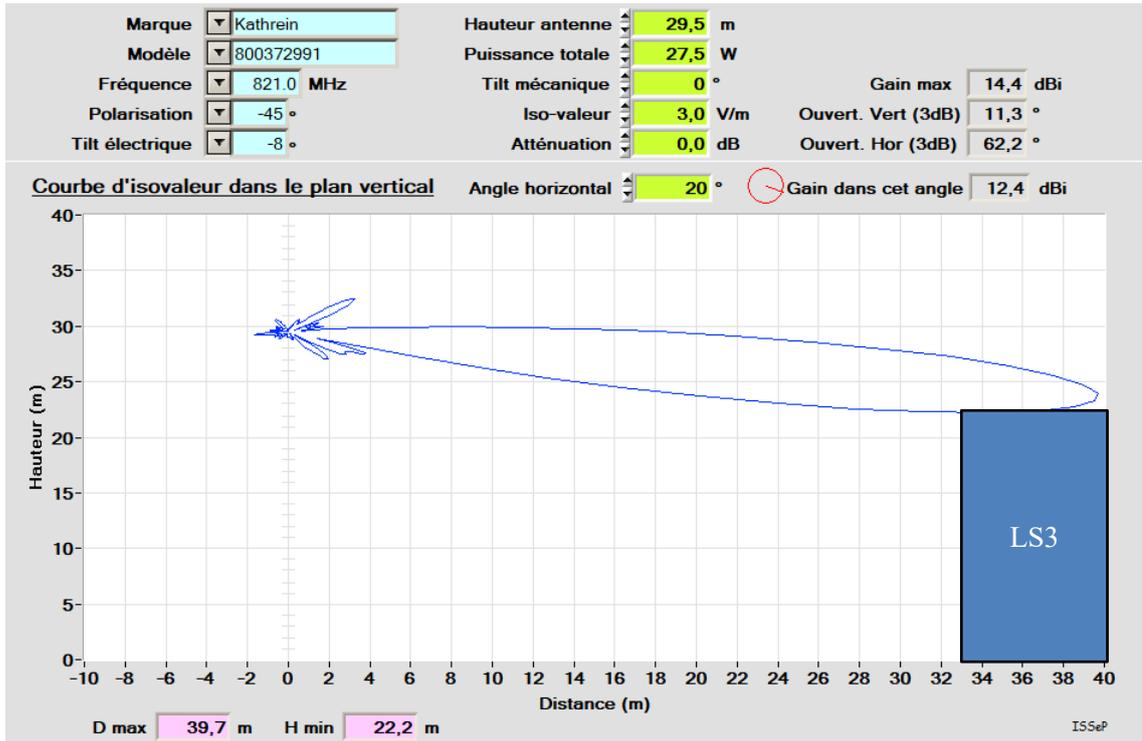


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 800 – 30°

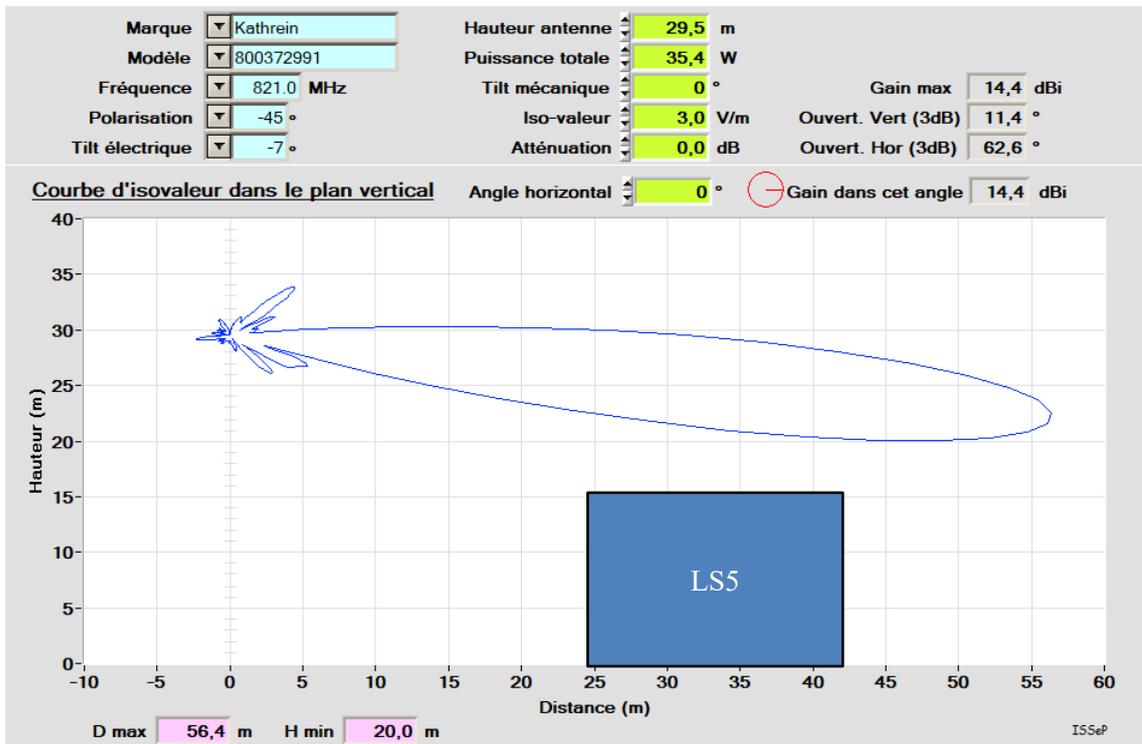


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 800 – 30° – azimut 50°

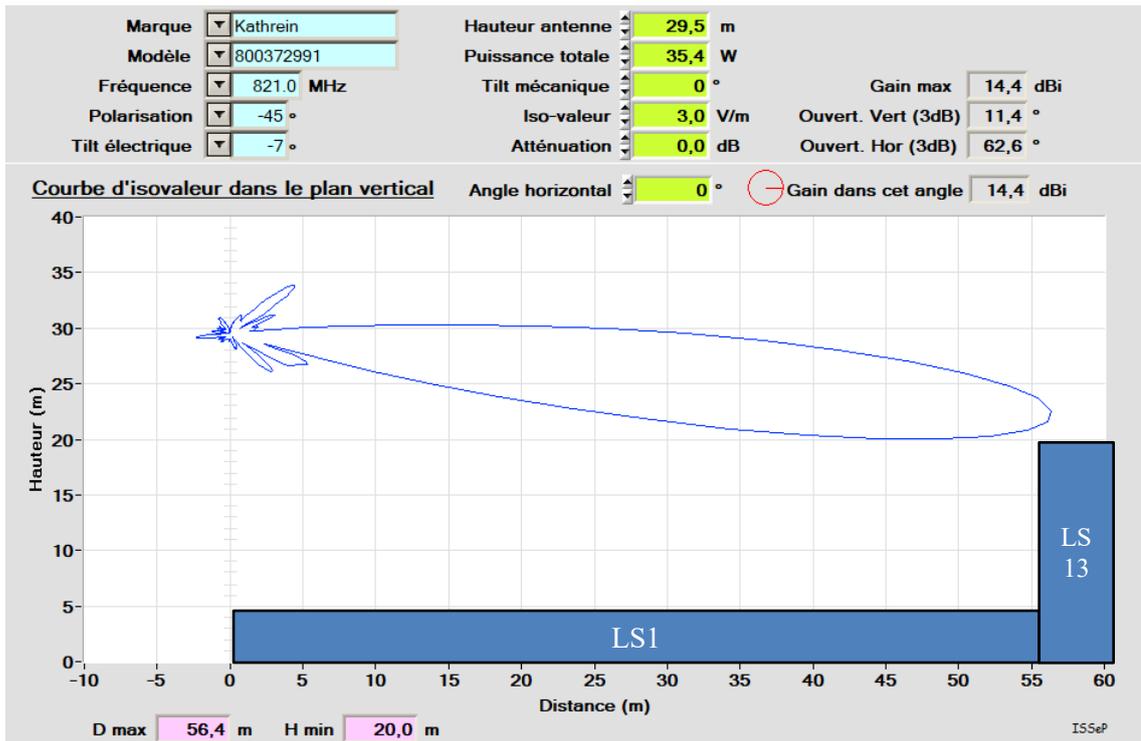


ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 800 – 120°

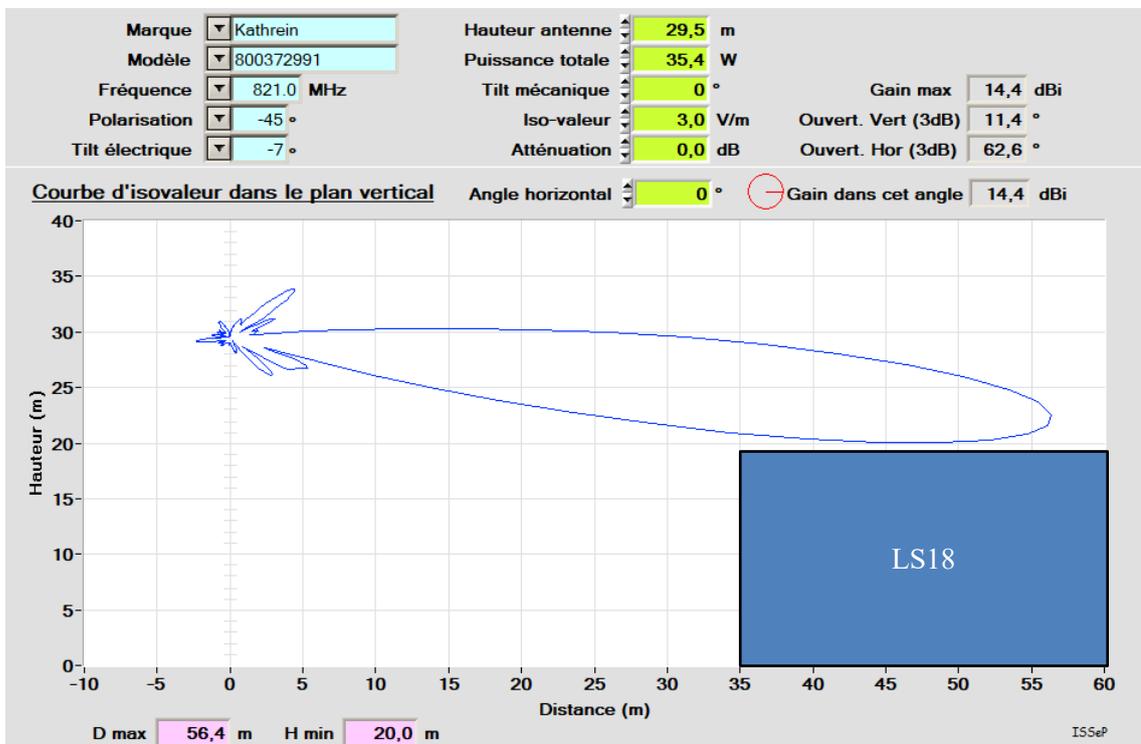


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 800 – 210°

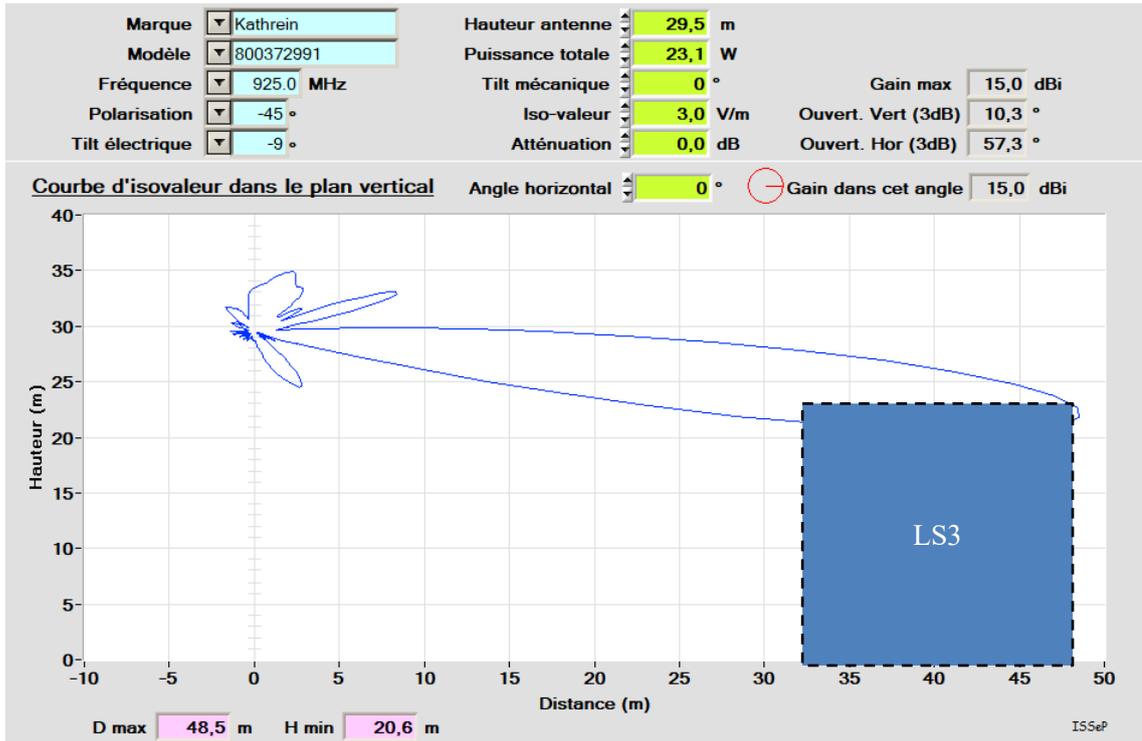


### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 800 – 300°

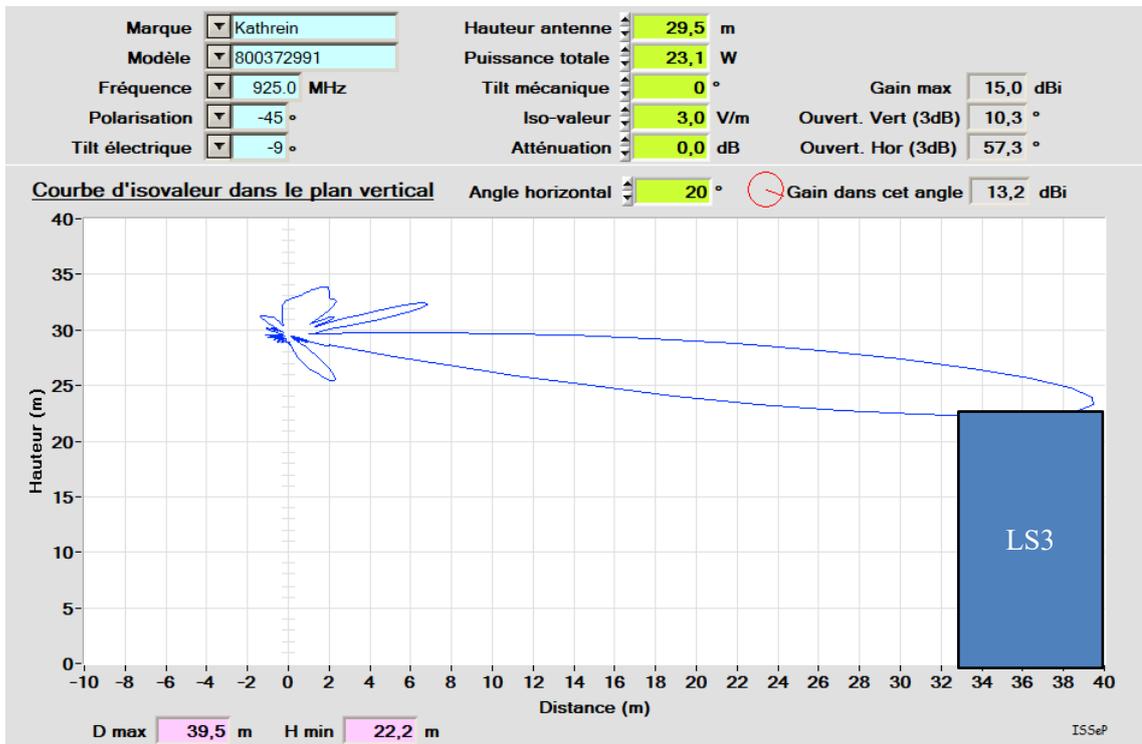


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 900 – 30°

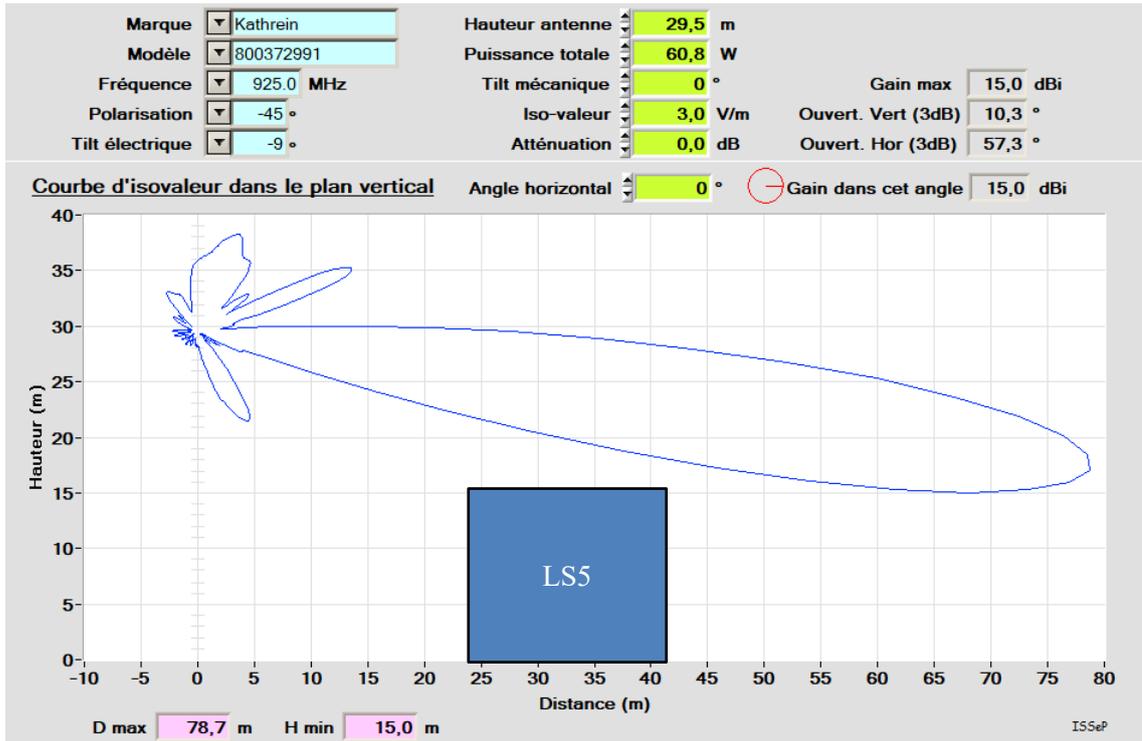


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 900 – 30° – azimut 50°

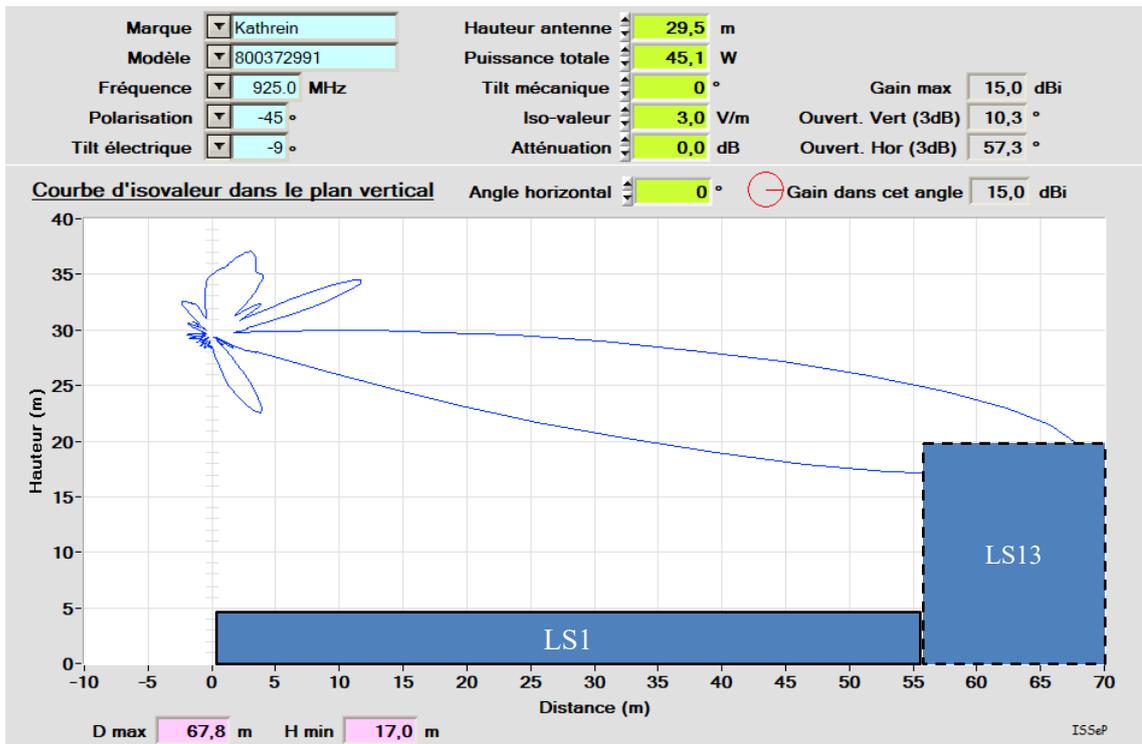


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 900 – 120°

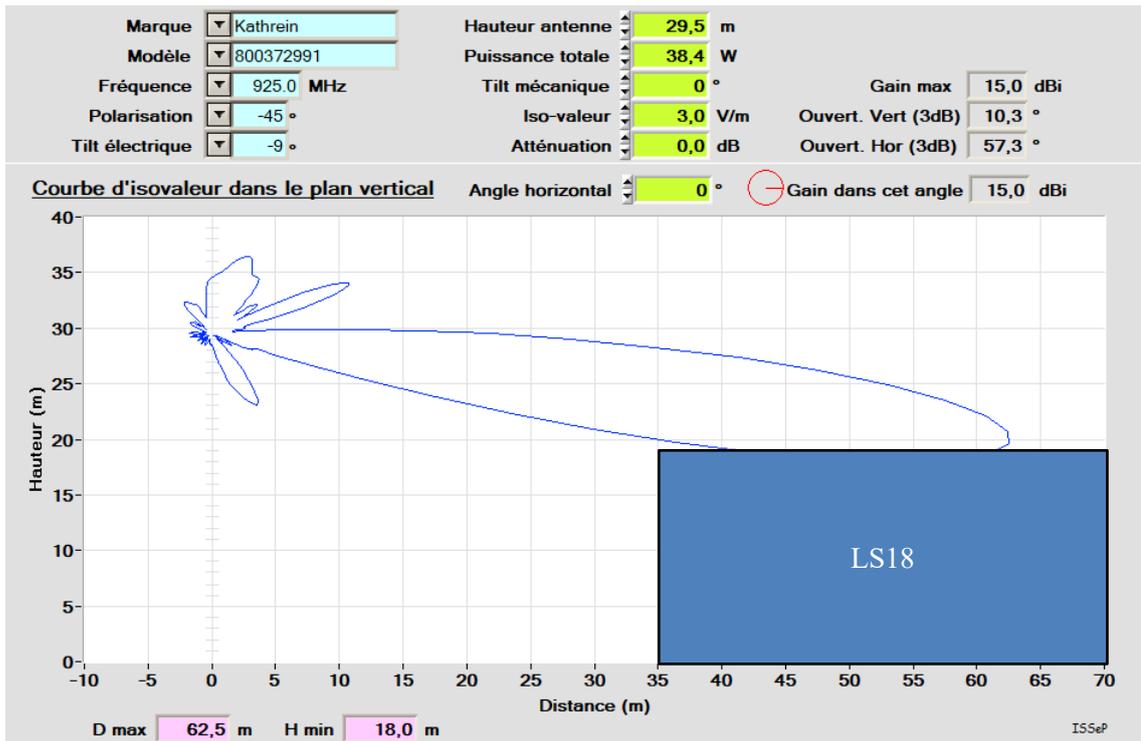


### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 900 – 210°

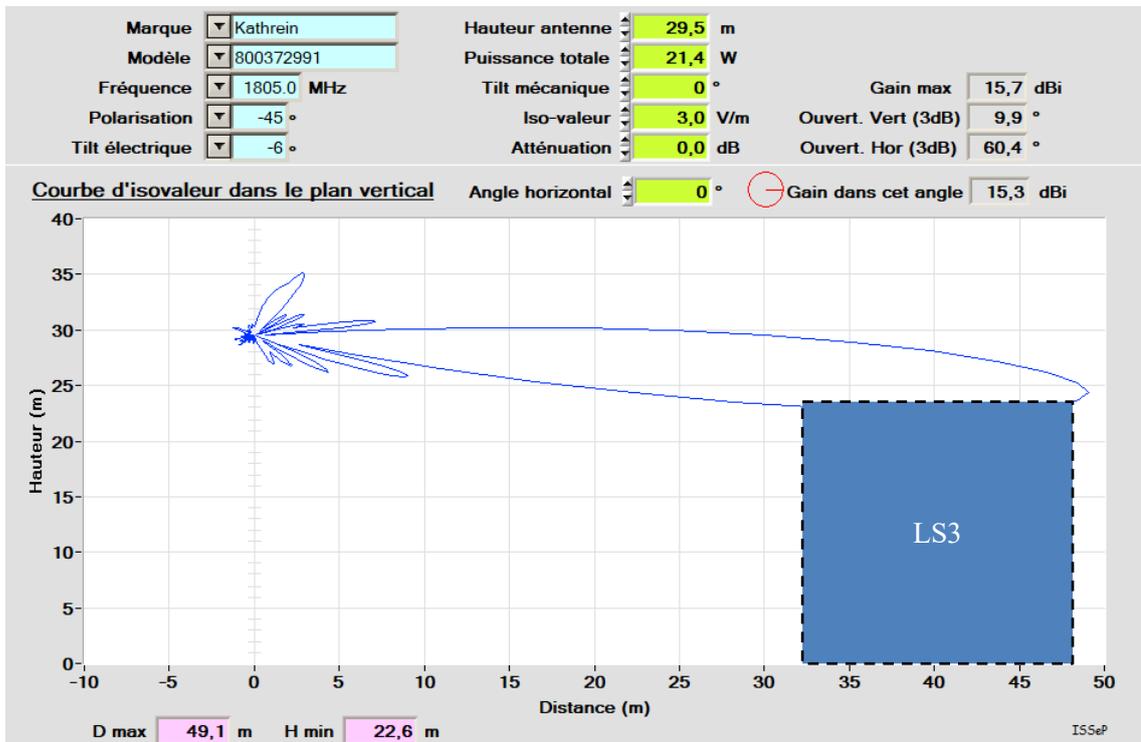


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 900 – 300°

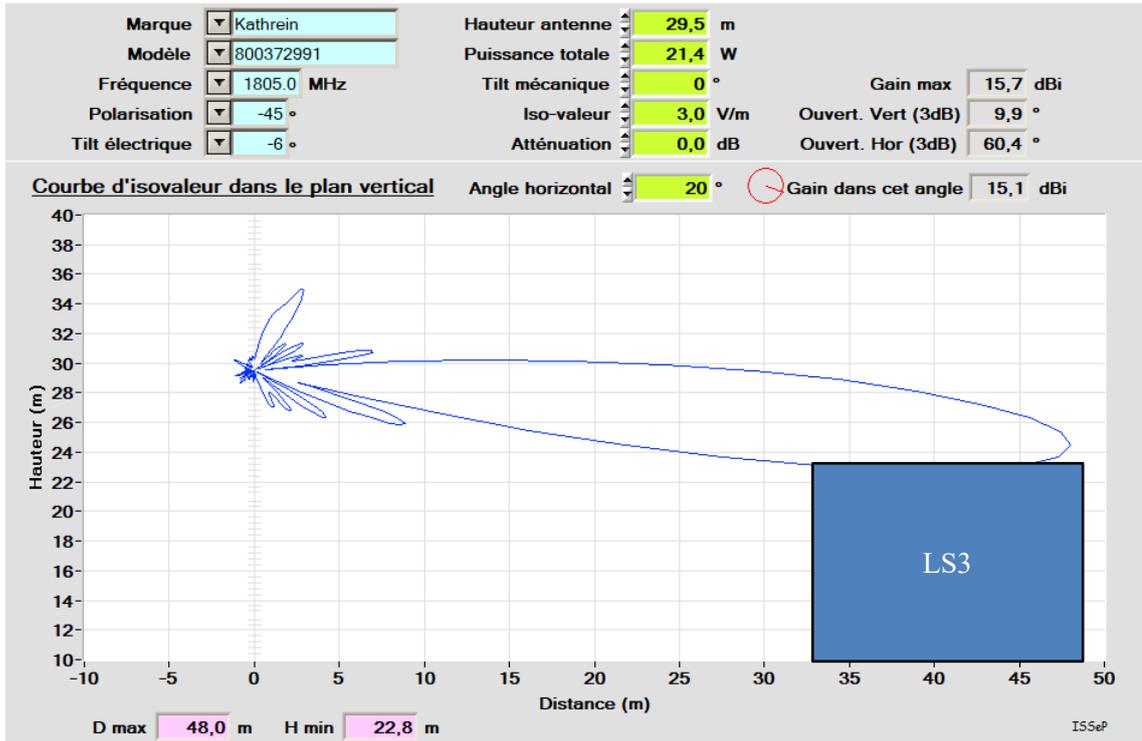


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 1800 – 30°

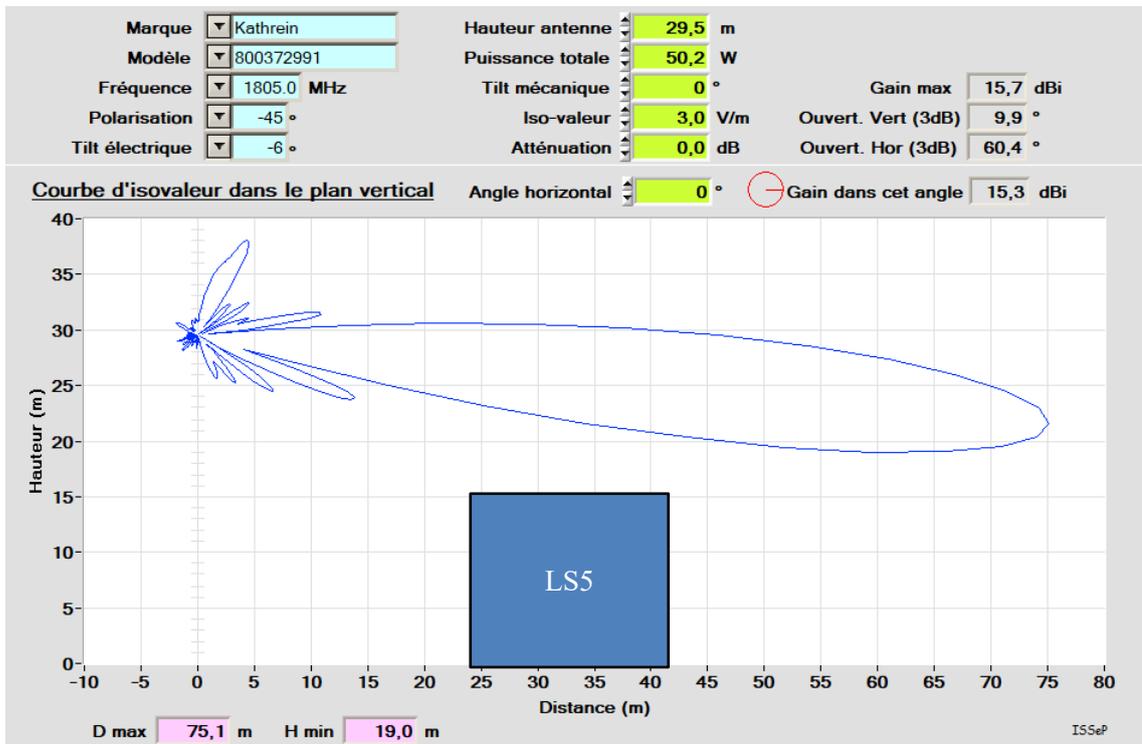


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 1800 – 30° – azimut 50°

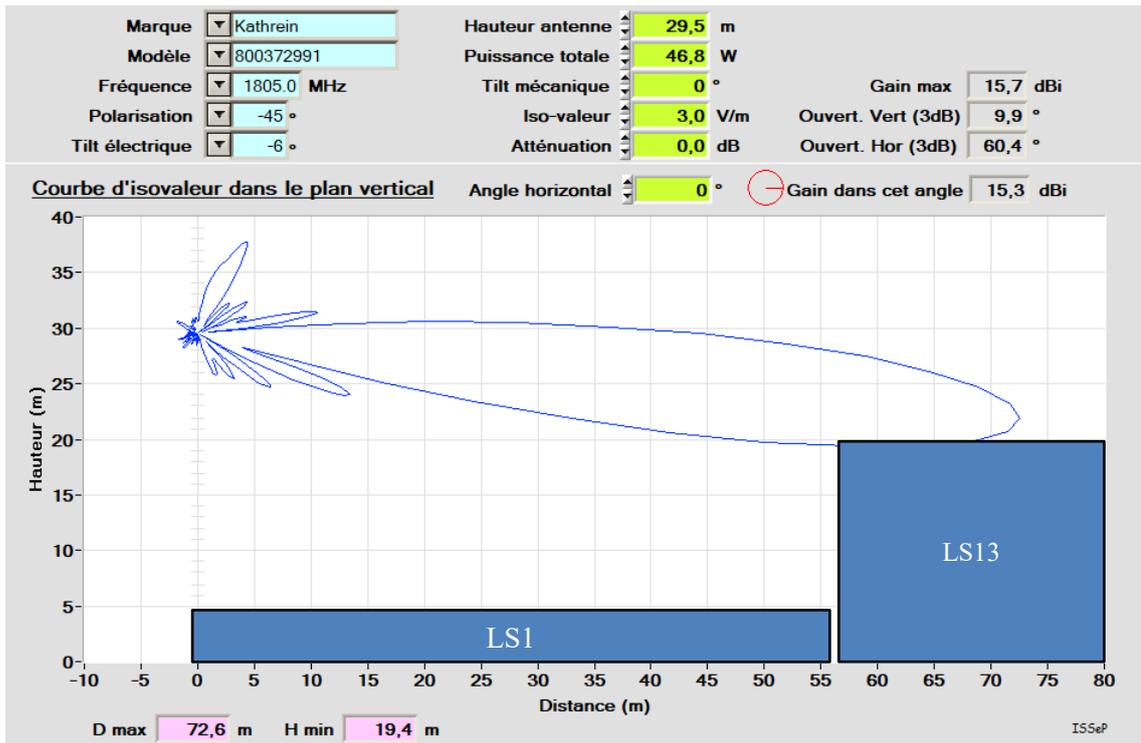


### ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 1800 – 120°

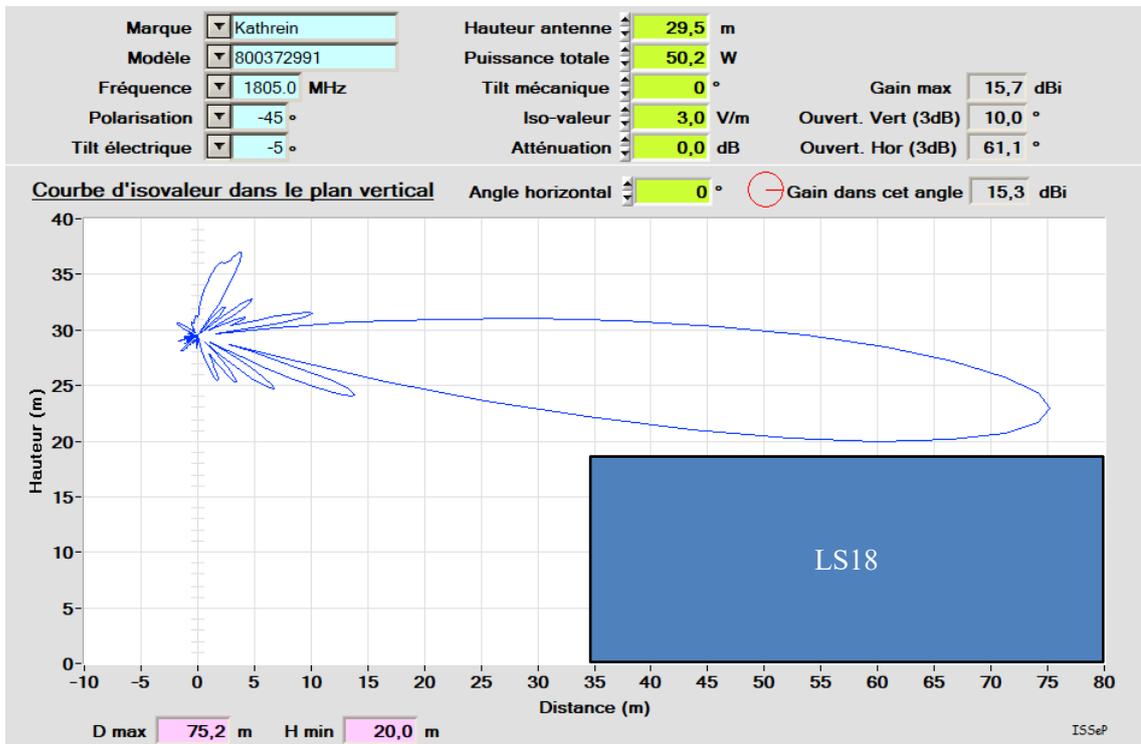


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 1800 – 210°

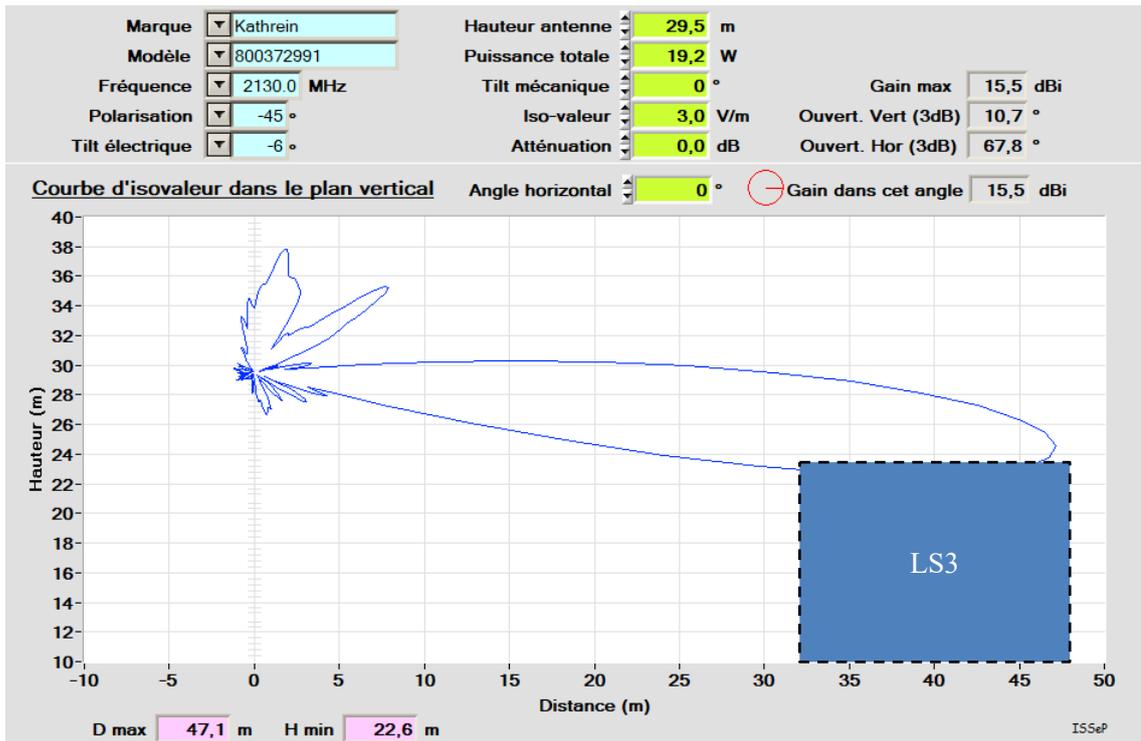


### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 1800 – 300°

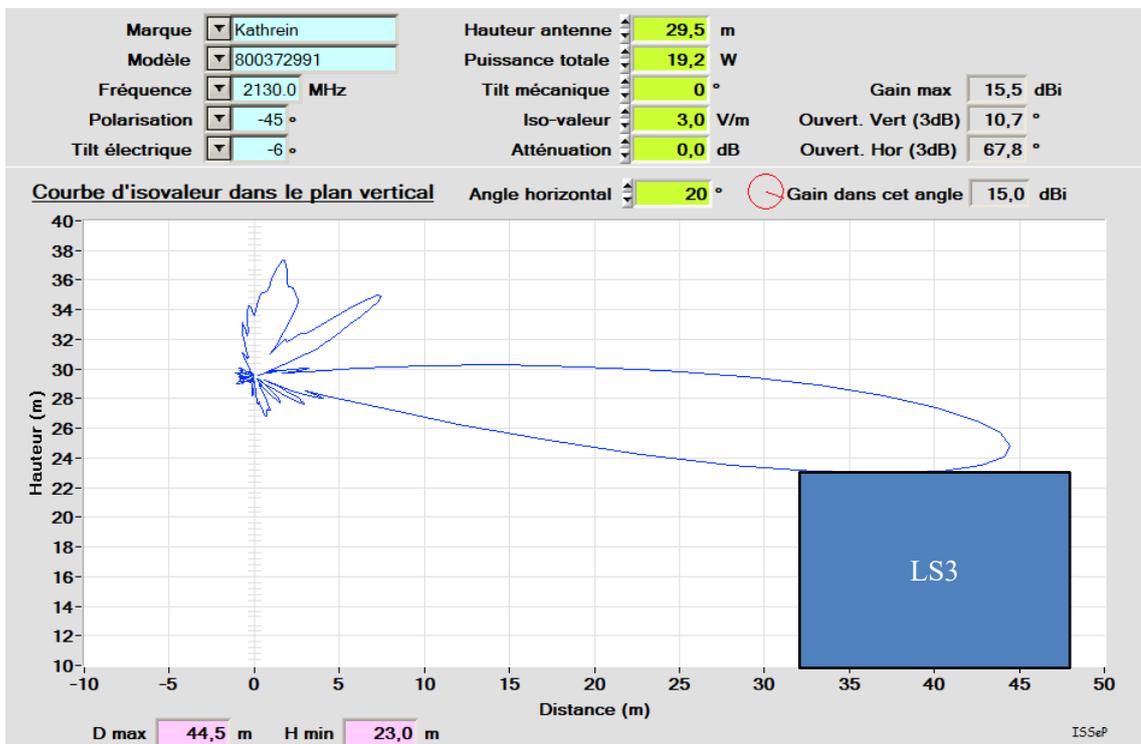


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2100 – 30°

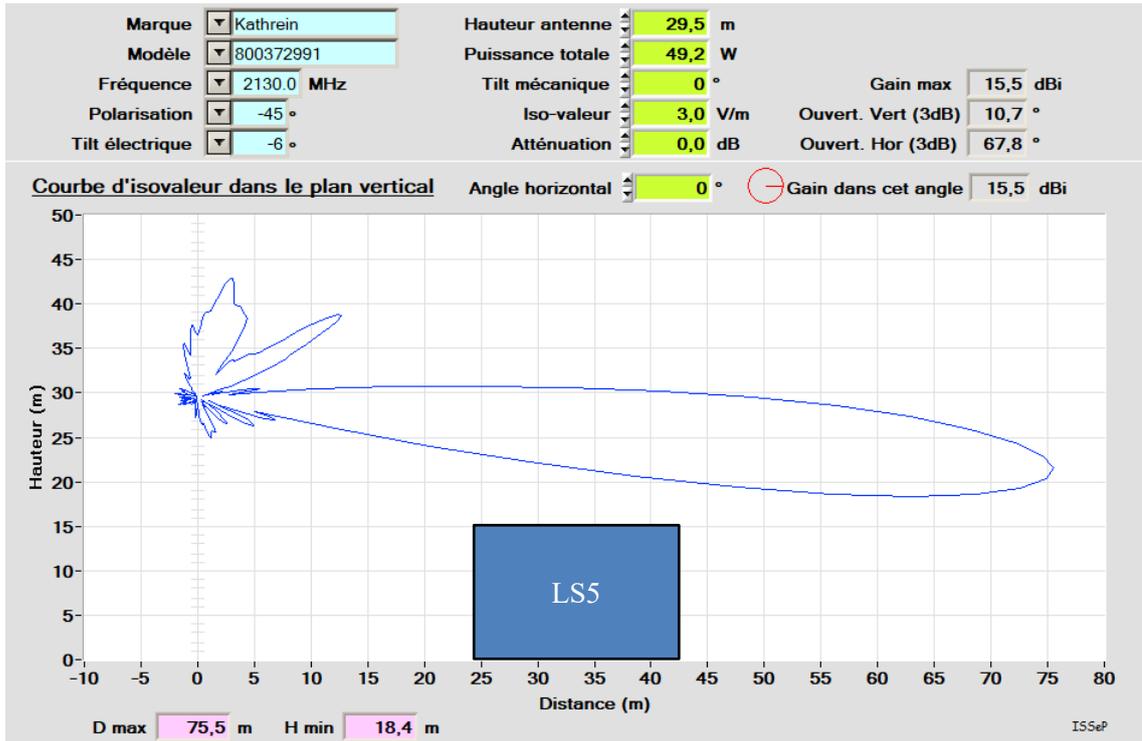


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2100 – 30° – azimut 50°

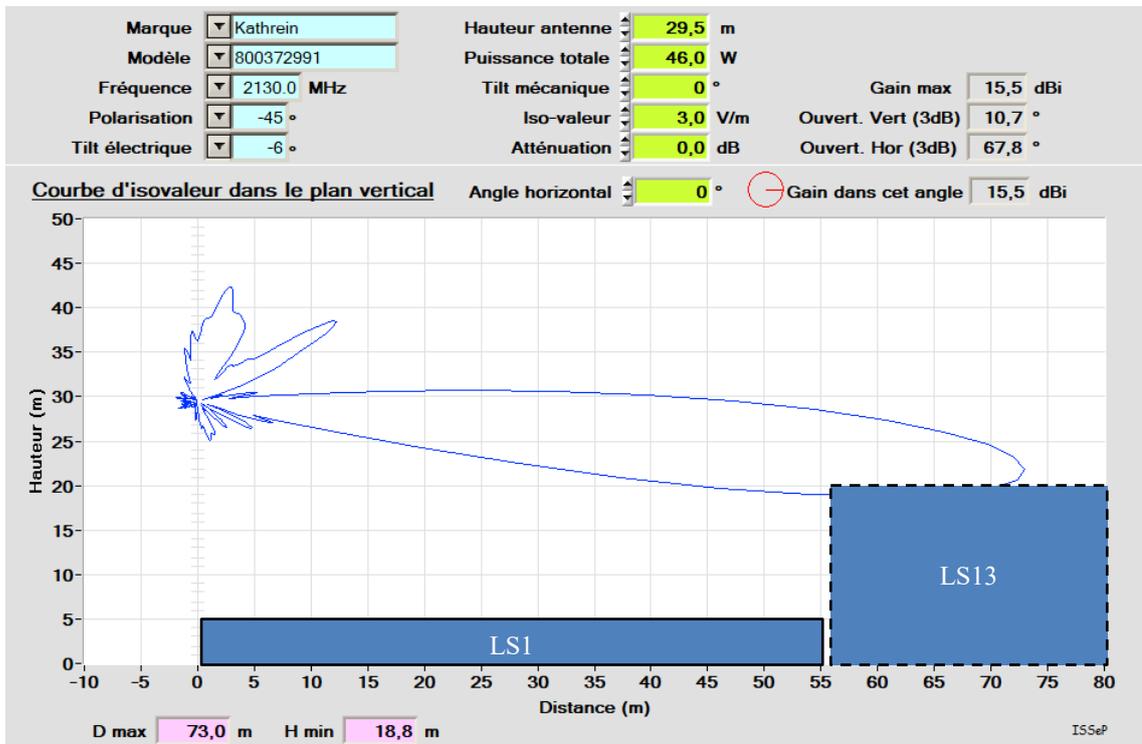


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 2100 – 120°

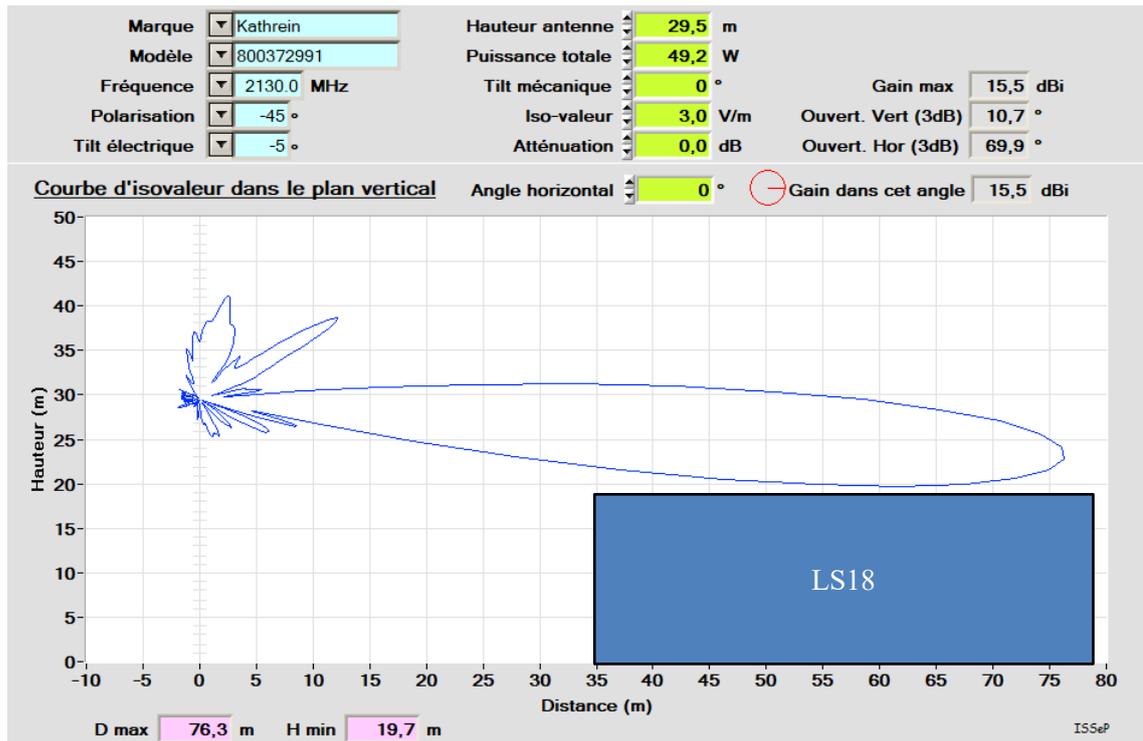


### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 2100 – 210°

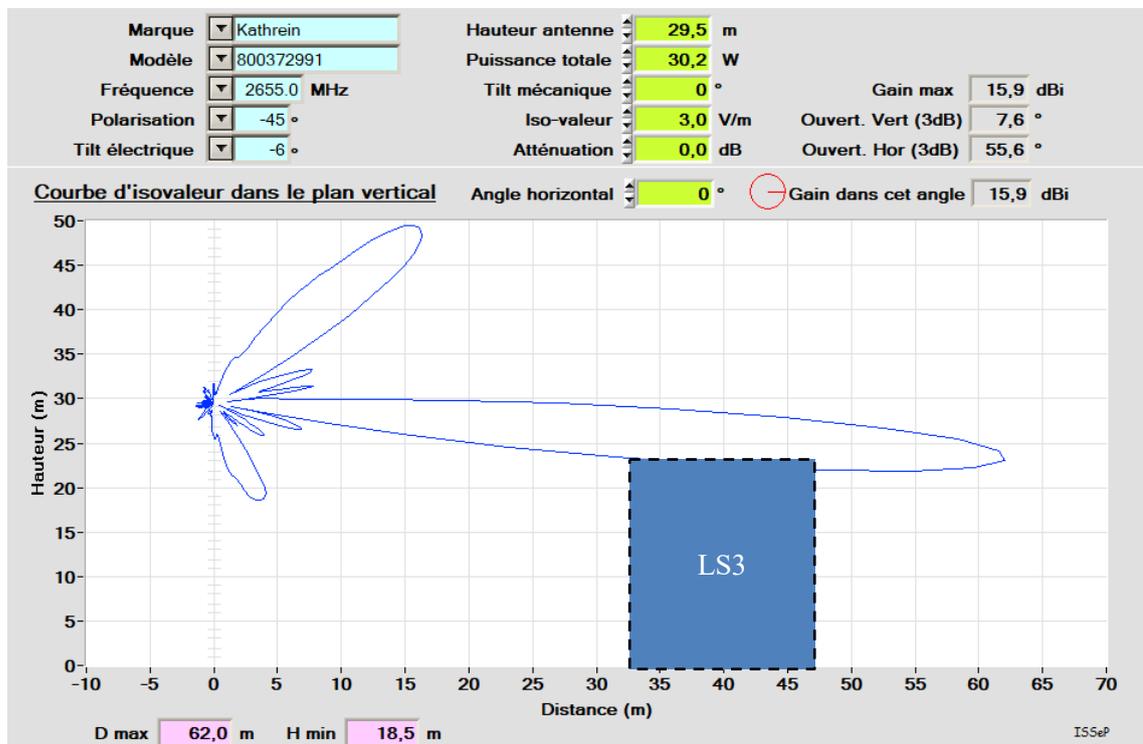


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 2100 – 300°

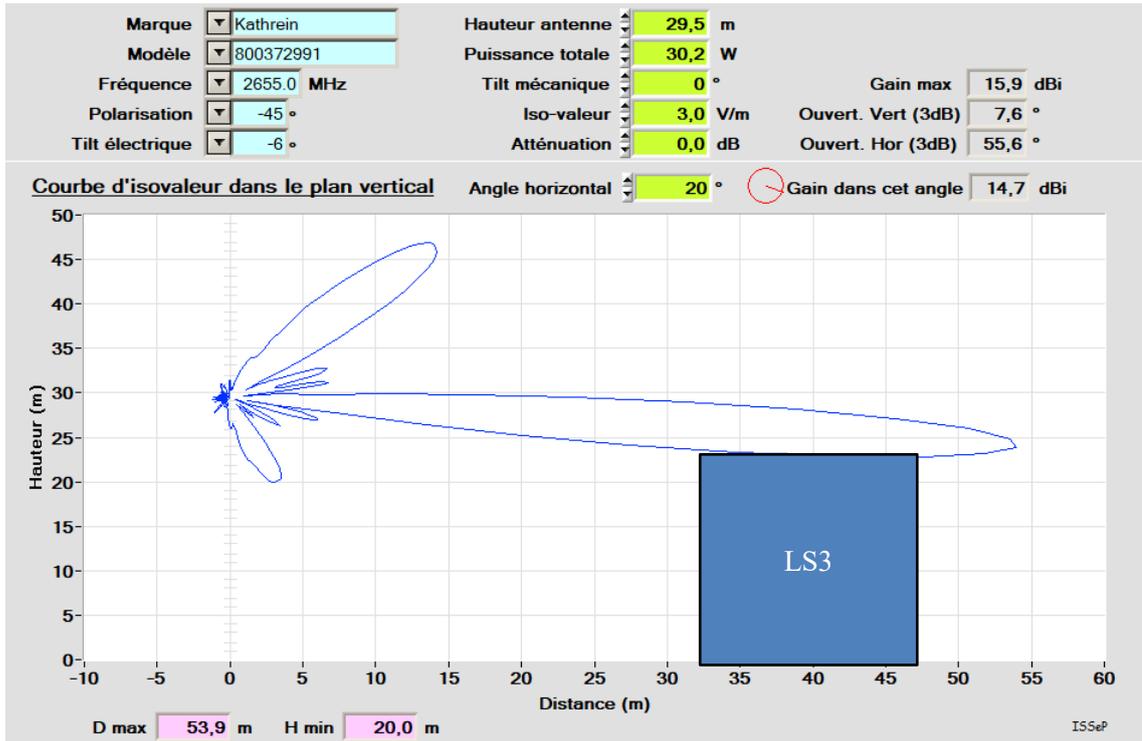


### ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2600 – 30°

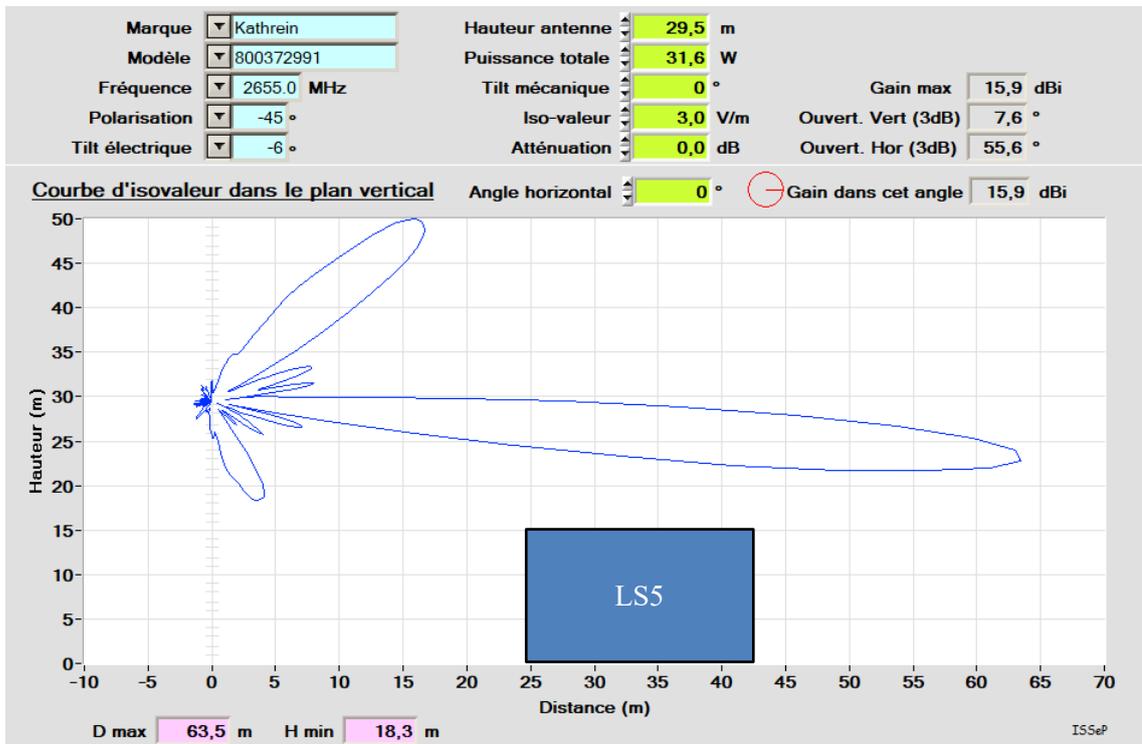


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

ANTENNE N° 1 – Bande de fréquence 2600 – 30° – azimut 50°

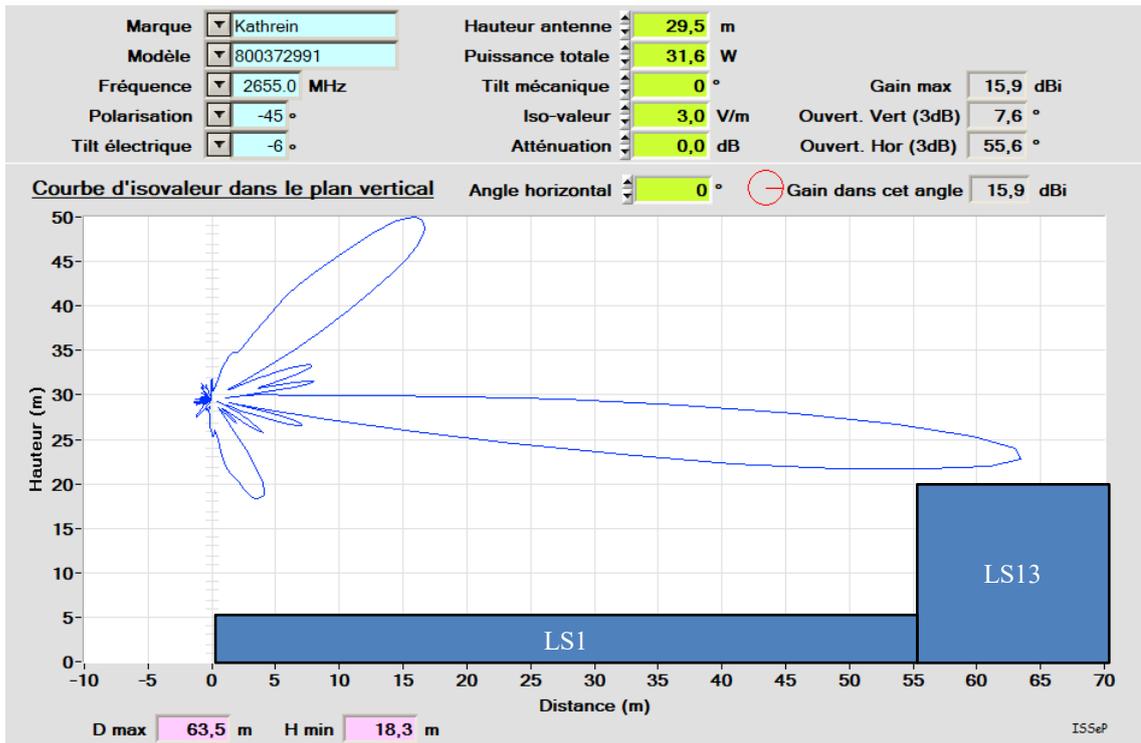


ANTENNE N° 2 – Bande de fréquence 2600 – 120°

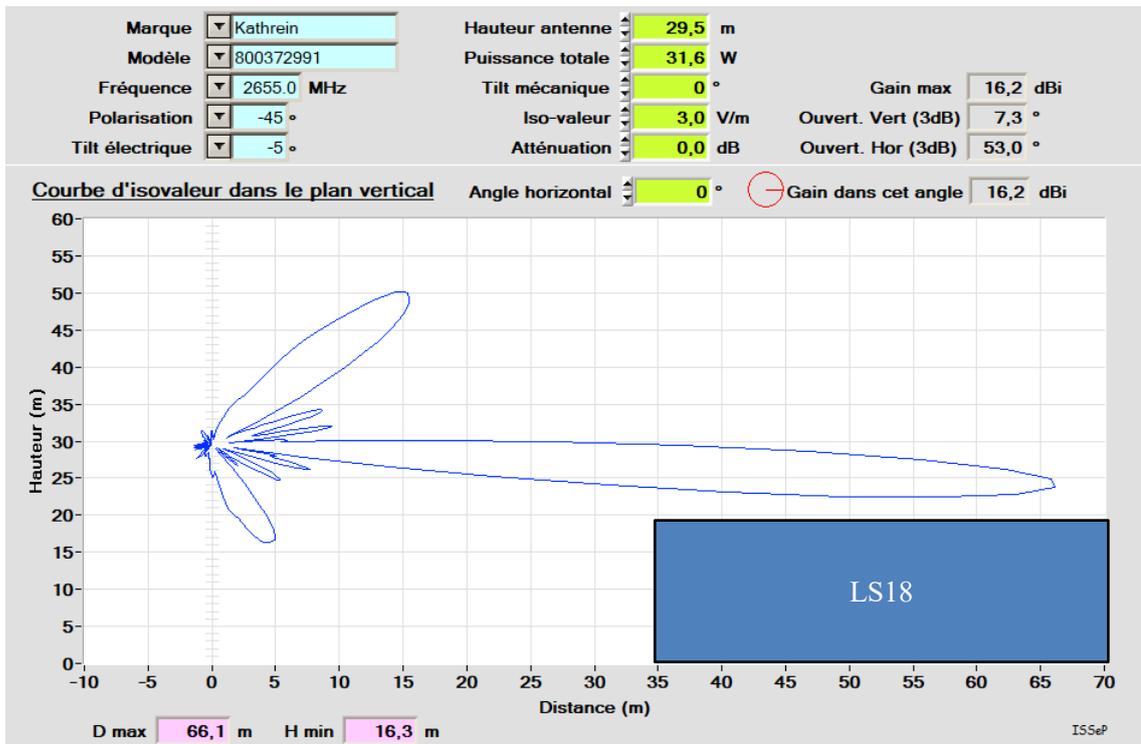


Remarque : ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut.

### ANTENNE N° 3 – Bande de fréquence 2600 – 210°



### ANTENNE N° 4 – Bande de fréquence 2600 – 300°



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

### Note

Les courbes d'isovaleurs présentées ci-avant ont été calculées en ne prenant en compte aucune atténuation liée aux parois. Nous n'avons pas eu accès aux LS intersectant les courbes d'isovaleurs de 3V/m. Néanmoins, la prise en compte des atténuations de parois comme évoquée dans la loi modifiée relative aux établissements classés, Exposé Succinct EXP-302: Emetteur d'ondes électromagnétiques (téléphonie mobile cellulaire) version du 06.02.2008 indiquent que les valeurs de champ sont inférieures à 3V/m.

A titre d'exemple, des valeurs d'atténuation sont disponibles dans les documents suivants:

- Report ITU-R P.2346-4 (07/2021), Compilation of measurement data relating to building entry loss, International Telecommunication Union
- Rodriguez, I., Nguyen, H. C., Jørgensen, N. T. K., Sørensen, T. B., & Mogensen, P. (2014). Radio Propagation into Modern Buildings: Attenuation Measurements in the Range from 800 MHz to 18 GHz, Vehicular Technology Conference (VTC Fall), 2014 IEEE 80th