



EREA INGENIERIE

10, place de la République - 37190 Azay-le-Rideau

Tel : 02 47 26 88 16

E-mail : [contact@erea-ingenierie.com](mailto:contact@erea-ingenierie.com)

# PROJET DE PARC PHOTOVOLTAÏQUE SUR LA COMMUNE DE CHANTENAY-VILLEDIEU

## « Le Carrefour » (72)

### ETUDE D'EBLOUISSEMENT ET DE COMPATIBILITE MAGNETIQUE

Novembre 2025



SOMMAIRE

1. PREAMBULE ..... 3

2. ETUDE D’EBLOUISSEMENT ..... 4

3. ETUDE DE COMPATIBILITE MAGNETIQUE ..... 8

4. ANNEXE – COUPES..... 9

5. ANNEXE – Rapport mesures electromagnetiques ..... 10

# 1. PREAMBULE

Dans le cadre du développement du projet de parc photovoltaïque sur la commune de Chantenay-Villedieu (72), une étude d’éblouissement ainsi que de compatibilité magnétique a été réalisée. En effet, le projet s’implantera sur un terrain dégradé correspondant à un délaissé ferroviaire décapé puis remblayé pendant la construction de la Ligne à Grande Vitesse entre 2011 et 2015, située au sud de la parcelle.

L’objectif de l’étude est d’écarter tout risque de gêne visuelle pour les conducteurs empruntant la rue François Roch Ledru, et pour le trafic ferroviaire provoquée par la réverbération des rayons du soleil sur la surface vitrée de la centrale photovoltaïque.

## 2. ETUDE D'EBLOUISSEMENT

Les panneaux photovoltaïques sont orientés sud avec un azimut de  $-23^\circ$  et une inclinaison de  $11^\circ$ .

Une ligne de chemin de fer se situe au sud du site d'étude, les panneaux photovoltaïques seront parallèles à la ligne de chemin de fer, ainsi le conducteur du train ne sera pas amené à être positionné directement face aux panneaux.

La rue François Roch Ledru passe également à proximité du site puisqu'elle représente la route donnant accès au site, elle longe le côté ouest du site d'étude. Au vu de la trajectoire de la route, de l'orientation sud-est des panneaux et du temps d'exposition relativement faible au vu de la vitesse à laquelle les usagers circulent sur cette route, le temps d'exposition des usagers est relativement faible. De plus cette exposition concerne seulement les usagers provenant du sud vers le nord (en direction du centre de Chantenay-Villedieu) puisque les usagers circulant en sens inverse ne se retrouveront pas face aux panneaux.



Illustration 1 : Photomontage de l'entrée du site (à l'ouest) prise depuis la rue François Roch Ledru (Source : EREA INGENIERIE)



Illustration 2 : Photographie de la ligne de chemin de fer passant au sud du site d'étude (Source : EREA INGENIERIE)

Les installations photovoltaïques peuvent créer les trois types d'effets d'optique suivants :

- effet de miroitement : réflexions de la lumière sur les panneaux solaires,
- effet de reflets : les éléments du paysage se reflètent sur les surfaces réfléchissantes,
- effet de polarisation de la lumière : formation de lumière polarisée sur des surfaces lisses ou brillantes (surface de l'eau, route mouillée, ...).

Le rayonnement est réfléchi par les obstacles tels que le sol ou les nuages. Ce rayonnement est appelé l'albédo. L'albédo d'un obstacle se quantifie par un coefficient d'albédo sans dimension compris entre 0 et 1. Ce coefficient est le rapport de l'énergie solaire réfléchie par l'énergie solaire incidente. Un corps noir disposerait donc d'un coefficient d'albédo égal à 0 (aucun rayonnement n'est réfléchi), alors qu'un miroir présenterait un coefficient d'albédo égal à 1 (tout le rayonnement incident est réfléchi).

Les modules photovoltaïques ont un albédo généralement situé entre 0,1 et 0,2, qui va dépendre notamment du type de matériaux et des finitions utilisées pour leur surface. Ceux-ci peuvent être spécifiquement sélectionnés pour réduire la réflectivité du panneau afin d'absorber plus de lumière et de maximiser la production d'énergie.

Les panneaux réfléchissent ainsi seulement 10 à 20 % de la lumière reçue, l'effet de miroitement est donc faible, d'autant plus que cet effet ne se produit que dans une direction donnée et pour une courte durée. La réflexion des modules ne pourra se faire que dans la direction du grand Sud et vers le ciel : l'impact est donc négligeable.

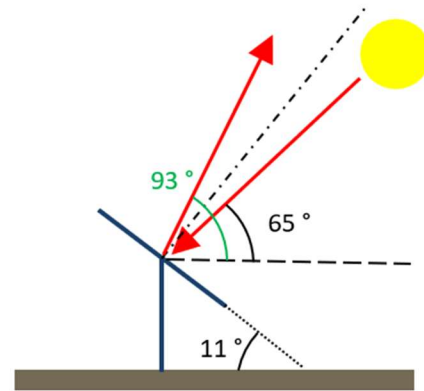


Illustration 2 : Angle de réflexion des panneaux solaires incliné à 11° (Source : EREA INGENIERIE)

Avec un angle du soleil de 65° (angle maximal le 22 juin), l'angle de réflexion serait de 93°. En milieu de journée, les rayons du soleil sont réfléchis vers le sud, en direction du ciel. Les perturbations au sud de l'installation sont pratiquement inexistantes du fait de l'incidence perpendiculaire. De plus, en l'absence de points hauts aux environs, aucune réflexion n'est visible.

Dans le cadre des installations fixes du site de Chantenay-Villedieu, orientées au sud avec un azimut à -23° pour des raisons d'optimisation de la production d'énergie, ce phénomène d'éblouissement ne peut donc se produire pour la voie de chemin de fer du fait de la position parallèle des panneaux face à la ligne de chemin de fer, les conducteurs de trains ne pourront ainsi se retrouver directement face aux panneaux photovoltaïques. Ce phénomène d'éblouissement ne se produira également pas ou de manière très ponctuelle pour la rue François Roch Ledru (située à l'ouest du site d'étude) du fait de l'orientation des panneaux par rapport à la trajectoire de la route. Seul le passage du pont permettant de passer au-dessus de la ligne TGV offre une visibilité sur le parc photovoltaïque. Cette durée d'exposition est ainsi limitée. De plus, cette zone d'exposition ne concerne pas l'ensemble des usagers de cette route mais ceux provenant du sud et se dirigeant vers le centre de Chantenay-Villedieu.

Par ailleurs, la plupart des panneaux solaires dont ceux utilisés pour le projet intègrent des revêtements antireflets sur la surface du verre. Ces revêtements permettent de minimiser les reflets et d'augmenter l'absorption de la lumière, contribuant ainsi à réduire l'éblouissement.

Ainsi, pour la rue François Roch Ledru passant à l'ouest ainsi que la voie ferrée se trouvant au sud du site, aucun phénomène d'éblouissement ne se produira.

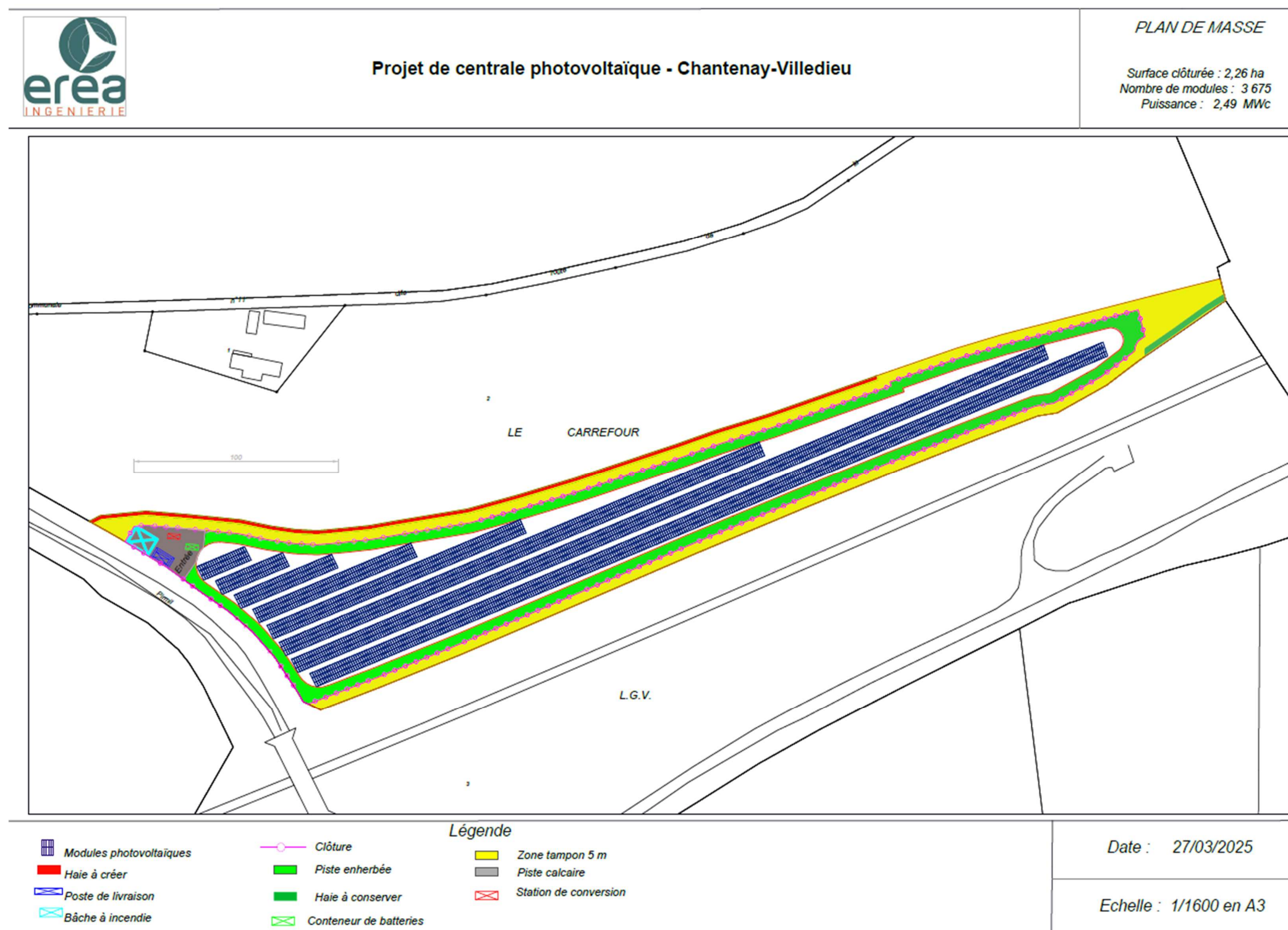
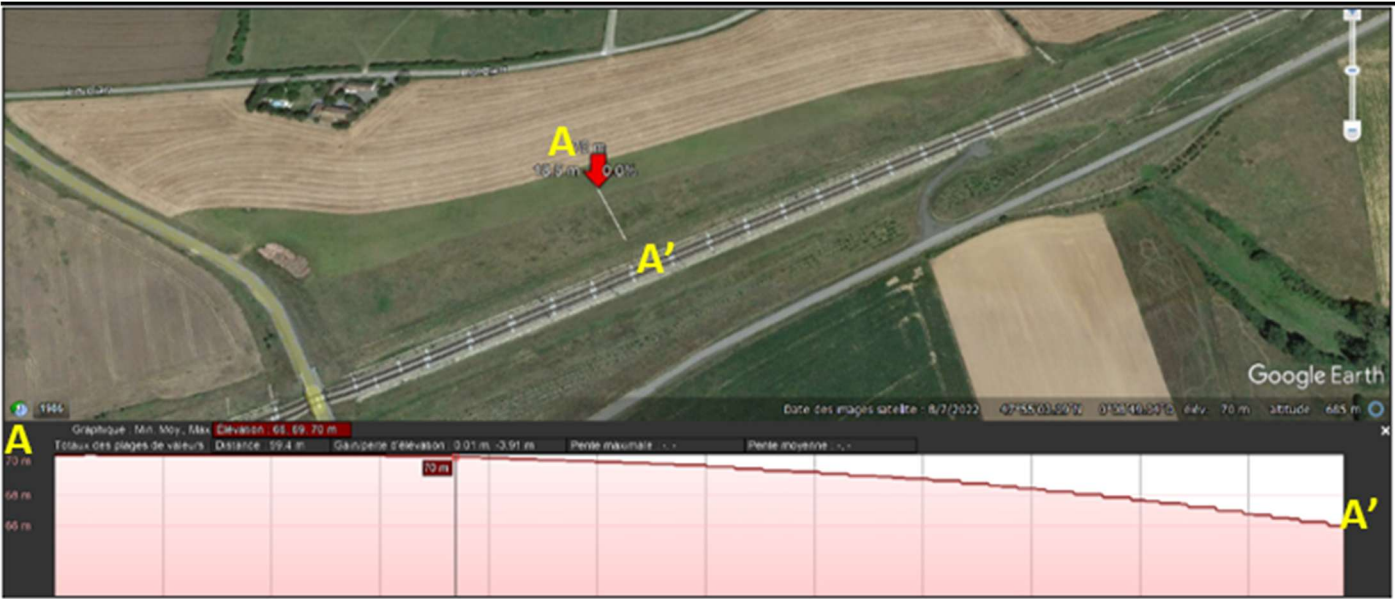


Illustration 3 : Plan de masse du projet



Illustrations 4 et 5 : Profils altimétriques

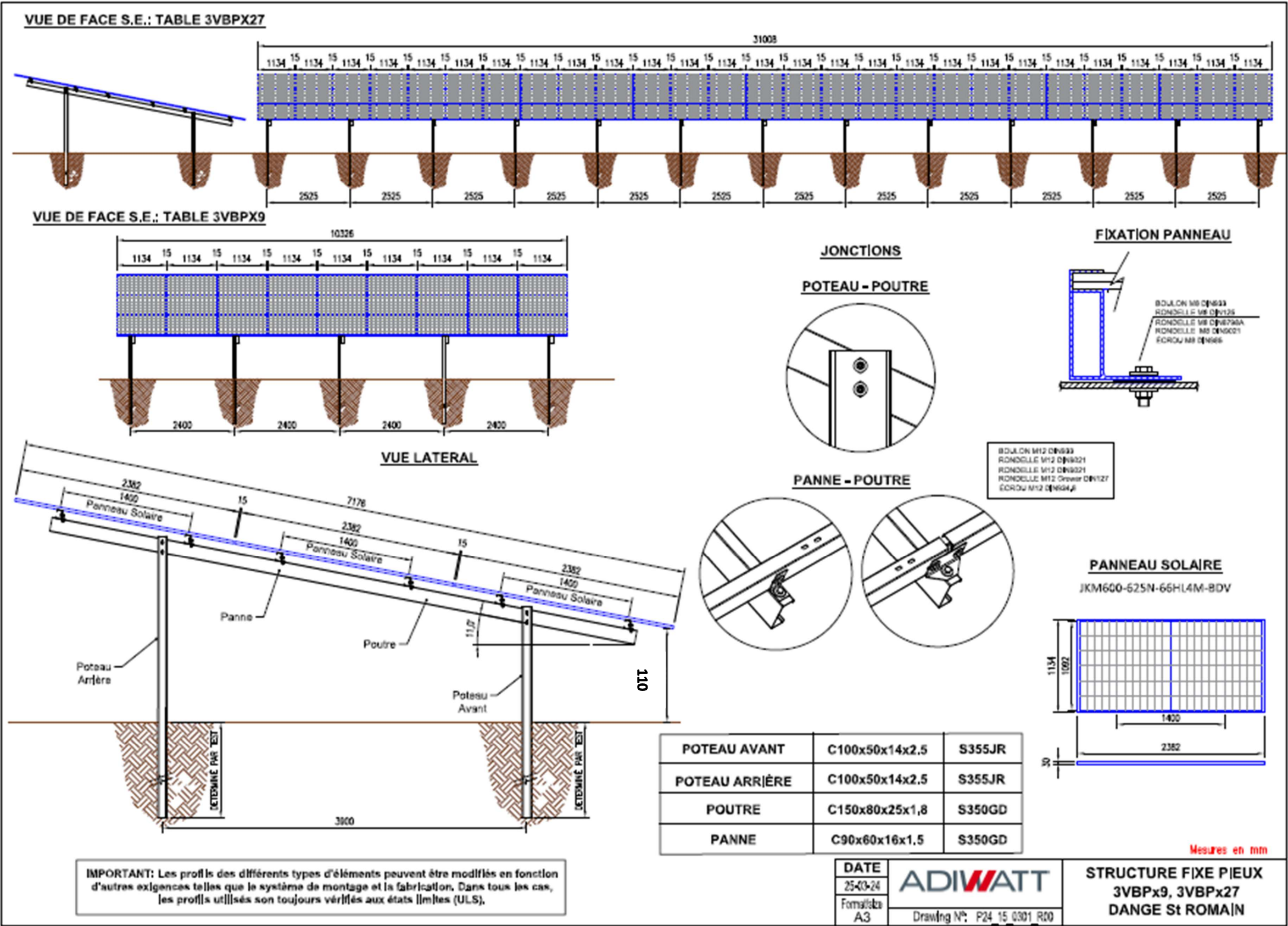
### 3. ETUDE DE COMPATIBILITE MAGNETIQUE

Des mesures électromagnétiques ont été réalisées sur un parc photovoltaïque ayant été développé par EREA INGENIERIE sur le site du « Four à Chaux » sur la commune de Decize (58).

Ce rapport montre qu'en limite de parcelle (c'est-à-dire à 8m du panneau photovoltaïque le plus proche), le champ d'induction magnétique est **2116 fois plus faible que la législation et 8,5 plus faible que la recommandation nationale fixée par le CIRC**. Le rapport se trouve en annexe de ce document.

Par ailleurs, la zone bâtie la plus proche se situe à environ 80 m au nord des panneaux photovoltaïques, ainsi les valeurs de champ d'induction magnétique au droit de ces maisons sont largement inférieures à la législation ainsi qu'à la recommandation nationale (CIRC).

4. ANNEXE – COUPES



5. ANNEXE – RAPPORT MESURES ELECTROMAGNETIQUES

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Terates, 91680 Bruyeres le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58, 09 70 65 02 28/29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

ENVIRONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE  
Domaine de l'Energie  
  
CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE  
Site du FOUR à CHAUX

Expertise réalisée : Mesures des rayonnements dans le domaine de l'énergie  
Contact Technique : Mr Philippe BRU - EREA-Ingénierie  
Rapport réalisé le : 02/11/2021  
Lieu : Site du Four à Chaux  
Ville : DECIZE 58300

| Edition                  | Date       | Modifications | Rédaction      | Approbation    |
|--------------------------|------------|---------------|----------------|----------------|
| Rapport Phase conception | 19/05/2021 |               | E. Grandpierre | G. Grandpierre |

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 1 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Terates, 91680 Bruyeres le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58, 09 70 65 02 28/29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Sommaire

|                                                                                 | Page |
|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 Données préalables .....                                                      | 4    |
| 2 INTRODUCTION.....                                                             | 5    |
| 3 Les différents référentiels utilisés .....                                    | 6    |
| 3.1 Législation .....                                                           | 6    |
| 3.2 Recommandations .....                                                       | 6    |
| 3.2.1 Référentiels pour réaliser les mesures.....                               | 6    |
| 4 DOCUMENTS de REFERENCE .....                                                  | 7    |
| 4.1 Limites de l'exposition électromagnétique dans le domaine du Public .....   | 7    |
| 5 LEGISLATION la plus favorable pour l'humain.....                              | 8    |
| 5.1 Législation dans le domaine des Basses Fréquences .....                     | 8    |
| 6 Recommandations nationales et internationales .....                           | 8    |
| 7 CONDITIONS climatiques .....                                                  | 9    |
| 8 Point DE MESURES .....                                                        | 9    |
| 8.1 Mesures dans et autour du Parc Photovoltaïque.....                          | 9    |
| 8.2 Mesures sur la commune de « La Machine » .....                              | 9    |
| 8.3 Toutes les données des mesures .....                                        | 9    |
| 9 localisation GPS des points de mesures .....                                  | 10   |
| 10 Localisation des points en vues aériennes .....                              | 11   |
| 10.1 Points en proximité et sur le parc Photovoltaïque.....                     | 11   |
| 10.2 Points localisés sur "La Machine".....                                     | 12   |
| 11 Photos des mesures.....                                                      | 13   |
| 11.1 Point 1 proximité d'un onduleur.....                                       | 13   |
| 11.2 Point 2 intérieur du Parc à 15.6m de l'onduleur .....                      | 13   |
| 11.3 Point 3 chemin d'accès de la Centrale à 57m de l'onduleur .....            | 14   |
| 11.4 Point 4 poste de livraison.....                                            | 14   |
| 11.5 Point 5 en limite de cloture et de voisinage, à 6.1m des panneaux PV ..... | 15   |
| 11.6 Point 6 bien à l'intérieur de la Centrale.....                             | 15   |
| 11.7 Point 7 à 20m du poste de transformation .....                             | 16   |
| 11.8 Point 8 à 10m du poste de Transformation.....                              | 16   |
| 11.9 Point 9 à 50m du poste de livraison .....                                  | 17   |
| 11.10 Point 10 à 100m du poste de livraison .....                               | 18   |
| 11.11 Point 11 à 150m du poste de livraison .....                               | 18   |
| 11.12 Point 12 à 200m du poste de livraison .....                               | 19   |
| 11.13 Point 13, La Machine, sous la ligne HT 20kV .....                         | 20   |

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 2 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

|       |                                                           |    |
|-------|-----------------------------------------------------------|----|
| 11.14 | Point 14 à 16m de la vertical des conducteurs .....       | 21 |
| 11.15 | Point 15.....                                             | 22 |
| 11.16 | Point 16.....                                             | 23 |
| 12    | Resultats des mesures réalisées .....                     | 24 |
| 12.1  | Comparaison des mesures à la legislation française .....  | 24 |
| 12.2  | Comparaison des mesures aux recommandations du CIRC ..... | 25 |
| 13    | decroissance du champ d'induction magnetique.....         | 26 |
| 14    | CONCLUSION.....                                           | 27 |
| 15    | Bibliographie & Normes .....                              | 28 |
| 16    | Annexes .....                                             | 29 |
| 16.1  | Point 1 .....                                             | 29 |
| 16.2  | Point 2 .....                                             | 30 |
| 16.3  | Point 3 .....                                             | 31 |
| 16.4  | Point 4 .....                                             | 32 |
| 16.5  | Point 5 .....                                             | 33 |
| 16.6  | Point 6 .....                                             | 34 |
| 16.7  | Point 7 .....                                             | 35 |
| 16.8  | Point 8 .....                                             | 36 |
| 16.9  | Point 9 .....                                             | 37 |
| 16.10 | Point 10.....                                             | 38 |
| 16.11 | Point 11.....                                             | 39 |
| 16.12 | Point 12.....                                             | 40 |
| 16.13 | Point 13.....                                             | 41 |
| 16.14 | Point 14.....                                             | 42 |
| 16.15 | Point 15.....                                             | 43 |
| 16.16 | Point 16.....                                             | 44 |
| 17    | certificat d'étalonnage .....                             | 45 |
| 18    | comment nous joindre .....                                | 46 |

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page         |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|--------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 3 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

1 DONNÉES PRÉALABLES

SITE DES MESURES : Quantification du champ d'induction magnétique réalisée par mesurage

Demandeur :

- Mr Philippe BROU - EREA - INGENIERIE

Contact technique & organisationnel :

- Mr Philippe BROU - EREA - INGENIERIE

Date des mesures : Vendredi 29 OCTOBRE

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page         |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|--------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 4 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

2 INTRODUCTION

Une campagne de mesures a été réalisée le Vendredi 29 Octobre 2021 sur le site du « Four à Chaux » basé sur la commune de DECIZE.

Cette campagne de mesures a pour objectif d’analyser les rayonnements électromagnétiques émis par la centrale Photovoltaïque à différentes distances de la centrale.

Les mesures sont comparées par rapport à la législation et aux recommandations nationales et internationales. Ces analyses constituent « l’analyse des risques électromagnétiques ».

Les panneaux solaires, les convertisseurs d’énergie 50Hz, le poste de livraison et les postes de transformations constituent un ensemble de technologies rayonnantes qui sont considérées et quantifiées dans cette étude.

Les mesures réalisées sont comparées à des référentiels (décrets et recommandations) afin de qualifier l’environnement électromagnétique.

Les mesures reflètent la force des rayonnements électromagnétiques, principalement le champ magnétique (exprimé en Ampère par mètre, A/m) ou le champ d’induction magnétique exprimé en Gauss ou en Tesla. Nous avons choisi d’exprimer les unités en **champ d’induction magnétique** (Tesla).

\*\*\*\*\*

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 5 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

3 LES DIFFÉRENTS RÉFÉRENTIELS UTILISÉS

3.1 Législation

- Comparer les niveaux de rayonnements par rapport au **décret 2002-775 du 3 mai 2002** qui fixe les valeurs limite de rayonnements à ne pas dépasser dans le domaine du Public.

3.2 Recommandations

- Recommandation européenne ICNIRP **1999/519/CE pour le public**
- Comparer les niveaux de rayonnements de type « basses fréquences » mesurés aux recommandations (exposition pour les porteurs d’implants et les femmes enceintes), document INRS daté du 3eme Trimestre **2006/204/28**.
- **Recommandation du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer basé à Lyon)**

3.2.1 Référentiels pour réaliser les mesures

Mesures, Identification des sources d’émissions basses fréquences (énergie) du milieu environnant et du projet en appliquant le protocole **UTE C99-132**, relatif à la **mesure in situ des champs magnétiques 50Hz** générés par les ouvrages de transport d’électricité.

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 6 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

## 4 DOCUMENTS DE REFERENCE

### 4.1 Limites de l'exposition électromagnétique dans le domaine du Public

| TABLEAU VII                                                                                                                                                         |                                           |                                           |                                      |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| NIVEAUX DE RÉFÉRENCE POUR L'EXPOSITION DE LA POPULATION GÉNÉRALE À DES CHAMPS ÉLECTRIQUES ET MAGNÉTIQUES ALTERNATIFS (VALEURS RMS EN CONDITIONS NON PERTURBÉES) (*) |                                           |                                           |                                      |                                                                           |
| - REFERENCE LEVELS FOR GENERAL PUBLIC EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (UNPERTURBED RMS VALUES)                                                |                                           |                                           |                                      |                                                                           |
| DOMAINE DE FRÉQUENCES                                                                                                                                               | INTENSITÉ DE CHAMP E (V.m <sup>-1</sup> ) | INTENSITÉ DE CHAMP H (A.m <sup>-1</sup> ) | CHAMP B (μT)                         | DENSITÉ DE PUISSANCE DE L'ONDE PLANE ÉQUIVALENTE Seq (W.m <sup>-2</sup> ) |
| jusqu'à 1 Hz                                                                                                                                                        | -                                         | 3,2 x 10 <sup>4</sup>                     | 4 x 10 <sup>4</sup>                  | -                                                                         |
| 1 - 8 Hz                                                                                                                                                            | 10 000                                    | 3,2 x 10 <sup>4</sup> / f <sup>2</sup>    | 4 x 10 <sup>4</sup> / f <sup>2</sup> | -                                                                         |
| 8 - 25 Hz                                                                                                                                                           | 10 000                                    | 4 000 / f                                 | 5 000 / f                            | -                                                                         |
| 0,025 - 0,8 kHz                                                                                                                                                     | 250 / f                                   | 4 / f                                     | 5 / f                                | -                                                                         |
| 0,8 - 3 kHz                                                                                                                                                         | 250 / f                                   | 5                                         | 6,25                                 | -                                                                         |
| 3 - 150 kHz                                                                                                                                                         | 87                                        | 5                                         | 6,25                                 | -                                                                         |
| 0,15 - 1 MHz                                                                                                                                                        | 87                                        | 0,73 / f                                  | 0,92 / f                             | -                                                                         |
| 1 - 10 MHz                                                                                                                                                          | 87 / f <sup>1/2</sup>                     | 0,73 / f                                  | 0,92 / f                             | -                                                                         |
| 10 - 400 MHz                                                                                                                                                        | 28                                        | 0,073                                     | 0,092                                | 2                                                                         |
| 400 - 2 000 MHz                                                                                                                                                     | 1,375 f <sup>1/2</sup>                    | 0,0037 f <sup>1/2</sup>                   | 0,0046 f <sup>1/2</sup>              | f / 200                                                                   |
| 2 - 300 GHz                                                                                                                                                         | 61                                        | 0,16                                      | 0,20                                 | 10                                                                        |

#### Les mesures et les résultats de mesures sont comparées aux documents de références suivant :

- Recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999 du Conseil des Communautés Européennes relatives à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (0 Hz à 300 GHz). Exemple à 50Hz cela donne : (5/f soit 5/0.05=100 micros Tesla ou 1000 milli Gauss ou 1 Gauss).
- Décret n°2002-775 du 3 mai 2002 pris en application du 12 de l'article L.32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 7 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

## 5 LEGISLATION LA PLUS FAVORABLE POUR L'HUMAIN

### 5.1 Législation dans le domaine des Basses Fréquences

C'est la Législation actuelle dans le domaine du Public qui est la plus favorable pour l'humain.

#### Seuils limites d'exposition dans le Domaine des basses fréquences pour le Public

Pour les fréquences extrêmement basses, l'arrêté du 17 mai 2001 (Journal officiel du 12 juin 2001) fixe les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie, il introduit pour les installations nouvelles ou modifiées la notion de respect de valeurs limites d'exposition. Cet arrêté ne concerne pas les installations domestiques ou industrielles situées au-delà des limites de concession de distribution. Les valeurs limites d'exposition retenues sont celles prévues pour le courant alternatif de 50 Hz par la recommandation du Conseil du 12 juillet 1999, soit **100 μT** ou **1000 Milli Gauss** (Article 12a).

La France applique la recommandation européenne du **12 Juillet 1999/519/CE**.

## 6 RECOMMANDATIONS NATIONALES ET INTERNATIONALES

Dans l'état actuel des connaissances, en respectant les décrets qui fixent les valeurs limitent, la dangerosité des ondes n'est pas avérée (ANSES 2013) mais les instances sanitaires recommandent de prendre des précautions.

De nombreuses recherches dans le monde traitent les risques sanitaires par des explorations souvent réalisées sur des rats ou des cellules vivantes. L'OMS explique encore récemment que les preuves de la dangerosité des ondes restent insuffisantes.

**Cependant des raisonnements et des gestes de bons sens induisent de prendre des valeurs « d'Exposition Electromagnétique » relativement faibles comme repères de jugement.**

La législation actuelle basée sur des normes européennes de 1999, exprimée à travers deux décrets d'exposition du public et des travailleurs, couvre essentiellement les risques sanitaires et sensoriels.

Ce jour, seuls les effets thermiques et sensoriels sont reconnus par le législateur comme impacts des champs électromagnétiques sur le corps humain.

L'état actuel des connaissances dans le monde montre qu'il faut considérer également les effets biologiques. Différentes organisations en France et en Europe proposent des valeurs d'expositions électromagnétiques plus faibles que la législation actuelle.

D'autres part Le CIRC (centre international de recherche sur le Cancer) recommande la mise en place de zones de prudence qui fixent, au maximum, **les rayonnements de type basses fréquences à 4milli Gauss ou 0.4 micro Tesla (μT)**. Pour cette campagne de mesures, la valeur de 0.4 micro Tesla (μT) sera utilisée comme référentiel de comparaison.

**Il est important de préciser que la valeur cible, à ne pas dépasser est de 0,4μT en longues expositions (plus de 30 minutes).**

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 8 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

7 CONDITIONS CLIMATIQUES

- Ciel Semi-couvert
- Pas de pluie
- Température : 15.5°C
- Taux d'humidité : 57.3%

8 POINT DE MESURES

8.1 Mesures dans et autour du Parc Photovoltaïque

- Point de mesures 1, 2 et 3, décroissance du champ magnétique à partir d'un onduleur
  - o Mesures à 50cm, 15.6m, 57.1m
- Point de mesures 6, 7 et 8 à partir du poste de transformation 2
  - o Mesures à 31cm, 10 et 20m
- Point de mesures 9, 10, 11 et 12, décroissance du champ magnétique à partir du poste de livraisons
  - o Mesures à 30cm, 20m, 50m, 150m, 200m

8.2 Mesures sur la commune de « La Machine »

Au total Quatre points de mesures ont été effectués (points 13, 14, et 15).

Des mesures ont été réalisées sous et en proximité d'une ligne 20kV sur la commune de La Machine, ces mesures ont été demandées par le donneur d'ordres.

Des mesures ont été réalisées (voir plan point 16).

8.3 Toutes les données des mesures

Toutes les données des mesures sont placées en annexe.

|                       |                   |         |                                       |              |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|--------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page         |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 9 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

9 LOCALISATION GPS DES POINTS DE MESURES

| N° du point | Latitude     | Longitude   |
|-------------|--------------|-------------|
| point_16    | 46,887703° N | 3,473058° E |
| point_15    | 46,885783° N | 3,469797° E |
| point_14    | 46,885107° N | 3,47209° E  |
| point_13    | 46°53'6,9"   | 3°28'19,3"  |
| point_12    | 46,827441° N | 3,498634° E |
| point_11    | 46,827181° N | 3,499206° E |
| point_10    | 46,827002° N | 3,499878° E |
| point_9     | 46,826709° N | 3,500339° E |
| point_8     | 46,823462° N | 3,50026° E  |
| point_7     | 46,823462° N | 3,500138° E |
| point_6     | 46,823283° N | 3,500361° E |
| point_5     | 46,825993° N | 3,501322° E |
| point_4     | 46,826343° N | 3,500717° E |
| point_3     | 46,826579° N | 3,500596° E |
| point_2     | 46,826147° N | 3,500504° E |
| point_1     | 46,826115° N | 3,500479° E |

|                       |                   |         |                                       |               |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 10 de 47 |

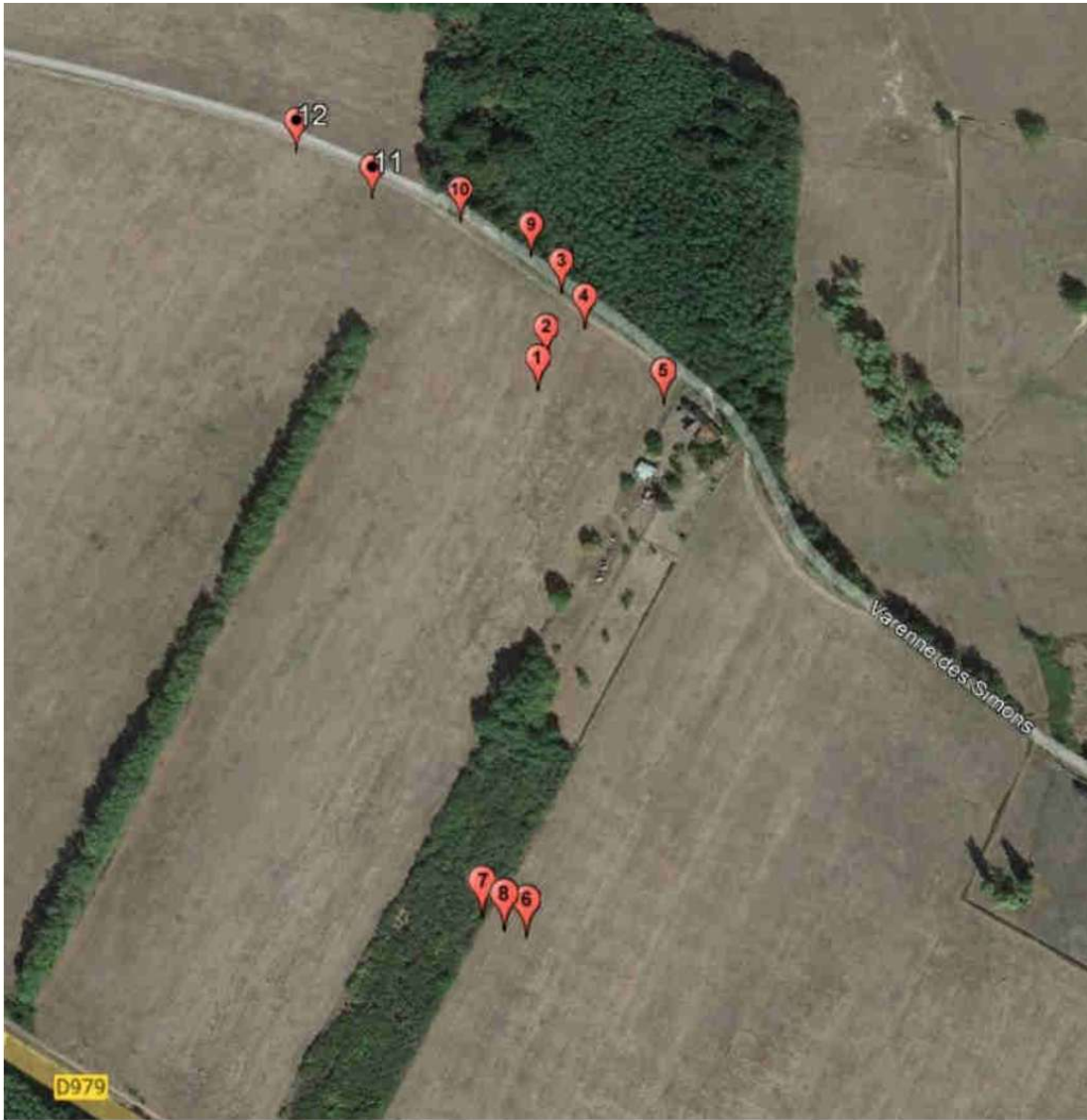
MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

10 LOCALISATION DES POINTS EN VUES AÉRIENNES

10.1 Points en proximité et sur le parc Photovoltaïque



Les photos aériennes ne sont pas encore à jour dans Google Earth.

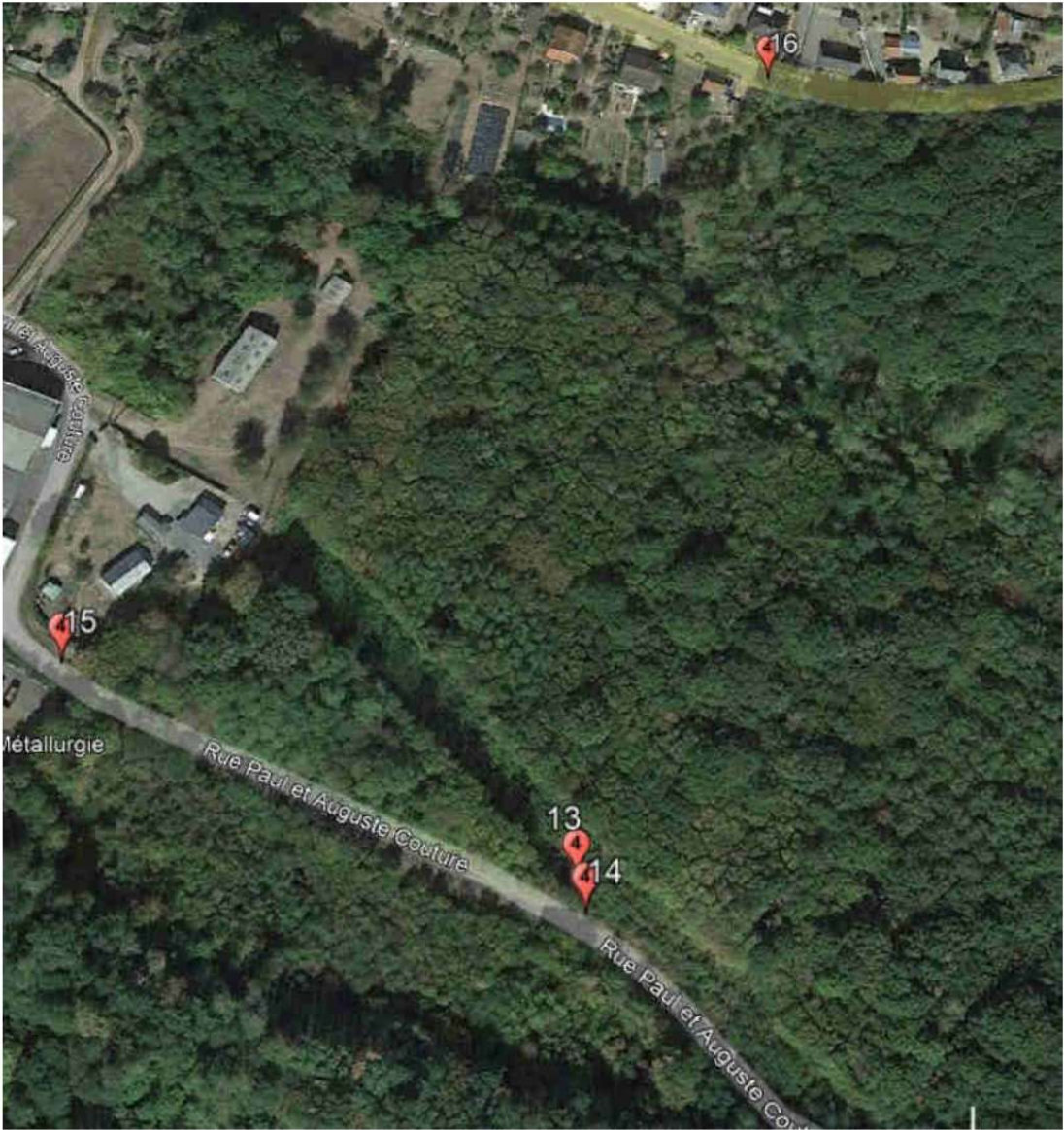
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 11 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

10.2 Points localisés sur “La Machine”



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 12 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11 PHOTOS DES MESURES

11.1 Point 1 proximité d'un onduleur



11.2 Point 2 intérieur du Parc à 15.6m de l'onduleur



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 13 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.3 Point 3 chemin d'accès de la Centrale à 57m de l'onduleur



11.4 Point 4 poste de livraison



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 14 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.5 Point 5 en limite de cloture et de voisinage, à 6.1m des panneaux PV



11.6 Point 6 bien à l'intérieur de la Centrale



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 15 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.7 Point 7 à 20m du poste de transformation



11.8 Point 8 à 10m du poste de Transformation



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 16 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.9 Point 9 à 50m du poste de livraison



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 17 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.10 Point 10 à 100m du poste de livraison



11.11 Point 11 à 150m du poste de livraison



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 18 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.12 Point 12 à 200m du poste de livraison



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 19 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.13 Point 13, La Machine, sous la ligne HT 20kV



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 20 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.14 Point 14 à 16m de la vertical des conducteurs, La Machine



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 21 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.15 Point 15, La Machine



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 22 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 / 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

11.16 Point 16, La Machine



Le coffret blanc ne porte aucun signe distinctif mais présente des rayonnements de type courants forts tel un tableau divisonnaire d'énergie.

|                       |                   |         |                                       |               |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 23 de 47 |

EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 / 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

12 RESULTATS DES MESURES RÉALISÉES

12.1 Comparaison des mesures à la législation française

| N° du point | Champ d'induction magnétique en micro Tesla | Fois plus faible   | Décret 2002-775 du 3 Mai 2002 |
|-------------|---------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|
|             |                                             | Que la législation |                               |
| point_16    | 0,04811                                     | 2079               |                               |
| point_15    | 0,04902                                     | 2040               |                               |
| point_14    | 0,08981                                     | 1113               |                               |
| point_13    | 0,158                                       | 633                |                               |
| point_12    | 0,0479                                      | 2088               | Valeur à ne pas dépasser      |
| point_11    | 0,04843                                     | 2065               |                               |
| point_10    | 0,04853                                     | 2061               |                               |
| point_9     | 0,04737                                     | 2111               | 100 micro Tesla               |
| point_8     | 0,08621                                     | 1160               |                               |
| point_7     | 0,06614                                     | 1512               |                               |
| point_6     | 6,251                                       | 16                 |                               |
| point_5     | 0,04725                                     | 2116               |                               |
| point_4     | 3,997                                       | 25                 |                               |
| point_3     | 0,04752                                     | 2104               |                               |
| point_2     | 0,05351                                     | 1869               |                               |
| point_1     | 0,739                                       | 135                |                               |

Le point le plus fort est le point 6 avec 6.21 micro Tesla, il est toutefois 16 fois inférieur à la législation.  
On note que ce point d'une valeur la plus forte par rapport à tous les autres points est enregistré à 30cm d'un onduleur. Dans le parc photovoltaïque on n'est pas en situation de vie et pas en longue exposition.

Tous les points mesurés à l'extérieur de la centrale photovoltaïque respectent la législation.

|                       |                   |         |                                       |               |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 24 de 47 |

Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

12.2 Comparaison des mesures aux recommandations du CIRC

| N° du point | Champ d'induction magnétique en micro Tesla | Fois plus faible              | Recommandations          |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
|             |                                             | Que la recommandation du CIRC | du CIRC                  |
| point_16    | 0,04811                                     | 8,3                           |                          |
| point_15    | 0,04902                                     | 8,2                           |                          |
| point_14    | 0,08981                                     | 4,5                           |                          |
| point_13    | 0,158                                       | 2,5                           |                          |
| point_12    | 0,0479                                      | 8,4                           | Valeur à ne pas dépasser |
| point_11    | 0,04843                                     | 8,3                           |                          |
| point_10    | 0,04853                                     | 8,2                           |                          |
| point_9     | 0,04737                                     | 8,4                           | 0,4 micro Tesla          |
| point_8     | 0,08621                                     | 4,6                           |                          |
| point_7     | 0,06614                                     | 6,0                           |                          |
| point_6     | 6,251                                       | non                           |                          |
| point_5     | 0,04725                                     | 8,5                           |                          |
| point_4     | 3,997                                       | non                           |                          |
| point_3     | 0,04752                                     | 8,4                           |                          |
| point_2     | 0,05351                                     | 7,5                           |                          |
| point_1     | 0,739                                       | non                           |                          |

Tous les points mesurés à l'extérieur du parc montrent des valeurs inférieures aux recommandation du Centre International de la Recherche sur le Cancer basé à Lyon.

Les points dépassant la valeur de référence de 0.4 micro Tesla se trouvent à l'intérieur de la centrale Photovoltaïque.

|                       |                   |         |                                       |               |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 25 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58, 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

13 DECROISSANCE DU CHAMP D'INDUCTION MAGNETIQUE

Les panneaux solaires, par un processus de conversion photon-électron (Photon-électron), génèrent un courant continu qui lui-même émet un champ magnétostatique dit continu ou également dit Champ d'induction magnétique à fréquence nulle. Ce champ magnétostatique à fréquence nulle que l'on peut comparer à un aimant est réglementé par la législation. Cependant les courants générés par les panneaux photovoltaïques dernières génération ne sont pas élevés en comparaison avec les courants alternatifs 50Hz qui transitent par le poste de livraison.

En résumé la valeur limite de rayonnements légiférés à 50Hz et à ne pas dépasser est de 100 micro Tesla ou 100 000 nano Tesla. Les recommandations du CIRC sont de 0.4 micro Tesla ou 400 nano Tesla, valeurs à ne pas dépasser.

Également en résumé la valeur limite de rayonnements légiférés en champ magnétostatique (courant continu délivré par les panneaux photovoltaïques) et à ne pas dépasser est de 500 micro Tesla ou 500 000 nano Tesla.

Si on applique les lois de la physique à un panneau photovoltaïque, le niveau de rayonnement moyen généré est de 0.4 micro Tesla ou 400 nano Tesla à 10m, en champ magnétostatique. En repère, ce champ magnétostatique est 3 750 000 fois plus faible que le champ magnétostatique généré par un IRM de 1.5 Tesla.

On peut également comparer le champ magnétique terrestre à celui généré par un panneau solaire, le champ magnétique terrestre est 125 fois plus fort que le rayonnement d'un panneau solaire à 5m environ.

|                       |                   |         |                                       |               |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 26 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

## 14 CONCLUSION

Des mesures de champ d'induction magnétique alternatif ont été réalisées sur et en proximité de la centrale photovoltaïque du "Four à Chaux" situé à coté de la ville de DECIZE.

Les mesures ont été réalisées avec des matériels étalonnés de moins de deux ans ce qui est exigé par le fait que le bureau d'études Mantenna Expertise soit accrédité COFRAC (accréditation 1-6435).

Les mesures ont été réalisées avec une sonde adaptée à ce type de mesures, sonde placée sur un tripode (voir photo) qui est nécessaire pour valider les enregistrements placés en annexe.

Les sources principales, les plus puissantes de rayonnements électromagnétiques, sont le poste de livraison, les poste de transformation, les onduleurs...

Toutes ces mesures ont été réalisées en proximité des sources de rayonnements mais également en s'éloignant de celles-ci (décroissance du champ d'induction magnétique). Des mesures ont été faites en limite de la centrale et en proximité d'une habitation. Enfin des mesures ont été réalisées jusqu'à 200m du poste de livraison (source puissante) afin de quantifier les « résidus » de rayonnements.

En synthèse, à 30cm d'un poste de transformation placé sur la surface intérieure de la centrale, le champ d'induction magnétique est 16 fois plus faible que la législation et 16 fois plus fort que la recommandation internationale.

En limite de parcelle et à environ 8m du panneau solaire le plus proche, on trouve que le champ d'induction magnétique (au point 5) est **21 16 fois plus faible que la législation et 8.5 plus faible que la recommandation nationale fixée par le CIRC.**

Les mesures réalisées à différentes distances de la centrale (clôture, 50, 100, 150 et 200m) montrent des rayonnements tellement faibles qu'ils sont à peine mesurables car étant d'un niveau en limite de mesurage des appareils utilisés.

A titre indicatif et pour avoir un comparatif, des mesures ont été réalisées sur la commune de « La Machine ». Tous les résultats montrent des valeurs qui respectent la législation et sont également inférieures aux recommandations nationales (CIRC).

\*\*\*\*

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 27 de 47 |



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

## 15 BIBLIOGRAPHIE & NORMES

UTE C99-132 du 01/11/2010 PROTOCOLE POUR LA MESURE IN SITU DES CHAMPS MAGNÉTIQUES 50 HZ GÉNÉRÉS PAR LES OUVRAGES DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ.

NF EN 50499 Février 2009 Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques  
DI 2004/40/CE 29/04/2004 Directive concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) - (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE)

NF EN 50527-2-1 Août 2011 Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs aux champs électromagnétiques - Partie 2-1 : spécification d'évaluation pour les travailleurs avec un simulateur cardiaque

UTE C52-101 Mars 2000 Guide pour l'évaluation des champs électromagnétiques autour des transformateurs de puissance

CEI 62110 :2009 Août 2009 Champs électriques et magnétiques générés par les systèmes d'alimentation à courant alternatif - Procédures de mesure des niveaux d'exposition du public

Décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 : Application du 12° de l'article L. 32 du code des postes et télécommunications et relatif aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques

Directive 2004/40/CE du Parlement européen et du Conseil, du 29 avril 2004, concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (dix-huitième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE).

Décret 2016-1074 - Evaluation des risques électromagnétiques des travailleurs  
Le décret 2016-1074 du 3 Août 2016, qui définit les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour les travailleurs exposés aux ondes électromagnétiques, sera applicable dans les entreprises françaises à partir de Janvier 2017.

1999/519/CE: Recommandation du Conseil, du 12 juillet 1999, relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz).

\*\*\*\*\*

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 28 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16 ANNEXES

16.1 Point 1



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 29 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.2 Point 2



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 30 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.3 Point 3



| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 31 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.4 Point 4



| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 32 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.5 Point 5



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 33 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.6 Point 6



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 34 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.7 Point 7



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 35 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.8 Point 8



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 36 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.9 Point 9



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 37 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.10 Point 10



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 38 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.11 Point 11



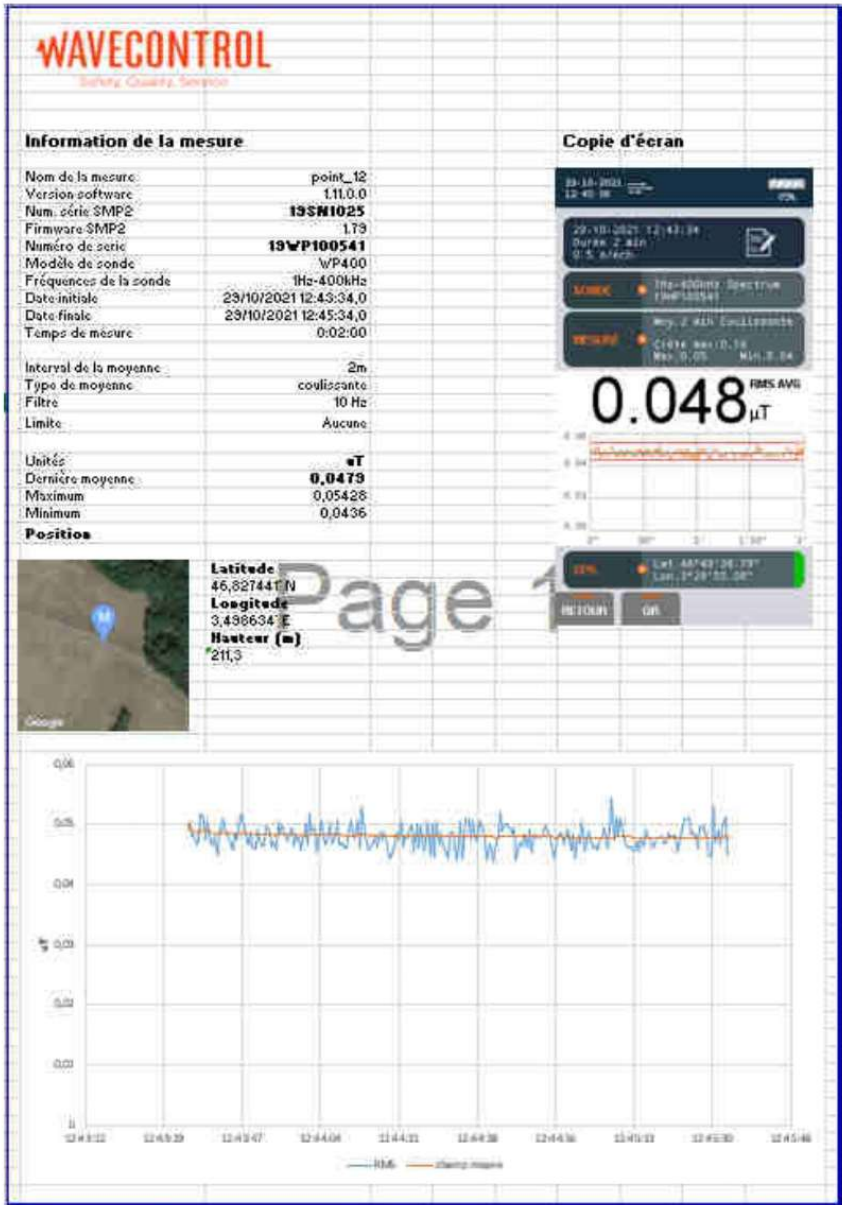
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 39 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.12 Point 12



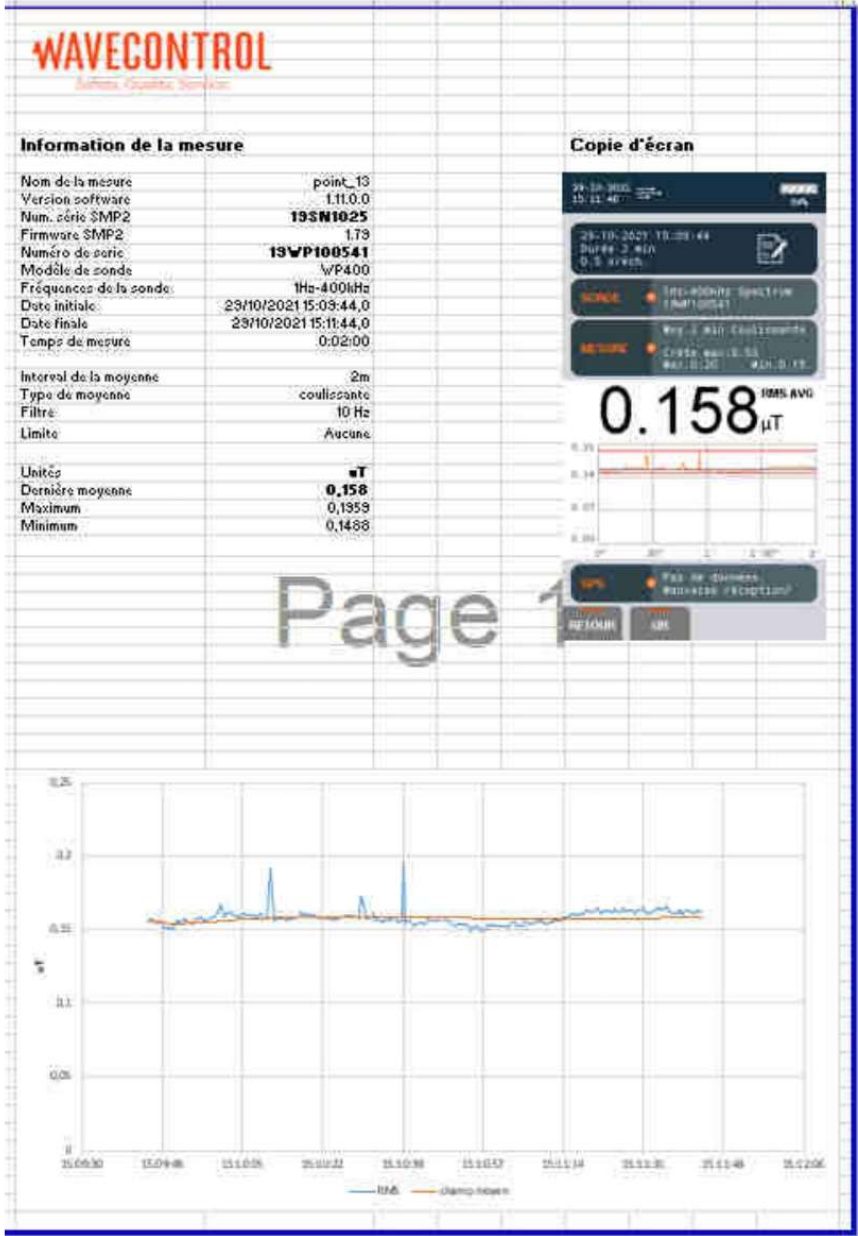
| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 40 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.13 Point 13



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 41 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.14 Point 14



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 42 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.15 Point 15



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 |         |                                          | Page 43 de 47 |
|                       |                   | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques |               |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Châtel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29 - 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

16.16 Point 16



| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 |         |                                          | Page 44 de 47 |
|                       |                   | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques |               |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la Piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères Le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

17 CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE



Measurements marked with this symbol (S) are not covered by the scope of the Laboratory's accreditation.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Number **21/06715**

Page 1 of 8 pages

LabCal - Wavecontrol  
Radio-electric Calibration Laboratory  
C/ Pallars 65-71  
08018 Barcelona (Spain)



|                       |                                                                                          |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ITEM                  | EM Field Meter<br>+ Isotropic EM Field Probe                                             |
| BRAND                 | Wavecontrol                                                                              |
| MODEL                 | Meter: SMP2<br>Probe: WP400                                                              |
| IDENTIFICATION        | Meter: 19SN1025<br>Probe: 19WP100541                                                     |
| APPLICANT             | MANTENNA<br>CAMPUS TERATEC - 2 RUE DE LA PIQUETTERIE<br>91680 BRUYÈRE LE CHÂTEL (France) |
| DATE/S OF CALIBRATION | 17/08/2021                                                                               |

Authorized Signatories:



Álvaro Granero  
Laboratory Technician

Date of issue: 19/08/2021



Signature Not Verified  
Digitally signed by  
Laurent Orsini  
Date: 2021.08.23  
09:29:01 +02'00'  
Reason: Wavecontrol  
Location: Brétignolles  
Laboratory Director

This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC, according to standard ISO 17025, which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national and international standards. ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). This Certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of Wavecontrol.

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 45 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la Piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères Le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 58 - 09 70 65 02 28 / 29, 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

18 COMMENT NOUS JOINDRE

Mantenna Expertise  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Exposition Humaine aux rayonnements non ionisants  
Compatibilité électromagnétique  
Blindages  
Connectivité radio  
Décharges électrostatiques

2, rue de la Piquetterie  
Campus Teratec  
91680 Bruyères Le Chatel

Tel:  
01 60 14 89 58

Portable:  
06 80 52 86 12

Email: [mantenna@orange.fr](mailto:mantenna@orange.fr)

Site web: [www.diagnostic-electromagnetique.com](http://www.diagnostic-electromagnetique.com)

| MANTENNA EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                    | Page          |
|--------------------|-------------------|---------|---------------------------------------|---------------|
|                    | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures électromagnétiques | Page 46 de 47 |

MANTENNA EXPERTISE  
2 rue de la piquetterie, Campus Teratec, 91680 Bruyères le Chatel  
Tel : 01 60 14 89 98 / 09 70 65 02 28 / 29 06 80 52 86 12



Mantenna Expertise  
Environnement Electromagnétique  
& Connectivité Radio  
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Fin de document

| MANTENNA<br>EXPERTISE | Code              | Edition | Status du document                       | Page          |
|-----------------------|-------------------|---------|------------------------------------------|---------------|
|                       | MANT_RAM_21_11_02 | 01      | Rapport de mesures<br>électromagnétiques | Page 47 de 47 |