

## Etude Technique - EDF Re - Compatibilité GSMR avec les installations solaires photovoltaïques - site BIARD-LES RENARDIERES



**DATE: 03/09/2021**

**DOCUMENT VERSION: 2.0**

Contacts :

Sylvain JUNIQUE – [sylvain.junique@axians.com](mailto:sylvain.junique@axians.com)

Avotra ANDRIAMITSIRISOA – [avotra.andriamitsirisoa@axians.com](mailto:avotra.andriamitsirisoa@axians.com)

## Table of contents

1	Contexte / Objectif .....	4
2	Documentation et Données d'entrées .....	4
3	Outils.....	5
4	Acronymes.....	5
5	Périmètre et caractéristiques techniques .....	6
5.1	Localisation géographique de la zone .....	6
5.1.1	Vu sous GE – Site GSMR Biard – Les Renardières .....	6
5.1.2	Plan de masse de la centrale solaire de Biard – Les Renardières.....	7
5.2	Description générale de la centrale solaire de Biard – Les Renardières .....	8
5.2.1	Structure des modules photovoltaïques.....	8
5.2.2	Composition et caractéristiques de la centrale : .....	9
5.2.3	Traitements des constructions .....	9
5.3	Caractéristiques techniques de la couverture GSMR sur la zone .....	9
5.3.1	Détails de la ligne.....	9
5.3.2	Couverture radio GSMR .....	11
5.3.3	Qualité radio (QoS).....	12
6	Analyse risque dégradation / interférence (CEM).....	13
6.1	Configuration du Parc Photovoltaïque.....	14
6.2	Etude Electromagnétique des équipements du système Photovoltaïque....	15
6.2.1	Panneaux et modules Photovoltaïques.....	15
6.2.2	Onduleurs .....	15
6.2.3	Poste de Livraison : Le transformateur .....	16
6.2.4	Les câbles / liaisons électriques.....	18
6.2.5	Bilan : Equipements du parc Photovoltaïque .....	18
6.3	Etude Electromagnétique des autres équipements installés sur la Parc .....	19
6.3.1	Interfaces locales .....	19
6.3.2	Interfaces extérieures (avec le centre de contrôle / supervision) .....	19

6.4	Bilan de l'étude concernant le risque d'interférence / perturbations électromagnétiques.....	20
7	Analyse préventive -Compatibilité GSMR.....	21
7.1	Impact Couverture radio .....	21
7.2	Impact PEF.....	22
7.3	Impact Qualité .....	23
8	Conclusion de l'étude d'impact.....	24

# 1 Contexte / Objectif

Le projet CENTRALE SOLAIRE EDF consiste à réaliser une centrale solaire photovoltaïque au sol pour la production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil. Le site sur lequel la centrale est envisagée se situe sur la commune de Biard, le long de la LGV Tour – Bordeaux (SEA).

Le terrain d'implantation est bordé à l'est par la voie ferrée entre les PK 95,9 et 96,6 de la ligne Grande Vitesse n°566000 (10000SEA).

Le site BTS GSM-R appelé PCA\_BIARD assure actuellement la couverture radio GSM-R sur cette zone.

Le site BTS GSM-R PCA\_BIARD est maintenu et exploité par MESEA dans le cadre de la couverture de la ligne SEA.

L'objet de cette étude est de vérifier que l'implantation de la centrale solaire photovoltaïque ne présente pas de risque de dégradation ou de perturbation du réseau GSM-R.

L'étude consiste en premier lieu à montrer le fonctionnement radio (couverture, respect PEF) actuel du GSM-R et par la suite réaliser une analyse préventive sur la zone de Biard-Les renardières afin de détecter les éventuels risques de dégradations qualités sur le réseau GSM-R.

# 2 Documentation et Données d'entrées

L'étude s'appuie sur la documentation de référence suivante :

- **Documentation SEA (COSEA)**
  - o Note Technique –GTIES-CT006-D0 (DESIGN RADIO GSMR SEA - LIGNE 566000)
  - o PROGRAMME D'EXPLOITATION FERROVIAIRE GSM-R : GTINXCT007\_G0\_PEF.pdf
  - o Rapport Essais
    - Non dégradation (SNCF) : LGV SEA - Rapport Non-dégradation V5.1
    - Rapport recettes radio COPGV-RR810-A2 GSM-R GV
- **Fichiers de mesures ROMES** réalisés en train de mesure sur la LGV
  - o Mesure LGV SEA Mai 2017
    - ✓ 20170530\_10h00\_VEndome\_Bordeau\_IRIS320-SK\_CWBrutes - 100m
    - ✓ 20170530\_13h30\_Bordeau\_Pk62\_IRIS320-SK\_CWBrutes - 100m
- **Données EDF**
  - o Tableau résumé « Fiche technique équipement PV » Mail envoyé par Emile Mocchi (Ingénieur Projets EDF Renouvelables France) le 10/08/2021
  - o 2021 \_ Juillet \_ Lancement GSM-R.pptx

- FICHE\_TECHNIQUE\_TDS\_IMEFY\_20306.21.3-A 4000 (simple).pdf
- Aire d'étude BIARD - Les Renardières.pdf
- PDL 7.7MX2.6M.pdf
- PTR\_1.8-3MW\_AOCRE\_062018.pdf
- PTR\_3.6-6MW\_AOCRE\_062018.pdf
- Spécification équipements :
  - SUN2000
    - SUN2000-215H0 EMC Cert\_BV\_20200529\_en.PDF
    - SUN2000-215KTL-H0 Datasheet-(20201027).pdf
- Autres sources
  - Analyse du risque sanitaire lié aux centrales photovoltaïques au sol - EFFETS DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES (Etude IDE Environnement – Avril 2013)
  - Site internet : <http://www.photovoltaique.info/>

## 3 Outils

Les outils et versions utilisés dans le cadre de cette étude sont :

- Atoll version 2.8.2 : logiciel de simulation de couverture
- Volcano version 3.4.2.7 (SIRADEL) : outil de calcul de la propagation
- SIG RMES – base du 10/04/2020 (SNCF Réseau) : ensemble des données GSM-R intégrées dans Google Earth

## 4 Acronymes

Dans le cadre de cette étude, plusieurs acronymes génériques sont utilisés. Ce chapitre regroupe les principales définitions nécessaires à la bonne compréhension de ce document

GSM-R / GSMR	Global System for Mobile Communications Railways
CEM	Compatibilité Electro-Magnétique
DCO	Distance de Couverture d'Obstacle
EIRENE	European Integrated Radio Enhanced Network ( <i>i.e.</i> specifications radio GSM-R - UIC).
PEF	Programmes d'Exploitations Ferroviaires
PK	Point Kilométrique
PV	Photovoltaïque
ZAL	Zone d'Appel Local
ZAR	Zone d'Appel Régulateur
ZDA	Zone de Diffusion de l'Alerte Radio

## 5 Périmètre et caractéristiques techniques

### 5.1 Localisation géographique de la zone

#### 5.1.1 Vu sous GE – Site GSMR Biard – Les Renardières

Le pylône GSMR PCA\_BIARD se situe au niveau du PK 96,7 de la ligne LGV n°566000. Le site GSM-R PCA\_BIARD assure actuellement la couverture de la ligne LGV n°566000 (SEA10000) du PK 91,46 à 100,9.

Le terrain d'implantation de la centrale solaire photovoltaïque se situe entre les PK 95,9 et 96,6 (700m) de la ligne grande vitesse n°566000. Le site GSM-R le plus proche PCA\_BIARD est à une distance d'environ 145m de la centrale solaire EDF de Biard – Les Renardières.



Figure 1 –Localisation site GSM-R PCA\_BIARD

Les sites GSMR encadrants sont :

- PCA\_MIGNE AUXANCES LGV (au nord/ PK 2,82 de la ligne N°10008 (89,4-LGV 566000))
- PCA\_FONTAINE LE COMTE NORD (au sud/ PK 102,3 /Ligne N° 566000)

### 5.1.2 Plan de masse de la centrale solaire de Biard – Les Renardières

La superficie clôturée du terrain est de 10 Ha.

Le terrain d'implantation de la centrale solaire EDF Biard – Les Renardières se situe du côté ouest de la voie ferrée LGV n°566000

L'ensemble des éléments qui constituent la centrale solaire photovoltaïque longe la voie ferrée sur une longueur estimée à 700m.



Figure 2 – Plan de Masse - Centrale Solaire Biard – Les Renardières

## 5.2 Description générale de la centrale solaire de Biard – Les Renardières

### 5.2.1 Structure des modules photovoltaïques

La centrale sera composée de structures fixes sur lesquelles seront fixés des modules photovoltaïques.

Le système appelé "fixtilt" – inclinaison 10° permet en orientant les structures au sud de capter le soleil durant la journée.

Les technologies solaires photovoltaïques utilisés est le silicium cristallin.



*Figure 3 – Modules photovoltaïques*

Le nombre prévisionnel de panneaux à installer est de :

- 227 structures de taille 3\*27
- 102 structures de taille 3\*9

L'énergie produite par chaque table est centralisée dans des onduleurs dits de branche répartis sur la centrale, de manière à convertir le courant continu en courant alternatif.

L'énergie produite par chaque onduleur est ensuite collectée dans le poste transformateur pour être transformée en haute tension (20kV) et raccordée sur le réseau 20kV d'ENEDIS.



### 5.2.2 Composition et caractéristiques de la centrale :

Le projet de centrale solaire de Biard – Les Renardières présente les caractéristiques suivantes :

- 379 Panneaux photovoltaïques de technologies cristallin
- 1 PTR avec 1 transformateur de puissance 4 MVA
- 1 PTR avec 2 transformateurs de puissance 3MVA.
- 50 onduleurs de technologies décentralisés -puissance 185 kVA/kW

Concernant le réseau de communication interne pour les équipements auxiliaires (ex : capteurs de mouvements, caméra de supervision...), celui-ci sera exclusivement filaire (liaison cuivre et/ou fibre optique) avec en secours des antennes opérateurs (GSM).

### 5.2.3 Traitements des constructions

L'ensemble des structures des tables est de type métallique galvanisé à chaud.

Les modules photovoltaïques sont composés de :

- Verre
- Silicium cristallin
- Membrane en sous face
- Cellules photovoltaïques

Le poste transformateur sera de type poste boccage béton de hauteur 3m par rapport au sol.

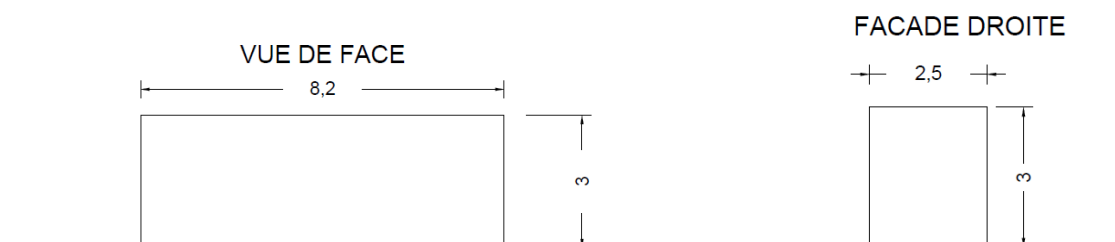


Figure 5 – Plan de poste transformateur

## 5.3 Caractéristiques techniques de la couverture GSMR sur la zone

### 5.3.1 Détails de la ligne

La figure ci-dessous montre les caractéristiques de l'exploitation ferroviaires sur la ligne LGV n° 566000 autour de la zone d'implantation de la centrale solaire de Biard – Les Renardières (PK 95,9 - 96,6).

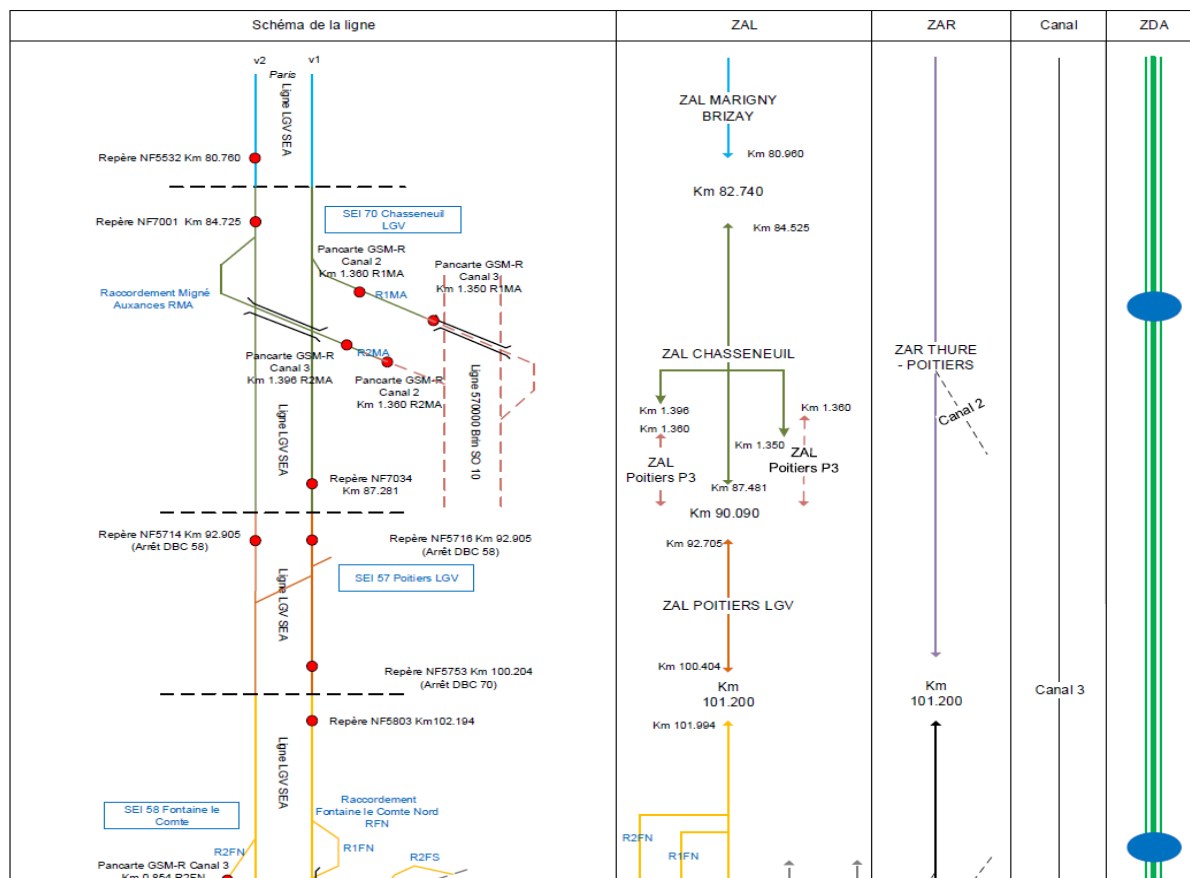


Figure 6 – Extrait Détails de la Ligne - PEF LGV SEA Tours-Bordeaux

ZAL ou ZAR traitée dans ce PEF	
ZAL ou ZAR traitée hors ce PEF	
Point singulier avec Km réel	
Zone urbaine	
Zone intermédiaire	
Zone pleine voie	
Point particulier de traitement de la ZDA au raccordement (sera traité dans le chapitre 7 )	
Km limite de ZAL	<p>Km ajusté à la règle des 200 mètres (*) </p> <p>Km point médian</p> <p>Km ajusté à la règle des 200 mètres (*) </p>

Compte tenu de la figure ci-dessus, il n'y a pas d'éléments PEF particuliers type tolérances de limite ZAL/ZAR/ ZDA sur la zone.

- La ZDA est de type pleine voie.
- L'implantation des panneaux photovoltaïques (entre les PK 95,9 et 96,6) est dans la ZAR Thur - Poitiers [56,56 – 101,200]
- L'implantation des panneaux photovoltaïques (entre les PK 95,9 et 96,6) est dans la ZAL Poitiers LGV [91,46\_ 100,9] sur les voies principales

### 5.3.2 Couverture radio GSMR

Le pylône du site GSMR PCA\_BIARD situé au niveau du PK 96,7 de la ligne LGV n°566000 est à une distance d'environ 145m de la zone d'implantation des panneaux solaires photovoltaïques Biard-Les Renardières (cf. figure 1).

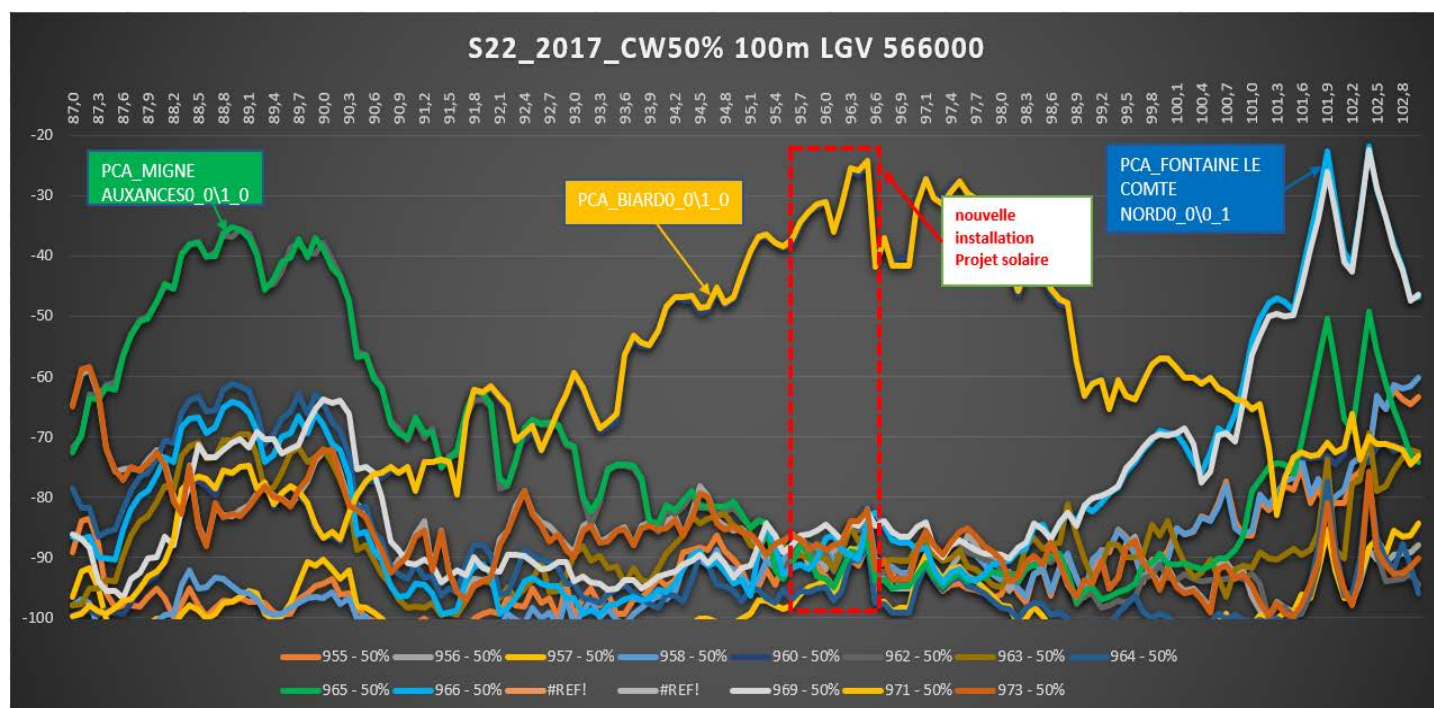


Figure 7 – Courbes CW mesures zone de Biard- Les Renardières - LGV 566000

La couverture GSMR sur la zone de l'installation du projet solaire photovoltaïque de Biard – Les Renardières est assurée par les cellules PCA\_BIARDO\_0\1\_0 avec un très bon niveau de champ entre -24 dBm à -42 dBm.

Actuellement (en l'état) : Aucun risque de résurgence n'est connu sur cette zone.

### 5.3.3 Qualité radio (QoS)

La figure ci-dessous montre la cartographie des RXQual en COM sur les cellules LGV GSM-R couche 0 autour de BIARD

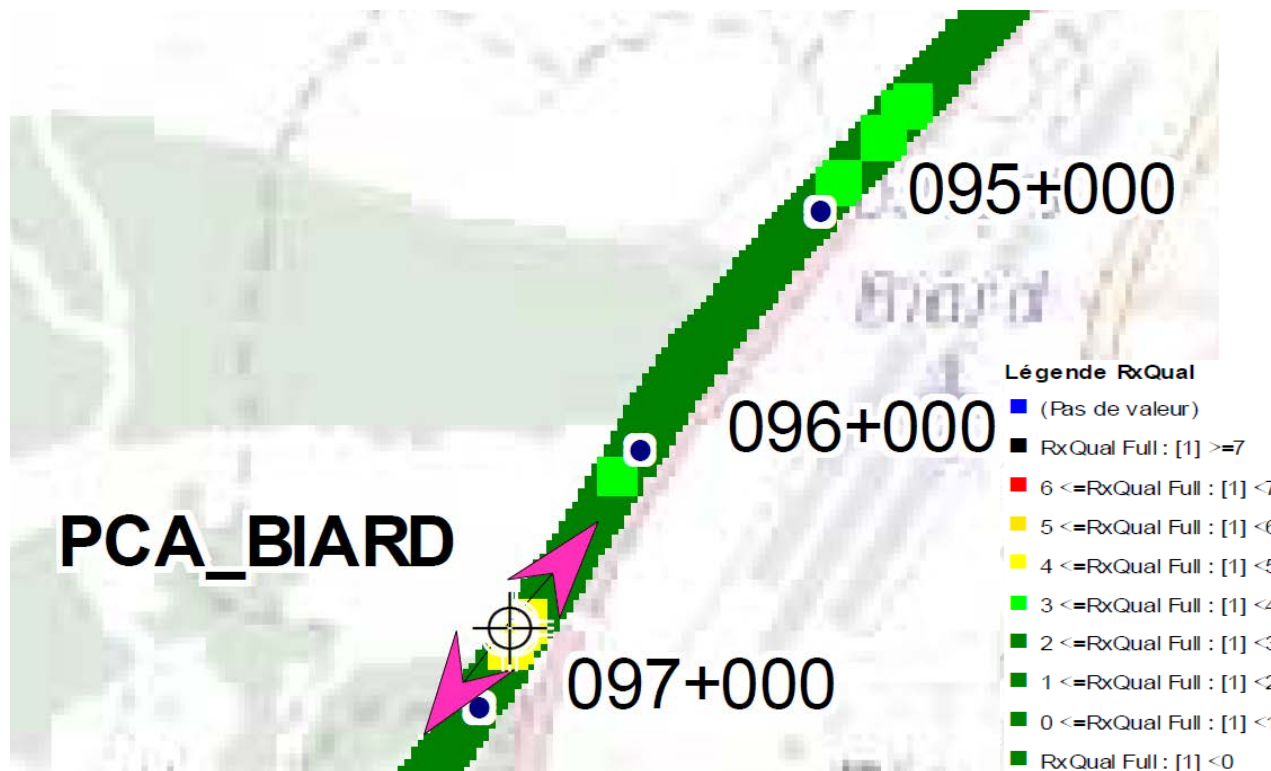


Figure 8 – Cartographie RXQUAL en com -couche 0 -zone Biard – Les Renardières - LGV 566000

Aucune dégradation qualité significative n'est relevée autour des PK 95,6 et 96,6 de la ligne LGV n° 566000 couvertes actuellement par les cellules GSM-R PCA\_Biard 0\_0\1\_0. Les valeurs des RXQual sont inférieures à 3.

## 6 Analyse risque dégradation / interférence (CEM)

Le risque de dégradation ou d'interférence du signal radio peut trouver son origine au travers de 2 éléments perturbateurs :

- Champ électrique
- Champ électromagnétique

Il convient ici de distinguer les sources de champs magnétiques et les sources de champs électriques. Alors que le champ magnétique est généré par le passage du courant, le champ électrique provient de l'accumulation de charges électriques, exprimée par la tension.

On peut classer les sources de champ magnétique 50 Hz en deux grandes familles :

- la première est celle des réseaux électriques. Leur champ magnétique est proportionnel au courant circulant dans les câbles. Il décroît à proportion du carré de la distance aux câbles ( $1/d^2$ ).
- la deuxième famille est celle des sources localisées, qui comprend notamment tous les équipements électriques « actifs ». Leur champ magnétique dépend de la technologie de l'appareil, et n'est en général pas proportionnel au courant consommé. Il décroît à proportion du cube de la distance ( $1/d^3$ ), ce qui le rend rapidement négligeable.

**Cette étude ne constitue pas une analyse exhaustive du niveau de Compatibilité Electromagnétique (CEM) sur les installations ferroviaires, mais vise uniquement à apprécier le risque de dégradation ou de perturbation du signal radio GSM-R par les infrastructures de la centrale Photovoltaïque.**

A noter :

- Les risque de champs électriques et électromagnétiques générés par les lignes électriques Haute Tension (ENEDIS) sont hors scope / périmètre de cette étude.
- Cette analyse s'appuie notamment sur l'étude réalisée concernant initialement les Risques sanitaires de Centrales photovoltaïques au sol. En effet bien que le risque sanitaire ne soit pas le propos de cette analyse, l'étude réalisée décrit notamment le fonctionnement de chaque équipement « actif » constituant un parc Photovoltaïque avec une première analyse sur les niveaux générés des champs électriques et électromagnétiques. Ces éléments repris dans l'analyse ci-après permettent notamment d'apprécier les niveaux et risques générés par rapport à la couverture radio GSM-R.
- Sources :
  - o Site internet : <http://www.photovoltaique.info/>
  - o Guide sur la prise en compte de l'environnement dans les installations photovoltaïques au sol – L'exemple allemand, ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, janvier 2009).
  - o Rapport d'expertise collective, Effets sanitaires des champs électromagnétiques basses fréquences – AFSSET, mars 2010
  - o Rapport d'expertise remis à la Direction Générale de la Santé le 8 novembre 2004

- intitulé « Champs Magnétiques d'Extrêmement Basse Fréquence et Santé »
- Fiche « Champs électromagnétiques » de l'INRS – Les lignes à haute tension et les transformateurs, ED 4210 Les champs électromagnétiques de très basse fréquence – EDF et RTE.

## 6.1 Configuration du Parc Photovoltaïque

Dès qu'elles reçoivent une certaine quantité de lumière, les surfaces photovoltaïques (cellule ou film mince) intégrés dans un module se mettent à produire de l'électricité sous forme de courant continu à une tension nominale, dont l'intensité augmente avec la quantité de lumière reçue jusqu'à ce que la puissance délivrée atteigne la puissance nominale ou "puissance crête".



Figure 10 – Modules photovoltaïques

Les émetteurs potentiels d'ondes électromagnétiques sont :

- Les modules photovoltaïques
- Les onduleurs,
- Le ou les transformateur(s),
- Les câbles électriques :
  - Les câbles électriques acheminant le courant continu au poste de conversion,
  - Les lignes électriques moyennes tensions reliant les postes de conversion au poste de livraison,
  - Les câbles de raccordement au réseau extérieur.

A ces équipements spécifiques au fonctionnement du système photovoltaïque s'ajoutent tous les équipements actifs pouvant utiliser des ressources radio comme interface principale, dont :

- Système de détection (intrusion)
- Systèmes de détections incendie
- Systèmes de maintenance et de supervision
- Caméra / vidéosurveillance

## 6.2 Etude Electromagnétique des équipements du système Photovoltaïque

### 6.2.1 Panneaux et modules Photovoltaïques

Etant donné que les panneaux solaires photovoltaïques produisent de l'électricité en courants continus, seuls des champs électriques et magnétiques statiques sont générés.

A quelques centimètres de distance des panneaux et des câbles, les champs sont plus faibles que les champs naturels notamment le champ magnétique terrestre.

La production et le transport d'électricité des panneaux photovoltaïques au poste de conversion ne présente donc aucun risque de dégradation de la couverture radio GSM-R

➔ **Risque dégradation / perturbation : négligeable**

### 6.2.2 Onduleurs

L'onduleur va permettre la transformation du courant continu produit par des panneaux photovoltaïques en courant alternatif identique à celui du réseau de distribution (soit avec une fréquence de 50 Hz).

Les champs électromagnétiques produits par un onduleur sont donc des champs extrêmement bas fréquences ( $f < 300\text{Hz}$ ). Ces équipements sont réputés pour générer un champs électromagnétique suffisamment important et susceptible d'agir sur des équipements radio.

En effet, dans le cadre des installations photovoltaïques domestiques (ie sur le toit d'une habitation), de nombreux cas ont été recensés où l'installation agissait sur certains équipements et perturbait la réception radio (FM) ou télé (TNT).

Cependant dans le cadre d'une installation industrielle d'un parc photovoltaïques, les onduleurs doivent respecter impérativement la réglementation en termes de Compatibilité Electromagnétique. A cet effet, tous les onduleurs industriels sont désormais théoriquement blindés pour limiter les fuites électromagnétiques.

En outre, en considérant la distance de ces équipements par rapport à la voie, le niveau résiduel de champ électromagnétique au niveau des voies reste très faible.

A noter que les champs électromagnétiques étant cumulatifs, le nombre d'onduleurs déployés sur le parc photovoltaïque pourrait augmenter significativement le niveau du champ électromagnétique basse fréquence généré au niveau de l'ensemble du parc Photovoltaïque. Toutefois, au regard de la distances entre ces équipements, et de la distance à la voie ferrée (> 80m pour l'équipement le plus proche), le champ électromagnétique résiduel demeure faible au niveau de la voie ferrée.



Figure 11 – Distance Voie Ferrée LGV 566000 vs 1<sup>er</sup> Onduleur Biard – Les Renardières

➔ **Risque dégradation / perturbation : faible**

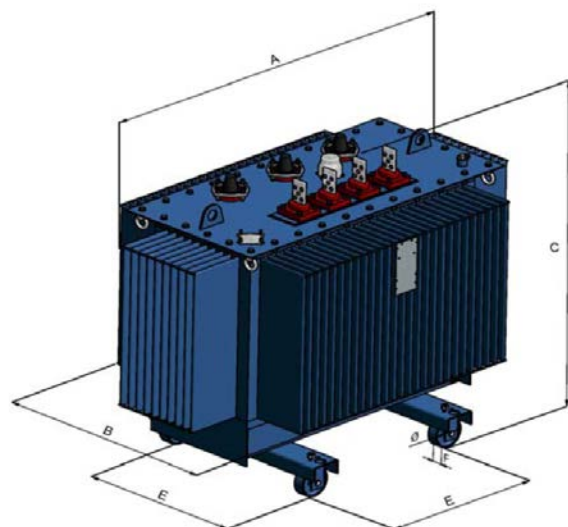
Bien que ce risque soit relativement faible, il est nécessaire de s'assurer que tous les équipements onduleurs envisagés respectent bien les normes CEM en vigueur afin d'éviter toute pollution en dehors du parc Photovoltaïque.

### 6.2.3 Poste de Livraison : Le transformateur

Dans le cas présent, le transformateur situé dans le poste de livraison est un appareil destiné à modifier la tension électrique du courant. Il peut permettre d'élever la tension, par exemple en sortie de centrale de production, de 20 000 à 400 000 volts, afin de rendre l'électricité transportable sur



de longues distances, en limitant les pertes électriques (effet joule).



**POIDS ET DIMENSIONS APPROXIMATIFS**

Longueur (A)	2580 mm
Largeur (B)	1680 mm
Hauteur (C)	2340 mm
Entre roues (E)	1070 mm
Largeur des roues (F)	70 mm
Diamètre des roues (Ø)	200 mm
Poids de réfrigérant	1980 Kg
Volume de réfrigérant	2305 L
Poids total	9750 Kg

**CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES**

Puissance nominale	4000 kVA
Tension nominale H.T.	20,0 - 15,00 kV
Tension nominale B.T.	800 V
Prises	±2,5±5 %
Couplage	Dyn11
Fréquence	50 Hz
Refroidissement	ONAN

Figure 12 – Le Transformateur de courant

La transformation du courant s’effectue par l’intermédiaire de deux enroulements disposés de façon concentrique, destinés à échanger l’énergie grâce au circuit magnétique.

Le principe de fonctionnement repose sur le transfert d’énergie par induction électromagnétique : le premier enroulement reçoit l’énergie électrique et la transforme en énergie magnétique par induction.

Le deuxième enroulement, traversé par le champ magnétique produit, fournit un courant alternatif de même fréquence mais de tension différente. Ce dispositif est placé dans un liquide isolant (le plus souvent de l’huile) qui assure également le refroidissement.

La principale source de champs électromagnétiques dans le cadre d’un poste électrique est représentée par les transformateurs qui seront installés sur le parc photovoltaïque.

Le transformateur étant conçu de façon à concentrer le champ magnétique en son centre, il est donc très faible aux alentours du transformateur (en moyenne de 20 à 30 µT). Le champ électrique mesuré est également très faible, de l’ordre de quelques dizaines de V/m. (Source : Fiche INRS – Les lignes à haute tension et les transformateurs, ED 4210). Le transformateur fonctionne sur le 50Hz, le champ électromagnétique généré reste donc en basse fréquence.

En considérant que le poste de transformation est implanté à une distance >> 10m de la voie ferrée et des équipements GSM-R, le champ électromagnétique reste négligeable.

➔ **Risque dégradation / perturbation : négligeable**

#### 6.2.4 Les câbles / liaisons électriques

En dehors des lignes très hautes tensions du réseau ENEDIS (hors périmètre de cette étude), les câbles électriques, du fait de leur répartition sur l'ensemble du parc et de la puissance transportée limitée (116KVA par onduleur) ne présentent pas de risque significatif de perturbation sur le réseau GSM-R.

→ **Risque dégradation / perturbation : négligeable**

#### 6.2.5 Bilan : Equipements du parc Photovoltaïque

L'analyse réalisée ci-avant met en exergue 2 facteurs structurants sur l'appréciation du risque de perturbation du réseau radio GSM-R :

- 1- Tous les champs électromagnétiques générés sont en basse fréquence (50Hz). Il n'y a donc pas de risque dans l'approche fréquentielle puisque le GSM-R fonctionne sur la bande 900 Mhz, soit très éloigné de la fréquence du réseau électrique 50Hz. En tant que tel, **le risque d'interférence (au sens propre) est donc négligeable**. A noter, que les transformateurs peuvent utiliser des fréquences intermédiaires pour assurer la transformation du courant continu en courant alternatif (généralement un multiple de 50Hz), toutefois ces fréquences restent exclusivement en très basse fréquence comparativement à la bande radio GSM-R.
- 2- Au-delà de l'approche « unitaire » et de l'influence de chaque équipement, il est nécessaire d'apprécier l'installation globale en prenant en compte l'effet « cumulatif » de chaque équipement. En particulier, le nombre d'équipements déployés dans le cadre d'une centrale Photovoltaïque est conséquent :
  - 277 structures 3\*27 panneaux photovoltaïques de puissance 43 KWc
  - 102 structures 3\*9 panneaux photovoltaïques de puissance 14 KWc
  - 50 onduleurs de puissance 185 KVA chacun
  - 1 PTR avec 1 Transformateur de 4MVA
  - 1 PTR avec 2 Transformateurs de 3 MVA
  - 1 réseau de câbles électriques pour l'acheminement de l'électricité produite vers le poste de transformation

Ces équipements génèrent un champ électrique et électromagnétique non nuls. Cependant au regard de la puissance électrique limitée de chacun de ces éléments (en dehors du poste transformateur), de leur distribution répartie sur l'ensemble du parc et de la distance à la voie, **le niveau résiduel perturbateur généré au niveau de la voie reste faible voire négligeable**.

→ **Risque dégradation / perturbation : négligeable / faible**

### 6.3 Etude Electromagnétique des autres équipements installés sur la Parc

La finalité de ce chapitre n'est pas de déterminer le risque électromagnétique généré au niveau de chaque équipement actif installé sur le parc (impact négligeable par définition), mais de s'assurer qu'aucun équipement du fait d'une interface radio par exemple, ne puisse venir perturber ou dégrader le réseau radio GSM-R.

- Système de détection (intrusion)
- Systèmes de détections incendie
- Caméra / vidéosurveillance
- Systèmes de télémaintenance et de supervision

#### 6.3.1 Interfaces locales

Dans le cas du projet Solaire de Biard-Les Renardières, tous les équipements permettant d'assurer le bon fonctionnement du parc fonctionnent exclusivement via un réseau filaire (cuivre ou fibre optique) : Il n'y a aucune interface radio entre les équipements du parc.

➔ **Risque d'interférence : négligeable / nul**

#### 6.3.2 Interfaces extérieures (avec le centre de contrôle / supervision)

Le parc photovoltaïque sera interconnecté au réseau de contrôle / supervision via une liaison radio data s'appuyant sur le réseau radio mobile (3G/4G) d'un des opérateurs publics (choix non arrêté à date).

Cette liaison radio (pouvant y compris être réalisée dans la bande 900Mhz comme le GSM-R) reste commune à tout appel réalisé sur le réseau mobile. La séparation des canaux dans la bande 900Mhz permet d'éviter tout risque de chevauchement / recouvrement de spectre entre les opérateurs et le GSM-R. Il n'y a donc aucune contre-indication à ce que le système de supervision repose exclusivement sur le réseau radio mobile d'un opérateur public.

➔ **Risque d'interférence : négligeable / nul**

#### **6.4 Bilan de l'étude concernant le risque d'interférence / perturbations électromagnétiques**

**Sur la base des analyse réalisées ci-avant, aucun risque significatif n'a été identifié dans le cadre de cette étude et pouvant avoir un impact (interférence, dégradation) sur le réseau radio GSM-R de la ligne LGV SEA.**

A noter que l'influence électromagnétique générée sur l'ensemble de la centrale solaire photovoltaïque sur les ondes radio GSM-R (déformation du lobe principal) est un phénomène connu, mais très difficilement modélisable. A titre d'exemple, les lignes très hautes tension peuvent agir partiellement comme un guide d'onde. Ce phénomène pouvant modifier la propagation de l'onde radio GSM-R sera pris en compte dans le gabarit retenu pour l'étude de compatibilité GSM-R et détaillé dans la 2<sup>nd</sup>e partie de l'étude traitée ci-après.

## 7 Analyse préventive -Compatibilité GSMR

### 7.1 Impact Couverture radio

Pour des éventuels masques ou d'autres phénomènes radio (interférence, réflexion, ...) pouvant entraîner des distorsions du signal GSM-R, l'estimation de l'atténuation retenue dans le cadre de cette étude est de l'ordre de 5 dB.

Comme indiqué sur la figure ci-dessous (en pointillé orange), le niveau de couverture radio GSM-R sur la zone restera très bon avec un niveau supérieur à -47dBm. Le seuil de couverture EIRENE (-92dBm à 95%) serait respecté.

Il n'y a pas de risque de résurgence constaté autour de la zone.

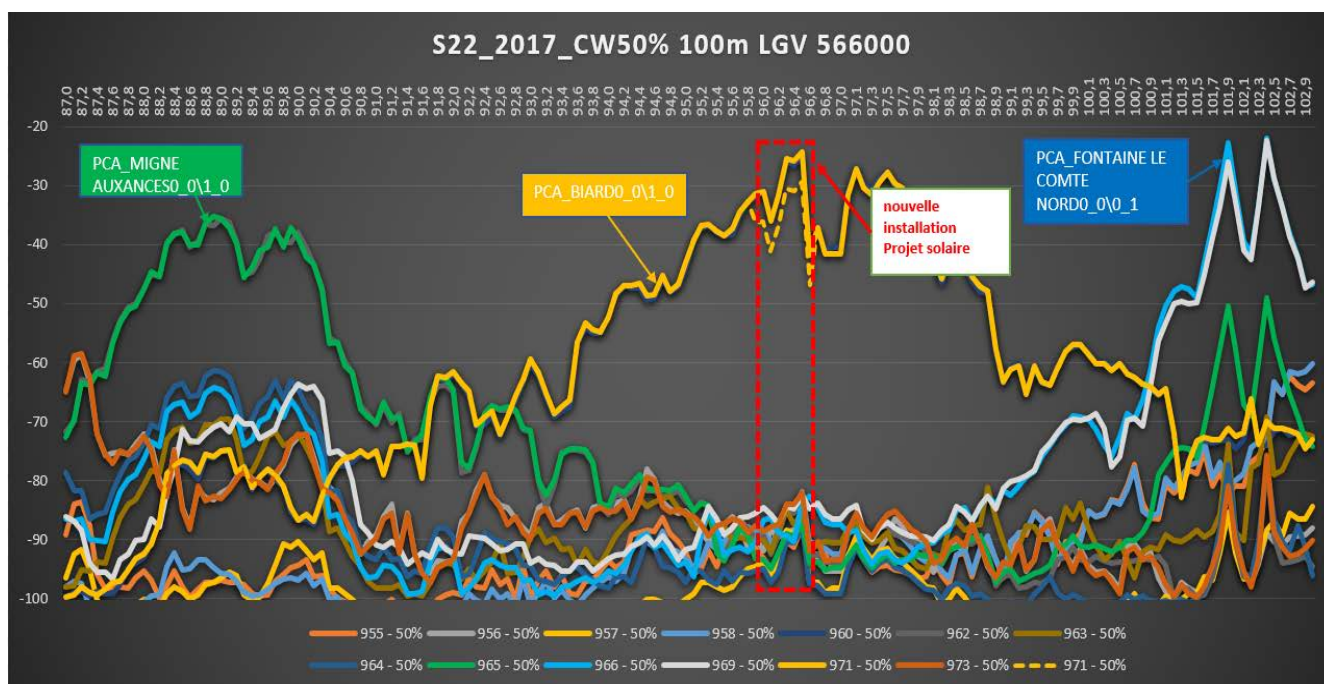


Figure 13 – Courbes CW mesures zone Biard – Les Renardières +Atténuation - LGV 566000

Le niveau de couverture radio sur la zone de recouvrement de PCA\_BIARDO\_0\1\_0 et de ses cellules encadrantes restera supérieur à -80dBm.

➔ Risque dégradation / perturbation : faible

## 7.2 Impact PEF

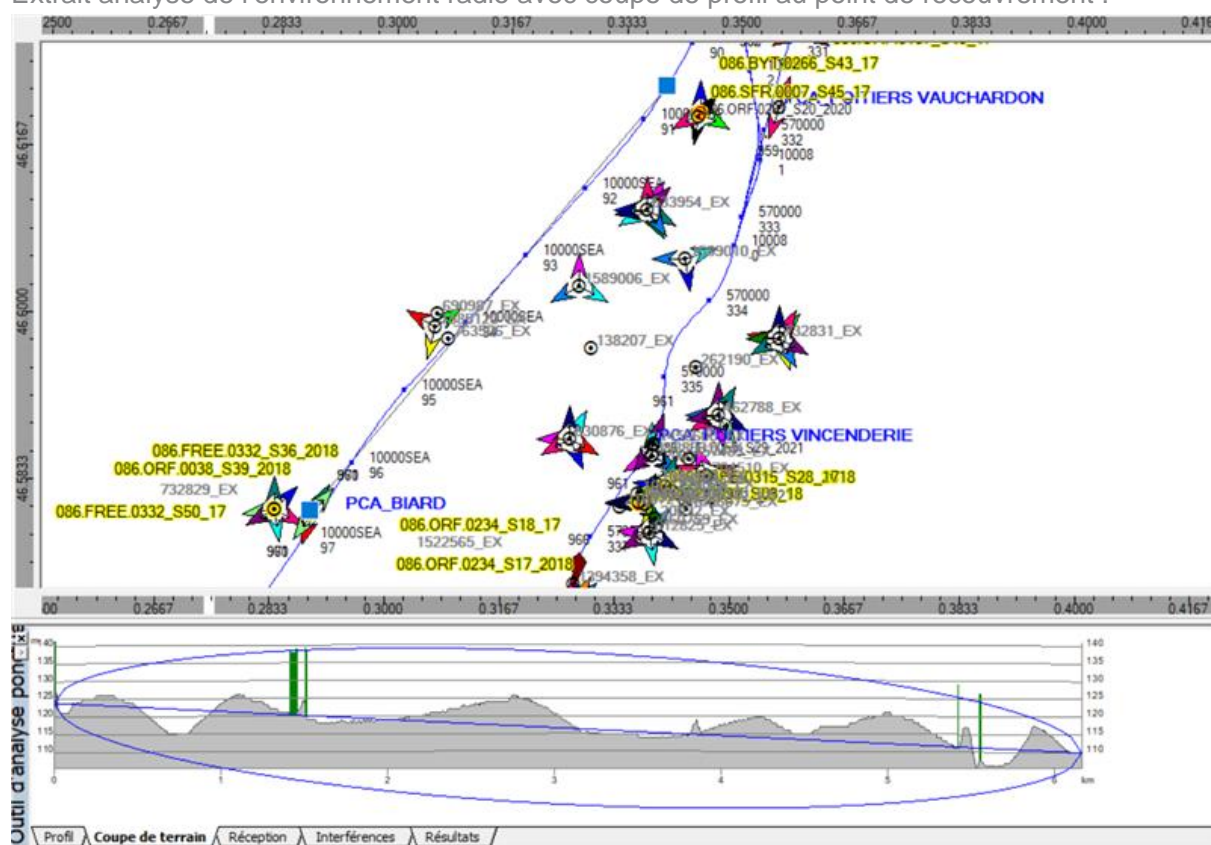
Les tailles des cellules encadrantes la zone d'implantation de la centrale solaire de Biard (cellules GSM-R PCA\_BIARD0\_0\1\_0) seront relativement similaires à la situation actuelle et ne devraient pas être impactés par la centrale photovoltaïque du fait de la localisation du site GSM-R.

Le risque de modification en termes de tailles de cellules et diffusion d'alerte ZDA restent faibles.

La distance de couverture d'obstacle ( $2 \times DCO$ ) sera conservée comme la situation actuelle.

Il n'y a pas de tolérance de limite ZAL/ZAR/ZDA autour de la zone d'implantation du projet solaire de Biard – Les Renardières. Les tolérances encadrantes, en particulier avec la ZAL de CHASSENEUIL ne devraient pas être impactées par l'effet « masque » des infrastructures de la centrale photovoltaïque.

Extrait analyse de l'environnement radio avec coupe de profil au point de recouvrement :



➔ Risque dégradation / perturbation : Faible

### 7.3 Impact Qualité

L'implantation de la centrale solaire photovoltaïque de Biard – Les Renardières de devrait pas occasionner d'impact sur la qualité du service GSMR sur cette zone (PK 95,9 - 96,6 LGV n° 566000). Aucun élément connu n'est identifié pour le moment qui serait susceptible de présenter des risques majeurs sur la qualité radio du GSMR.

→ Risque dégradation / perturbation : faible

## 8 Conclusion de l'étude d'impact

Après analyse des contraintes PEF, Cartographie qualité, courbes CW sur la ligne grande vitesse n° 566000 entre les PK 95,9 et 96,6, le projet d'implantation de la centrale solaire photovoltaïque Biard – Les Renardières sur le site de Biard ne présente pas de risque identifié sur le service radio GSM-R.

Au regard de la présence du site GSMR à côté, de la zone plutôt dégagée, de la configuration de la ligne ferroviaire (voie ferrée en ligne droite), ainsi que de la hauteur des infrastructures qui seront installées avec la centrale solaire photovoltaïques (Hauteur= 3m par rapport au sol maximal), le risque de dégradation du niveau de couverture radio GSM-R résultant de cette étude reste relativement faible.

A noter que la zone d'implantation de la centrale solaire entre les PK 95,9 et 96,6 n'est pas située dans une zone particulière en termes d'exploitation ferroviaires PEF (type limite de tolérances ZAL/ZAR/ZDA) ; il n'y a donc pas de risque identifié sur l'exploitation ferroviaire s'appuyant sur le réseau GSM-R / ERTMS. Concernant le risque de déplacement du handover / reselection en dehors de la tolérance ZAL encadrante (ZAL CHASSENEUIL), celui-ci reste faible au regard des caractéristiques radio.

En synthèse : chacune des analyses réalisées dans le cadre de cette étude concluent à un risque négligeable ou faible concernant le risque de dégradation ou de perturbation du réseau radio GSM-R. Même en considérant un effet cumulatif des différents équipements, la configuration de la centrale solaire photovoltaïque de Biard ne présente pas de risque significatif au regard de la typologie radio GSM-R dans cette zone géographique (très bon niveau de couverture et de qualité lié à l'implantation du site GSM-R PCA\_BIARD).

→ **Risque dégradation / perturbation : Faible**

→ **Recommandations : Sans Objet**

