





Projet de Centrale solaire Photovoltaïque A Coulombiers

INVESTIGATIONS TECHNIQUES

Compatibilité avec les exigences GSM-R Téléphonie mobile utilisée par la SNCF

Le : 06/12/2020
Projet : Grand Poitiers Photovoltaïque
Interlocuteurs : Mme Marion Brehinier, Ingénieure Projet SERGIES
Adresse SERGIES : 78 Avenue Jacques Coeur
Ville du Projet : Coulombiers
Code postal : 86600

Edition	Date	Modifications	Approbation	Rédaction
01	06/12/2020	Création	E. Grandpierre 	G. Grandpierre 

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 1 de 17



Sommaire

	Page
1 INTRODUCTION.....	3
2 EXIGENCES liées à la supervision de type Radio GSM.....	4
2.1 Technologie GSM-R	4
2.2 Procédure d'évaluation du risque d'interférences radio.....	4
3 Etude d'impact des signaux de supervisions de type radio.....	5
3.1 Localisation des antennes GSM-R.....	5
3.2 Caractéristiques des antennes GSM-R.....	7
3.3 Emplacement du poste de livraison	8
3.4 Distances entre le poste de livraison et les rails les plus proches	9
4 Distances entre le poste de livraison et les antennes GSM-R	10
4.1 Poste livraison et antennes Ouest	10
4.2 Poste livraison et antennes SUD	11
4.3 Poste livraison et antennes NORD	12
4.4 Exigences techniques de l'ANFR	13
4.5 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser	13
4.6 Bilan des puissances radio générées par le poste de livraison.....	14
5 Echanges avec l'ANFR.....	15
6 CONCLUSION	16
7 COMMENT NOUS JOINDRE	17

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 2 de 17



1 INTRODUCTION

A la demande de la société SERGIES, via la société **Grand Poitiers Photovoltaïque** qui porte ce projet, une étude de compatibilité technique a été réalisée. Le futur Parc Photovoltaïque qui sera basé sur la commune de Coulombiers, au lieu-dit « La Pazioterie » devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Une ligne à grande Vitesse de la SNCF est située non loin du Parc Photovoltaïque et ,plus proche encore, une autre ligne SNCF est placée à proximité du parc Photovoltaïque. Ces lignes SNCF utilisent une technologie de télécommunication en téléphonie mobile, technologie spécifique pour les conducteurs de trains. La technologie GSM-R (Global System for Mobile - Railways) utilise des fréquences de fonctionnement qui ne doivent pas être perturbées par des équipements techniques qui seraient placés en proximité des lignes SNCF.

Le futur Parc Photovoltaïque utilisera des technologies de supervision du Parc afin d'acheminer des données techniques sur de grandes distances.

Deux technologies peuvent être utilisées à cet effet, la technologie Radio GSM (transmission dans l'air) ou la technologie Fibre optique (transmission des données par un câble fibre optique enterré). Les deux technologies sont envisagées, au moment de cette étude, le choix n'est pas encore déterminé.

Si la technologie de supervision du Parc est réalisée en aérien par la téléphonie mobile, celle-ci devra respecter les exigences de proximité avec la ligne grande vitesse, exigences définies par l'ANFR. L'ANFR est l'agence Nationale des Fréquences Radio, organisme qui gère l'ensemble des fréquences Radioélectriques en France.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 3 de 17



2 EXIGENCES LIEES A LA SUPERVISION DE TYPE RADIO GSM

2.1 Technologie GSM-R

La technologie GSM est décrite dans le document « Guide des procédures de coordination dans le contexte de la protection de la réception GSM-R », version V1.0 du 28 Octobre 2016.

Le GSM-R utilise les bandes dans la gamme des 900MHz, bandes adjacentes à celles des réseaux mobiles commerciaux GSM/UMTS, 2 & 3G.

La proximité entre les équipements radio du parc et la zone des lignes à grandes vitesse, peut induire des perturbations dans la réception GSM-R sur des portions de voies ferrées.

Les principales causes de ces perturbations sont :

- Les produits d'intermodulation
- La saturation
- Les émissions hors bande

2.2 Procédure d'évaluation du risque d'interférences radio

La localisation des équipements de supervision du parc doit être déterminé avec précision.

Les performances en puissance rayonnée GSM de la supervision du parc doivent être quantifiées.

Les équipements de supervision seront placés au niveau du poste de livraison.

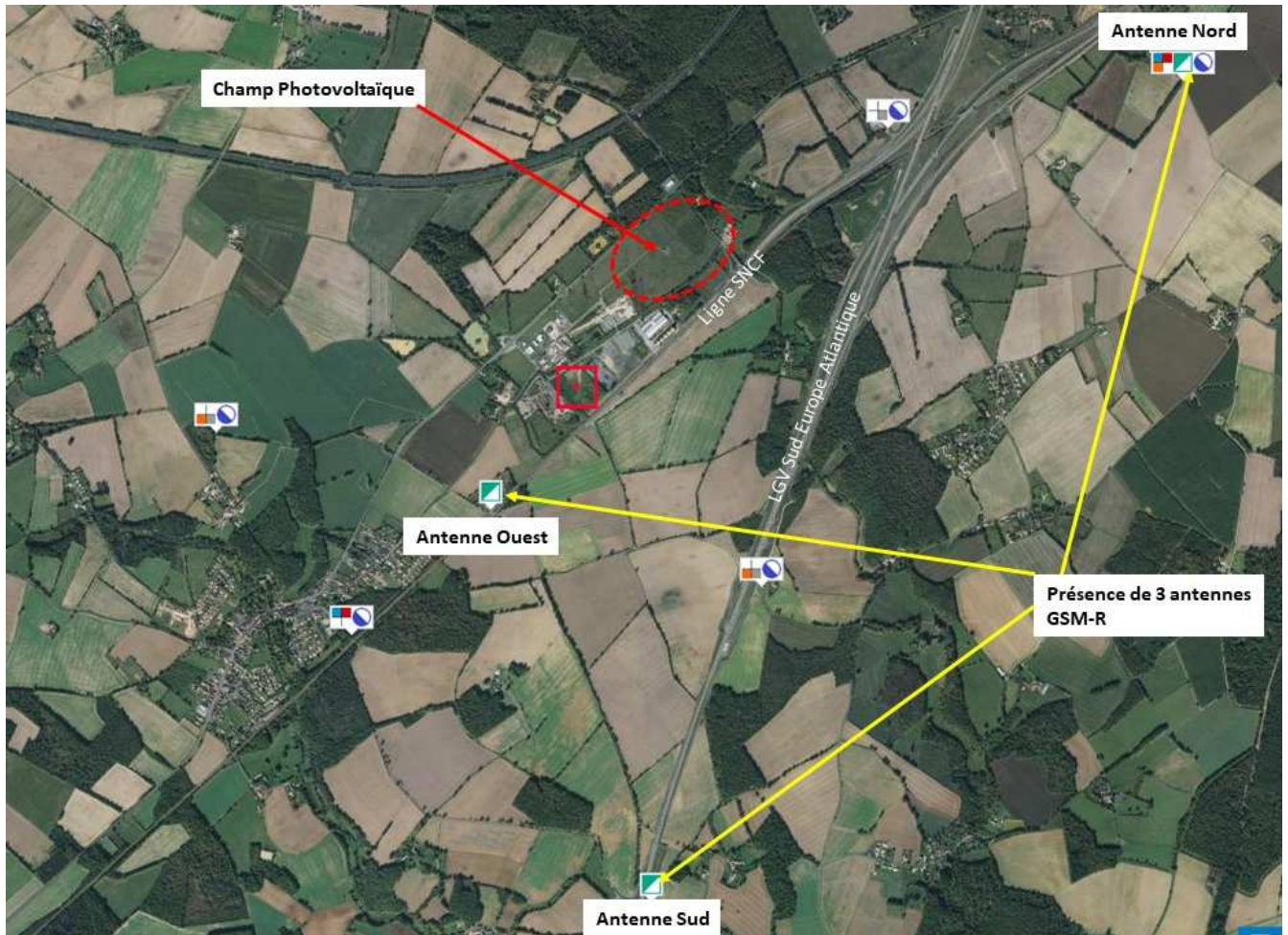
La distance entre le poste de livraison et les rails doit être déterminée, elle servira de base de calcul afin de quantifier le niveau radio GSM à la verticale des rails.

Les données des valeurs de puissance Radio GSM (valeurs en dBm) générées par la supervision à la verticale des rails sont comparées aux spécifications de l'ANFR (GSM-R).

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 4 de 17

3 ETUDE D'IMPACT DES SIGNAUX DE SUPERVISIONS DE TYPE RADIO

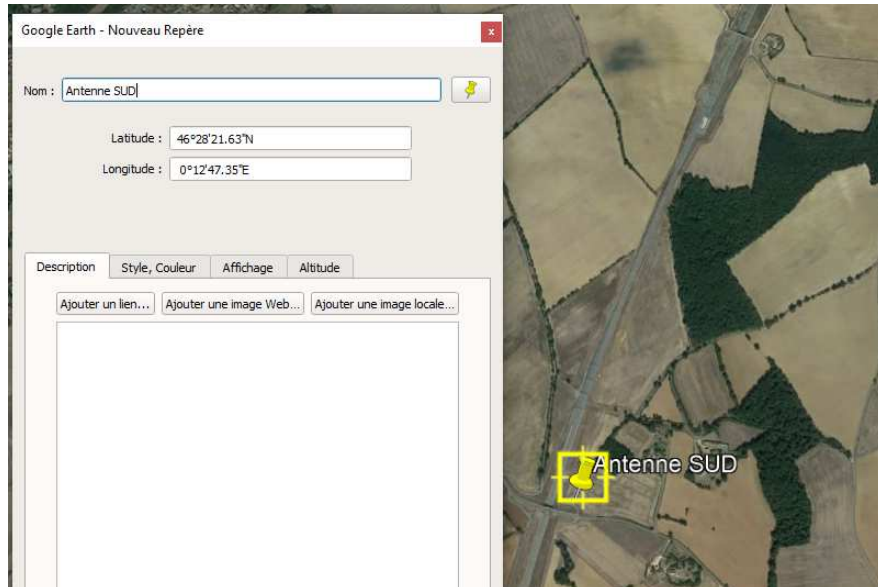
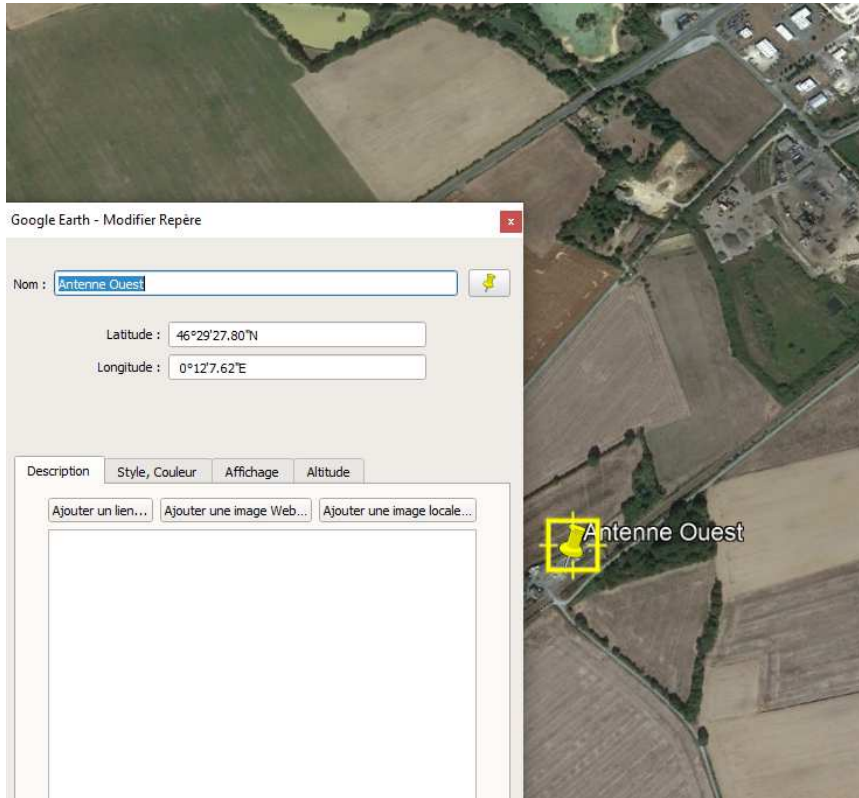
3.1 Localisation des antennes GSM-R



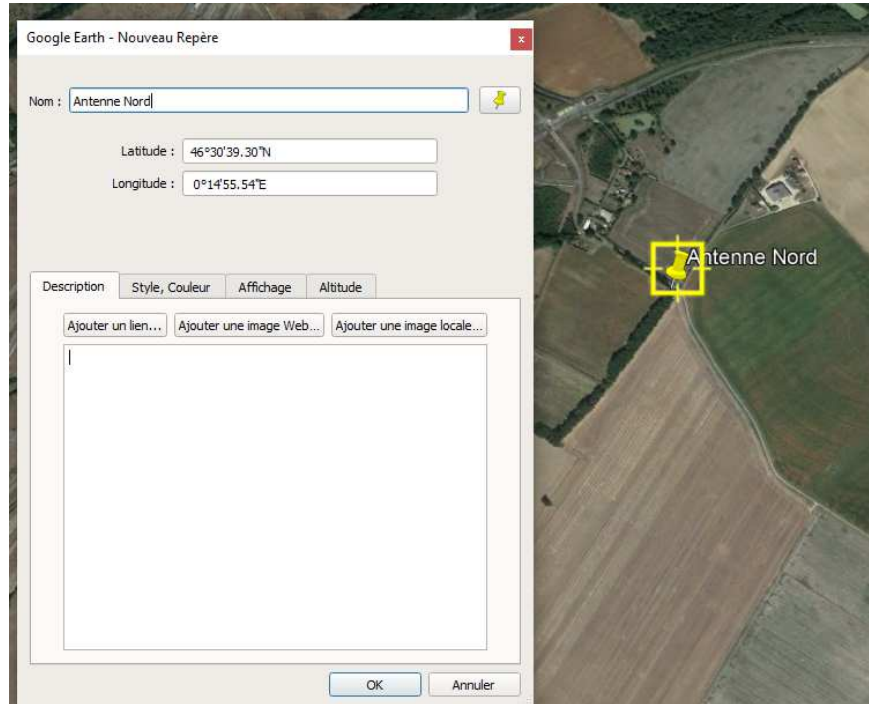
Trois antennes SNCF GSM-R sont localisées à la périphérie du parc Photovoltaïque.

Le parc Photovoltaïque est placée non loin de la ligne de trains à grandes Vitesse LGVSud Europe Atlantique et surtout proche d'une autre ligne SNCF repérée sur la photographie..

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 5 de 17



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 6 de 17



3.2 Caractéristiques des antennes GSM-R

SUPPORT 567094		ANTENNES		
Détail des antennes :				
Opérateur : SNCF Réseau				
Catégorie : Autres				
Adresse : LA DOUARDIERE				
Code Postal / Commune : 86240 LIGUGE				
HAUTEUR : 31.5M				
ANTENNE	N°ID	ACCORD ANFR IMPLANTATION DERNIERE MODIFICATION	ORIENTATION	BANDES DE FREQUENCES
GSM R	1199982	21/02/2014	235° 60°	876.0 - 880.0MHz 921.0 - 925.0MHz
SUPPORT 1471351		ANTENNES		
Détail des antennes :				
Opérateur : SNCF Réseau				
Catégorie : Autres				
Adresse :				
Code Postal / Commune : 86600 COULOMBIERS				
HAUTEUR : 28.7M				
ANTENNE	N°ID	ACCORD ANFR IMPLANTATION DERNIERE MODIFICATION	ORIENTATION	BANDES DE FREQUENCES
GSM R	1273922	07/11/2014	230° 40°	876.0 - 880.0MHz 921.0 - 925.0MHz
SUPPORT 1468394		ANTENNES		
Détail des antennes :				
Opérateur : SNCF Réseau				
Catégorie : Autres				
Adresse :				
Code Postal / Commune : 86370 MARCAY				
HAUTEUR : 18.7M				
ANTENNE	N°ID	ACCORD ANFR IMPLANTATION DERNIERE MODIFICATION	ORIENTATION	BANDES DE FREQUENCES
GSM R	1272057	24/10/2014	200° 25°	876.0 - 880.0MHz 921.0 - 925.0MHz

Antenne GSM-R Nord

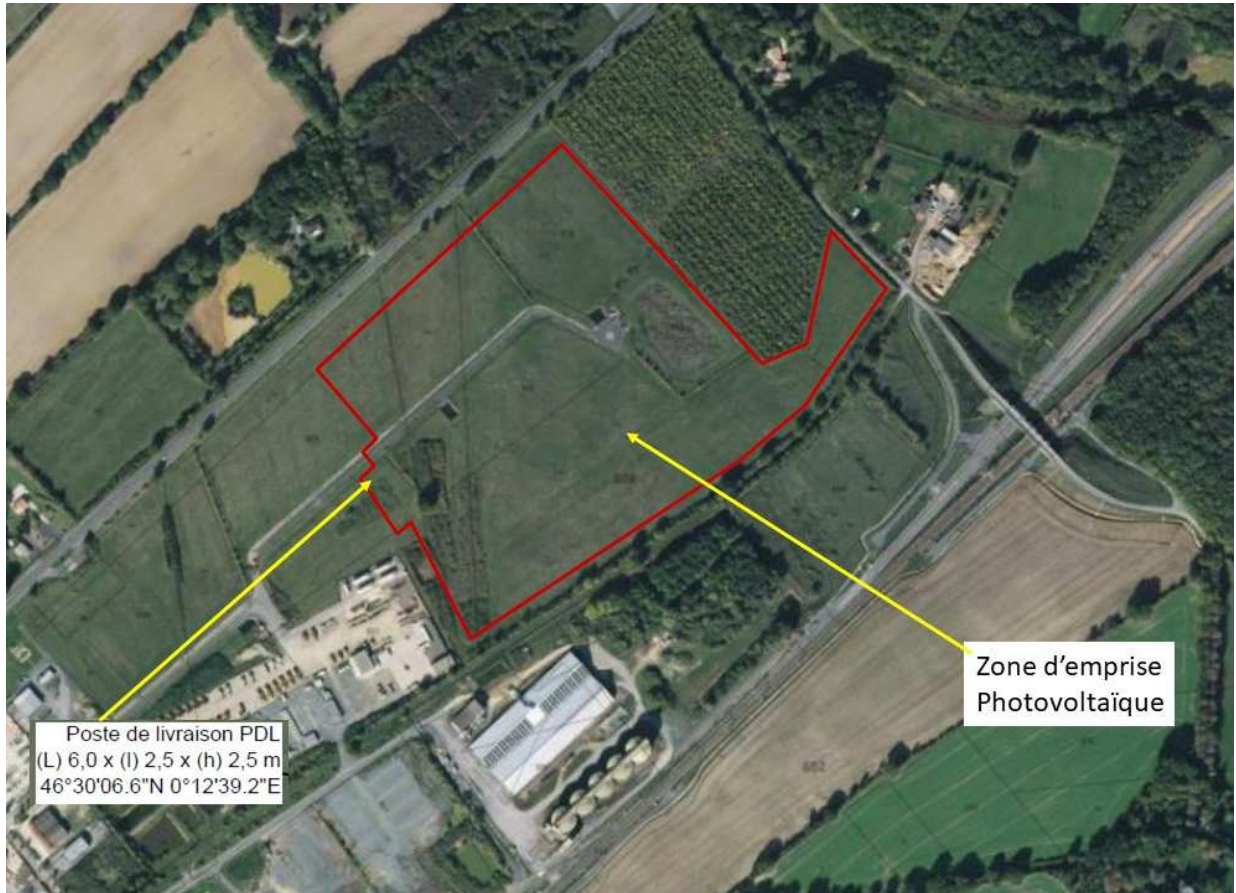
Antenne GSM-R Ouest

Antenne GSM-R Sud

Les directions des pointages des antennes ont été vérifiées, les pointages se trouvent dans l'axe des rails.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 7 de 17

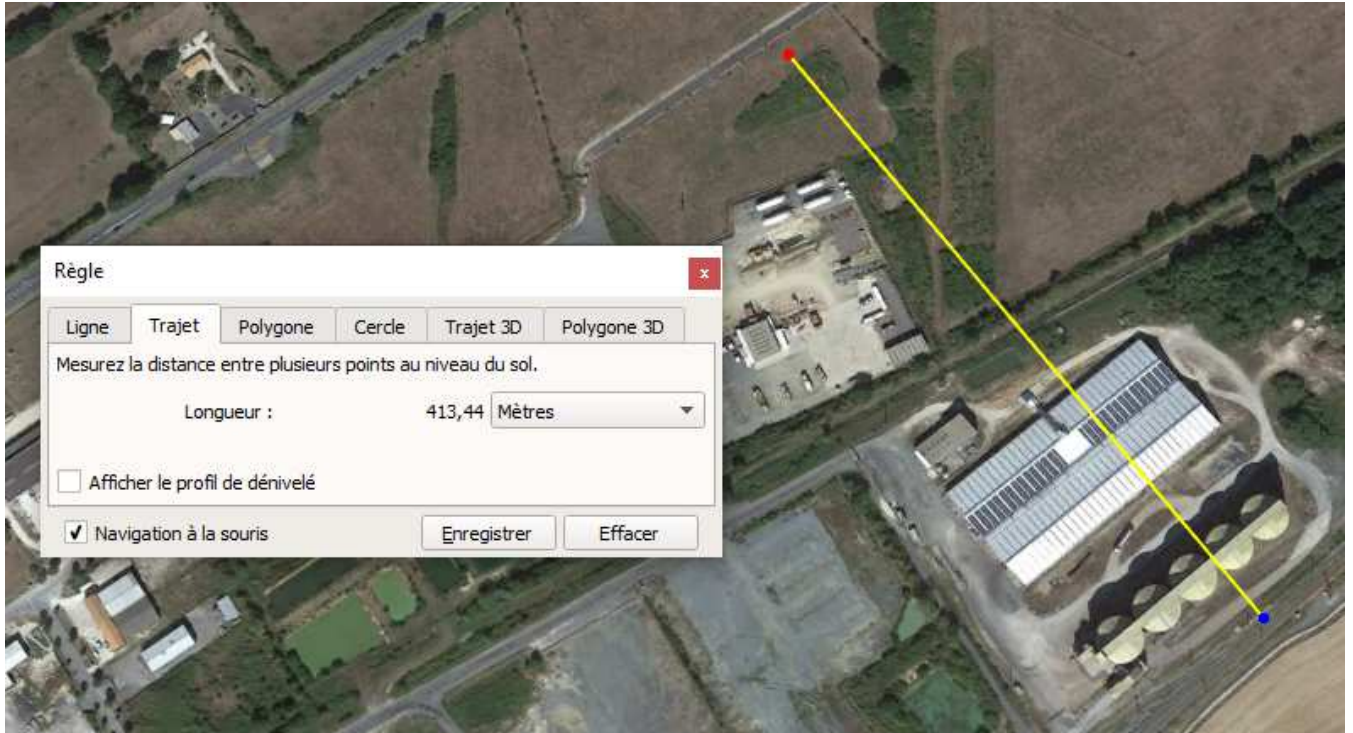
3.3 Emplacement du poste de livraison



L'emplacement du poste de livraison est également l'emplacement du système de supervision GSM.
Cet emplacement est utilisé pour l'évaluation de la distance au rails et l'évaluation de la puissance rayonnée de la supervision GSM à la verticale des rails.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 8 de 17

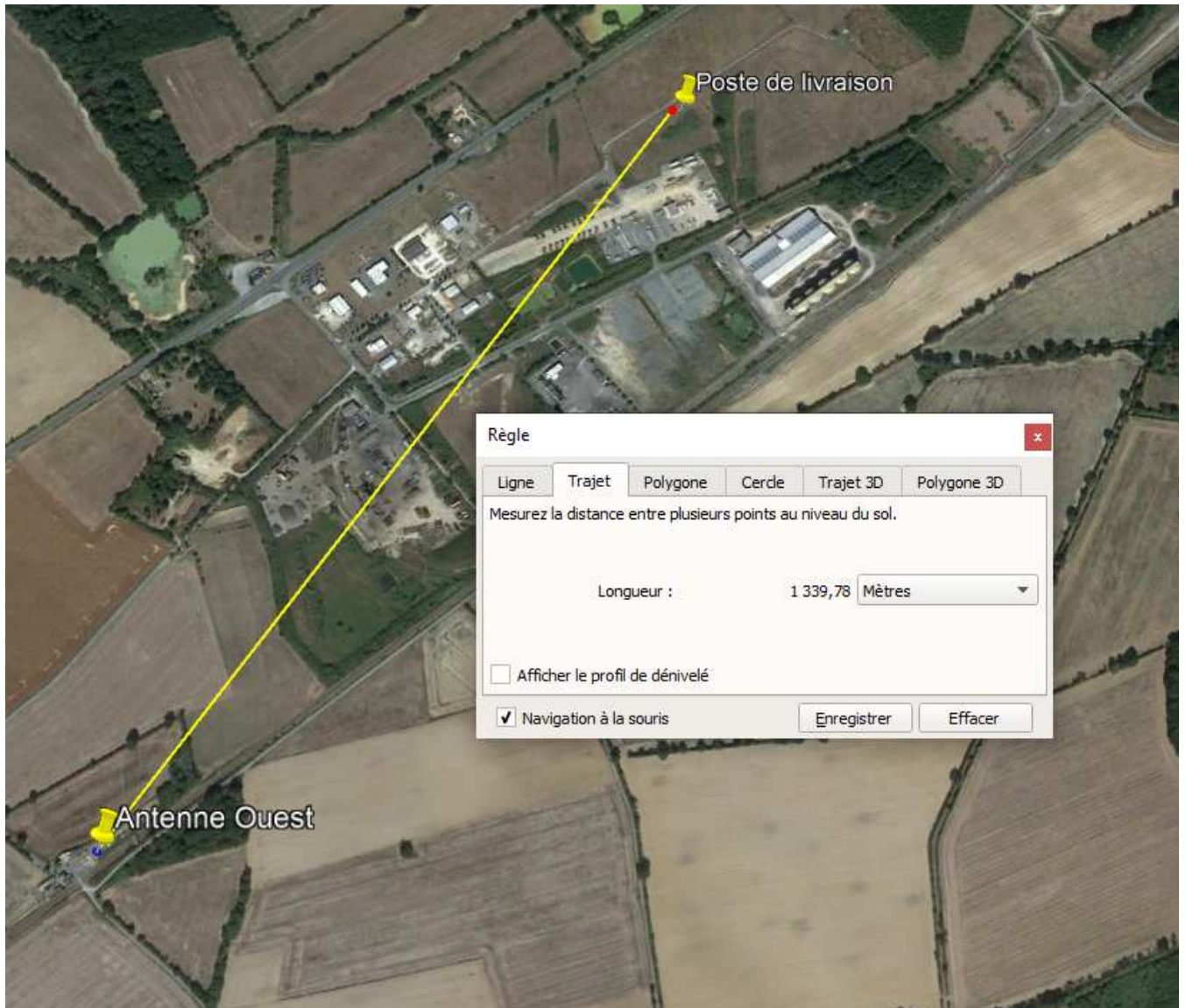
3.4 Distances entre le poste de livraison et les rails les plus proches



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 9 de 17

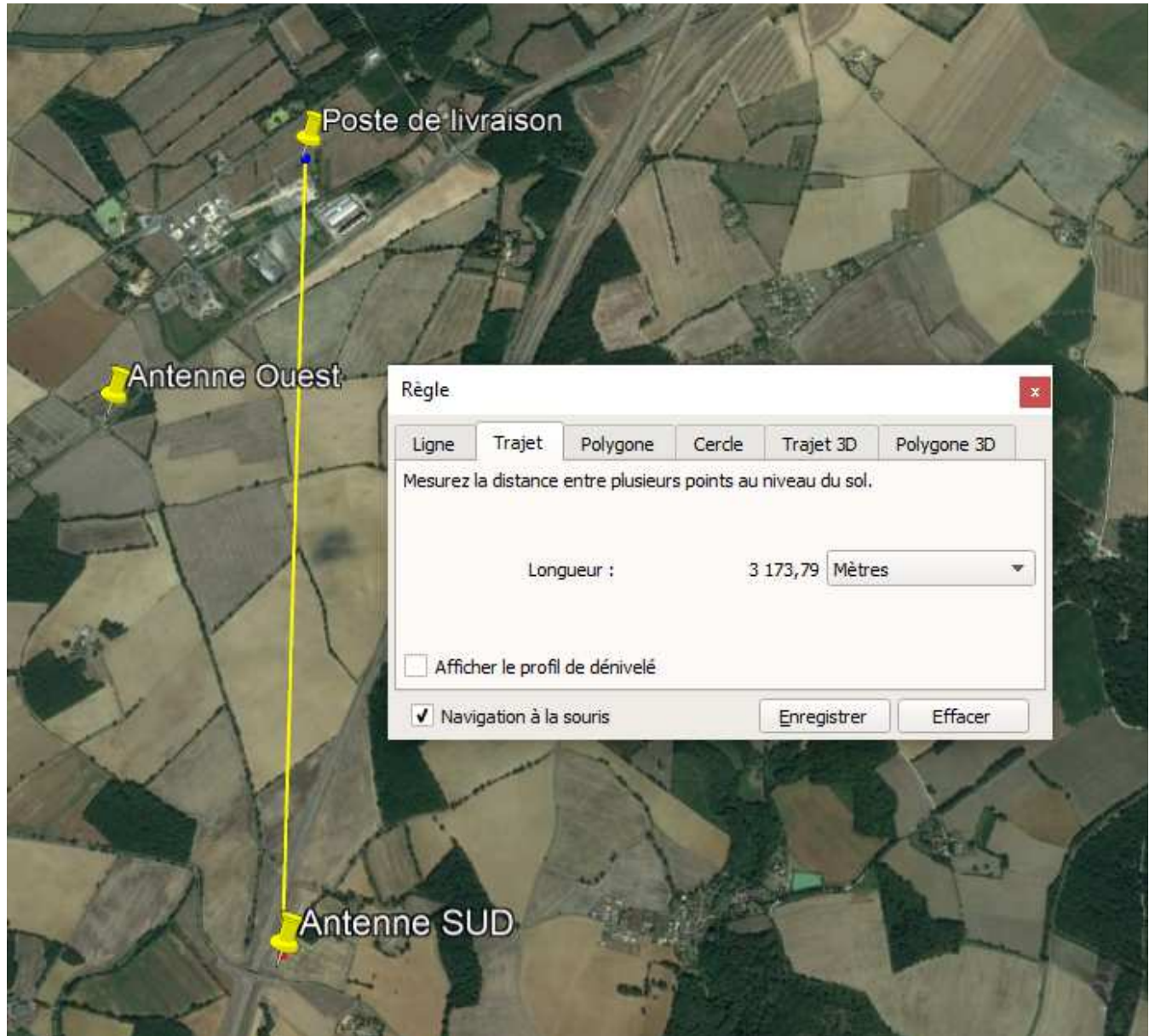
4 DISTANCES ENTRE LE POSTE DE LIVRAISON ET LES ANTENNES GSM-R

4.1 Poste livraison et antennes Ouest



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 10 de 17

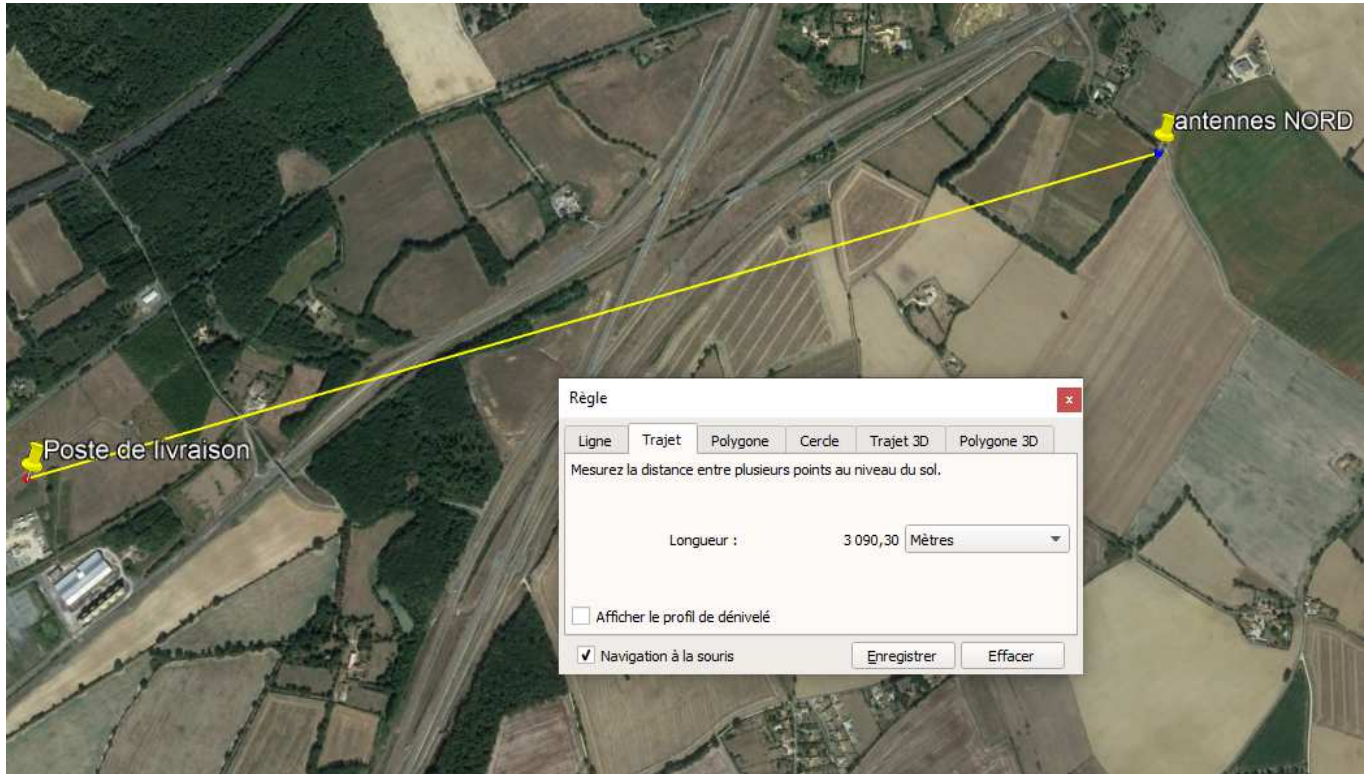
4.2 Poste livraison et antennes SUD



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 11 de 17



4.3 Poste livraison et antennes NORD



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 12 de 17



4.4 Exigences techniques de l'ANFR

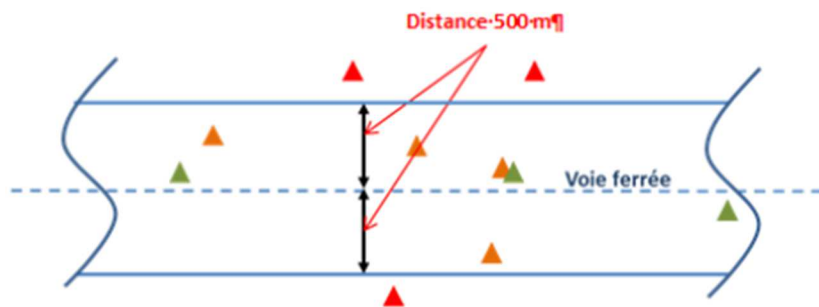
L'ANFR a défini une zone en proximité des rails, zones qui doit faire l'objet d'exigences de niveaux de puissances rayonnées GSM afin de ne pas induire de dysfonctionnement dans les échanges des conducteurs de train.

Cette zone contrôlée est de 500m de part et d'autres des rails.

Avec une distance de 413m du poste de livraison par rapport au rail, celui-ci se trouve donc dans cette zone réglementée.

*Extrait du guide de l'ANFR

- ▲ Site opérateur mobile ROP soumis à COMSIS classique
- ▲ Site opérateur mobile ROP soumis à COMSIS adaptée GSM-R
- ▲ Site GSM-R



Il faut donc vérifier l'impact Radio GSM du poste de livraison.

4.5 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser

Niveau GSM-R à 50% (dBm)α		Ligne Classiqueα	Ligne TGVα
			-88α
Seuil 2G (dBm)α	IM3 2G-2Gα	-35.7α	-34.7α
	IM3 2G-3Gα	-29.7α	-28.7α
Seuil 3G (dBm)α	IM3 3G-3G Mono-porteuseα	-31α	-30α
	IM3 3G-3G Inter-porteuses et 3G-2Gα	-29.7α	-28.7α

La puissance radio GSM de la supervision à ne pas dépasser est de -35.7dBm* (pire cas).

Les calculs devront déterminer si cette valeur est respectée ou non.

*Le dBm est une puissance calculée en 10 log de la puissance en milli Watt

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 13 de 17



4.6 Bilan des puissances radio générées par le poste de livraison

Hypothèses de calcul :

- Fréquence GSM 900MHz
- Puissance à l'entrée de l'antenne 2W
- Gain de l'antenne : 2.1dB

Variables	Symbol	Unités	Equation	Valeur
Frequence	f_0	MHz		900
Vitesse de la lumière	c	m/s		299792458
Longueur d'onde	λ	m	$\lambda = c/f_0$	0,333102731
Paramètres	Symbol	Unités	Equation	Valeur
Puissance entrée antenne	P_{PA}	dBm		33
TX pertes	L_{MatchT}	dB		
TX source	P_{TX}	dBm		33
TX pertes connections	L_{Cont1}	dB	(from Connector Loss sheet)	-0,57
TX perte câble	L_{CabT}	dB	(from Cable Loss sheet)	
TX connector loss (remote antenna)	L_{Cont2}	dB	(from Connector Loss sheet)	
TX power	P_T	dBm	$P_T = P_{TX}(C\&C Loss)$	32,43
TX gain isotropique de l'antenne	G_T	dBi		2,1
PIRE (Puissance isotropique rayonnée)	EIRP	dBm	$EIRP = P_T G_T$	34,53
Distance	d	m		413
Channel Medium Loss Factor	L_0	dB	(from Medium Loss sheet)	0
Pertes en espace libre	L_{FS}	dB	$L_{FS} = (\lambda/4\pi d)^2$	-83,85163444
Puissance reçue à la distance donnée	P_{ChanFS}	dB	$P_{ChanFS} = L_{FS} L_0 EIRP$	-49,32163444

La puissance GSM, générée par le système de supervision du parc Photovoltaïque, à la verticale des rail est de -49.32dBm à 900MHz.

Cette valeur prédite est à comparer aux spécifications ANFR qui sont de -35.7dBm :

La marge de puissance GSM du parc PV est donc $(-49.32) - (-35.7) = -13.62$ dB. Avec une puissance environ 13dB inférieure aux spécifications ANFR, le parc PV respecte les exigences de l'ANFR.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 14 de 17



5 ECHANGES AVEC L'ANFR

L'agence Nationale des fréquences Radio a été contactée afin de vérifier nos hypothèses de calcul.

Réponse de l'ANFR, mail du 12/10/2020 :

« Si l'installation (antenne GSM) que vous comptez mettre en place est équivalente à un mobile GSM (exemple un modem avec carte SIM avec les caractéristiques radio d'un mobile GSM) il n'y a pas de préconisations particulières.

Dans le cas contraire il faut disposer d'une licence délivrée par l'ARCEP. »

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 15 de 17



6 CONCLUSION

A la demande de la société SERGIES, via la société **Grand Poitiers Photovoltaïque** qui porte ce projet, une étude de compatibilité technique a été réalisée. Le futur Parc Photovoltaïque de Coulombiers qui sera basé au lieu-dit « La Pazioterie » devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Deux lignes SNCF passent à proximité du projet Photovoltaïque. Une ligne SNCF de trains et une ligne à grande vitesse. Ces lignes utilisent une technologie de télécommunication en téléphonie mobile, technologie spécifique pour les conducteurs de trains. La technologie GSM-R (Global System for Mobile - Railways) utilise des fréquences de fonctionnement qui ne peuvent pas être perturbées par des équipements techniques qui seraient placés en proximité des lignes à grande vitesse de la SNCF.

Le futur Parc Photovoltaïque utilisera des technologies de supervision du Parc afin d'acheminer des données techniques sur de grandes distances.

Deux technologies peuvent être utilisées à cet effet, la technologie Radio GSM (transmission dans l'air) ou la technologie Fibre optique (transmission des données par un câble fibre optique enterré). Les deux technologies sont envisagées, au moment de cette étude, le choix n'est pas encore déterminé.

Si la technologie de supervision du Parc est réalisée en aérien par la téléphonie mobile, celle-ci devra respecter les exigences de proximité avec la ligne grande vitesse, exigences définies par l'ANFR. L'ANFR est l'agence Nationale des Fréquences Radio, organisme qui gère l'ensemble des fréquences Radioélectriques en France.

Si les exigences de l'ANFR n'étaient pas respectées, le parc Photovoltaïque devrait utiliser la technologie fibre optique comme support de transmission de la supervision du parc.

Les résultats montrent que la supervision du parc Photovoltaïque, supervision transmise en technologie GSM, **respecte les exigences de l'ANFR** avec une marge sur les calculs de prédiction. Les résultats de cette étude sont basés sur l'utilisation d'un transmetteur GSM 900MHz utilisant un modem équipé d'une carte sim au niveau de l'interface transceiver Radio.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 16 de 17



7 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

Site web: www.diagnostic-electromagnetique.com

Fin de document

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_20_1206	01	Etude de compatibilité électromagnétique	Page 17 de 17