



Projet de Centrale solaire Site de Valence en Poitou

INVESTIGATIONS TECHNIQUES

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

Le : 23/03/2022
Projet : Centrale Photovoltaïque
Interlocuteur : Mme Charlotte Marchand - Ingénieur Projets SERGIES
SERGIES, 78 Avenue Jacques Cœur, 86068 Poitiers
Adresse du site : Valence en Poitou
Code postal : 86082

Edition	Date	Modifications	Approbation	Rédaction
01	21/02/2022	Création	E. Grandpierre 	G. Grandpierre 

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 1 de 11



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 Distance entre les antennes GSM-R et le poste de livraison	6
3.3 Emplacement du poste de livraison, distance aux rails	7
3.4 Exigences techniques de l'ANFR	8
3.5 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser	8
3.6 Bilan des puissances radio générées par le poste de livraison.....	9
4 CONCLUSION	10
5 COMMENT NOUS JOINDRE	11

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 2 de 11



1 INTRODUCTION

A la demande de la société SERGIES, une étude de compatibilité technique d'une Centrale Photovoltaïque a été réalisée. La future Centrale Photovoltaïque qui sera basé sur la commune de Valence en Poitou devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Une ligne à grande Vitesse de la SNCF est située non loin de la centrale Photovoltaïque, cette ligne à grande vitesse utilise 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.

La future Centrale Photovoltaïque pourrait utiliser une technologie de supervision afin d'acheminer des données techniques sur de grandes distances, c'est ce qui est vérifié dans cette étude.

En fait 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 au début de l'étude.

Si la technologie de supervision de la centrale 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. LANFR 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_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 3 de 11



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 de la centrale et la zone des lignes à grandes vitesses, 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 de la centrale doit être déterminé avec une relative précision.

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

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

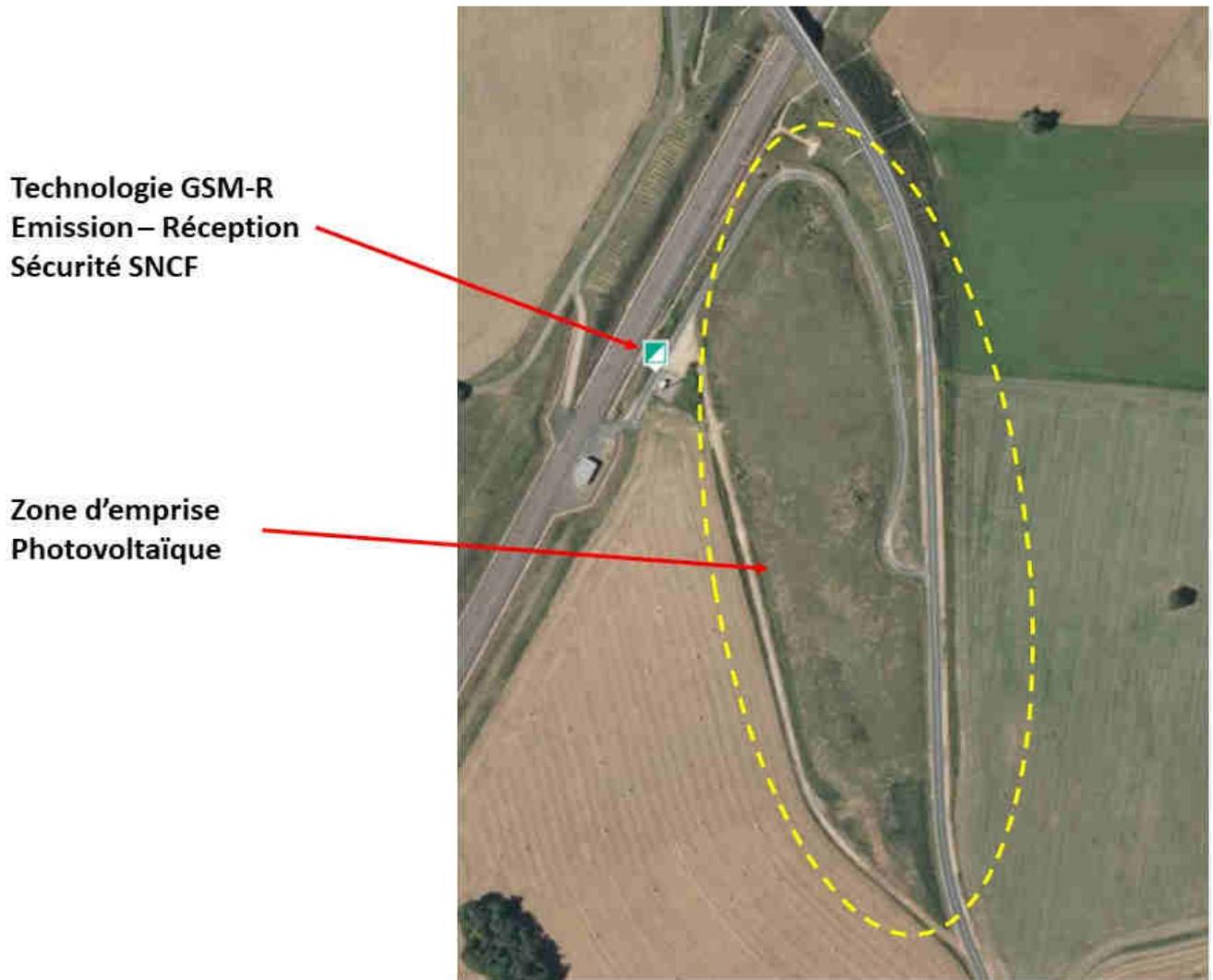
La distance entre le poste de livraison et les rails doit être déterminée, elle servira de base de calcul afin de quantifier le niveau radio GSM à la verticale des rails.

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_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 4 de 11

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

3.1 Localisation des antennes GSM-R



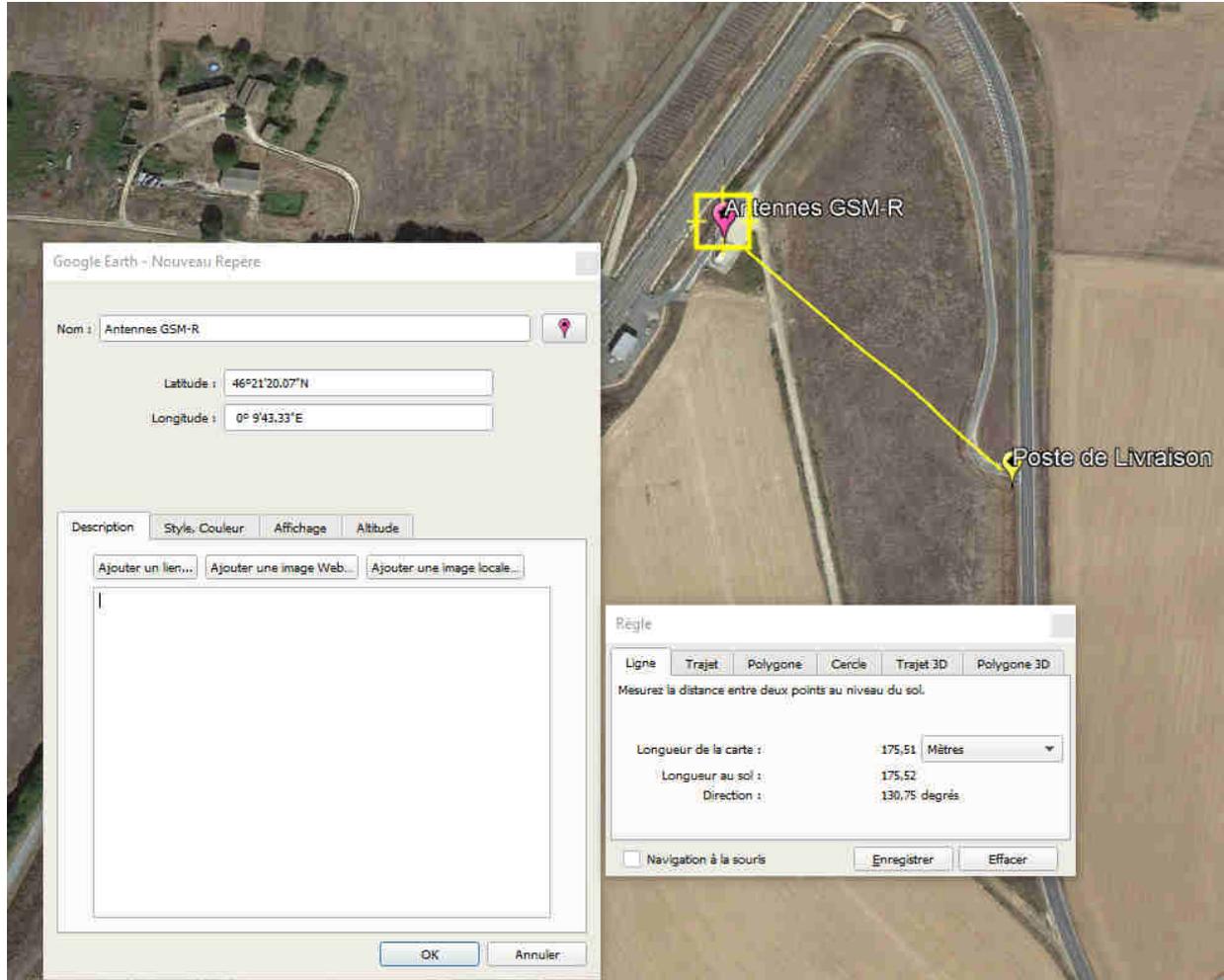
Un pylône SNCF GSM-R (carré vert et blanc) de 20m de hauteur est localisé le long de la ligne grande vitesse.

Les antennes utilisent principalement les bandes de fréquences 800 et 900MHz.

La Centrale Photovoltaïque est placée à une distance proche de la ligne de trains à grandes Vitesses.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 5 de 11

3.2 Distance entre les antennes GSM-R et le poste de livraison



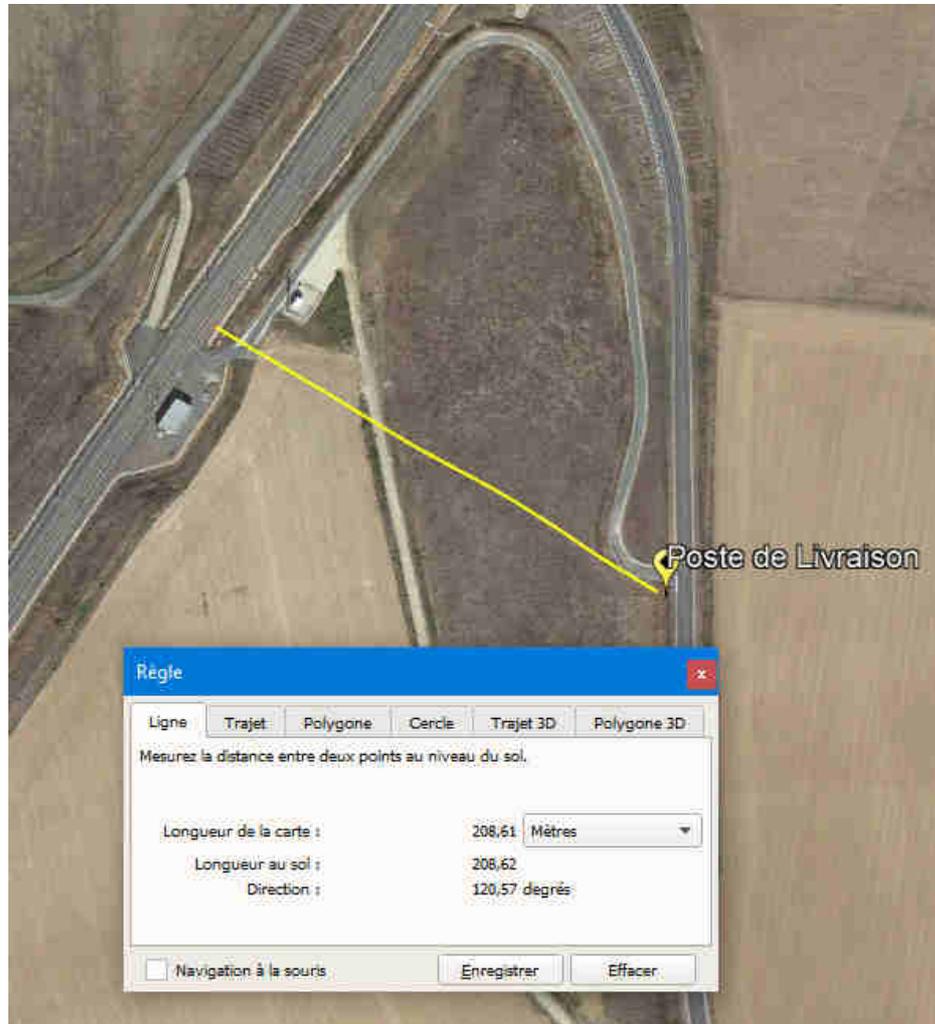
La distance moyenne entre le pylône GSMR et le milieu de la centrale photovoltaïque est d'environ 176m.

Ce pylône d'antennes de téléphonie mobile est utilisé comme liaison de secours par les conducteurs de trains.

Ce budget radio doit déterminer si un conducteur de train passe un appel de secours, celui-ci doit se faire en absolue sécurité, c'est ce qui est vérifié dans cette étude. Des appels de maintenance routinière sont aussi passés au quotidien avec une fréquence d'appels très élevée.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 6 de 11

3.3 Emplacement du poste de livraison, distance aux rails



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 aux rails et l'évaluation de la puissance rayonnée de la supervision GSM à la verticale des rails.

Le poste de livraison à sa localisation, estimée au plus proche, à 208m des rails des trains à grandes vitesses.

Cette distance est à considérer, sur le plan du bilan radio de sécurité qui doit être respecté, comme très proche de la ligne grande vitesse.

Cette distance de 208m est utilisée pour le calcul de budget de transmission radio.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 7 de 11



3.4 Exigences techniques de l'ANFR

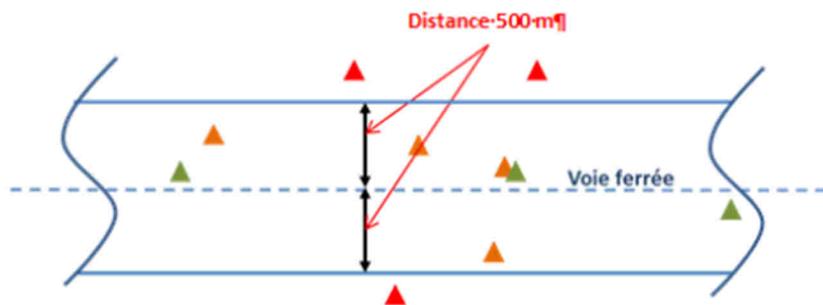
L'ANFR (Agence Nationale des Fréquences Radio) a défini une zone en proximité des rails, zones qui doit faire l'objet d'exigences de niveaux de puissances rayonnées GSM afin de ne pas induire de dysfonctionnement dans les échanges des conducteurs de train.

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

Avec une distance d'environ de 208m 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.

3.5 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser

Niveau GSM-R à 50% (dBm)		Ligne Classique	Ligne TGV
		-88	-82
Seuil 2G (dBm)	IM3-2G-2G	-35.7	-34.7
	IM3-2G-3G	-29.7	-28.7
Seuil 3G (dBm)	IM3-3G-3G Mono-porteuse	-31	-30
	IM3-3G-3G Inter-porteuses et 3G-2G	-29.7	-28.7

La puissance radio GSM de la supervision à ne pas dépasser est de -34.7dBm* (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_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 8 de 11



3.6 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 : 3dB

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	Perte du connecteur	-0,57
TX perte câble	L_{CabT}	dB	perte du câble	
TX connector loss (remote antenna)	L_{ConT2}	dB		
TX power	P_T	dBm	$P_T = P_{TX}(C\&C Loss)$	32,43
TX gain isotropique de l'antenne	G_T	dBi		3
PIRE (Puissance isotropique rayonnée)	EIRP	dBm	$EIRP = P_T G_T$	35,43
Distance	d	m		208
Channel Medium Loss Factor	L_0	dB		0
Pertes en espace libre	L_{FS}	dB	$L_{FS} = (\lambda/4\pi d)^2$	-77,89390011
Puissance reçue à la distance donnée	P_{ChanFS}	dB	$P_{ChanFS} = L_{FS}L_0 EIRP$	-42,46390011

La puissance GSM, générée par le système de supervision de la Centrale Photovoltaïque, à la verticale des rails serait de -42.4dBm à 900MHz.

Cette valeur prédite, calculée, est à comparer aux spécifications ANFR qui sont de -34.7dBm :

La marge de puissance GSM de la Centrale PV est donc $(-42.4) - (-34.7) = \underline{-7.7dB}$.

Avec une puissance d'environ 7.7dB inférieure aux spécifications ANFR, les conditions d'implantation du poste de livraison respectent les exigences de sécurité l'ANFR.

Le poste de livraison peut donc utiliser la technologie radio des antennes relais pour transmettre ses données.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 9 de 11



4 CONCLUSION

A la demande de la société FBJB, une étude de compatibilité technique a été réalisée. La Centrale Photovoltaïque qui sera basé sur la commune de Valence en Poitou devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Une ligne à grande Vitesse de la SNCF est située non loin de la Centrale Photovoltaïque, cette ligne à grande vitesse utilise 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.

La future Centrale Photovoltaïque utilisera des technologies de supervision 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 probablement envisagées, au moment de cette étude, le choix n'est pas encore déterminé à notre connaissance.

Si la technologie de supervision de la Centrale est réalisée en aérien avec 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, la Centrale Photovoltaïque devrait utiliser la technologie fibre optique comme support de transmission de la supervision de la centrale.

Les résultats de cette étude sont basés sur l'utilisation d'un transmetteur GSM 800MHz utilisant un modem équipé d'une carte SIM au niveau de l'interface transceiver Radio du poste de livraison.

Les résultats montrent que les données de supervision transmises en technologie GSM seront suffisamment éloignées des rails, ainsi les exigences de l'ANFR seraient respectées, les calculs montrent une marge suffisante sur les calculs de prédiction.

A l'emplacement prévu du poste de livraison, poste utilisant l'émission Radio pour transmettre les données du parc photovoltaïque, cette technologie d'émission radio pourra être utilisée car elle est compatible avec les exigences de sécurité de la SNCF.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 10 de 11



5 COMMENT NOUS JOINDRE

Mantenna Expertise
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Exposition Humaine aux rayonnements non ionisants
Compatibilité électromagnétique
Blindages
Vibrations & Acoustiques pour Instruments scientifiques
Environnement microscopie électronique et ionique
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: contact@mantenna.fr

Site web: www.diagnostic-electromagnetique.com

Fin de document

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_22_0323	01	Etude de compatibilité technique	Page 11 de 11