



Projet de Centrale solaire Photovoltaïque

INVESTIGATIONS TECHNIQUES

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

Le : 22/10/2021
Projet : Site Vouneuil sous Biard
Interlocuteurs : Mr Christophe Derouin
Adresse :
Ville : Commune de Vouneuil sur Biard
Code postal : 86580

Edition	Date	Modifications	Approbation	Rédaction
01	22/10/2021	Création	E. Grandpierre 	G. Grandpierre 

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 1 de 14



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 Positionnement de l'antenne GSM-R par rapport au Parc P.V.....	5
3.2 Localisation de l'antenne GSM-R	6
3.3 Localisation du poste de livraison	7
3.4 Distances entre le poste de livraison et les rails du TGV.....	8
3.5 Exigences techniques de l'ANFR	9
3.6 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser	9
3.7 Bilan des puissance radio générée par le poste de livraison du parc P.V.....	10
4 Echanges avec l'ANFR.....	12
5 CONCLUSION	13
6 COMMENT NOUS JOINDRE	14

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 2 de 14



1 INTRODUCTION

A la demande de la société SERGIES, via la société Grand Poitiers Photovoltaïque qui porte ce projet, une étude de compatibilité technique est réalisée. Le futur Parc Photovoltaïque qui sera basé sur la commune de Vouneuil sous Biard devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Une ligne à grande Vitesse de la SNCF est située non loin du Parc 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.

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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 3 de 14



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.

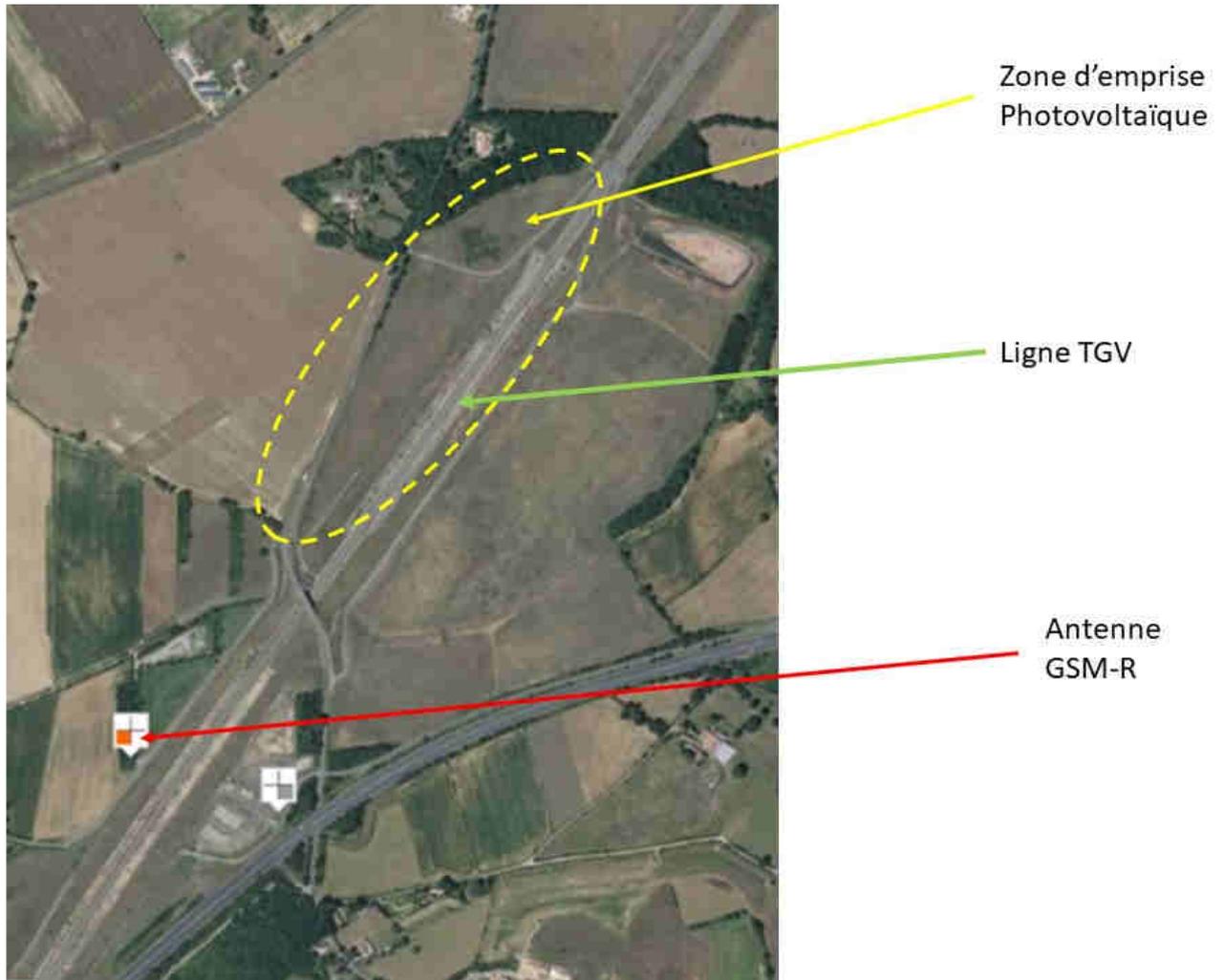
La distance entre le poste de livraison et les rails doit être déterminée, elle servira de base de calcul afin de quantifier le niveau radio GSM à la verticale des rails.

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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 4 de 14

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

3.1 Positionnement de l'antenne GSM-R par rapport au Parc P.V

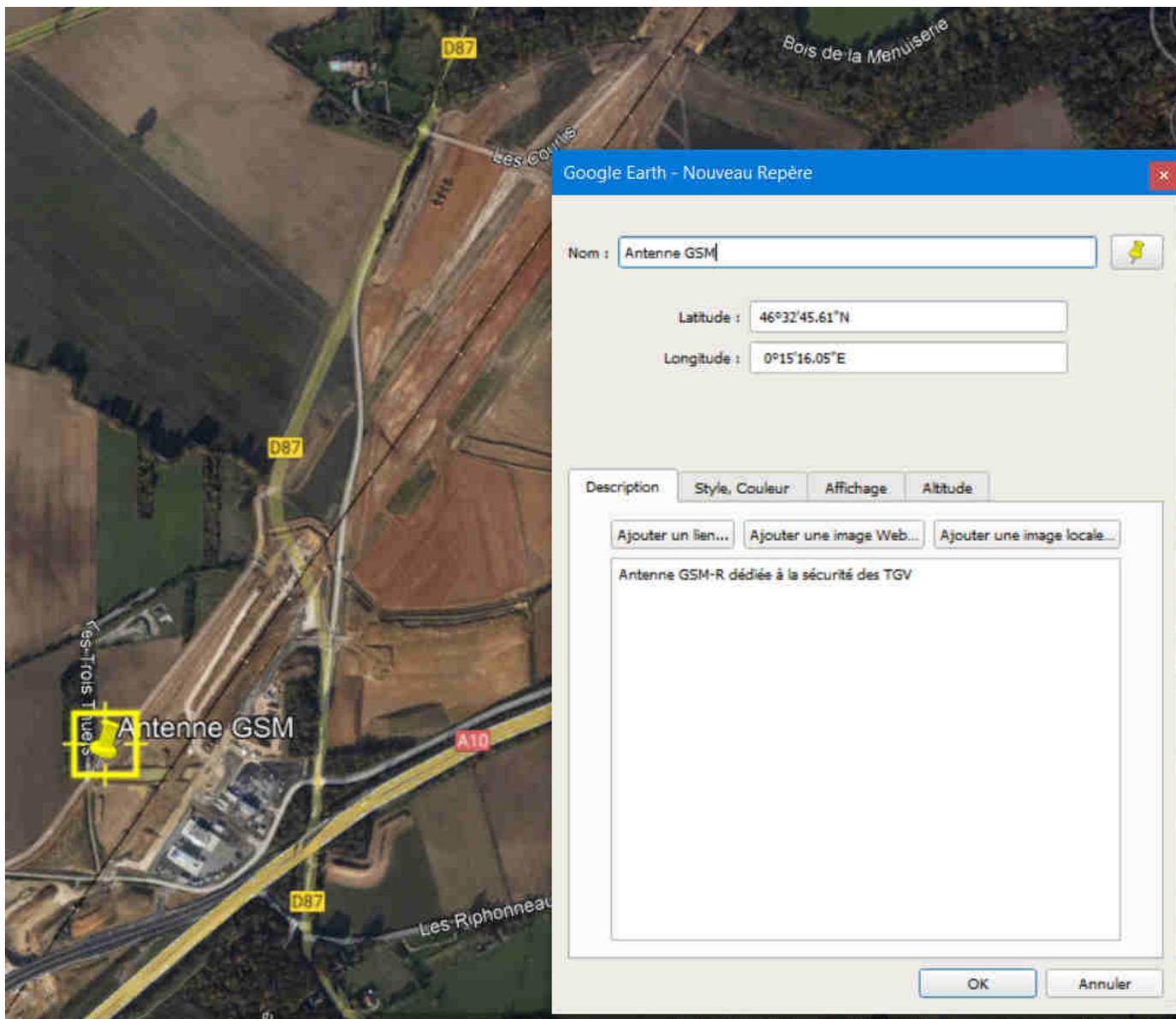


Une antenne SNCF GSM-R est localisée à la périphérie du parc Photovoltaïque.

Le parc Photovoltaïque est placée non loin de la ligne de trains à grandes Vitesses (TGV).

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 5 de 14

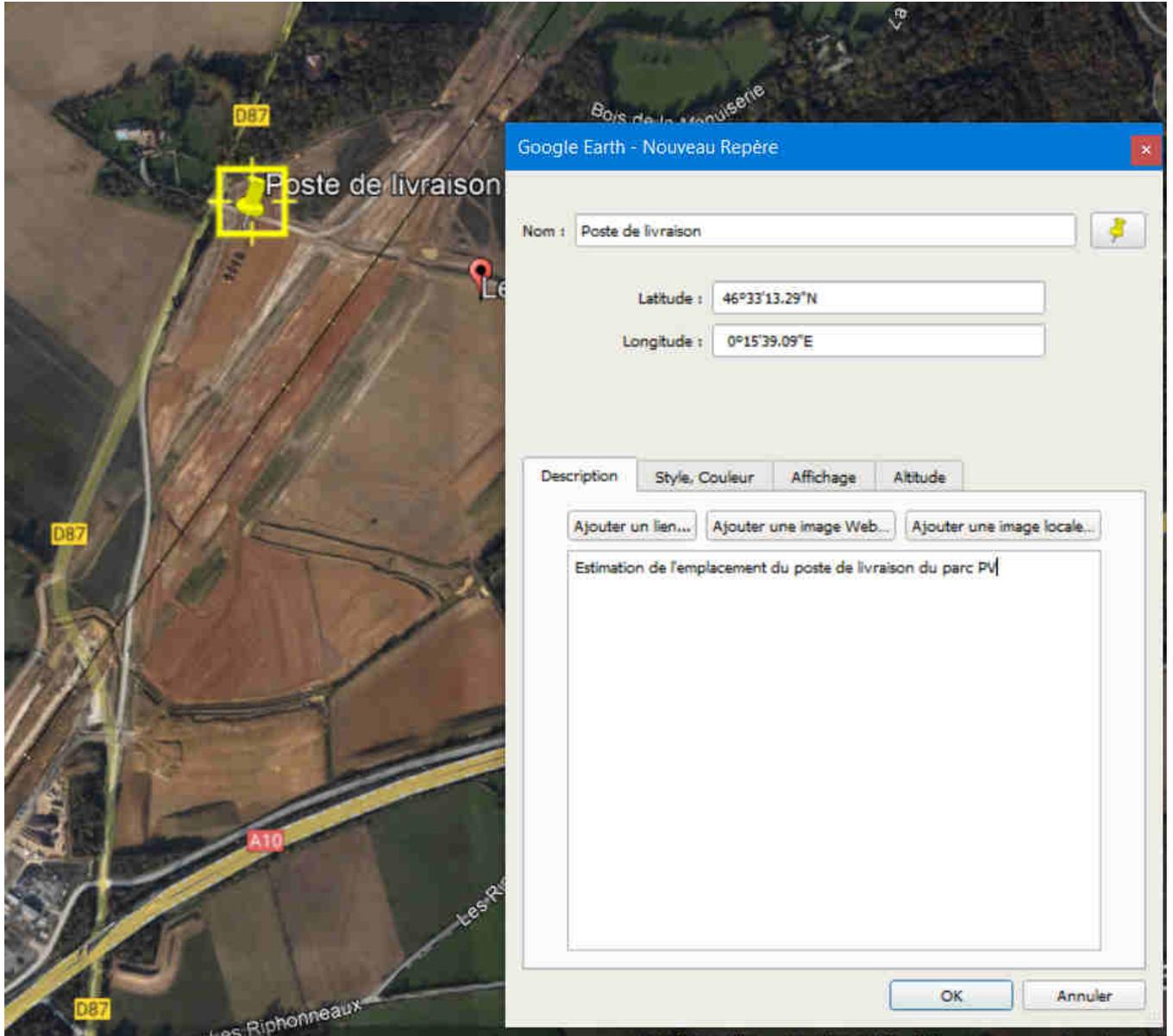
3.2 Localisation de l'antenne GSM-R



Localisation GPS de l'antenne GSM-R

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 6 de 14

3.3 Localisation du poste de livraison

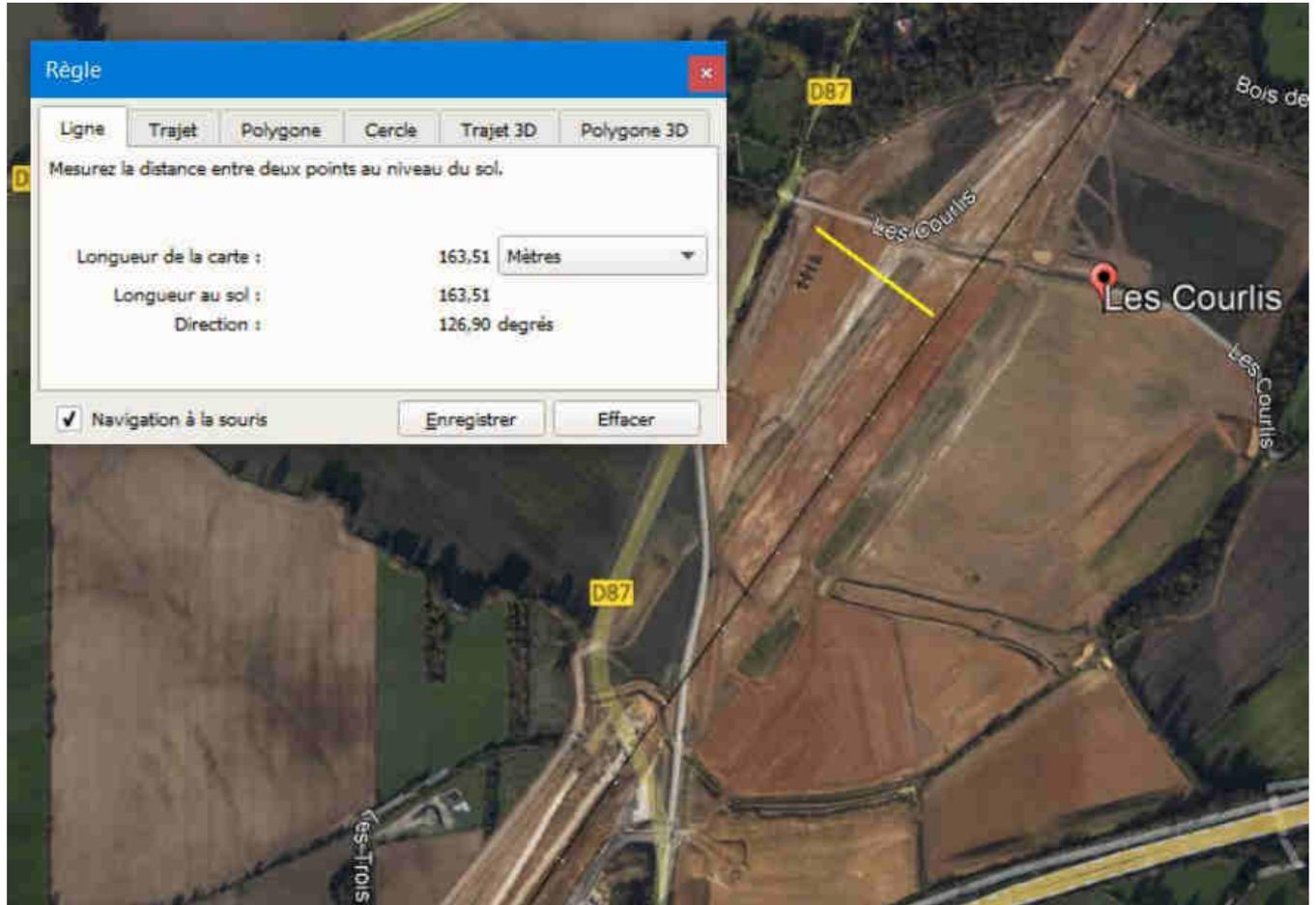


L'emplacement du poste de livraison est également l'emplacement du système de supervision GSM.

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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 7 de 14

3.4 Distances entre le poste de livraison et les rails du TGV



La distance estimée la plus proche entre le poste de livraison et les rails TGV est de 163m. Cette distance sera utilisée afin d'évaluer si la puissance de l'antenne GSM de supervision du parc pourrait gêner les échanges téléphoniques des conducteurs de trains TGV.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 8 de 14



3.5 Exigences techniques de l'ANFR

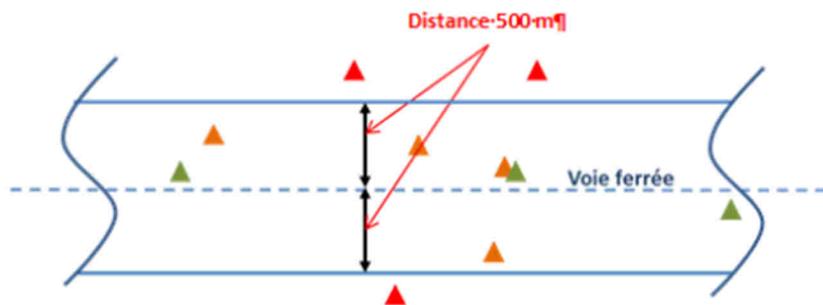
L'ANFR a défini une zone en proximité des rails, zones qui doit faire l'objet d'exigences de niveaux de puissances rayonnées GSM afin de ne pas induire de dysfonctionnement dans les échanges des conducteurs de train.

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

Avec une distance de 133m 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.

3.6 Spécifications de niveaux Radio GSM à ne pas dépasser

Niveau GSM-R à 50% (dBm)α		Ligne Classiqueβ	Ligne TGVβ
		-88β	-82β
Seuil 2G (dBm)β	IM3-2G-2Gβ	-35.7β	-34.7β
	IM3-2G-3Gβ	-29.7β	-28.7β
Seuil 3G (dBm)β	IM3-3G-3G Mono-porteuseβ	-31β	-30β
	IM3-3G-3G Inter-porteuses et 3G-2Gβ	-29.7β	-28.7β

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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 9 de 14



3.7 Bilan des puissance radio générée par le poste de livraison du parc P.V

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	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		2,1
PIRE (Puissance isotropique rayonnée)	EIRP	dBm	$EIRP = P_T G_T$	34,53
Distance	d	m		163
Channel Medium Loss Factor	L_0	dB		0
Pertes en espace libre	L_{FS}	dB	$L_{FS} = (\lambda/4\pi d)^2$	-75,7763855
Puissance reçue à la distance donnée	P_{ChanFS}	dB	$P_{ChanFS} = L_{FS}L_0 EIRP$	-41,2463855
Flat Earth Loss (Includes Ground Bounce)	L_{FE}	dB		-91,51752437
Multipath Loss	L_{MP}	dB		
Obstruction Loss	$L_{Obs-Total}$	dB		0
Power at RX Antenna, Flat Earth Path	P_{ChanFE}	dB	$P_{ChanFE} = L_{FE}L_0L_{MP}L_{Obs} EIRP$	-56,98752437
RX antenna gain	G_R	dBi		-15
RX connector loss	L_{ConR1}	dB		-0,57
RX cable loss	L_{CabR}	dB		
RX connector loss (remote antenna)	L_{ConR2}	dB		
RX power, Free Space Path	P_{RFS}	dBm	$P_{RFS} = P_{ChanFS} G_R(C\&C Loss)$	-56,8163855
RX power, Flat Earth Path	P_{RFE}	dBm	$P_{RFE} = P_{ChanFE} G_R(C\&C Loss)$	-72,55752437

La puissance GSM, générée par le système de supervision du parc Photovoltaïque, à la verticale des rail est de -41.24dBm à 900MHz.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 10 de 14



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

La marge de puissance GSM du parc PV est donc $(-41.24) - (-35.7) = -5.54\text{dB}$. Avec une puissance environ 5.5dB inférieure aux spécifications ANFR, le parc PV respecte les exigences de l'ANFR.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_CEM_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 11 de 14



4 ECHANGES AVEC L'ANFR

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

Question à l'ANFR posée par notre Bureau d'études Mantenna Expertise :

« Bonjour, en tant que bureau d'études on nous demande d'examiner les contraintes liées à la supervision d'un parc photovoltaïque. Un local technique du parc photovoltaïque est placé à 150m d'une ligne TGV, ce local technique sera équipé d'une supervision qui va envoyer des données avec une antenne GSM à 900MHz. Après examen nous prédisons un niveau d'environ -41dBm dans la bande GSM. Nous avons examiné des documents disponibles sur votre site, il semble que pour respecter des interférences liées aux produits d'intermodulation d'ordre 3, le niveau de rayonnements à la verticale des lignes TGV ne doivent pas dépasser -34.7dBm (IM3 2G). Comme le niveau prédit (-41.24dBm) est inférieur à la valeur de -34.7dBm, pouvons-nous considérer que nous respectons les règles ?

Mai réponse de l'ANFR :

« 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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 12 de 14



5 CONCLUSION

A la demande de la société SERGIES, via la société Grand Poitiers Photovoltaïque qui porte ce projet, une étude de compatibilité technique est réalisée. Le futur Parc Photovoltaïque qui sera basé à Vouneuil Sous Biard devra respecter des exigences de compatibilité CEM (Compatibilité électromagnétique).

Une ligne à grande Vitesse de la SNCF est située non loin du Parc 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.

Le futur Parc Photovoltaïque utilisera des technologies de supervision du Parc afin d'acheminer des données techniques sur de très 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 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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 13 de 14



6 COMMENT NOUS JOINDRE

Mantenna Expertise
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Exposition Humaine aux rayonnements non ionisants
Compatibilité électromagnétique
Blindages
Connectivité radio
Décharges électrostatiques
Microscopie électronique et ionique

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_21_1810	01	Etude de compatibilité technique	Page 14 de 14