



Bâtiments Energie 225kV - DATA CENTER - « DATA HILL »

Impacts électromagnétiques courants forts 50Hz

Générés par 6 Transformateurs HTB de 225KV

Modélisation « Fonctionnement Pire cas »
Modélisation « Fonctionnement Nominal »

Expertise réalisée : Analyses par Modélisation électromagnétique - prédictions
Mesures réalisées le : 28/09/2024
Donneur d'ordres : Mr Mickael André - Associate Director -Black & White Engineering
Contact Technique : Mr Jonathan Robinson-Hoare - Area Director -Black & White Engineering
Rapport réalisé le : 03/10/2024
Lieu : 47Bd André Citroën, 93600 Aulnay sous-bois

Edition	Date	Modifications	Rédaction	Approbation
Rapport	16/10/2024	Edition Modélisation 100% et 84%	E. Grandpierre 	G. Grandpierre 

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 1 de 37

Sommaire

	Page
1 législations: referentiels utiliseS.....	5
1.1 Limites de l'exposition électromagnétique dans le domaine du Public	6
1.2 Législation dans le domaine des travailleurs.....	7
1.2.1 Champ magnétique 50Hz.....	7
1.3 Tableau de synthèse de la nouvelle législation pour les travailleurs.....	8
2 VALEURS LIMITES d'EXPOSITION utilisées dans cette etude.....	9
2.1 Unités utilisées	10
3 Loi de décroissance du champ d'induction magnétique & comparaison	10
4 REALISATION de L'EXPERTISE : CONDITIONS.....	11
4.1 Paramètres de la determination de l'exposition électromagnétique	11
5 Synoptique courants forts HTB (225kV) & HTA (19kV)	12
5.1 Charge Maximale 85 MVA	12
6 Modélisation electromagnetique: prédiction à 100% d'énergie.....	14
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné.....	15
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètres isorayonnées, vue 3D	16
6.2 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en périmètres isorayonnées.....	17
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surfaces isorayonnées.....	18
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en périmètre isorayonné, 3D	19
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, vue d'ensemble.....	20
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surfaces isorayonné, vue d'ensemble.....	21
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5 m du sol en périmètres isorayonnées.....	22
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5 m du sol périmètres isorayonnées, 3D.....	23
7 Modélisation electromagnetique: prédiction à 84% d'énergie	25
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné.....	26
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, 3D.....	27
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, vue d'ensemble.....	28
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné, vue d'ensemble.....	29
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en périmètre isorayonné	30
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné	31
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné, vue d'ensemble	32
7.2 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné, 3D.....	33

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 2 de 37



8	conclusion	34
9	Signalétique aux accès des locaux courants forts : Rappel.....	35
10	REFERENTIELS TECHNIQUES ET NORMATIFS	36
12	comment nous joindre	37

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 3 de 37



Demandeur :

- Mr Mickael André - Associate Director - Black & White Engineering
- Mr Jonathan Robinson-Hoare - Black & White Engineering

Origine de la demande : Email de demande du 5 septembre 2024

Responsabilité des modélisations :

- Mr Georges Grandpierre - Responsable Technique Mantenna
- Mr Adrien Falcoz - Université de technologie - Apprenti Mantenna
- Mr Hamza Majid - Ingénieur d'études Mantenna

Pièces fournies par le client :

RTE	✓	05/09/2024 15:28	Dossier de fichiers	
Data_Hills_ERP_ERS	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	547 Ko
NDA complété et signé Mantenna	↻	05/09/2024 10:19	Microsoft Edge PDF Do...	857 Ko
PAR01-RBA-TR-ZZ-DR-A-204003-Sections - Transform...	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	1 827 Ko
PC 1-001-Plan de situation du terrain	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	1 216 Ko
PC2-002-Plan Masse PROJET-1500 (1)	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	8 287 Ko
Plan des réseaux - PC2-024	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	9 368 Ko
2_PIECES_GRAPHIQUES	✓	05/09/2024 15:27	Microsoft Edge PDF Do...	9 939 Ko
Etat initial SCI DH en cours validation DRIEAT	✓	05/09/2024 15:27	Présentation Microsoft ...	4 186 Ko
Valeurs des champs électriques et magnétiques émis ...	✓	05/09/2024 15:27	Document Microsoft W...	19 Ko

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 4 de 37

1 LEGISLATIONS: REFERENTIELS UTILISES

Législations dans le domaine du Public

- Arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les réseaux de distribution électrique JO n° 134 du 12 Juin 2001
- Recommandation européenne ICNIRP 1999/519/CE pour le public
- 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
- Recommandations (exposition pour les porteurs d'implants et les femmes enceintes), document INRS daté du 3eme Trimestre 2006/204/28.

Recommandations pour définir les Zones d'impacts électromagnétiques sur le projet et en périphérie du projet

- Les valeurs mesurées sont comparées aux recommandations du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) pour les basses fréquences (0,4 μ Tesla à la fréquence du réseau)

Législations dans le domaine des travailleurs

- Décret 2016-1074 du 3 Août 2016 (décliné par rapport à la directive européenne 2004/40/CE) concernant les prescriptions minimales de sécurité et de sante relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques).

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 5 de 37

1.1 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 ⁻¹)	INTENSITÉ DE CHAMP H (A.m ⁻¹)	CHAMP B (μT)	DENSITÉ DE PUISSANCE DE L'ONDE PLANE ÉQUIVALENTE Seq (W.m ⁻²)
jusqu'à 1 Hz	-	3,2 x 10 ⁴	4 x 10 ⁴	-
1 - 8 Hz	10 000	3,2 x 10 ⁴ / f ²	4 x 10 ⁴ / f ²	-
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 ^{1/2}	0,73 / f	0,92 / f	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2 000 MHz	1,375 f ^{1/2}	0,0037 f ^{1/2}	0,0046 f ^{1/2}	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 micro-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_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 6 de 37

1.2 Législation dans le domaine des travailleurs

Une législation basée sur une directive européenne (2013/35/UE) et traduite en décret français 2016-1074 du 3 Août 2016, elle est **obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2017**.

A cette date du 1^{er} janvier 2017 les entreprises ont obligation de réaliser ou de faire réaliser les analyses de « l'environnement électromagnétique » dont les résultats seront consignés dans le Document Unique d'Entreprise.

1.2.1 Champ magnétique 50Hz

VA : Valeurs Déclenchant l'Action pour le corps humain (à la surface de la peau)

VA pour une exposition à des champs magnétiques compris entre 1 Hz et 10 MHz

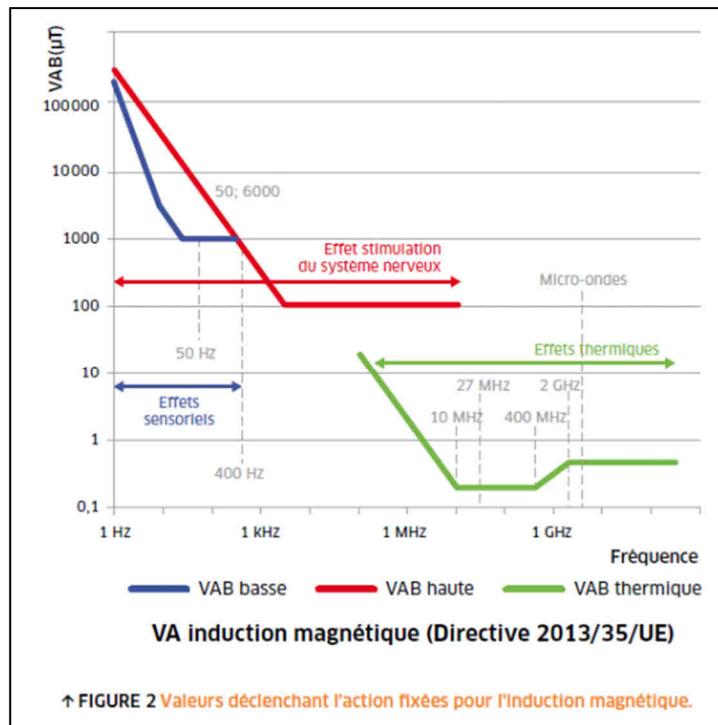
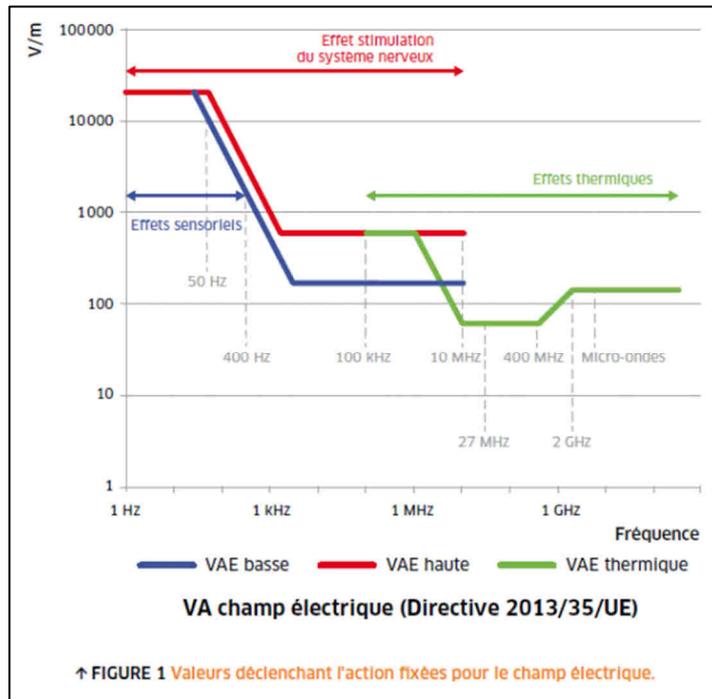
Gamme de fréquences	VA(B) basse pour induction magnétique [μ T] (Rms)	VA(B) haute pour induction magnétique [μ T] (Rms)	VA pour induction magnétique pour une exposition des membres à un champ magnétique localisé [μ T] (Rms)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

A 50Hz cela donne un champ d'induction magnétique de :

- 1×10^3 soit 1000=1000 μ T (1 milli Tesla) pour les VA(B) basses, lié aux effets sensoriels.
- $3 \times 10^5/f$ (avec $f = 50\text{Hz}$) soit 300000=6000 μ T (6 milli Tesla) pour les VA(B) hautes, lié aux effets nocifs pour la santé.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 7 de 37

1.3 Tableau de synthèse de la nouvelle législation pour les travailleurs



On note des zones du graphe dont les valeurs ont un impact sur le système nerveux de l'humain avec des effets sensoriels et des effets thermiques associés.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 8 de 37

2 VALEURS LIMITES D'EXPOSITION UTILISEES DANS CETTE ETUDE

Domaines des Basses Fréquences (1Hz à 100KHz) :

La législation qui fixe les valeurs à ne pas dépasser a été établie en regard des risques sanitaires. Les valeurs mesurées doivent être inférieures à la limite la plus basse (**100 μ T** ou **1000 milli Gauss**). Si les valeurs mesurées ou calculées sont inférieures à ce seuil, les risques sont considérés comme « **sans danger pour l'humain** » dans le domaine public (anciennement AFFSET, nouvellement ANSES, Agence Nationale de Sécurité Sanitaire).

Pour les personnes définies comme étant « **personnes à risques particuliers** » par cette nouvelle législation, les valeurs de champ d'induction magnétique à ne pas dépasser sont de **500 μ T** ou **5000 milli Gauss**. Ces personnes à « **risques particuliers** » sont les porteurs d'implants médicaux (défibrillateur, pacemaker...), les femmes enceintes, les jeunes de 18ans et moins.

Les calculs réalisés avec un logiciel spécifique seront traduits par des zones iso-rayonnées de couleurs, on obtient ainsi une représentation du champ magnétique 50Hz en décroissance avec la distance, à partir de la source (transformateurs, armoires TGBTs, câbles de puissance...etc).

Pour information, les valeurs à risques sanitaires se trouvent à des distances très proches des objets rayonnants, parfois à quelques dizaines de centimètres, très rarement à plusieurs mètres.

En prévention d'une exposition électromagnétique en long termes, la valeur repère de 0.4 μ Tesla est prise en référence durant la vie d'un humain qui serait exposé aux rayonnements 50Hz.

C'est cette valeur de rayonnement qui est pris en considération par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer basé à Lyon), l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) et également la Certification environnementale HQE dont les valeurs sont fixées par CERTIVEA.

C'est cette valeur préventive repère de 0.4 μ Tesla qui sert de référence dans cette étude d'impacts électromagnétiques en dehors du projet.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 9 de 37

2.1 Unités utilisées

La force des rayonnements électromagnétiques est définie par le champ électrique et le champ d'induction magnétique.

Le **champ électrique 50Hz** est exprimé en Volts par mètre (**V/m**), il est facilement bloqué par des obstacles tels les matériaux, le bois, le béton, le plastique et également les vêtements.

Le **champ d'induction magnétique 50Hz** est exprimé en **Gauss ou Tesla**, il est très intrusif dans la matière, peu de matériau le bloque sauf certains alliages spécifiques.

Le champ d'induction magnétique est totalement intrusif dans le corps humain à 50Hz, ce qui est le cas pour tout le monde dans des situations du quotidien (domicile, travail en ville..etc) .

Pour des valeurs approchant la limite de la législation, voire de la dépasser, il induit des courants pouvant dérégler le métabolisme du corps humain, il induit des risques sanitaires et ou sensoriels selon les valeurs. Pour ces raisons l'environnement électromagnétique doit être contrôlé et géré.

3 LOI DE DECROISSANCE DU CHAMP D'INDUCTION MAGNETIQUE & COMPARAISON

Le champ magnétique ou plus exactement le champ d'induction magnétique décroît en s'éloignant de la source.

La source peut être une ligne haute tension aérienne, un câble haute tension dans un bâtiment, un câble basse tension dans un local, un tableau divisionnaire, une armoire TGBT, un transformateur HT/BT...etc

La loi de décroissance c'est-à-dire les pertes dans l'air, va dépendre de la forme de la source d'émission 50Hz. Un câble, des câbles, un transformateur réalisé à base de spires enroulés sur un circuit magnétiqueetc.

Le champ d'induction magnétique varie avec **le carré (D^2) de la distance** : câbles HT ou BT, Tableau divisionnaire...

Le champ magnétique d'induction varie avec **le cube (D^3) de la distance** : Transformateurs, spires, boucles...

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 10 de 37

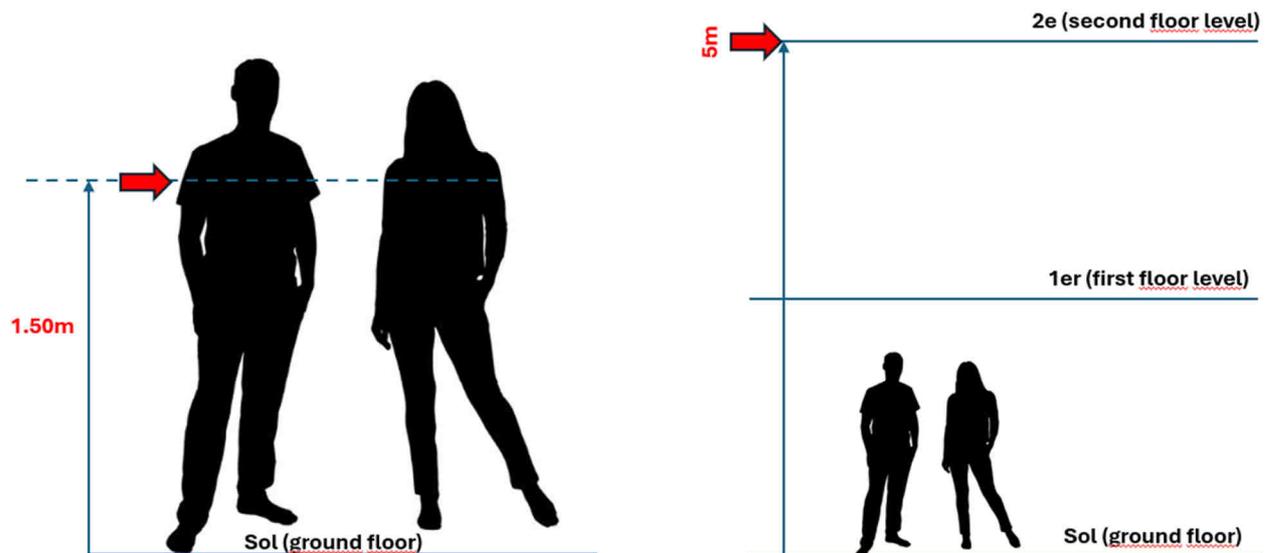
4 REALISATION DE L'EXPERTISE : CONDITIONS

4.1 Paramètres de la détermination de l'exposition électromagnétique

- **1.50m** correspondant au thorax d'un humain se tenant debout
- **5m*** correspondant au plafond du second étage
- **Deux cas sont modélisés :**
 - o **Cas nominal de fonctionnement à 84% d'énergie**
 - o **Pire cas de fonctionnement à 100% d'énergie**

La mesure à 5m* permet de connaître le champ d'induction magnétique à la hauteur d'un second étage qui pourrait se trouver en proximité du Data Center.

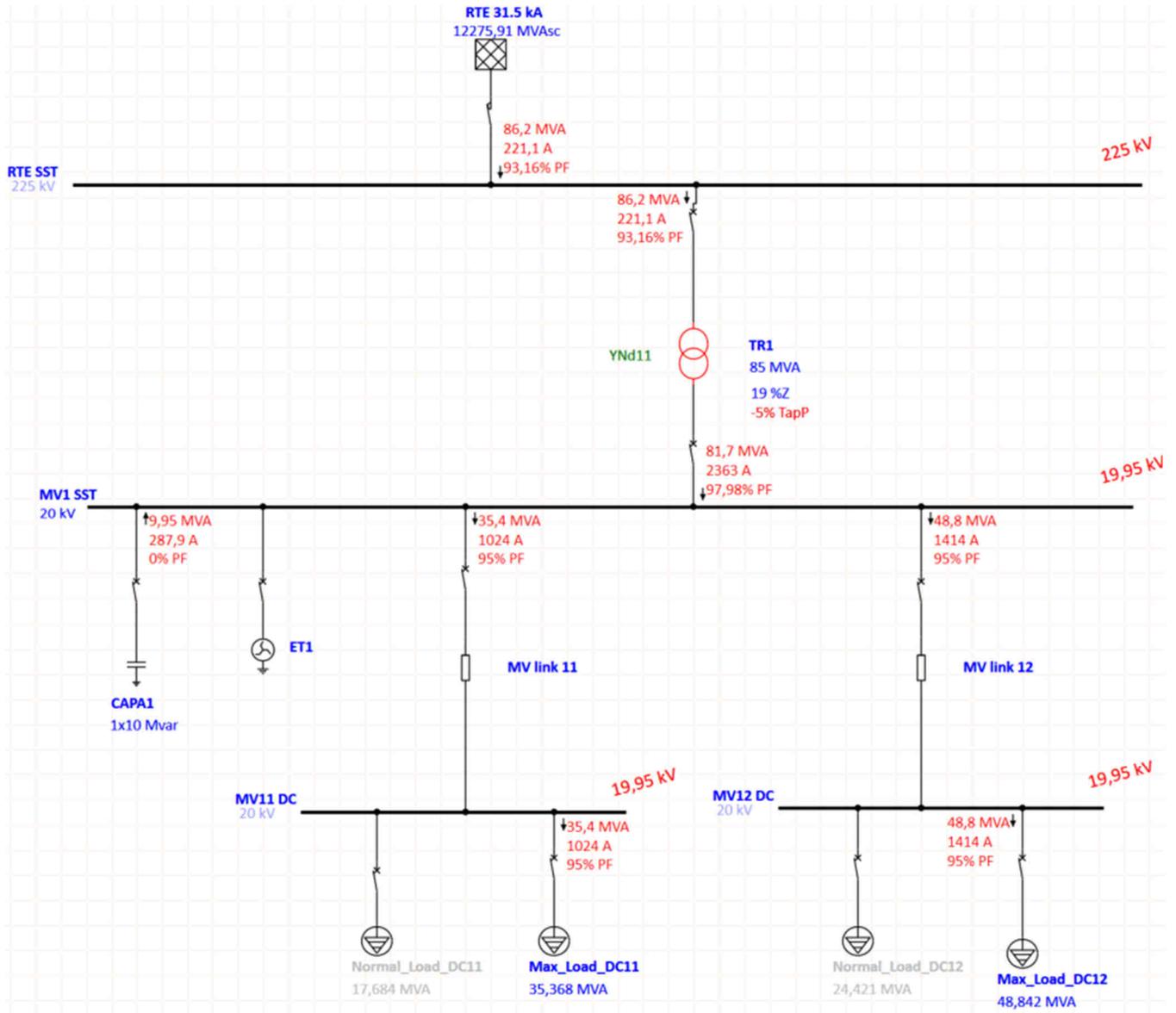
Hauteurs des calculs du champ d'induction magnétique



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 11 de 37

5 SYNOPTIQUE COURANTS FORTS HTB (225KV) & HTA (19KV)

5.1 Charge Maximale 85 MVA



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 12 de 37



Modélisation « Fonctionnement Pire cas »

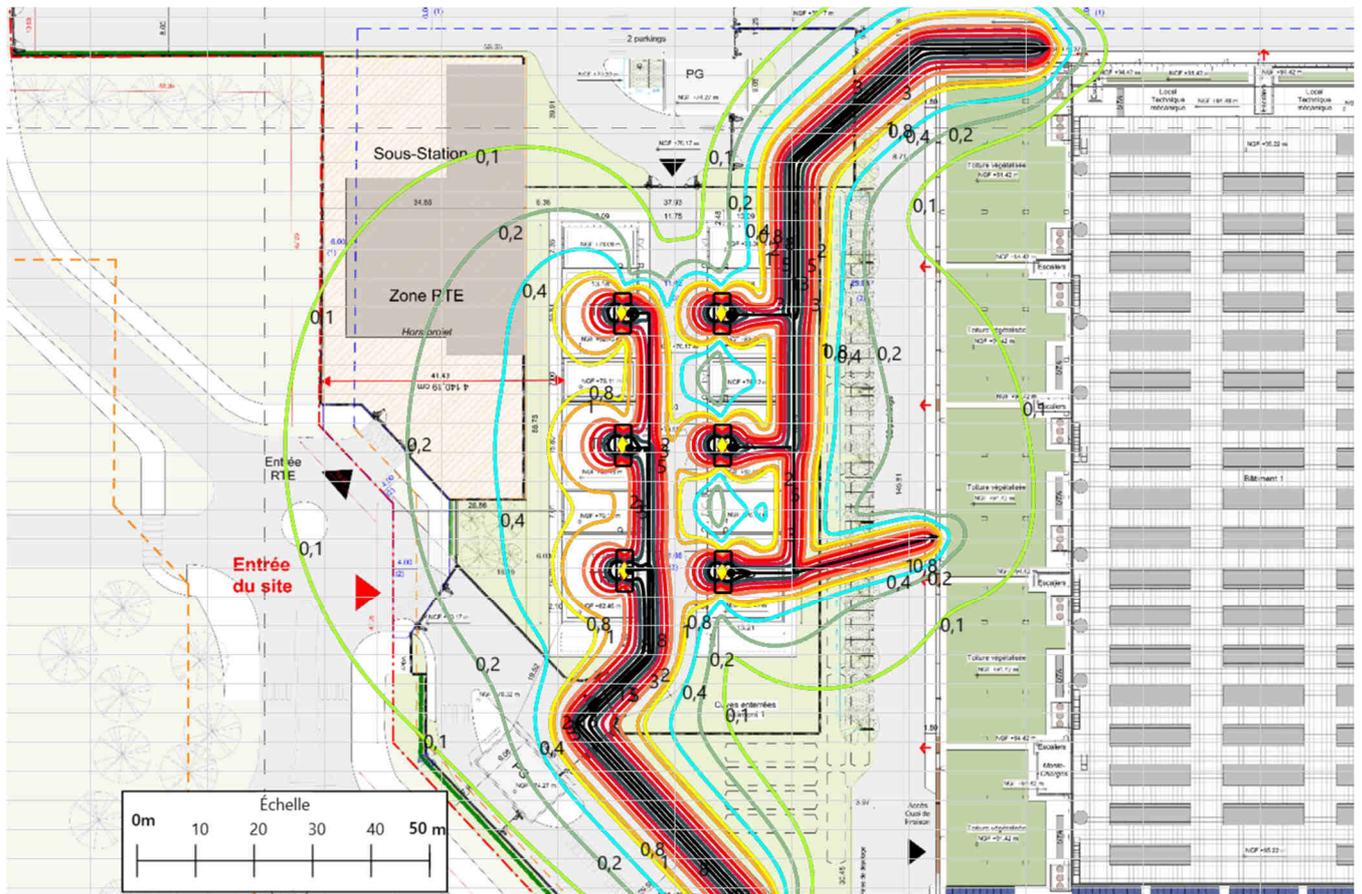
100%

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 13 de 37

6 MODÉLISATION ELECTROMAGNETIQUE: PRÉDICTION À 100% D'ÉNERGIE

Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné

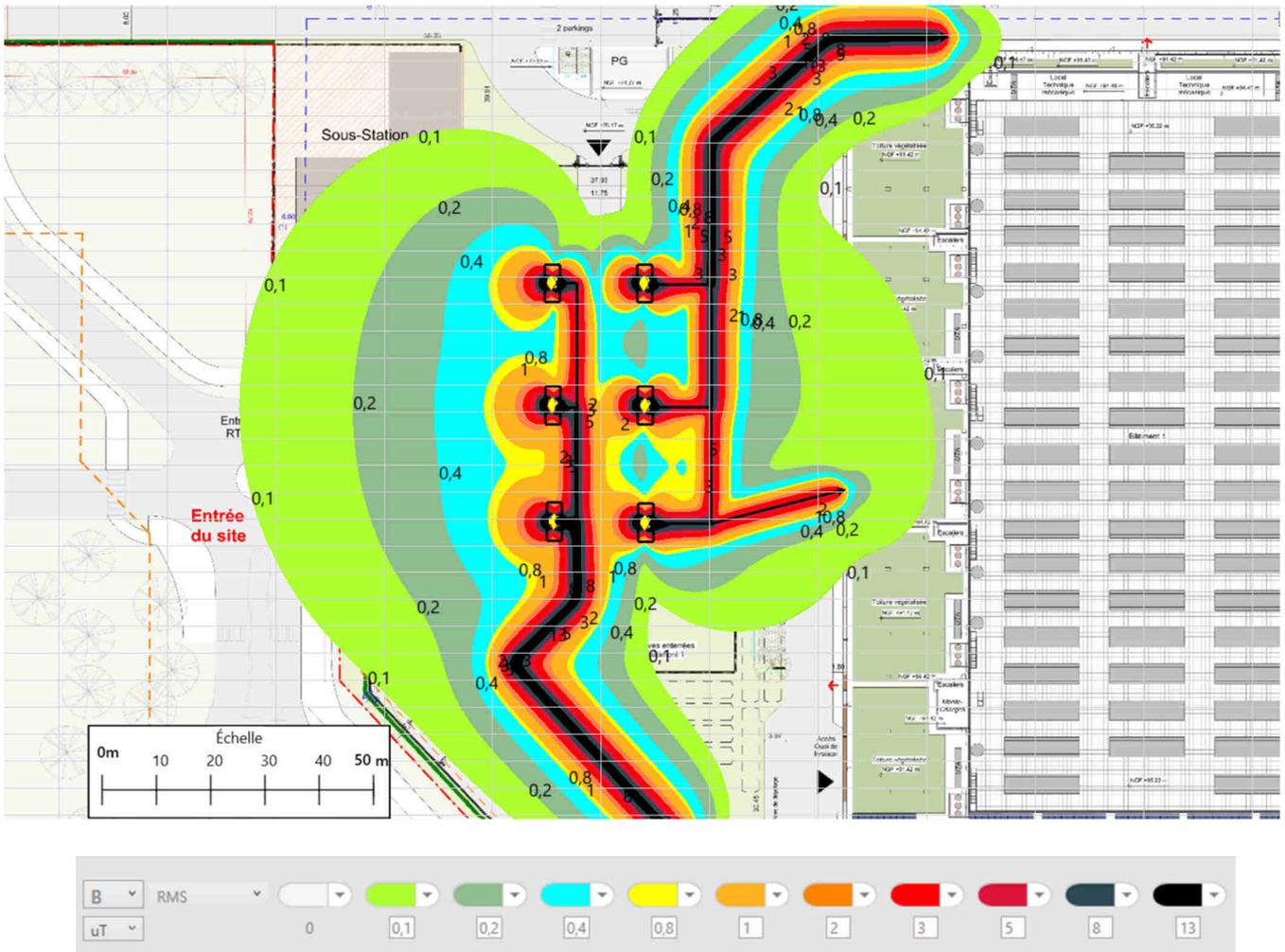
Nota : Câble d'arrivée 225kV enterré à -1m du sol.



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 14 de 37

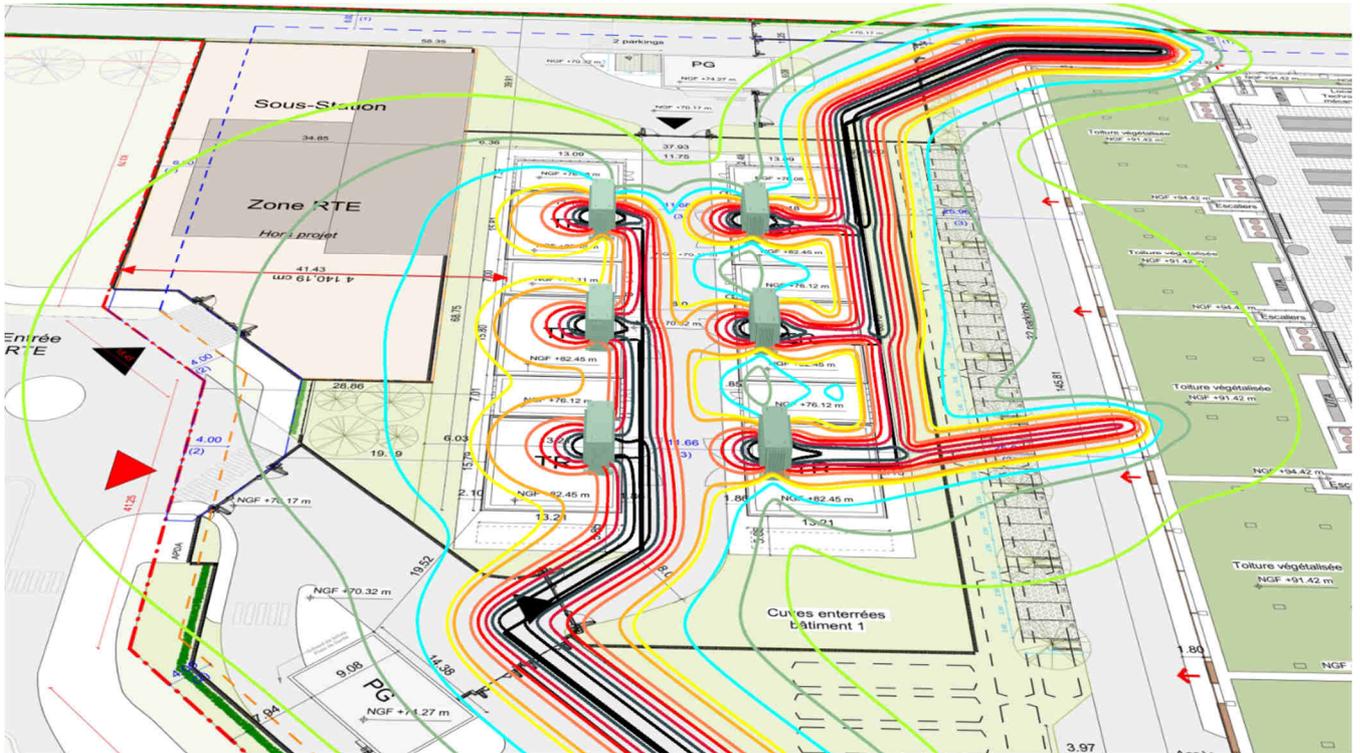
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné

Nota : Câble d'arrivée 225kV enterré à -1m du sol.



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 15 de 37

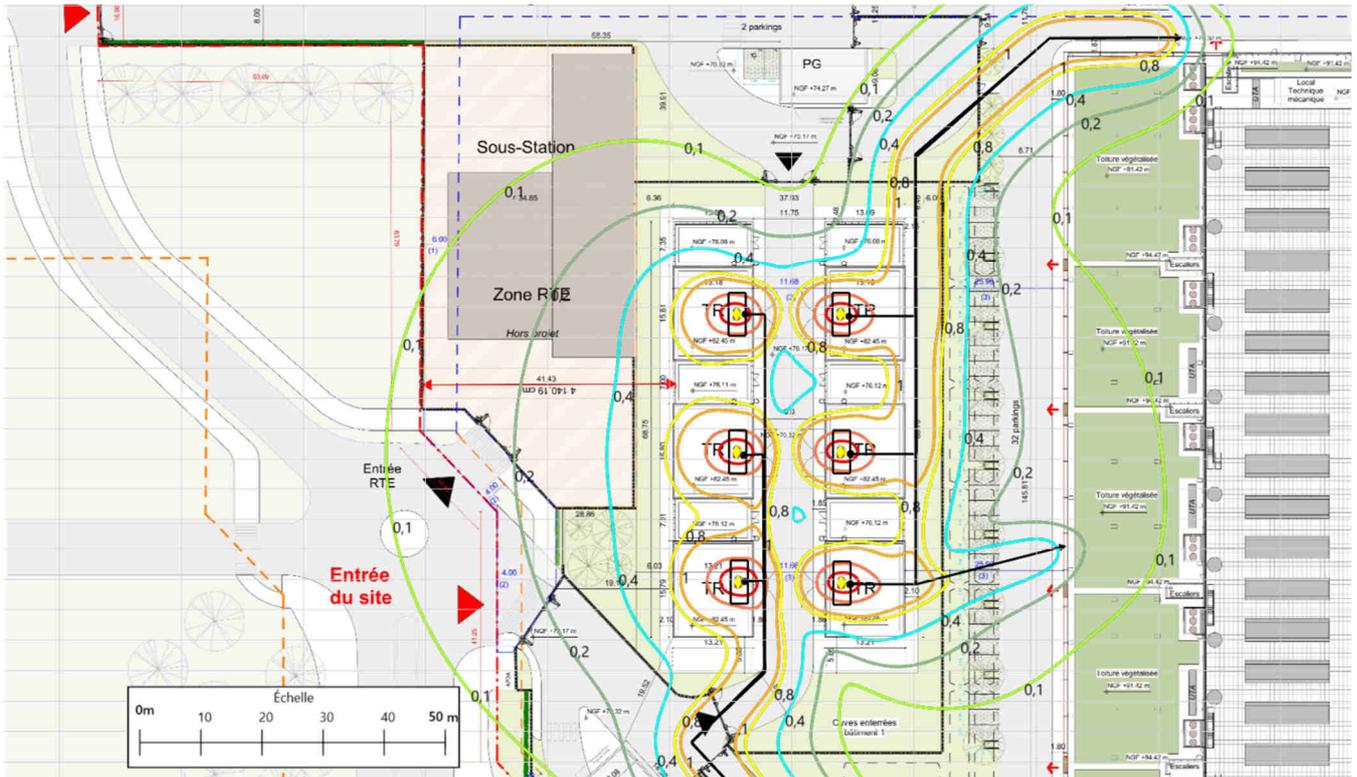
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en péri-mètres isorayonnés, vue 3D



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 16 de 37

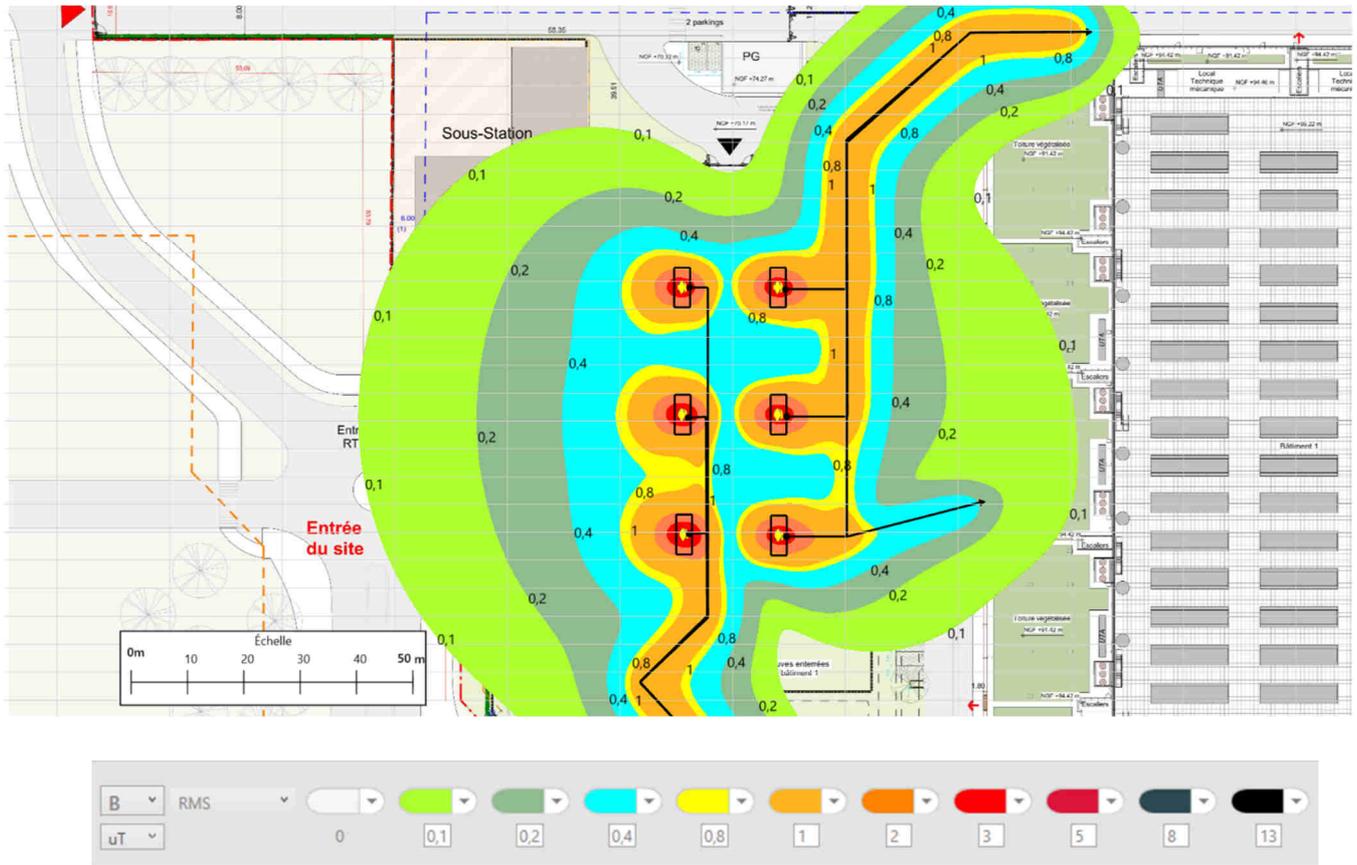
6.2 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en péri-mètres isorayonnés

Nota : Câble d'arrivée 225kV enterré à -1m du sol.



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 17 de 37

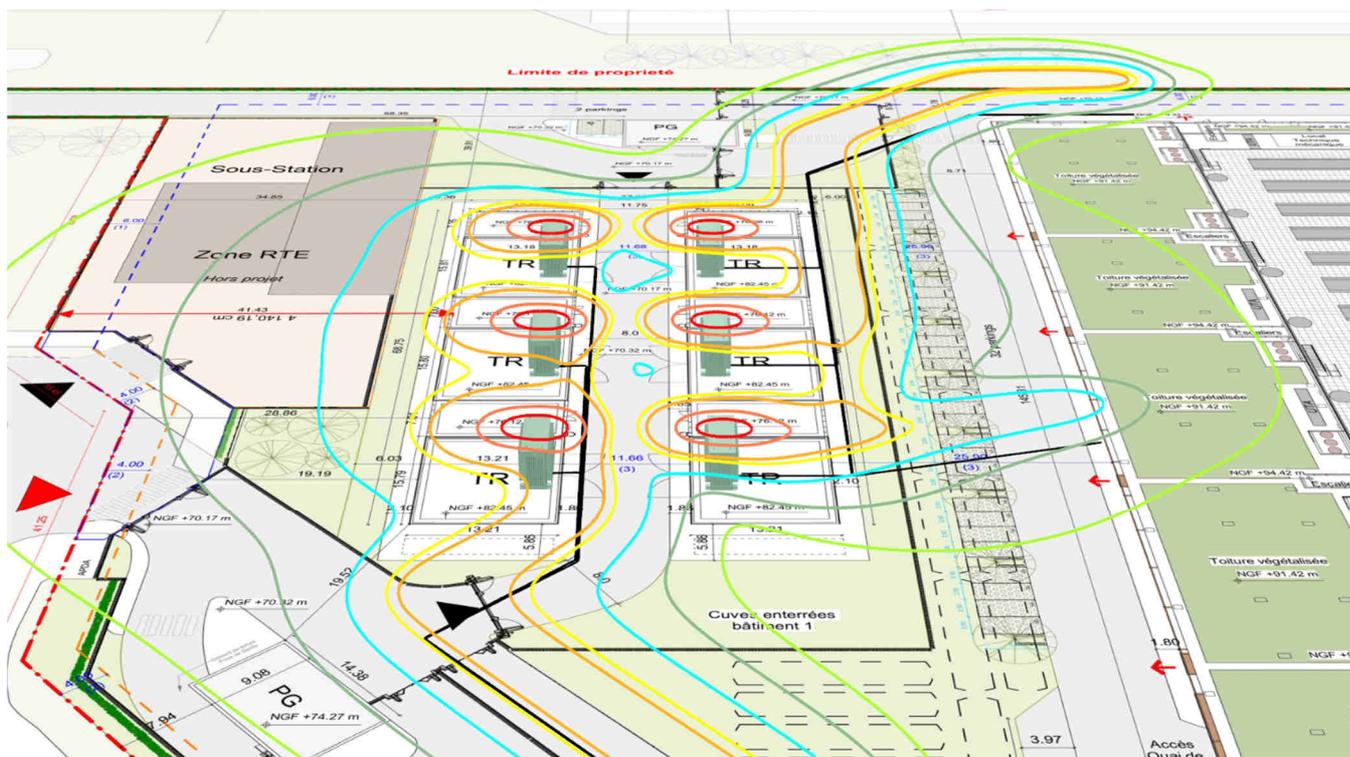
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surfaces isorayonnées



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 18 de 37

6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en périmètre isorayonné, 3D

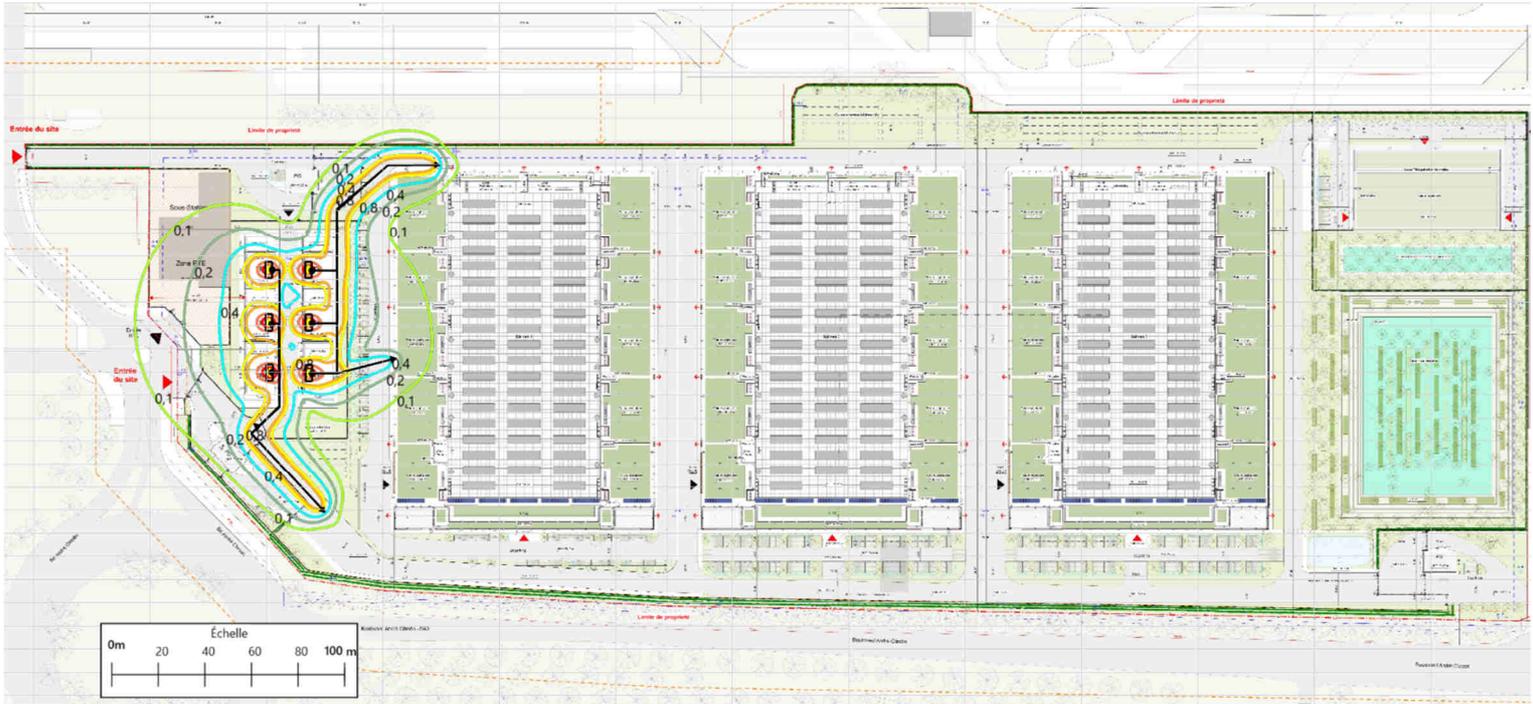
Nota : rayonnements vus à 5m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 19 de 37

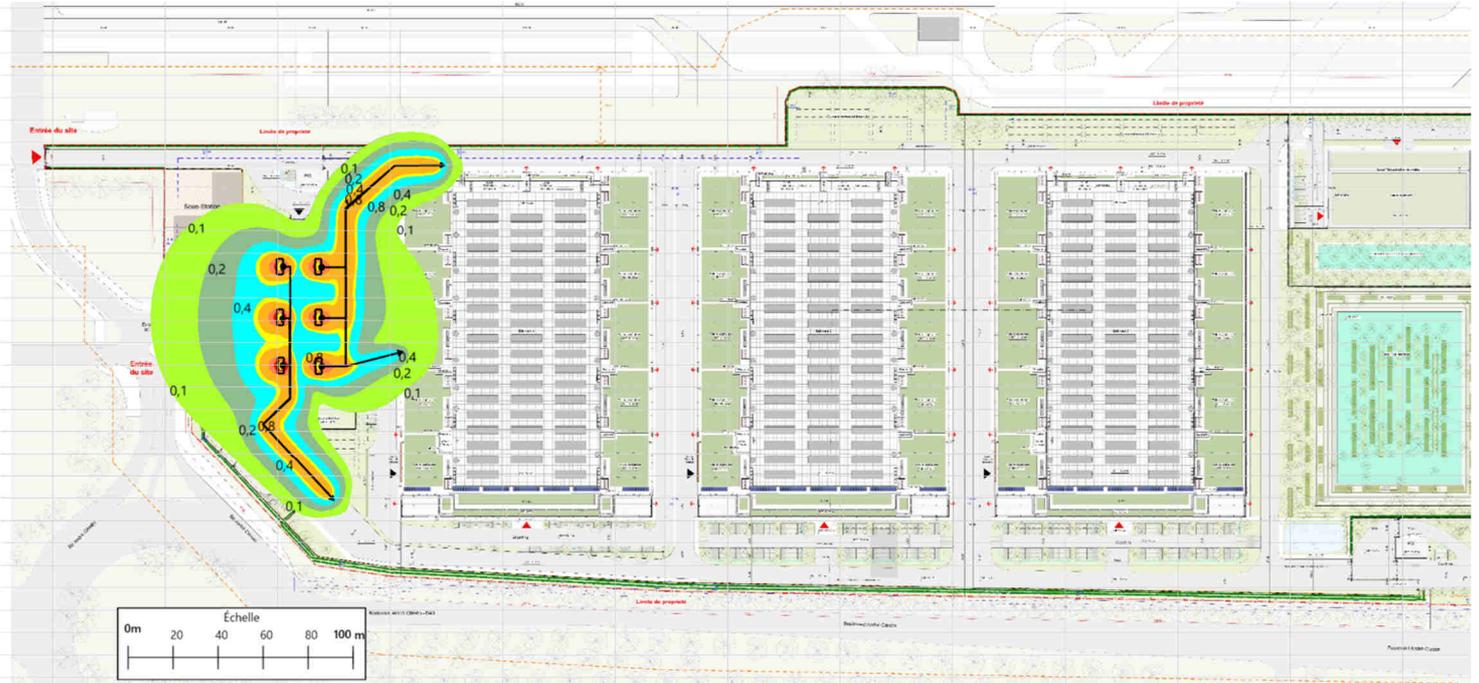
6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, vue d'ensemble

Nota : rayonnements vus à 1.50m de hauteur par rapport au sol



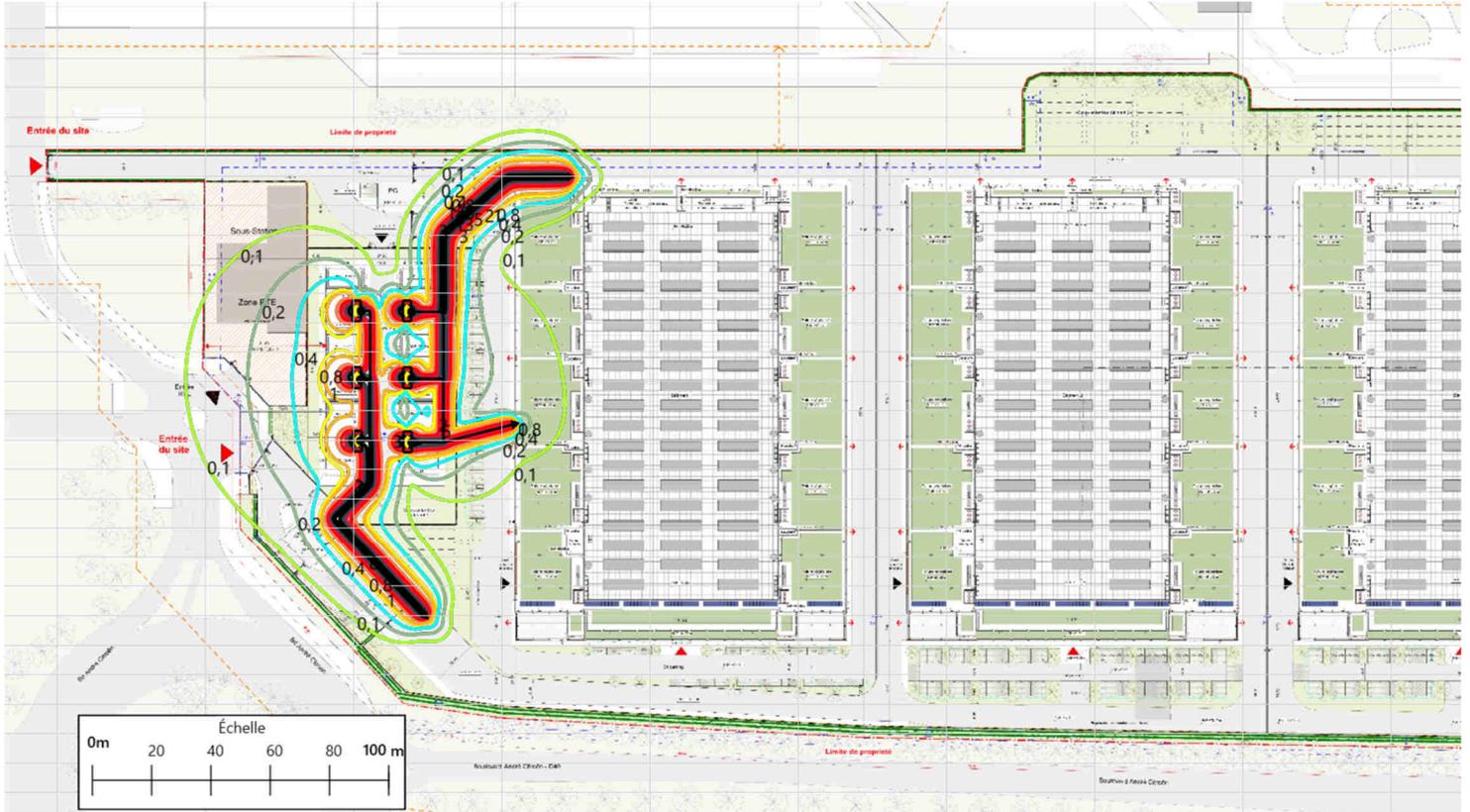
MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 20 de 37

6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surfaces isorayonné, vue d'ensemble



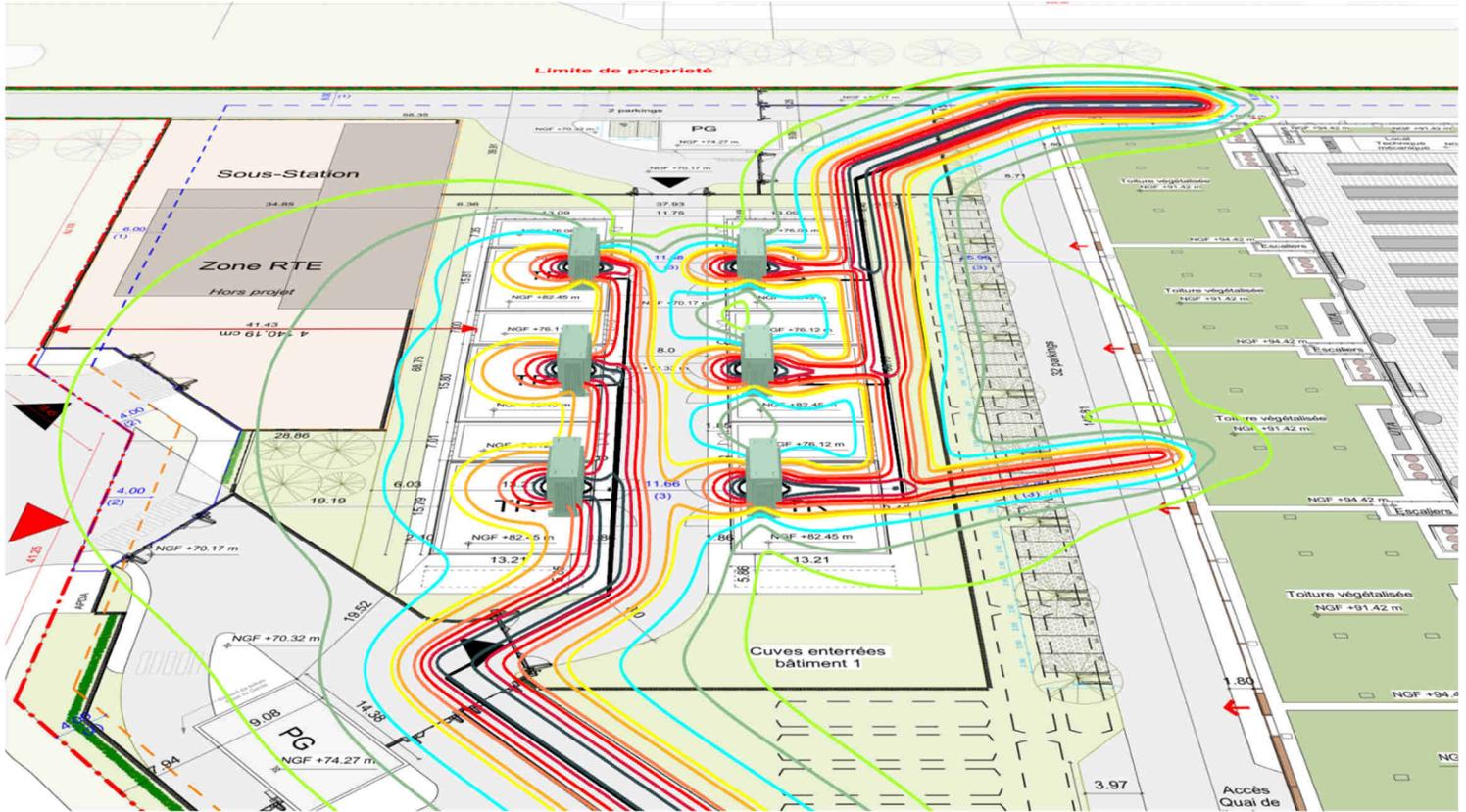
MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 21 de 37

6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5 m du sol en péri-mètres isorayonnées



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 22 de 37

6.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5 m du sol périmètres isorayonnés, 3D



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 23 de 37



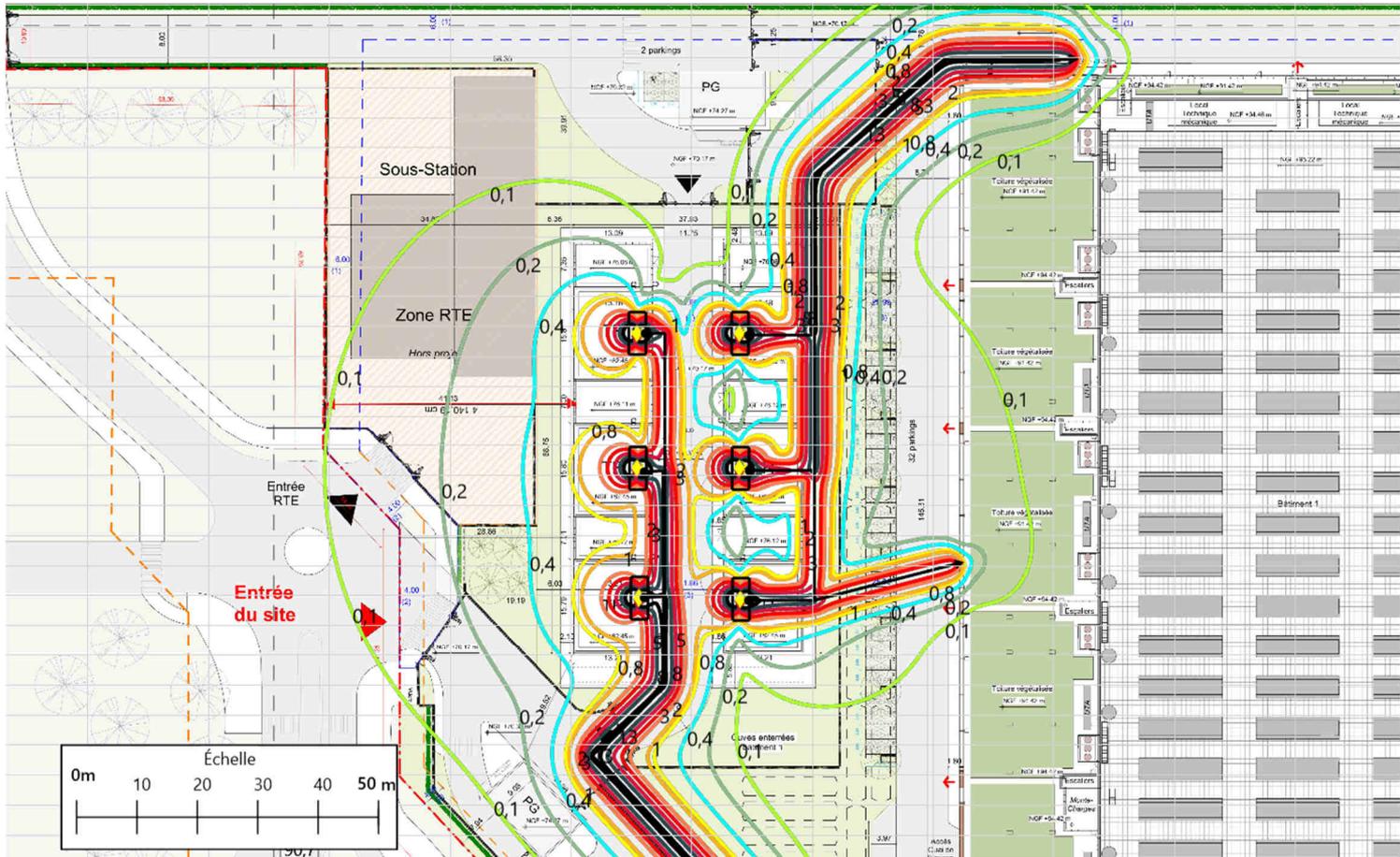
Modélisation « Fonctionnement NOMINAL »

84%

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 24 de 37

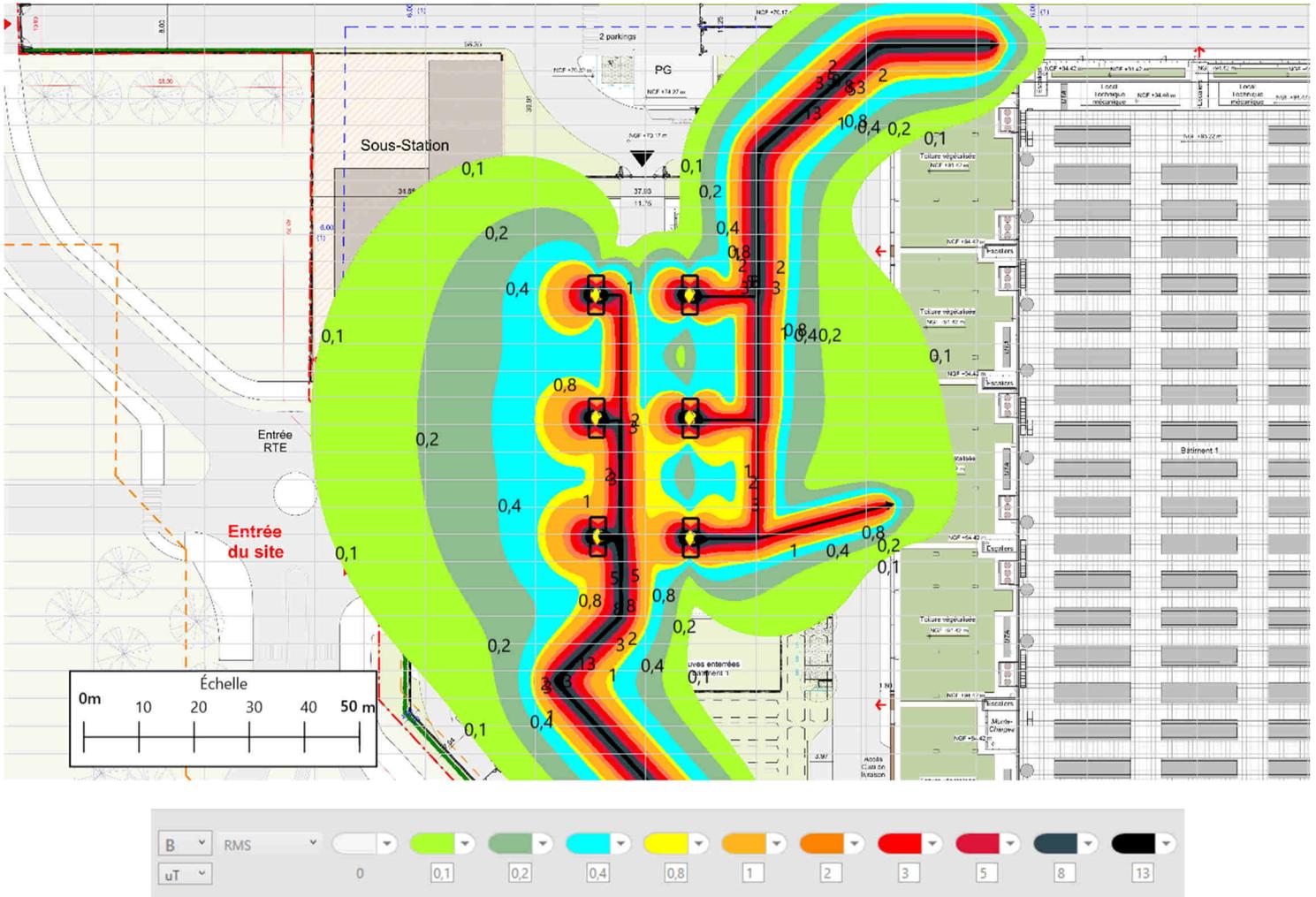
7 MODÉLISATION ELECTROMAGNETIQUE: PRÉDICTION À 84% D'ÉNERGIE

Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 25 de 37

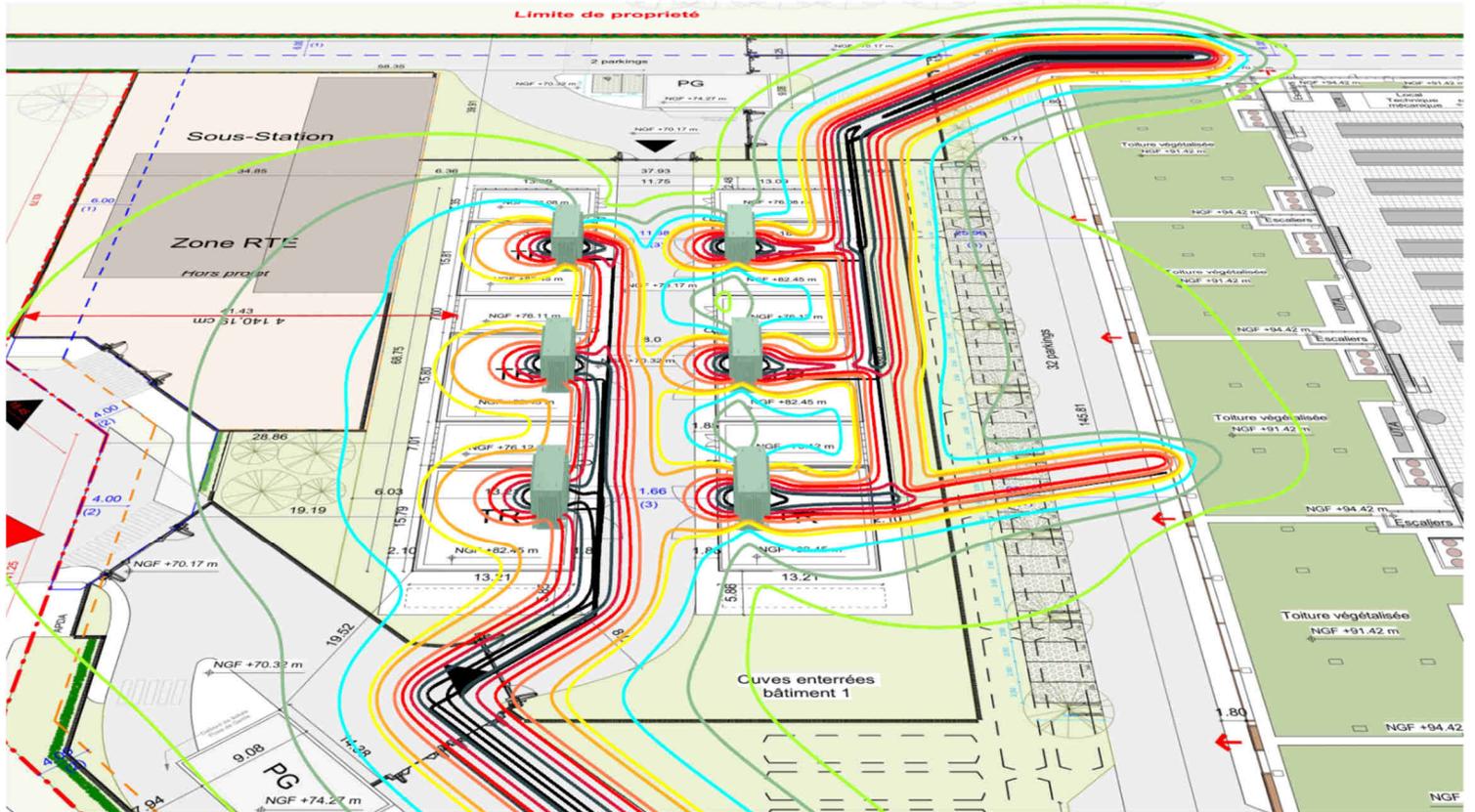
7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 26 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, 3D

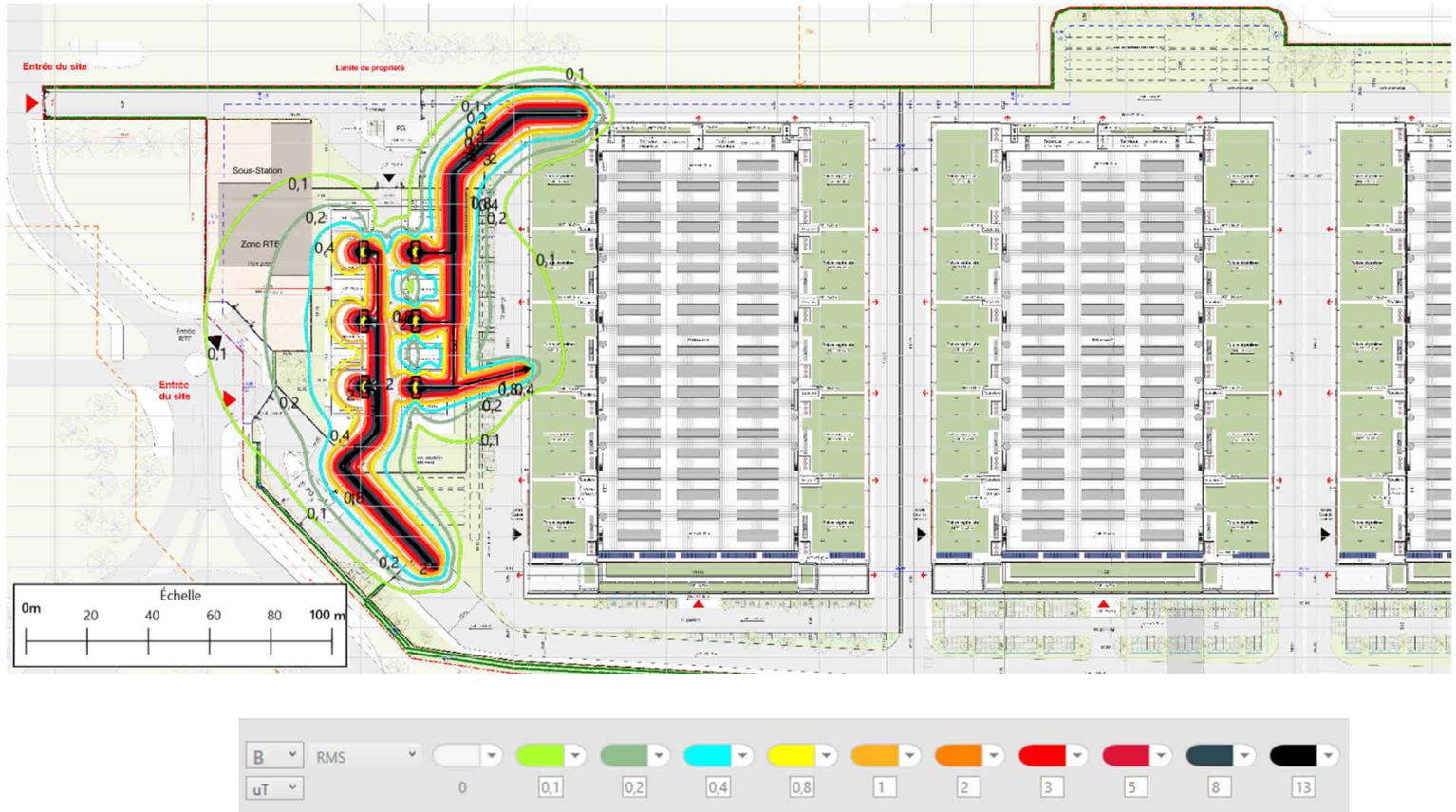
Nota : rayonnements vus à 1.5m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 27 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en périmètre isorayonné, vue d'ensemble

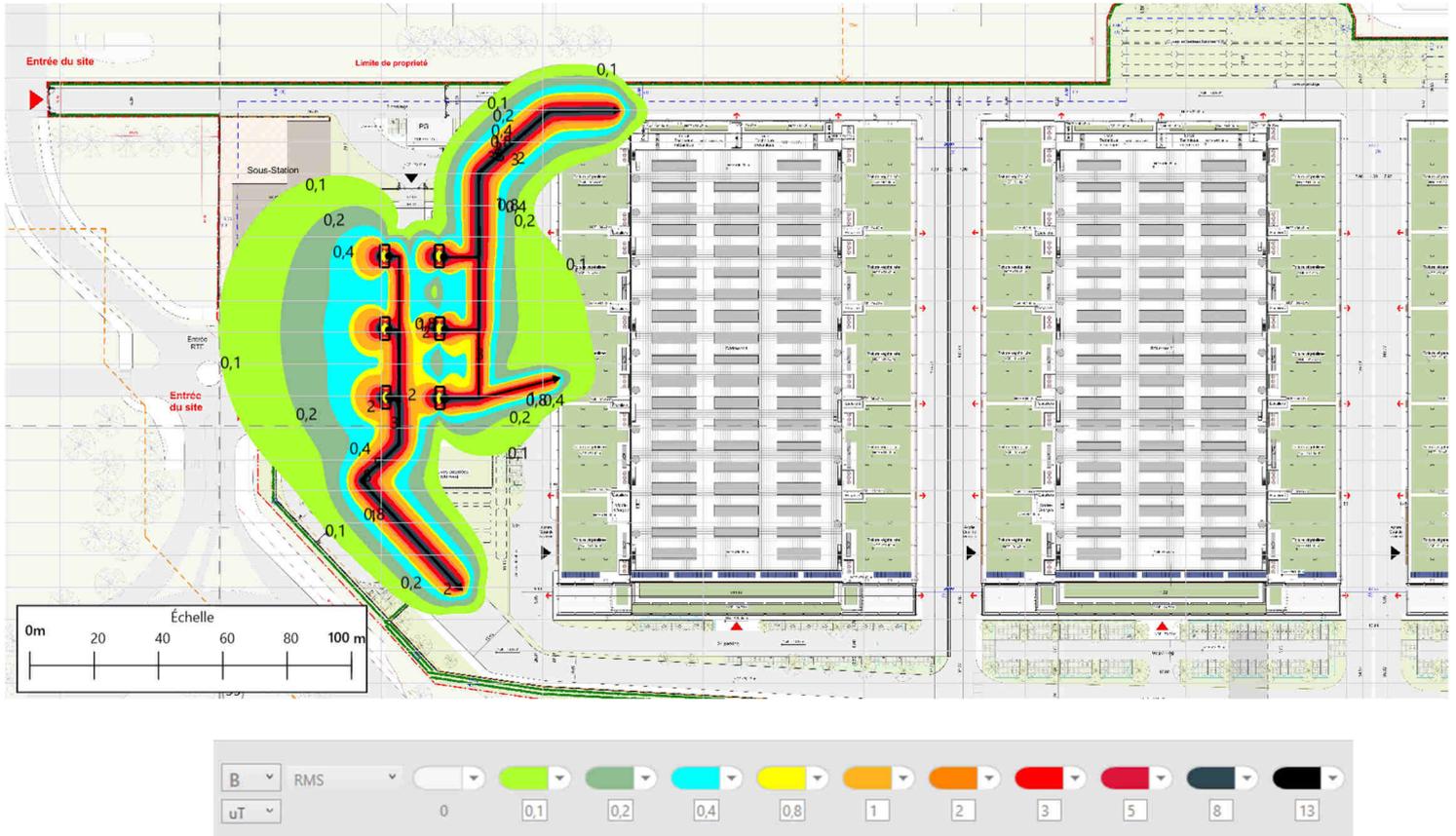
Nota : rayonnements vus à 1.50m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 28 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 1.50m du sol en surface isorayonné, vue d'ensemble

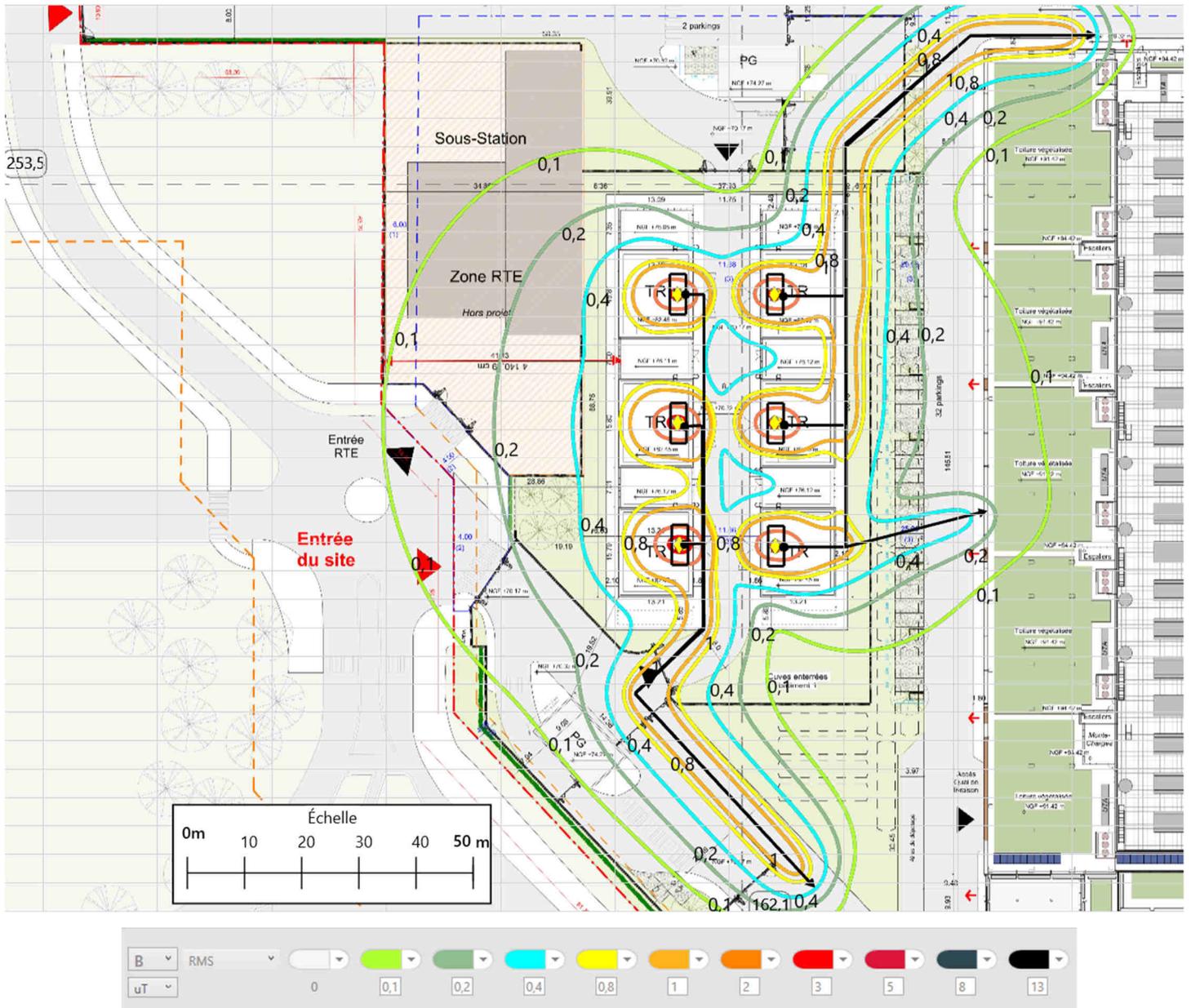
Nota : rayonnements vus à 1.50m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 29 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en périmètre isorayonné

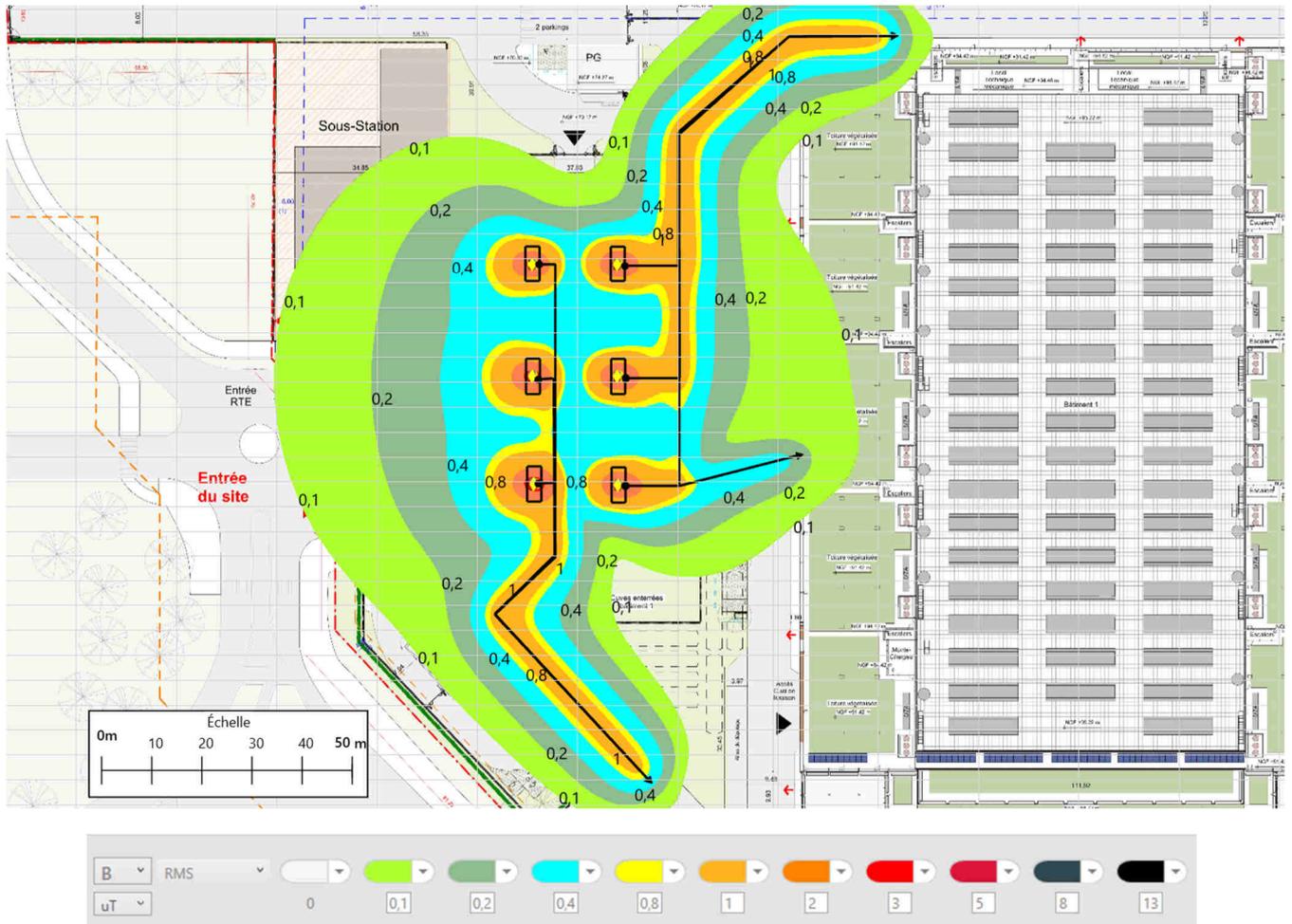
Nota : rayonnements vus à 5m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 30 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné

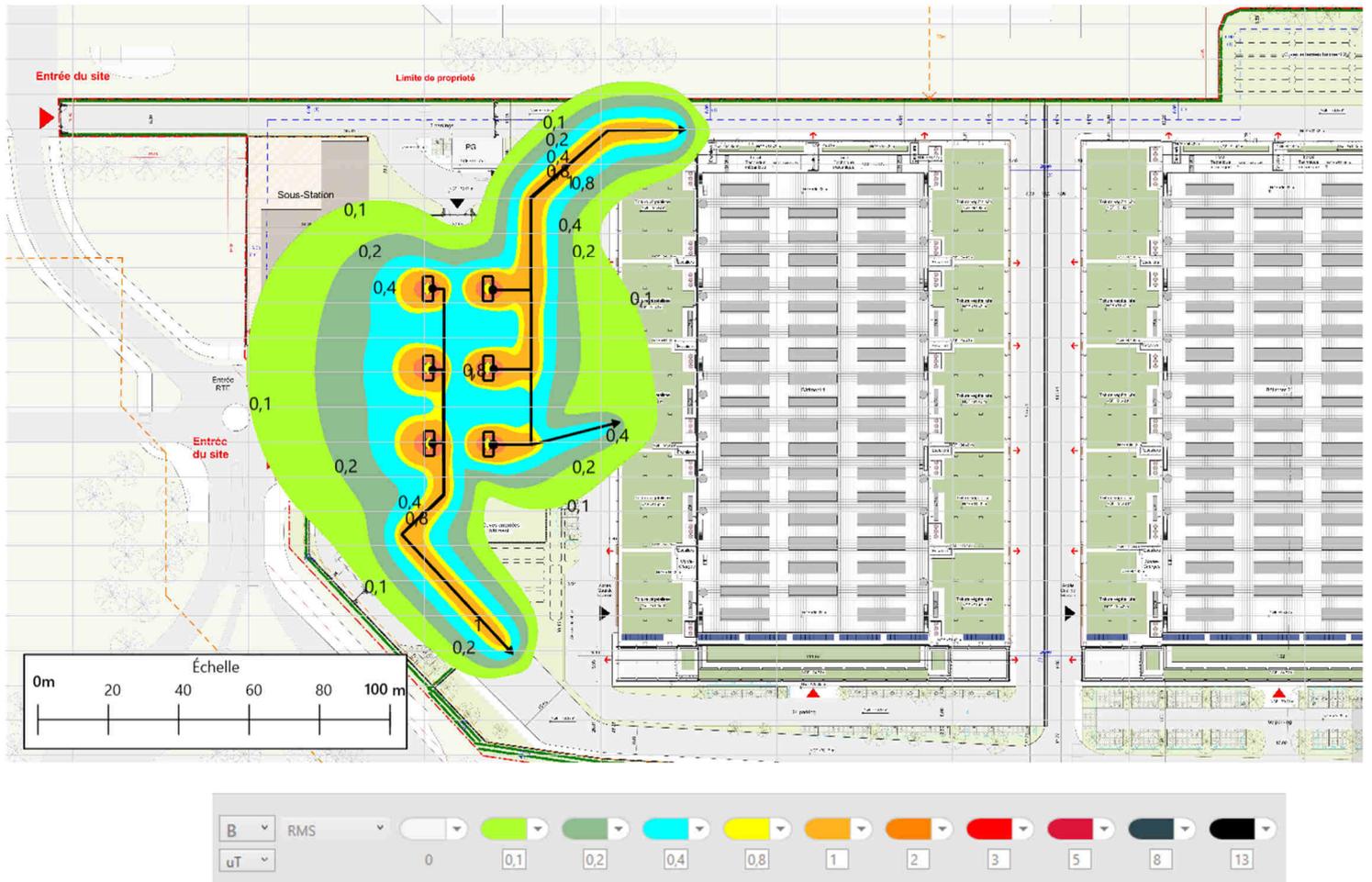
Nota : rayonnements vus à 5m de hauteur par rapport au sol



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 31 de 37

7.1 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné, vue d'ensemble

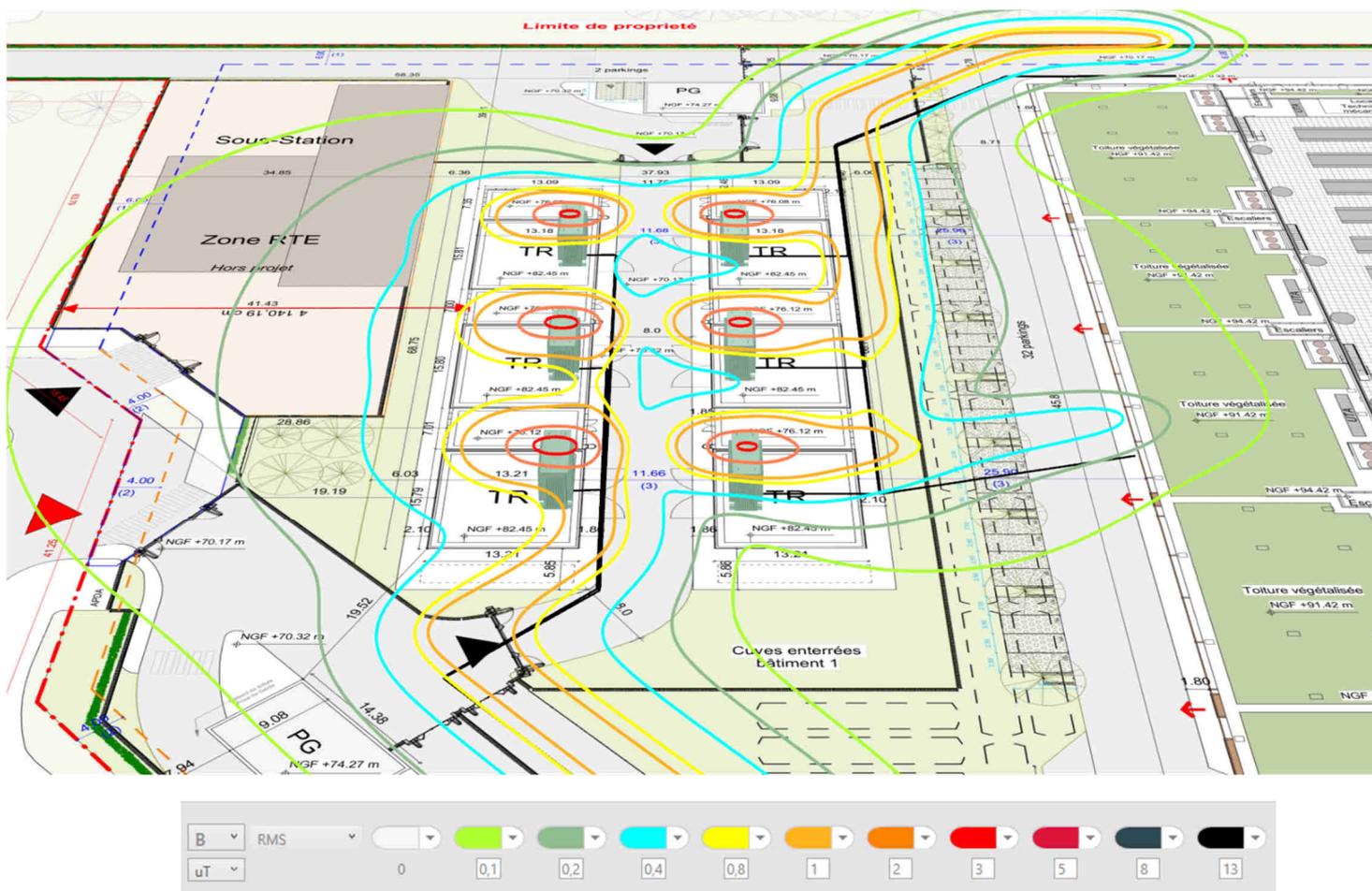
Nota : rayonnements vus à 5m de hauteur par rapport au sol en vue d'ensemble



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 32 de 37

7.2 Modélisation du champ d'induction magnétique à 5m du sol en surface isorayonné, 3D

Nota : rayonnements vus à 5m de hauteur par rapport au sol en 3D



MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 33 de 37

8 CONCLUSION

Une étude d'impacts électromagnétiques a été réalisée par modélisation-prédiction des champs d'inductions magnétiques 50Hz générés par des transformateurs de très grandes puissances.

Des résultats de modélisation ont permis d'évaluer l'exposition humaine à **1.50m de hauteur**, représentatif du thorax d'un humain se tenant debout et **5m de Hauteur** représentative du second étage de la plupart des bâtiments.

Fonctionnement à pleine Puissance, Pire cas

Les transformateurs 225kV sont redondants par couple. Ainsi la puissance qui transite est répartie sur chaque transformateur avec un coefficient de foisonnement de **84%** ou alors une situation extrême de **100%** de puissance. Les deux cas de coefficient de foisonnement ont été considérés et simulés à deux hauteurs **1.50m et 5m**.

1.50m pour la hauteur du thorax d'un individu qui se tient debout ou alors la hauteur de **5m** représentative de **deux étages d'un bâtiment**.

Les rayonnements sont représentés en périmètres iso rayonnés ou en surfaces isorayonnées ce qui donne un aperçu des impacts électromagnétiques.

L'impact le plus lointain à **0.1 micro-Tesla** a été représenté, il donne les distances maximales impactées par les rayonnements électromagnétiques.

Cette valeur de champ d'induction magnétique 50Hz à **0.1 micro-Tesla** calculée est 1000 fois inférieure à la législation française (décret 2002-775 du 3 Mai 2002, législation définissant le niveau de risque sanitaire fixé à 100 micro-Tesla.

Cette même valeur de **0.1 micro-Tesla** calculé est 4 fois inférieure à la recommandation du CIRC (Centre Internationale de recherche sur le Cancer, basé à Lyon), la valeur de **0.4 micro-Tesla** est également donnée en cible à ne pas dépasser par les certifications environnementales HQE et OsmOz.

La valeur de **0.4 micro-Tesla** est atteinte sur la parcelle du Data Center mais ne déborde pas en dehors de la parcelle.

Les rayonnements électromagnétiques des 6 transformateurs HTB de 225KV ne sortent pas du périmètre de la parcelle du Data Center et n'impactent donc pas des bâtiments, ouvrages qui se retrouvent proche de la parcelle du Data Center.

Sur la parcelle du projet, en dehors des bâtiments des transformateurs HTB, la législation fixant le seuil de 100 micro-Tesla à ne pas dépasser est respectée.

Les recommandations du CIRC, de deux certifications environnementales HQE et OsmOz, seront respectées en dehors de la parcelle du projet.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 34 de 37

9 SIGNALÉTIQUE AUX ACCES DES LOCAUX COURANTS FORTS : RAPPEL

Ces locaux sont à accès limité aux seules personnes habilités. Cependant la nouvelle législation (décret 20156-1074 du 3Août 2016) impose de prendre des précautions pour les personnes dites à « risques particuliers » tels les porteurs d'implants actifs et passifs, les femmes enceintes et les jeunes au voisinage de 18ans.

Personnes à risques : femmes enceintes, porteurs d'implants médicaux de différentes natures, personnes dites sensibles aux ondes **doivent être informées par une signalétique appropriée** et reconnaissable en proximité des zones générant des champs forts (dépassant 100 ampères par phase).

Pictogrammes : signalement de la présence de champs électromagnétiques.



Nota : Les objets rayonnants puissants qui n'auraient pas été vus ou signalés lors de cette analyse doivent faire l'objet d'une vigilance particulière en absence d'information en attendant l'application d'un protocole de prévention (nouvelle législation Juillet 2016).

La signalétique est obligatoire si, dans le local ou la zone considérée, les courants dépassent 100 Ampère par phase.

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 35 de 37

10 REFERENTIELS TECHNIQUES ET NORMATIFS

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 62226-3-1 Avril 2008 Exposition aux champs électriques ou magnétiques à basse et moyenne fréquence

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

MANTENNA EXPERTISE	Code	Edition	Status du document	Page
	MANT_RAM_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 36 de 37



12 COMMENT NOUS JOINDRE

Mantenna Expertise
Laboratoire et Bureau d'Etudes

Exposition Humaine aux rayonnements non ionisants
Compatibilité électromagnétique
Environnement pour microscopie électronique et ionique
Blindages passifs et actifs
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_ADR_24_0410-2	01	Rapport d'Etudes	Page 37 de 37