

Etudes Techniques et pièces justificatives de l'étude
d'impact, de dangers et de la notice d'hygiène et
sécurité

ANNEXE 3 - Pièce 1

Etude hydraulique relative à l'aménagement des sites de
RVE sur la commune de Saint-André (ARTELIA)



Etude hydraulique relative à l'aménagement du site de RVE sur la commune de Saint-André

ETUDE HYDRAULIQUE

RAPPORT (PROVISOIRE)

Ville & Transport
Région Réunion
121 boulevard Jean Jaurès
CS 31005
97404 SAINT-DENIS CEDEX
Tel. : 02 62 90 96 00
Fax : 02 62 90 96 01



H	Reprise PPRi	07/2017	LDd	CHe	
G	Reprise parking visiteurs	04/2017	LDd	Che	
F	Correction diverses	02/2017	LDd	Che	
E	EP minotaure	02/2017	LDd	CHe	
D	Couverture canal en buse	01/2017	LDd	CHe	
c	Complément réseau pluvial	12/2016	LDD	SGz	
B	Corrections diverses et cote de référence q100	12/2016	LDD	CHE	
A	Version initiale	12/2016	LDD	CHE	
<i>INDICE</i>	<i>OBJET DE LA MODIFICATION</i>	<i>DATE</i>	<i>VISA EMETTEUR</i>	<i>VISA DIRECTEUR BRANCHE</i>	<i>VISA DIRECTEUR QUALITE</i>

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	3
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	3
1.2. LOCALISATION	3
1.3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE - PPRI	5
2. ANALYSE HYDROLOGIQUE	6
2.1. RECONNAISSANCE DE SITE	6
2.2. BASSINS VERSANTS	9
2.2.1. Coefficients de ruissellement	9
2.2.2. Caractéristiques des bassins versants	9
2.3. ESTIMATION DES DEBITS	11
2.3.1. Données météorologiques	11
2.3.2. Détermination des débits caractéristiques	11
2.3.3. Résultats	12
3. ANALYSE HYDRAULIQUE ETAT ACTUEL	13
3.1. METHODOLOGIE	13
3.2. ECOULEMENT SUR LA ZONE DE PROJET	13
3.3. COUVERTURE DU CANAL INTERCEPTEUR CENTRAL	18
3.4. DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX DE COLLECTE SUD	22
3.4.1. Réseau de collecte eaux sales	23
3.4.2. Dimensionnement des ouvrages de confinement et de traitements des eaux de ruissellement	25
3.4.2.1. OUVRAGE DE RETENTION	25
3.4.2.2. OUVRAGE DE TRAITEMENT	26
3.5. DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX DE COLLECTE NORD	28
3.5.1. Réseau de collecte eaux sales	29
3.5.2. Dimensionnement des ouvrages de confinement et de traitements des eaux de ruissellement	31
3.5.2.1. OUVRAGE DE RETENTION	31
3.5.2.2. OUVRAGE DE TRAITEMENT	31
Annexe 1 Relevé topographique de la zone de projet	32

TABLEAUX

TABL. 1 - DETERMINATION DES ALEAS EN FONCTION DES HAUTEURS D'EAU ET DE LA VITESSE	5
TABL. 2 - COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT POUR LES ESPACES VERTS	9
TABL. 3 - CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS	9
TABL. 4 - COEFFICIENTS DE MONTANA FOURNIS	11
TABL. 5 - CALCULS DES TEMPS DE CONCENTRATION	12
TABL. 6 - DEBITS GENERES PAR LE BV POUR DIFFERENTES PERIODES DE RETOUR	12
TABL. 7 - DETERMINATION DES HAUTEURS D'EAU ET VITESSES D'ECOULEMENTS SUR LA PARCELLE	16
TABL. 8 - NORME NF EN 752	23
TABL. 9 - DONNEES PLUVIOMETRIQUE DE LA STATION METEO FRANCE DE BOIS ROUGE	26

FIGURES

FIG. 1. IMPLANTATION DE LA ZONE D'ETUDE	4
FIG. 2. ZONAGE PPRI	5
FIG. 3. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	8
FIG. 4. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DE LA ZONE D'ETUDE ET DELIMITATION DES BV	10
FIG. 5. REPARTITION DES DEBITS AU DROIT DE LA ZONE DE PROJET	13
FIG. 6. POSITIONNEMENT DU PROFIL DE CALCUL DE LA ZONE DE PROJET	14
FIG. 7. CALAGE DES OUVERTURES – VUE EN PLAN	15
FIG. 8. CALAGE DES OUVERTURES – VUE DE FACE	15
FIG. 9. REPRESENTATION DE LA CHARGE SUR UNE PILE DE PONT	15
FIG. 10. NIVEAU DE REFERENCE POUR LA CRUE CENTENNALE	16
FIG. 11. PROPOSITION DE MODIFICATION DU PPRI DE LA ZONE DE PROJET POUR L'ETAT INITIAL	17
FIG. 12. PROPOSITION DE MODIFICATION DU PPRI DE LA ZONE DE PROJET POUR L'ETAT AMENAGE	18
FIG. 13. COUPE TYPE DE L'OUVRAGE CADRE PROJETE	19
FIG. 14. COUPE TYPE DE L'OUVRAGE BUSE PROJETE	20
FIG. 15. VUE EN PLAN DE LA PROTECTION EN ENROCHEMENTS AMONT	21
FIG. 16. COUPE TYPE DE LA PROTECTION EN ENROCHEMENTS AVAL	22
FIG. 17. EXEMPLE DE CHAINE DE TRAITEMENT SUR LE RESEAU AVANT REJET	27
FIG. 18. AMENAGEMENTS PROJETEES	30

1. PREAMBULE

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La Société RVE souhaite réaménager son site situé sur la commune de Saint-André. Ce projet s'étend sur une superficie totale d'environ 15,5 ha.

La partie sud du site se situe en zone B2 du PPRi de la commune de Saint-André, soit en zone d'aléa moyen inondation. Sans étude hydraulique spécifique, les cotes de 1^{er} plancher des constructions sur cette parcelle devront donc être situées 1 m au-dessus du TN.

Elle est aussi traversée par un canal d'évacuation des eaux pluviales classé en catégorie réglementaire R1 à ce même PPRi.

Le BET EMC2 réalise une étude de mise en conformité réglementaire du site pour le compte de RVE et souhaite qu'une étude hydraulique soit réalisée sur cette parcelle afin :

- de définir la cote de référence inondation en zone B2 ;
- d'effectuer la couverture du canal central ;
- de dimensionner les réseaux et ouvrages annexes indispensables pour alimenter les divers dossiers réglementaires et justifier le dimensionnement des mesures compensatoires.

La réalisation de cette étude hydraulique fait l'objet de ce présent rapport.

1.2. LOCALISATION

Les parcelles concernées se situent sur la commune de Saint-André, dans le quartier de Grand Canal au *sud-est* de la commune.

La localisation précise des parcelles est présentée sur la figure page suivante.

RVE
Etude hydraulique relative à l'aménagement du site de RVE sur la commune de Saint-André

Etude Hydraulique
RAPPORT (PROVISOIRE)



Fig. 1. Implantation de la zone d'étude

1.3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE - PPRI

Le Plan de Prévention des Risques d'inondation (PPRI) de Saint-André a été réalisé par ARTELIA (DEAL, Réf. 4700116, Avril 2014) et a été approuvé en juin 2014. La Fig. 2 présente le zonage réglementaire du PPRI sur la parcelle. Le règlement PPRI associé se trouve en annexe.

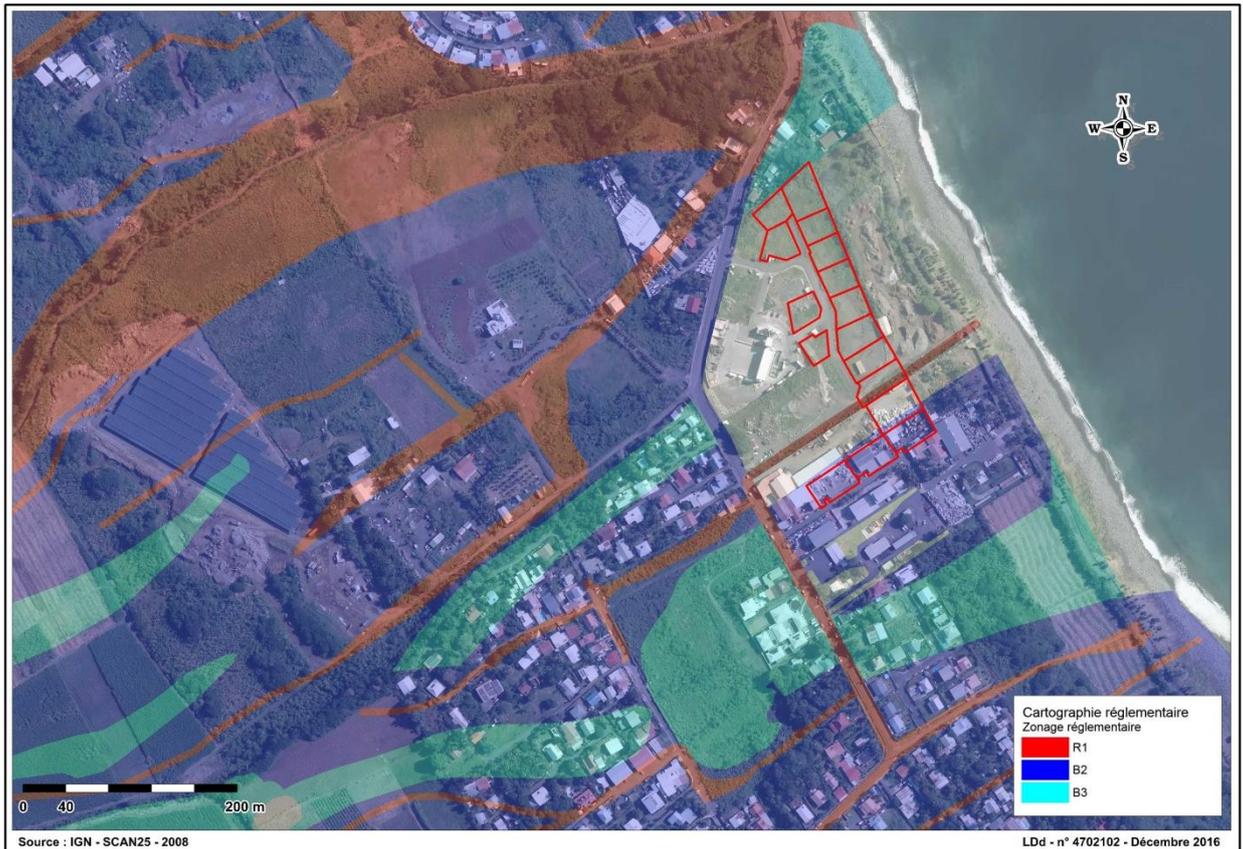


Fig. 2. Zonage PPRI

Le zonage B2 correspond aux secteurs exposés à un aléa inondation moyen avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,5 et 1 mètre et/ou des vitesses d'écoulement comprises entre 0,5 et 1 m/s.

Les niveaux d'aléa « inondation » prévus dans le PPRI de Saint-André sont les suivants :

Tabl. 1 - Détermination des aléas en fonction des hauteurs d'eau et de la vitesse

Vitesse Hauteur	$V < 0,5 \text{ m/s}$	$0,5 < V < \text{et } 1\text{m/s}$	$V > 1\text{m/s}$
$H > 1\text{m}$	FORT R1	FORT R1	FORT R1
$0,5 \text{ m} < H < 1\text{m}$	MOYEN B2	MOYEN B2	FORT R1
$H < 0,5 \text{ m}$	FAIBLE B3	MOYEN B2	FORT R1

2. ANALYSE HYDROLOGIQUE

L'objectif de ce chapitre est de définir les débits interférant avec la zone d'étude pour une période de retour de 100 ans (occurrence prise en compte dans le PPRi).

2.1. RECONNAISSANCE DE SITE

La reconnaissance du site a été effectuée le 22 novembre 2016.

L'objectif de cette reconnaissance était de :

- Vérifier les orientations du terrain naturel ;
- Vérifier le taux d'imperméabilisation des sols visualisé initialement à partir des photos aériennes ;
- Déterminer l'incidence des voiries et autre obstacles sur la dynamique des écoulements ;
- Préciser les limites des différents bassins versants (BV) pouvant interférer avec la zone de projet.

La zone d'étude en amont immédiat de la parcelle **(BV1)** est constituée de maisons individuelles, une déchetterie ainsi qu'une centrale à béton.

Le reste du bassin versant est composé de champs de cannes.

Les eaux de ruissellement du quartier résidentiel situé en amont immédiat du projet sont drainées par un système de réseau enterré et de fossé avant de s'évacuer théoriquement vers le Canal traversant la zone de projet sans interférer théoriquement avec celle-ci (cf. point 1 sur les Fig. 3 et Fig. 4).

Il apparaît que le raccordement entre le système de collecte amont et le canal d'évacuation aval n'a pas été réalisé (traversée de la RD non faite). Il en ressort un désordre hydraulique important en amont de la RD entraînant une forte érosion du canal et de la route en ce point (cf. photos ci-dessous).



Photo.-1. Raccordement amont - RD47

Etude hydraulique relative à l'aménagement du site de RVE sur la commune de Saint-André

Etude Hydraulique
RAPPORT (PROVISOIRE)



Photo.-2. Arrivée réseau lotissement / RD47



Photo.-3. Canal amont RD 47



Photo.-4. Départ réseau RD47



Photo.-5. Grille amont déchetterie - canal aval



Photo.-6. Canal aval déchetterie



Photo.-7. Canal au droit de RVE

Au niveau de l'entrée de la déchetterie, une grille « pei » permet d'intercepter les eaux de ruissellement de la RD 47 ainsi que les eaux de débordements issues du BV amont.

En cas de débordement, les eaux vont :

- Soit s'évacuer vers le Grand Canal via la RD47, sans interférer avec la zone de projet ;
- Soit transiter par la déchetterie pour rejoindre les voies de la ZAC sans interférer avec les parcelles de projet.

Le BV1 ne présente donc pas de risque d'interférence avec la zone de projet.

La partie *sud* du site est délimité par le chemin Grand Canal.

Cette voie récupère les eaux de cette voie ainsi que celles des habitations la longeant.

Les parcelles longeant cette voie sont positionnées en légère surélévation par rapport à la voie sans débordements possibles.

Au bout de cette voie, celle-ci tourne à angle droit, au droit du garage, pour rejoindre la fourrière.

A ce niveau, la zone de projet est positionnée en contre bas de la rue et peut donc récupérer une partie du débit (point 2 sur les Fig. 3 et Fig. 4).

Cette parcelle ne présente pas de transparence hydraulique, l'eau s'y accumule donc jusqu'à atteindre un équilibre avec le niveau d'évacuation établi sur le chemin grand canal vers la fourrière (point 3 sur les Fig. 3 et Fig. 4).

La figure suivante décrit le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude.

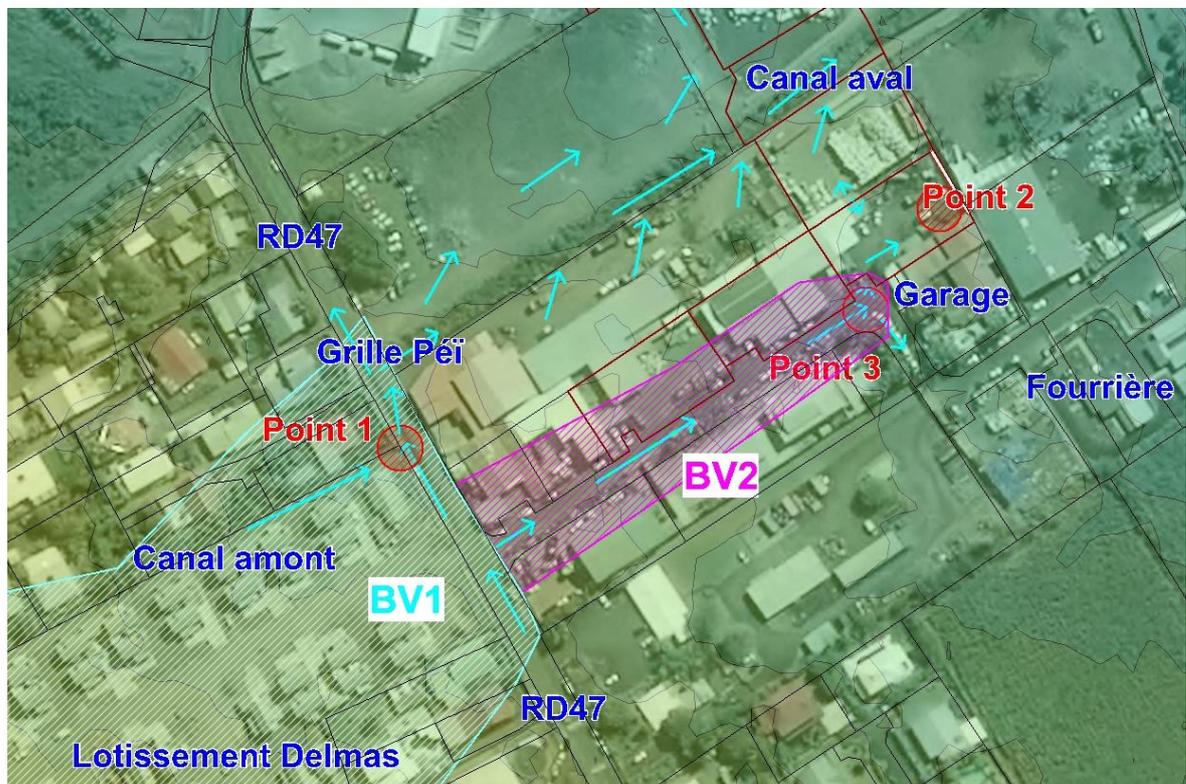


Fig. 3. Fonctionnement hydraulique de la zone d'étude

2.2. BASSINS VERSANTS

La visite de terrain, ainsi que l'analyse de la topographie du site, ont permis de délimiter les bassins versants qui interfèrent avec la zone d'étude. Ils sont présentés sur ma figure page suivante.

2.2.1. Coefficients de ruissellement

Les coefficients de ruissellement pour les espaces verts pris en compte pour déterminer les débits sont les suivants (source GEDC – terrain naturel) :

Tabl. 2 - Coefficient de ruissellement pour les espaces verts

Temps de retour	2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	50 ans	100 ans
$C_{\text{ruissellement}}$	0,30	0,40	0,60	0,7	0,75	0,80

Pour les surfaces de voiries et les habitations, le coefficient de ruissellement est égal à 1.

2.2.2. Caractéristiques des bassins versants

Les caractéristiques principales des 2 bassins versants sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tabl. 3 - Caractéristiques des bassins versants

Bassin versant	Superficie [ha]	Imperméabilisation [%]	Pente moyenne [%]	Coefficient de ruissellement 100 ans moyen	Plus Long Trajet Hydraulique [m]
BV1	6,4	25%	2.9%	0.85	485
BV2	0.4	100%	3.1%	1.00	130



Fig. 4. Fonctionnement hydraulique de la zone d'étude et délimitation des BV

2.3. ESTIMATION DES DEBITS

2.3.1. Données météorologiques

Le Guide sur les Modalités de Gestion des Eaux Pluviales à la Réunion, réalisé par la DEAL en 2012, a été utilisé pour déterminer les données pluviométriques régionalisées.

Selon la carte du zonage pluviométrique simplifié, les parcelles d'étude se trouvent en zone 2 et les coefficients de Montana retenus pour une pluie décennale horaire sont donc :

Tabl. 4 - Coefficients de Montana fournis

Zone	Coefficient A	Coefficient B
2	72	0,33

Les coefficients pour d'autres périodes de retour sont calculés selon une loi de Gumbel :

$$i_{(d,T)} = i_{(1h,10ans)} * [0,186 * \ln (T) + 0,572] * d^{-0,33}$$

Avec :

- d la durée de la pluie en h correspondant au temps de concentration (d'après le guide de la DEAL) ;
- T la période de retour en année.

2.3.2. Détermination des débits caractéristiques

Au vu de la nature des bassins versants étudiés sur la zone de projet, notamment en termes de superficie, d'occupation du sol et de pente, la détermination des débits de projet est réalisée au moyen de la formule rationnelle :

$$Q = \frac{C * i * A}{3,6}$$

Où :

- Q = débit en m³/s ;
- C = coefficient de ruissellement du bassin versant ;
- i = intensité pluviométrique relative au temps de concentration du bassin, exprimée en mm/h ;
- A = superficie du bassin en km².

Le temps de concentration est la moyenne des différentes formules présentées dans le tableau page suivante :

Tabl. 5 - Calculs des temps de concentration

Giandotti	$T_c = 60 \frac{0.4\sqrt{S} + 0.0015 \times L}{0.8\sqrt{P \times L}}$
Passini	$T_c = 0.14 \times (S \times L)^{0.33} \times P^{-0.5}$
Dujardin	$T_c = 0.90 \times S^{0.35} \times C^{-0.35} \times P^{-0.5}$
Desbordes	$T_c = 5.30 \times S^{0.3} \times C^{-0.45} \times P^{-0.38}$

Où :

- C = coefficient de ruissellement ;
- L = longueur du plus long chemin hydraulique ;
- P = pente ;
- S = surface du bassin versant.

2.3.3. Résultats

Les débits générés par les bassins versants pour différentes périodes de retour sont les suivants :

Tabl. 6 - Débits générés par le BV pour différentes périodes de retour

	Débit m ³ /s					
	T = 2 ans	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 50 ans	T = 100 ans
BV1	0.5	0.7	1.6	2.1	2.4	2.7
BV2	0.13	0.16	0.22	0.27	0.29	0.32

Nota : Dans le dossier de création du Canal du Minotaure en 2007, la méthodologie utilisée pour déterminer les débits de crue du BV 1 était différente (méthode de Caquot avec des coefficients a et b de Montana différents et moins représentatifs de la zone d'étude). Le débit de référence centennale retenu à l'époque était de 4,4 m³/s.

Afin de rester sécuritaire, et cohérent sur le dimensionnement du canal, nous proposons de conserver cette valeur de **4,4 m³/s** comme représentative de ce bassin versant.

Au regard de la non interférence de ce bassin avec la zone de projet, ce point sera sans incidence sur la suite de l'étude.

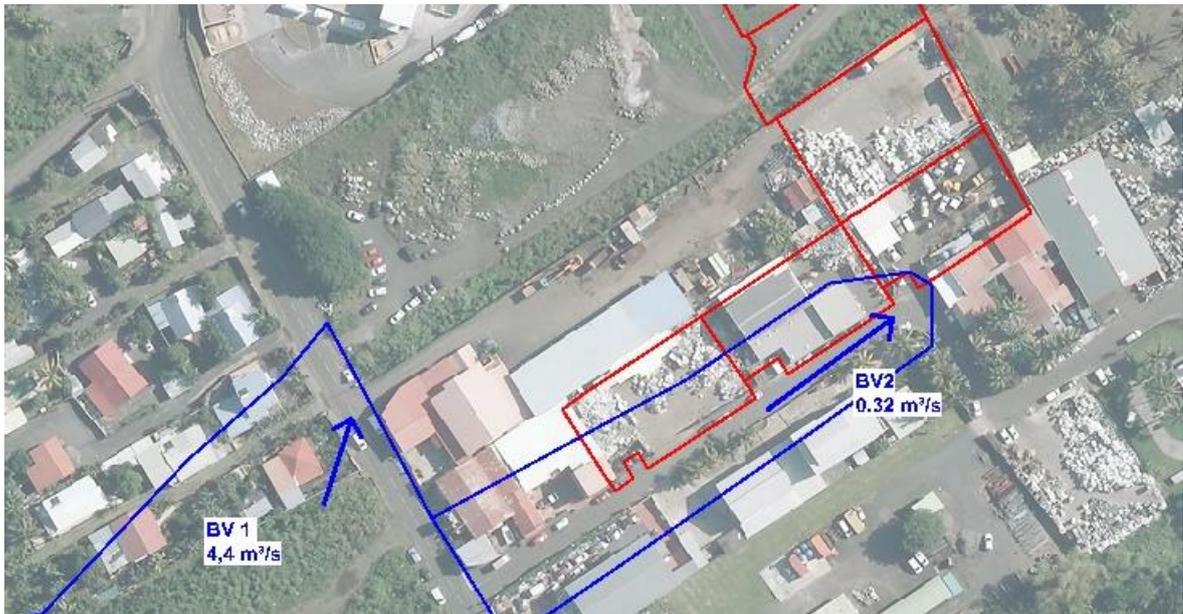


Fig. 5. Répartition des débits au droit de la zone de projet

3. ANALYSE HYDRAULIQUE ETAT ACTUEL

3.1. METHODOLOGIE

Les hauteurs d'eau et vitesses attendues sur la zone d'étude pour un temps de retour de 100 ans ont été déterminées par la méthode de Manning Strickler :

$$Q = K_s * S * R_h^{2/3} * i^{1/2}$$

Où :

- Q = débit (m^3/s)
- K_s = Coeff. Strickler (rugosité en $m^{1/3}s^{-1}$)
- $S = L/h$ = section mouillée (m^2)
- $R_h = \frac{L * h}{L + 2 * h * \sqrt{1 + i^2}}$ = Rayon hydraulique (m)
- L = largeur déversante (m)
- i = pente moyenne minimum (m/m)

3.2. ECOULEMENT SUR LA ZONE DE PROJET

Les conditions d'écoulement sont définies sur un profil en travers représenté sur la figure ci-dessous.

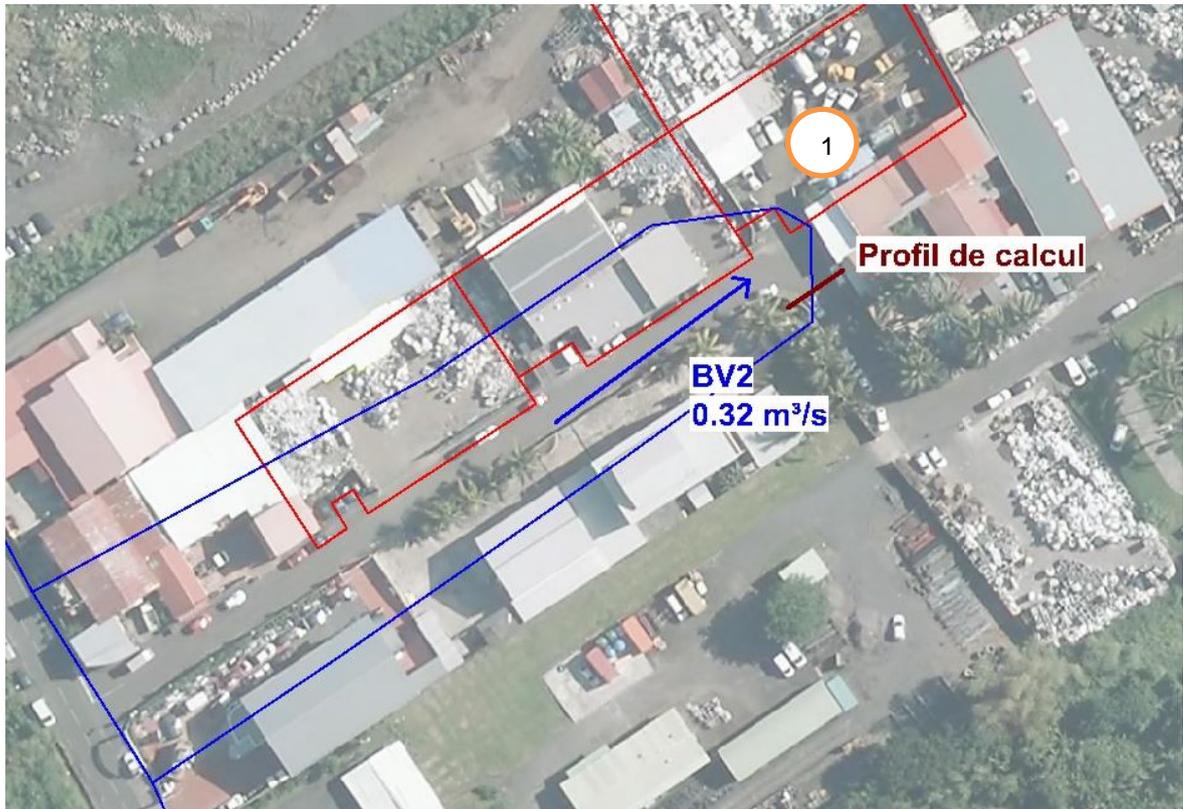


Fig. 6. Positionnement du profil de calcul de la zone de projet

Le niveau de crue établi sur la route correspond au niveau haut de la zone d'accumulation d'eau repéré (1) ci-dessus.

L'objectif de l'étude est de déterminer les niveaux de référence pour caler le premier plancher de l'extension prévue en conformité avec le règlement PPRi.

Cependant, les résultats indiquent des niveaux de charge non négligeables dus aux fortes vitesses des écoulements. **En plus du respect du règlement PPR, il est fortement conseillé de prendre en compte ces niveaux de charge dans la conception du projet.**

En particulier, les ouvertures des bâtiments (portes, fenêtre, conduits d'aération et toute autre ouverture pratiquée dans le bâtiment) qui se situent sur les parois perpendiculaires aux écoulements seront calées au-dessus du niveau terrain augmentée de la hauteur de charge afin d'éviter toute entrée d'eau dans le bâtiment, comme indiqué sur le schéma page suivante.

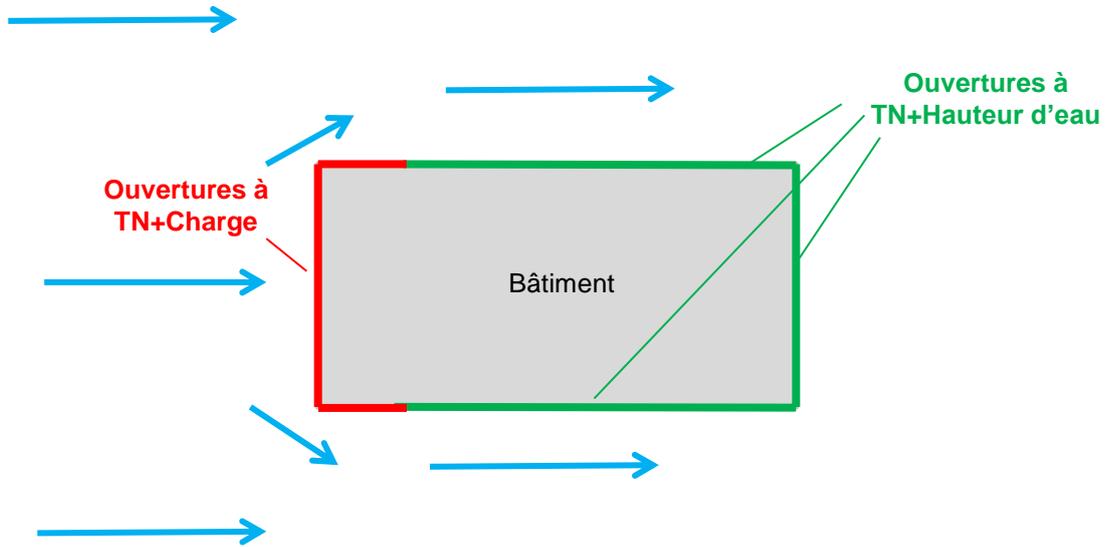


Fig. 7. Calage des ouvertures - Vue en plan

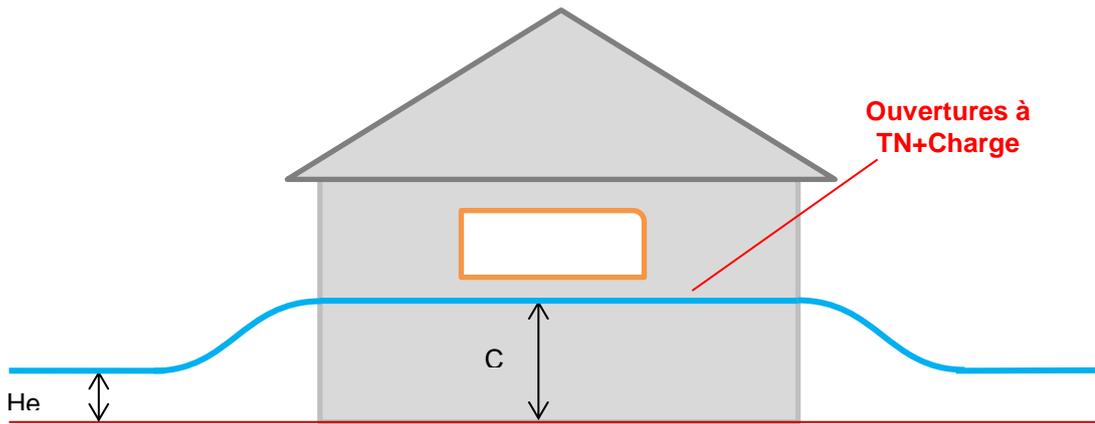


Fig. 8. Calage des ouvertures - Vue de face



Fig. 9. Représentation de la charge sur une pile de pont

D'une manière générale, le projet devra prendre en compte les contraintes relatives aux écoulements en crue centennale présentés dans le présent rapport et vérifier la non-aggravation du risque inondation en amont et en aval du projet.

Les conditions d'écoulement sont présentées dans le tableau suivant :

Tabl. 7 - Détermination des hauteurs d'eau et vitesses d'écoulements sur la parcelle

Profil	Largeur (m)	Pente (%)	K_s	Débit centennal (m^3/s)	Hauteur d'eau (cm)	Vitesse (m/s)	Niveau de charge (cm)	Niveau route (mNGR)	Cote de référence sur la parcelle (mNGR)
P1	7	2	30	0,32	5	1	10	16.7	16.8

Les cotes de références déterminées sur la zone d'aléa inondation au PPRi sont présentées sur la Fig. 10 ci-après.

Sur les parcelles en bleu clair (1), la cote de référence est égale à la cote du terrain naturel si celui-ci est positionnée plus de 7 cm au-dessus du chemin Grand Canal.

Pour les parcelles en magenta (2), la cote de référence est de 16,8 mNGR. Si le niveau du terrain est supérieur à cette cote, le niveau de référence est le terrain naturel.

L'emprise exacte des zones inondées ainsi que l'indication des cotes de référence sont reportées sur le plan topographique présenté en Annexe 1 du présent rapport.



Fig. 10. Niveau de référence pour la crue centennale

La zone 2 fonctionne comme un bassin (volume estimé à 73 m³). Une fois que le niveau haut est atteint dans la zone, les écoulements s'évacuent directement dans le chemin Grand Canal et n'interfèrent plus avec le site.

En fonction de ces données et à partir des éléments topographiques disponibles, nous proposons une nouvelle cartographie du PPRi pour l'état initial du site. Cette cartographie est fournie à titre indicatif, seule la cartographie approuvée est opposable, cette cartographie peut cependant être proposé en cas de modification ou de révision du PPRi de la commune (révision prévu pour 2017/2018).



Fig. 11. Proposition de modification du PPRi de la zone de projet pour l'état initial

Afin de protéger son site RVE souhaite mettre en place plusieurs aménagements :

- Mise hors d'eau de la parcelle Fénelon (point 2 sur Fig. 10) par la mise en place d'une dalle à la cote 16,8 mNGR minimum ;
- Mise en place d'une barrière hydraulique amovible au niveau du portail du chemin grand Canal uniquement à partir de l'alerte rouge cyclonique.

Cette barrière présente l'avantage de limiter le risque de pollution des eaux de ruissellement et ne modifie en rien la dynamique des écoulements en crue dans le secteur.

Le remblaiement ainsi que la barrière n'induit donc pas d'incidence majeure sur la zone de projet et en aval.

Une fois ces aménagements réalisés une cartographie modificative du PPRi pourra être proposée à la DEAL.



Fig. 12. Proposition de modification du PPRi de la zone de projet pour l'état aménagé

3.3. COUVERTURE DU CANAL INTERCEPTEUR CENTRAL

RVE souhaite couvrir le canal central entre la déchèterie intercommunale et l'ouvrage de franchissement permettant l'accès aux parcelles *sud* du site.

Comme défini au paragraphe 2.3.3, le débit global du bassin amont a été estimé à $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$, alors que le réseau de collecte des EP de la route permet seulement d'évacuer $1 \text{ m}^3/\text{s}$ environ. Afin de réduire les coûts, tant en terme d'emprise, qu'en terme financier, l'ouvrage a été dimensionné pour le reliquat de débit soit $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ et ce, depuis le côté amont de la RD 47 jusqu'à la mer.

Pour la couverture du canal trapézoïdal plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- Ouvrage cadre en béton ;
- Buses béton ou PEHD.

Ouvrage cadre en béton :

Les hauteurs d'eau et vitesses attendues dans l'ouvrage pour un temps de retour de 100 ans ont été déterminées par la méthode de Manning Strickler (cf. paragraphe 3.1)

Ses dimensions seront les suivantes : 2 m (l) x $1,5 \text{ m}$ (h) avec une pente longitudinale de l'ordre de 1% en amont et 2% en aval (valeur théorique de 2008 à vérifier).

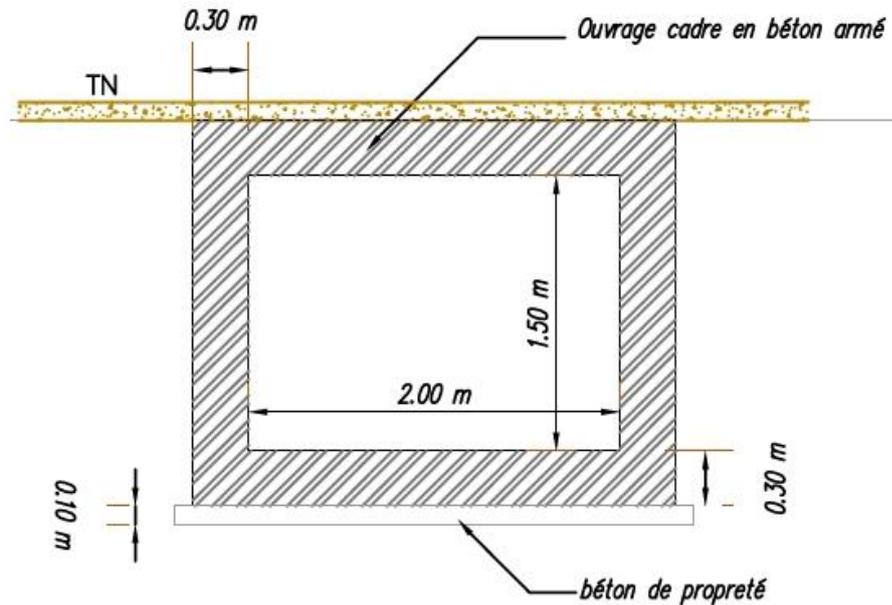


Fig. 13. Coupe type de l'ouvrage cadre projeté

Elles permettront le passage de la crue de fréquence centennale avec une marge de sécurité de l'ordre de 20 cm sur la ligne de charge.

Les vitesses maximales d'écoulement seront voisines de 2,5 à 3,5 m/s.

Buses en béton ou PEHD :

Les hauteurs d'eau et vitesses attendues dans l'ouvrage pour un temps de retour de 100 ans ont été déterminées par la méthode de Bernoulli.

L'ouvrage nécessaire pour assurer une transparence hydraulique est composé de deux buses d'un diamètre de 1200 mm intérieur (béton) avec une pente longitudinale de l'ordre de 1 % en amont et 2 % en aval (valeur théorique de 2008 à vérifier).

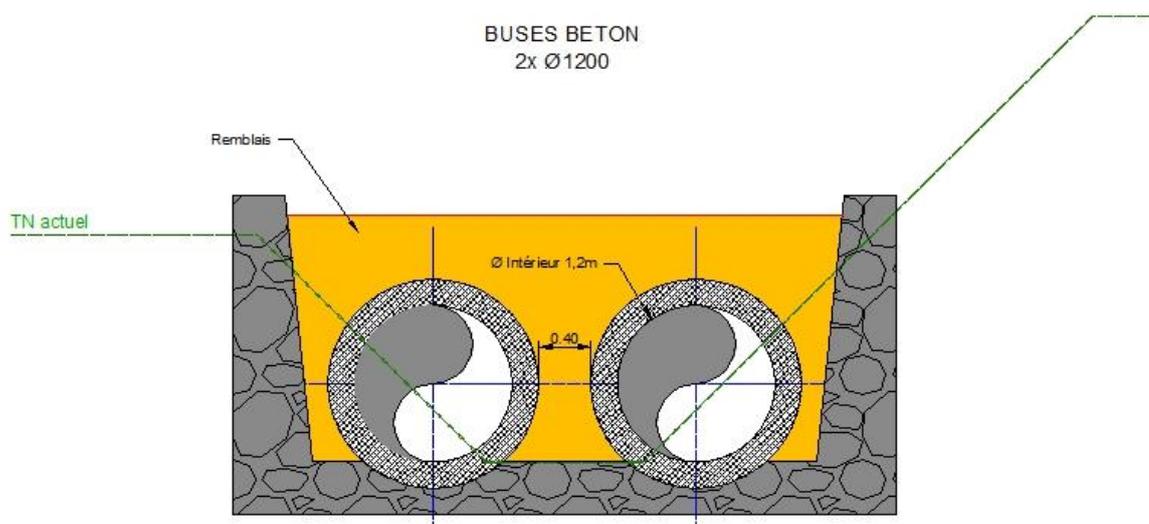


Fig. 14. Coupe type de l'ouvrage busé projeté

Elles permettront le passage de la crue de fréquence centennale avec une marge de sécurité de l'ordre de 10 cm avant la mise en charge de l'ouvrage.

Les vitesses maximales d'écoulement seront voisines de 3,1 m/s.

Ces buses sont dimensionnées pour prendre en compte l'intégralité du débit tel que prévu dans les études initiales de 2008.

Les buses amont sous la déchetterie présentent des sections différentes (plus faible). Nous ne pouvons garantir le dimensionnement des ouvrages présent en amont ni la période de retour prise en compte pour ce dimensionnement.

Dans ces conditions, nous avons dimensionné nos ouvrages dans le respect de la réglementation du PPRi et permettant de garantir une absence de débordement en crue centennale sans incidence pour le fonctionnement hydraulique de la zone d'étude pour cette période de retour.

Protections amont et aval

Les faces amont et aval de l'ouvrage seront constitués de murs de soutènement en maçonnerie de moellons sur lesquels s'appuieront les protections des talus en enrochements liées.

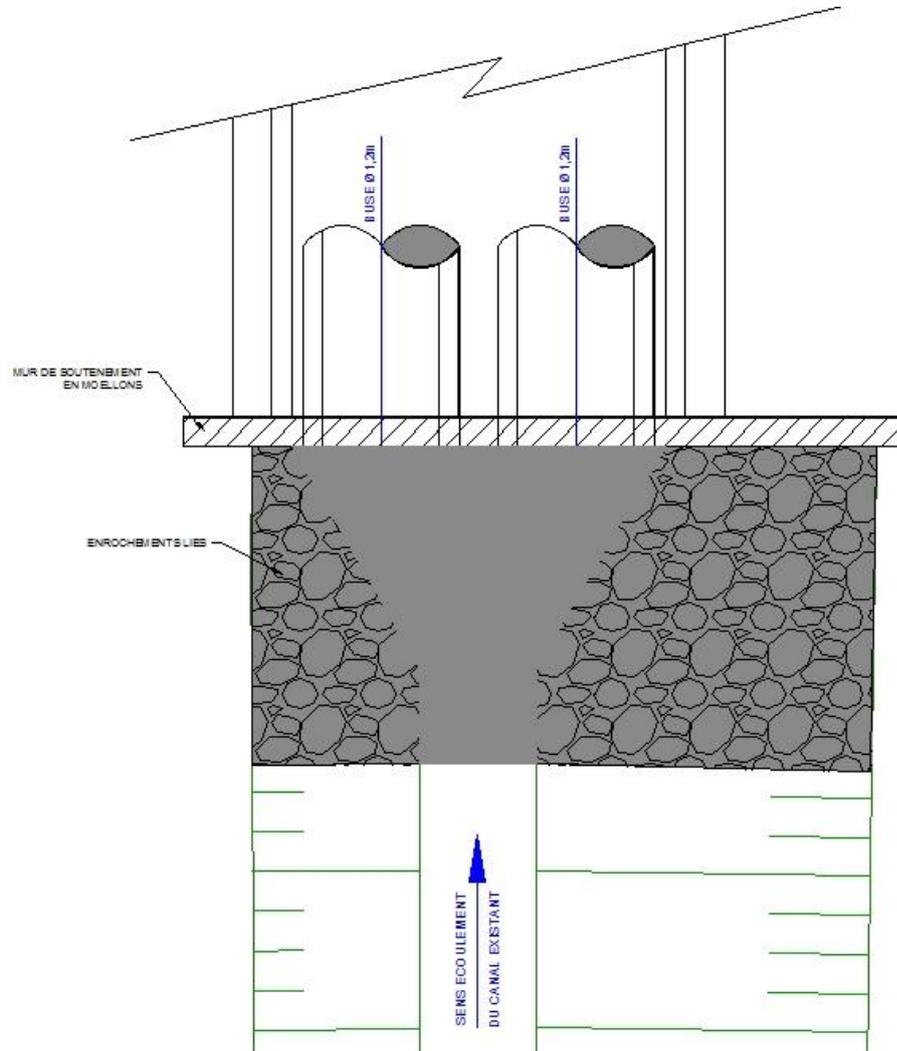


Fig. 15. Vue en plan de la protection en enrochements amont

Compte tenu des vitesses dans l'ouvrage, une protection aval en enrochements libre et liés doit être mis en place afin d'éviter tous risques d'érosion (soit raccordement à l'enrochement existant soit mise en place d'un nouvel enrochement).

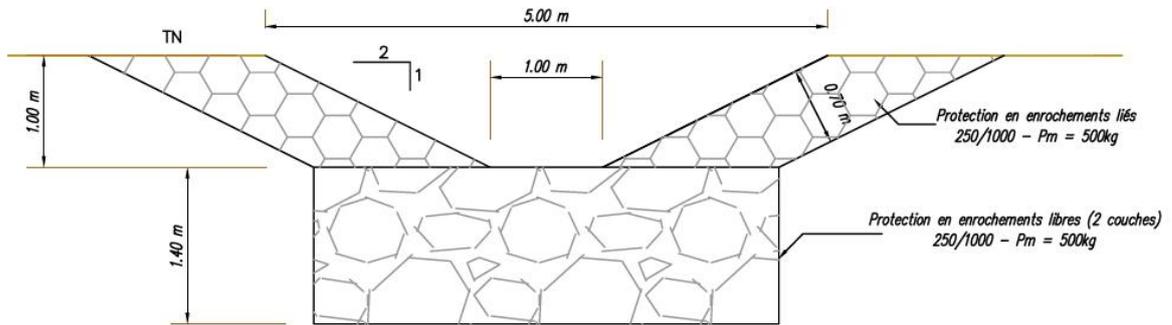


Fig. 16. Coupe type de la protection en enrochements aval

3.4. DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX DE COLLECTE SUD

La zone sud du site concerne les parcelles AX 331, 332, 333 et 428. Le projet prévoit la séparation des eaux « propres » (toitures principalement) et « sales » (surface de stockages en plein air) selon la répartition des surfaces présentée ci-dessous :



Les eaux « sales » seront stockées et traitées avant rejet vers le canal intercepteur central, les eaux de toitures sont rejetées dans le réseau présent dans le chemin grand canal au sud de la zone.

3.4.1. Réseau de collecte eaux sales

La norme NF EN 752 a été actualisée en février 2008. Elle remplace les normes 752-1 à 752-7 précédemment utilisées et définit les prescriptions en matière de performance des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments qui sont à mettre en œuvre. Cette norme recommande en particulier, en fonction du lieu d'installation du projet, un dimensionnement permettant de limiter la fréquence de défaillance des ouvrages (cf. tableau ci-dessous).

Tabl. 8 - Norme NF EN 752

Lieu d'installation	Période de retour (1 sur « n » années)	Probabilité de dépassement pour une année quelconque
Zones rurales	1 sur 10	10%
Zones résidentielles	1 sur 20	5%
Centre-Ville, Zones industrielles, Zones commerciales	1 sur 30	3%

Le projet se situe sur dans une zone industrielle.

Au regard du positionnement, de la nature du projet, la période de retour de débordement du système de gestion des Eaux Pluviales qui semble adaptée est de 1 fois tous les 30 ans en moyenne.

Les ouvrages de collecte et de gestion des eaux pluviales du projet sont donc dimensionnés pour une période de retour de 30 ans, conformément aux préconisations de la norme NF EN 752

L'estimation des débits et le dimensionnement des réseaux sont établis en fonction des méthodologies définies aux chapitres précédents. Le dimensionnement des réseaux est déterminé en considérant une pente de 1,5 %

Les caractéristiques des bassins versants et des réseaux nécessaires sont alors les suivantes :

Bassin versant	Superficie cumulées [ha]	Imperméabilisation [%]	Pente moyenne [%]	Plus Long Trajet Hydraulique [m]	Débit cumulé (Q_{30} en m ³ /s)	Réseau nécessaire (Ø en mm)
ax331	0.0777	100%	1.6%	40	0.059	250
ax332	0.0837	100%	1.4%	83	0.061	250
ax333	0.1739	100%	1.1%	132	0.110	300
ax334	0.2267	100%	1.1%	135	0.139	400
ax333 seul	0.0902	100%	1.1%	50	0.05	250

Etude hydraulique relative à l'aménagement du site de RVE sur la commune de Saint-André

Etude Hydraulique
RAPPORT (PROVISOIRE)



3.4.2. Dimensionnement des ouvrages de confinement et de traitements des eaux de ruissellement

3.4.2.1. OUVRAGE DE RETENTION

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux ICPE précise que :

« - Lorsque le ruissellement des eaux pluviales sur des toitures, aires de stockage, voies de circulation, aires de stationnement et autres surfaces imperméables est susceptible de présenter un risque particulier d'entraînement de pollution par lessivage des toitures, sols, aires de stockage, etc., ou si le milieu naturel est particulièrement sensible, un réseau de collecte des eaux pluviales est aménagé et raccordé à un (ou plusieurs) bassin(s) de confinement capable(s) de recueillir le premier flot des eaux pluviales. »

Il convient donc de mettre en place un bassin de confinement des premiers flux.

Nous proposons de dimensionner ce bassin pour une pluviométrie journalière de 10 mm comme représentative d'une pluie courante et présentant donc la plus forte concentration en polluant.

La surface drainée étant de 3200 m², cela représente un volume de stockage de 32 m³/jour.

Afin de limiter les coûts d'analyse et d'entretien, le bassin doit pouvoir stocker plusieurs jours consécutifs de pluie le cas échéant.

Concernant les bassins en eaux permanents ou temporaires, l'ARS (Agence Régionale de Santé) de la Réunion précise :

« Certaines espèces de moustiques de la Réunion sont potentiellement vectrices de maladies de type arbovirose (chikungunya, dengue, fièvre de la vallée du Rift, West Nile) et parasitaire (paludisme). Le stade larvaire du moustique exigeant des points d'eaux stagnantes, la gestion des eaux pluviales ne doit pas être à l'origine de la création de nouveaux lieux de pontes.

Les bassins d'eau qu'ils soient aériens ou souterrains sont propices au développement larvaire des moustiques.

Ces réserves d'eau peuvent, à condition d'être pérennes, être empoissonnées afin d'empêcher le développement de larves de moustiques.

En cas de mise en eau temporaire des bassins, la durée de présence d'eau doit être inférieure à celle d'un cycle larvaire complet qui est de l'ordre d'une semaine. Cette mise à sec est possible en favorisant l'infiltration ou en permettant une vidange totale. En plus des aménagements nécessaires au moment de la conception des ouvrages, les contraintes de maintenance pour éviter la stagnation d'eau dans ces bassins doivent être prises en compte. »

Compte tenu de ces éléments, nous proposons une capacité maximale de stockage de 7 jours soit 224 m³. Dans tous les cas une vidange du bassin doit être effectuée après 7 jours de mise en eau **même si celui-ci n'est pas plein.**

L'analyse des données Météo France à proximité de la zone de projet (Bois Rouge) nous apporte les informations suivantes (source Atlas Climatique de la Réunion 2011) :

Tabl. 9 - Données pluviométrique de la station météo France de Bois Rouge

Précipitations mensuelles et annuelles moyenne (mm)													Nombre moyen de jours avec des pluies dépassant certains seuils				
Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Annuel	1 mm	10 mm	50 mm	100 mm	Jours sec
329	453	344	265	184	132	131	107	96	79	108	241	2468	178	64	10	3	187

En fonction de ces informations, la vidange sera nécessaire tous les deux à trois jours en période de forte pluie (décembre à mars) et de l'ordre de une fois par semaine le reste de l'année.

3.4.2.2. OUVRAGE DE TRAITEMENT

Tel que définie, le bassin de confinement offre une capacité de rétention suffisante pour les faibles pluies et ne présente pas de risque de lessivage ou d'entraînement des particules, présentes dans l'ouvrage, en cas de pluie.

Ils offrent donc une très bonne protection contre les pollutions chroniques et le lessivage des pollutions captées dans les ouvrages de traitement.

Cependant, il est nécessaire de traiter les eaux qui surversent en cas d'épisodes pluvieux plus importants ou de bassin déjà plein.

Nous proposons donc de mettre en place une chaîne de traitement des eaux composée (cf. schéma explicatif page suivante) :

- D'un dessableur/débourbeur/séparateur à hydrocarbures équipé d'un by-pass et d'un obturateur automatique (en un ou plusieurs ouvrages de type industriel par exemple) ;
- D'un point de prélèvement en sortie afin de pouvoir mener les contrôles réglementaires obligatoires de suivi de la qualité des eaux ;
- Une vanne d'isolement.
- D'un by-pass pour éviter le lessivage de l'ouvrage en fortes pluies.

Cette chaîne de traitement sera disposée en parallèle de l'ouvrage de confinement afin d'éviter le risque d'entraînement des pollutions en forte pluies.

Les ouvrages de traitement seront dimensionnés pour une pluie tricennale, soit 130 l/s

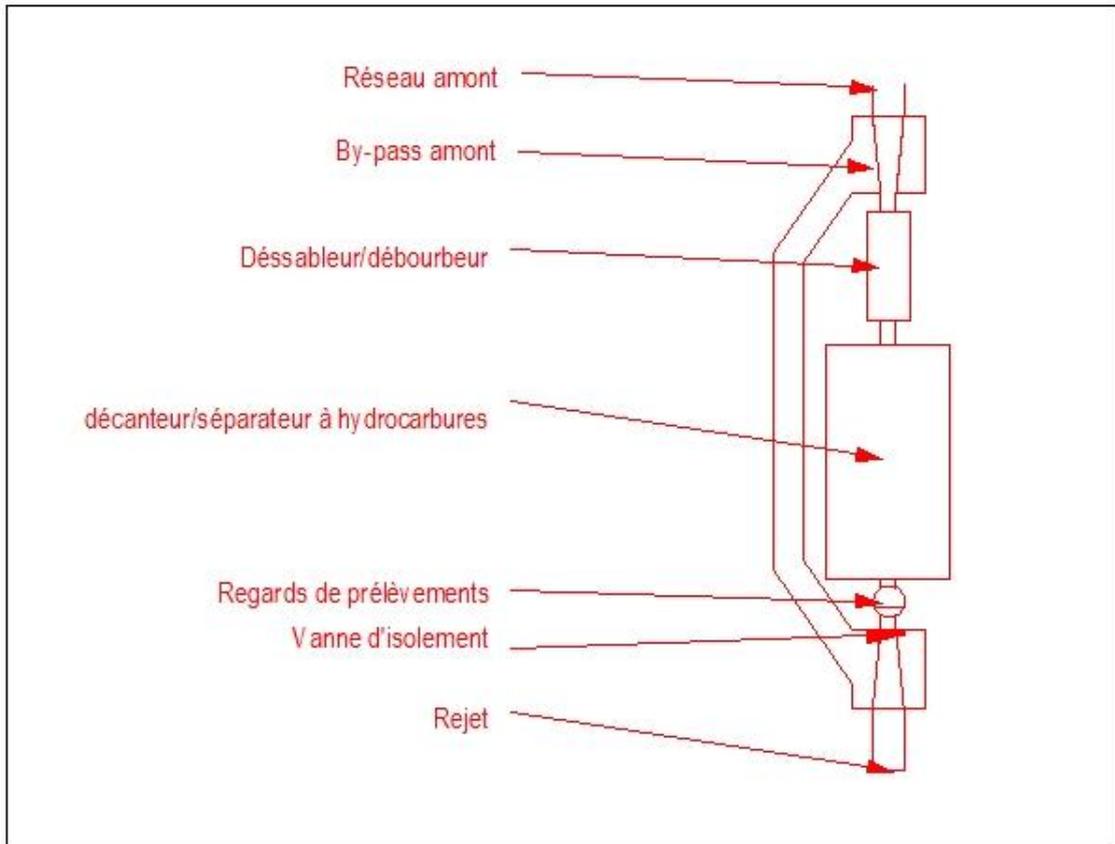


Fig. 17. Exemple de chaîne de traitement sur le réseau avant rejet

3.5. DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX DE COLLECTE NORD

La zone *nord* du site concerne les parcelles AX 842 à AX 853.



Le projet prévoit :

- la séparation des eaux « propres » (toitures principalement) et « sales » (surface de stockages en plein air) selon la répartition des surfaces présentée ci-dessous ;
- la mise en place d'un bassin de rétention des eaux (pluie + incendie) pour la zone de stock et usine du site (parcelle AX842 à 851) ;
- la mise en place de séparateurs à hydrocarbures seul pour les zones de parking camion (AX853).

Après stockage et traitement éventuels, les eaux seront rejetées dans le réseau de la ZAC.

La répartition des surfaces se fait de la manière suivante :

- surface eaux propre (toiture et espaces verts) : 2 580 m² ;
- surface eaux sales : 6 120 m² ;
- parking visiteurs et employés : 610 m² ;
- parkings containers vides et camions : 755 m².

3.5.1. Réseau de collecte eaux sales

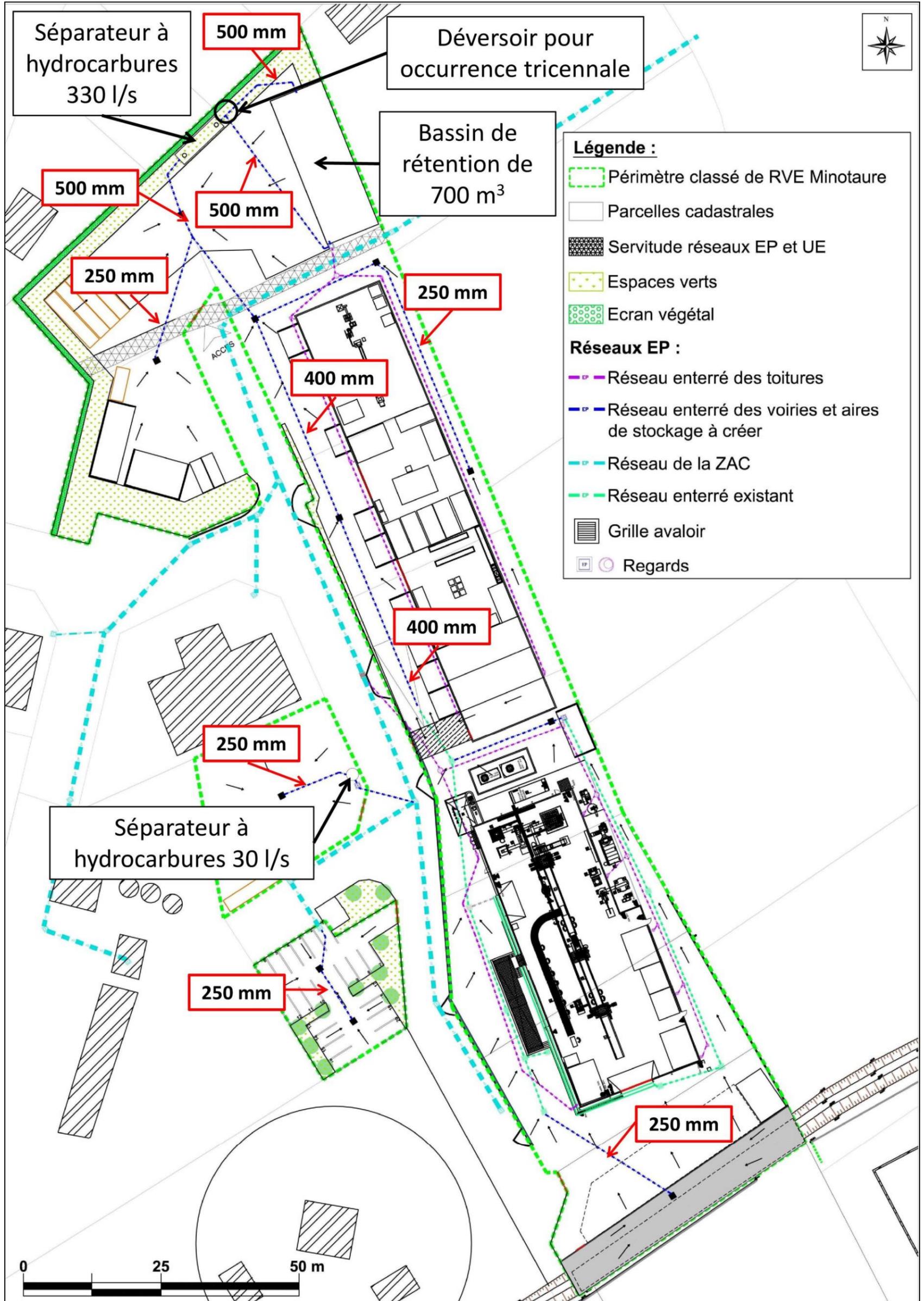
Les ouvrages de collecte et de gestion des eaux pluviales du projet sont donc dimensionnés pour une période de retour de 30 ans, conformément aux préconisations de la norme NF EN 752 (cf. chapitre 3.4.1).

L'estimation des débits et le dimensionnement des réseaux sont établis en fonction des méthodologies définies aux chapitres précédents. Le dimensionnement des réseaux est déterminé en considérant une pente de 1,5 % à 1 %.

Les caractéristiques des bassins versants et des réseaux nécessaires sont alors les suivantes :

Bassin versant	Superficie cumulées [ha]	Imperméabilisation [%]	Pente moyenne [%]	Plus Long Trajet Hydraulique [m]	Débit cumulé (Q_{30} en m ³ /s)	Réseau nécessaire (Ø en mm)
AX842 à 851	0.612	100%	1.5%	210	0.322	500
Ax852	0.061	100%	1%	35	0.04	250
Ax853	0.0755	100%	1%	45	0.05	250

Fig. 18. Aménagements projetés



3.5.2. Dimensionnement des ouvrages de confinement et de traitements des eaux de ruissellement

3.5.2.1. OUVRAGE DE RETENTION

La méthodologie est décrite au paragraphe 3.4.2.1.

Il convient de mettre en place un bassin de confinement des premiers flux.

Nous proposons de dimensionner ce bassin pour une pluviométrie journalière de 10 mm comme représentative d'une pluie courante et présentant donc la plus forte concentration en polluant.

La surface drainée étant de 6200 m², cela représente un volume de stockage de 62 m³/jour.

Afin de limiter les couts d'analyse et d'entretien, le bassin doit pouvoir stocker plusieurs jours consécutifs de pluie le cas échéant.

Nous proposons une capacité maximale de stockage de 7 jours soit 434 m³. Dans tous les cas une vidange du bassin doit être effectuée après 7 jours de mise en eau **même si celui-ci n'est pas plein**.

Si le bassin est enterré et que l'ensemble des regards ou événements est équipé de moustiquaire, il peut être proposé d'augmenter la durée avant vidange des bassins, dans le cas de bassin non plein, à 10 jours par exemple, afin d'en réduire les couts d'exploitations.

En fonction de ces informations, la vidange sera nécessaire tous les deux à trois jours en période de forte pluie (décembre à mars) et de l'ordre d'une fois tous les 10 j le reste de l'année.

3.5.2.2. OUVRAGE DE TRAITEMENT

En fonction de la pollution potentielle présente sur les sites, nous proposons de définir deux méthodologies différentes de traitement :

- Pour la partie usine : la chaîne d'ouvrage de traitement est définie au paragraphe 3.4.2.2 ;
- Pour l'aire de stockage des containers vides et des camions, où la pollution potentielle est plus faible, nous proposons de mettre en œuvre un séparateur à hydrocarbure de classe 1 dimensionné pour traiter les eaux de ruissellement jusqu'à la pluie de période de retour 5 ans. Au-delà de cette période de retour, le système sera équipé en amont d'un déversoir d'orage permettant de gérer les eaux jusqu'à la crue tricennale (période de retour de dimensionnement du réseau).

Les ouvrages de traitement seront donc dimensionnés pour les débits suivants :

Bassin versant	Superficie cumulées [ha]	Période de retour de dimensionnement des ouvrages de traitement	Débit cumulé (m ³ /s)
AX842 à 851	0.612	30 ans	0.330
Ax853	0.0755	5 ans	0.030

ANNEXE 1

RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE PROJET

ANNEXE 3 - Pièce 2

Résultats des mesures des rejets atmosphériques sur le
site du Siège de RVE en 2016 (PG Contrôle)

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

RAPPORT D' INTERVENTION

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER CABLES

le 7 décembre 2016

	Limites imposées	Valeurs moyennes	
CONDUIT DE CHEMINEE A SORTIE HORIZONTALE			
Diamètre dans plan de mesure \varnothing		0,390	m environ
Hauteur de la sortie du conduit		7,00	m environ
CONDITIONS DE MARCHÉ DE L'INSTALLATION			
Vitesse d'éjection des gaz		8,58	m/s
Débit réel des gaz		3690	m ³ /h
Débit Normé		3210	N m ³ /h
Température		42,7	°C
Humidité		3,6	% Volume
EMISSION DE POUSSIÈRES DANS LES GAZ (NFx 44 052)			
Nombre de points de prélèvement :		4	Points
Durée des prélèvements :		40	minutes
Sur gaz secs :	< 10	0,78	mg / N m³
		2,407	g / heure
METAUX SOUS FORME SOLIDE SUR SEC		mg / N m³	Débits horaires
Cadmium Cd	< 0,0050	0,00009	0,267 mg/heure
Mercure Hg	< 0,0050	< 0,00004	< 0,134 mg/heure
Thallium TL	< 0,0050	< 0,00005	< 0,167 mg/heure
Cd + Hg + TI	< 0,0100	< 0,00018	< 0,568 mg/heure
Arsenic As		0,00054	1,671 mg/heure
Sélénium Se		0,00086	2,673 mg/heure
Tellure Te		< 0,00005	< 0,167 mg/heure
As + Se + Te	< 0,0100	0,00146	4,511 mg/heure
Plomb Pb	< 0,1000	0,00099	3,074 mg/heure
Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	< 0,5000	0,01773	54,86 mg/heure
Fer Fe	< 0,1000	0,05330	164,921 mg/heure

N m³ : m³ ramené à 1013 mbar et 0°C

le 21 janvier 2017

Le responsable " Pollution de l'air "

Pierre GERARD

P.G. Contrôle - S.A.R.L.

19 rue Capitaine
 Rav. des Neiges Les Hauts
 97432 Ste Marie
 Tel : 97 63 18 - Fax : 97 63 94
 B 383 739 315 - 91 B 630

PG CONTRÔLE

SIEGE SOCIAL : 17, allée des Cocotiers 97 426 Les Trois Bassins

SIRET: 383 739 315 00034 - Code APE: 7120B - R.C.S. ST-DENIS: 91 B 630 - TVA : FR33 383 739 315 00034



CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

ANNEXES

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER CABLES

le 7 décembre 2016

Remarques

Dépoussiéreur équipé d'un filtre à manches.
Les prélèvements ont été réalisés par insertion de la sonde de prélèvement à la sortie du conduit.
Les émissions de poussière sont très faibles.

Mesures et méthodologie

Teneurs en poussières

Prélèvements continus pendant : 40 minutes

Prélèvements de poussières effectués avec l'appareillage dite "à sonde simple" homologué :
ENVIRONNEMENT s.a. Modèle : MPM 80 et conformément à la norme NFx 44 052.

Pesage précis des filtres avant et après prélèvement sur balance analytique :
METTLER TOLEDO Modèle AG135 portées: 31g à 0,01 mg et 101g à 0,1mg
Masse de calibration interne

Emissions de métaux sous forme solide

Volume de fumées prélevées : 4,80 Nm³

Le filtre utilisé pour la détermination de la teneur en poussières est utilisé pour les analyses de métaux à l'émission

Rapport SGS : EV17-00300.003 et Rapport SGS : EV17-00300.001

S.G.S MULTILAB

ZI Saint Guénault rue J. Mermoz Courcouronnes

91 031 EVRY Cedex

Humidité

Hygromètre Numérique FI 22

Température des gaz

Thermomètre Numérique FI 22 + Sonde à thermocouple K.

Vitesses des fumées

Tube de PITOT normalisé et micromanomètre.

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCULS REJETS DE METAUX

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER CABLES

le 7 décembre 2016

CONDITIONS METEO

Température moyenne : 27,6 °C

Pression barométrique : 1019 mbars

PRELEVEMENTS (Filtre RVE 1007 MES)

Durée : 2400 s

Volume aspiré : 8,62 m³ soit : 4,80 Nm³

ANALYSE DU FILTRE A POUSSIERE

Emission de métaux sous forme solide			
Piégeage sur filtre : RVE 1712 03 et RVE 1712 00 (BLANC)			
Rapport SGS : EV17-00300.003 et Rapport SGS : EV17-00300.001			
	dans l'échantillon	Filtre vierge (Blanc)	à l'émission
Cadmium Cd	0,40 µg	0,40 µg	0,00008 mg/Nm ³
Mercure Hg	< 0,20 µg	< 0,20 µg	0,00004 mg/Nm ³
Thallium TL	< 0,25 µg	< 0,25 µg	0,00005 mg/Nm ³
		Cd + Hg + Tl	0,00018 mg/Nm³
Arsenic As	2,50 µg	2,50 µg	0,00052 mg/Nm ³
Sélénium Se	4,00 µg	4,00 µg	0,00083 mg/Nm ³
Tellure Te	< 0,25 µg	< 0,25 µg	0,00005 mg/Nm ³
		As + Se + Te	0,00141 mg/Nm³
Plomb Pb	16,40 µg	11,80 µg	0,00096 mg/Nm³
Antimoine Sb	2,50 µg	2,50 µg	0,00052 mg/Nm ³
Chrome Cr	16,70 µg	15,90 µg	0,00017 mg/Nm ³
Cobalt Co	2,50 µg	< 2,50 µg	0,00052 mg/Nm ³
Cuivre Cu	63,00 µg	< 2,50 µg	0,01312 mg/Nm ³
Etain Sn	< 6,50 µg	< 2,50 µg	0,00135 mg/Nm ³
Manganèse Mn	6,70 µg	4,90 µg	0,00037 mg/Nm ³
Nickel Ni	2,50 µg	< 2,50 µg	0,00052 mg/Nm ³
Vanadium V	2,50 µg	2,50 µg	0,00052 mg/Nm ³
Zinc Zn	17760 µg	17865 µg	0,01312 mg/Nm ³
		Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	0,01709 mg/Nm³
Fer Fe	411,50 µg	164,70 µg	0,05138 mg/Nm³

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCUL DES CONCENTRATION DE POUSSIÈRES REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER CABLES

le 7 décembre 2016

CONDITIONS METEO

Température extérieure 27,6 °C Pression barométrique : 1019 mbars

CARACTERISTIQUES DES GAZ

Densité : 1,285kg/Nm³ température 42,7 °C Pression relative : 0,08 mbars

PARAMETRES SUR LE MPM 80 (Environnement S.A.)

diamètre Sonde 19,315 Température : 50 °C
diamètre Diaphragme 11 mm Température : 75 °C Pression amont : -300 mb
Coef. de débit, 10-3 : 0,095 Coef. de volume : 0,557 Coef. de pression : 41,26

		N° prélèvement			
		1	2	3	4
Δp Pitot (dynamique)	mm CE	3,40	3,45	3,80	3,50
	Pa	33,3	33,8	37,3	34,3
Vitesse des gaz	m/s	8,42	8,48	8,90	8,54
MPM 80					
dp diaphragme	Pa	1376	1396	1537	1416
débit aspiré	dm ³ /s	3,523	3,549	3,725	3,575
temps de prélèvement	s	600	600	600	600
volume aspiré	m ³	2,114	2,130	2,235	2,145

N° filtre	1	2	Total
Poussières mg :	3,60	0,00	3,60

nombre de points : 4

Durée : 2 400 s	Volume brut aspiré : 8,62 m ³ soit : 4,80 Nm³
Vitesse : 8,58 m/s	Concentration : 0,75 mg/N m ³

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCULS REJETS DE METAUX

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER CABLES

le 7 décembre 2016

Emission de métaux sous forme solide			
Piégeage sur filtre : RVE 1712 03 et RVE 1712 00 (BLANC)			
Rapport SGS : EV17-00300.003 et Rapport SGS : EV17-00300.001			
	dans l'échantillon	Filtre vierge (Blanc)	à l'émission
Cadmium Cd	< 0,40 µg	< 0,40 µg	< 0,00008 mg/Nm ³
Mercure Hg	< 0,20 µg	< 0,20 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Thallium TL	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00005 mg/Nm ³
		Cd + Hg + Tl	< 0,00018 mg/Nm³
Arsenic As	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00052 mg/Nm ³
Sélénium Se	< 4,00 µg	< 4,00 µg	< 0,00083 mg/Nm ³
Tellure Te	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00005 mg/Nm ³
		As + Se + Te	< 0,00141 mg/Nm³
Plomb Pb	16,40 µg	11,80 µg	0,00096 mg/Nm³
Antimoine Sb	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00052 mg/Nm ³
Chrome Cr	16,70 µg	15,90 µg	0,00017 mg/Nm ³
Cobalt Co	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00052 mg/Nm ³
Cuivre Cu	63,00 µg	< 2,50 µg	< 0,01312 mg/Nm ³
Etain Sn	6,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00135 mg/Nm ³
Manganèse Mn	6,70 µg	4,90 µg	0,00037 mg/Nm ³
Nickel Ni	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00052 mg/Nm ³
Vanadium V	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00052 mg/Nm ³
Zinc Zn	17 760 µg	17 865 µg	-0,02186 mg/Nm ³
		Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	< 0,01709 mg/Nm³
Fer Fe	411,50 µg	164,7 µg	0,05138 mg/Nm³
Baryum Ba	26 515 µg	23 065 µg	0,71822 mg/Nm ³
Aluminium Al	17 310 µg	17 315 µg	-0,00104 mg/Nm ³

Les teneurs en Zinc, Baryum et Aluminium sont importantes dans les 2 filtres, les différences (positives ou négatives) sont inférieures à la précision des analyses, donc ces éléments font partie de la composition des filtres.

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

RAPPORT D' INTERVENTION

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

	Limites imposées	Valeurs moyennes	
CONDUIT DE CHEMINEE A SORTIE HORIZONTALE			
Diamètre dans plan de mesure \varnothing		0,150	m
Hauteur de l'axe du conduit		8,00	m environ
CONDITIONS DE MARCHE DE L'INSTALLATION			
Vitesse d'éjection des gaz		15,29	m/s
Débit réel des gaz		972,7	m ³ /h
Débit Normé		870,0	N m ³ /h
Température		34,1	°C
Humidité		5,5	% Volume
EMISSION DE POUSSIERES DANS LES GAZ (NFx 44 052)			
Nombre de points de prélèvement :		4	Points
Durée des prélèvements :		100	minutes
Sur gaz secs :	< 1	0,47	mg / N m³
		0,383	g / heure
METAUX SOUS FORME SOLIDE SUR SEC		mg / N m⁴	Débits horaires
Cadmium Cd		< 0,00007	< 0,059 mg/heure
Mercure Hg		< 0,00004	< 0,030 mg/heure
Thallium TL		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
Cd + Hg + Tl		< 0,00015	< 0,126 mg/heure
Arsenic As		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
Sélénium Se		< 0,00072	< 0,592 mg/heure
Tellure Te		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
As + Se + Te		< 0,00081	< 0,666 mg/heure
Plomb Pb		0,00122	1,01 mg/heure
Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn		0,00607	4,99 mg/heure
Fer Fe		0,05207	43 mg/heure

N m³ : m³ ramené à 1013 mbar et 0°C

le 20 janvier 2017

Le responsable " Pollution de l'air "

Pierre GERARD

P.G. Contrôle - S.A.R.L.
19 rue Capitale
Rav. des Ombres Les Hauts
97438 Ste Marie
Tél : 97 63 18 - Fax : 97 63 94 -
B 383 739 315 - 91 B 630

PG CONTRÔLE

SIEGE SOCIAL : 17, allée des Cocotiers 97 426 Les Trois Bassins

SIRET: 383 739 315 00034 - Code APE: 7120B - R.C.S. ST-DENIS: 91 B 630 - TVA : FR33 383 739 315 00034

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

ANNEXES

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

Remarques

Dépoussiéreur équipé d'un filtre HEPA : Hepafil HEB (HB242412)
Les prélèvements ont été réalisés par un orifice dans le conduit à hauteur réglementaire.
En fonctionnement les vitesses d'écoulement sont très stables.
Les émissions de poussière sont très faibles.

Mesures et méthodologie

Teneurs en poussières

Prélèvements continus pendant : 100 minutes

Prélèvements de poussières effectués avec l'appareillage dite "à sonde simple" homologué :
ENVIRONNEMENT s.a. Modèle : MPM 80 et conformément à la norme NFx 44 052.

Pesage précis des filtres avant et après prélèvement sur balance analytique :
METTLER TOLEDO Modèle AG135 portées: 31g à 0,01 mg et 101g à 0,1mg
Masse de calibrage interne

Emissions de métaux sous forme solide

Volume de fumées prélevées : 5,88 Nm³

Le filtre utilisé pour la détermination de la teneur en poussières est utilisé pour les analyses
de métaux à l'émission

Rapport SGS : EV17-00300.002 et Rapport SGS : EV17-00300.001

S.G.S MULTILAB

ZI Saint Guénault rue J. Mermoz Courcouronnes

91 031 EVRY Cedex

Humidité

Hygromètre Numérique FI 22

Température des gaz

Thermomètre Numérique FI 22 + Sonde à thermocouple K.

Vitesses des fumées

Tube de PITOT normalisé et micromanomètre.

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCULS REJETS DE METAUX

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

CONDITIONS METEO

Température moyenne : 27,4 °C

Pression barométrique : 1019 mbars

PRELEVEMENTS (Filtre RVE 1409 01)

Durée : 6000 s

Volume aspiré : 8,26 m³ soit : 5,88 Nm³

ANALYSE DU FILTRE A POUSSIERE

Emission de métaux sous forme solide			
Piégeage sur filtre : RVE 1712 01 et RVE 1712 00 (BLANC)			
Rapport SGS : EV17-00300.002 et Rapport SGS : EV17-00300.001			
	dans l'échantillon	Filtre vierge (Blanc)	à l'émission
Cadmium Cd	< 0,40 µg	< 0,40 µg	< 0,00007 mg/Nm ³
Mercure Hg	< 0,20 µg	< 0,20 µg	< 0,00003 mg/Nm ³
Thallium Tl	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		Cd + Hg + Tl	< 0,00014 mg/Nm³
Arsenic As	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Sélénium Se	< 4,00 µg	< 4,00 µg	< 0,00068 mg/Nm ³
Tellure Te	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		As + Se + Te	< 0,00077 mg/Nm³
Plomb Pb	18,60 µg	11,80 µg	0,00116 mg/Nm³
Antimoine Sb	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Chrome Cr	16,60 µg	15,90 µg	0,00282 mg/Nm ³
Cobalt Co	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Cuivre Cu	6,20 µg	< 2,50 µg	< 0,00105 mg/Nm ³
Etain Sn	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Manganèse Mn	5,60 µg	4,90 µg	0,00012 mg/Nm ³
Nickel Ni	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Vanadium V	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Zinc Zn	17005 µg	17865 µg	-0,14628 mg/Nm ³
		Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	< 0,00574 mg/Nm³
Fer Fe	454,00 µg	164,70 µg	0,04921 mg/Nm³



CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ
CALCUL DES CONCENTRATION DE POUSSIÈRES
REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

CONDITIONS METEO

Température extérieure 27,4 °C pression barométrique : 1019 mbars

CARACTERISTIQUES DES GAZ

Densité : 1,285kg/Nm3 température 34,1 °C Pression relative : 0,20 mbars

PARAMETRES SUR LE MPM 80 (Environnement S.A.)

diamètre Sonde 9,980 Température : 50 °C
 diamètre Diaphragme 11 mm Température : 75 °C Pression amont : -100 mb
 Coef. de débit,10-3 : 0,084 Coef. de volume : 0,712 Coef. de pression : 2,37

		N° prélèvement			
		1	2	3	4
Δp Pitot (dynamique)	mm CE	11,00	12,20	11,70	11,30
	Pa	107,9	119,6	114,7	110,8
Vitesse des gaz	m/s	14,93	15,72	15,40	15,13
MPM 80					
dp diaphragme	Pa	256	284	272	263
débit aspiré	dm3/s	1,343	1,414	1,385	1,361
temps de prélèvement	s	1500	1500	1500	1500
volume aspiré	m3	2,015	2,122	2,078	2,042

	N° filtre		
	1	2	Total
Poussières mg :	2,60	0,00	2,60

nombre de points : 4

Durée : 6 000 s	Volume brut aspiré : 8,26 m3 soit : 5,88 Nm3
Vitesse. : 15,29 m/s	Concentration : 0,44 mg/N m3

CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCULS REJETS DE METAUX

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

Emission de métaux sous forme solide			
Piégeage sur filtre : RVE 1712 01 et RVE 1712 00 (BLANC)			
Rapport SGS : EV17-00300.002 et Rapport SGS : EV17-00300.001			
	dans l'échantillon	Filtre vierge (Blanc)	à l'émission
Cadmium Cd	< 0,40 µg	< 0,40 µg	< 0,00007 mg/Nm ³
Mercure Hg	< 0,20 µg	< 0,20 µg	< 0,00003 mg/Nm ³
Thallium TL	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		Cd + Hg + Tl	< 0,00014 mg/Nm³
Arsenic As	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Sélénium Se	< 4,00 µg	< 4,00 µg	< 0,00068 mg/Nm ³
Tellure Te	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		As + Se + Te	< 0,00077 mg/Nm³
Plomb Pb	18,60 µg	11,80 µg	0,00116 mg/Nm³
Antimoine Sb	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Chrome Cr	16,60 µg	15,90 µg	0,00282 mg/Nm ³
Cobalt Co	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Cuivre Cu	6,20 µg	< 2,50 µg	0,00105 mg/Nm ³
Etain Sn	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Manganèse Mn	5,60 µg	4,90 µg	0,00012 mg/Nm ³
Nickel Ni	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Vanadium V	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Zinc Zn	17 005 µg	17 865 µg	-0,14628 mg/Nm ³
		Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	< 0,00574 mg/Nm³
Fer Fe	454,0 µg	164,7 µg	0,04921 mg/Nm³
Baryum Ba	24 230 µg	23 065 µg	0,19816 mg/Nm ³
Aluminium Al	16 440 µg	17 315 µg	-0,14884 mg/Nm ³

Les teneurs en Zinc, Baryum et Aluminium sont importantes dans les 2 filtres, les différences (positives ou négatives) sont inférieures à la précision des analyses, donc ces éléments font partie de la composition des filtres.

ANNEXE 3 - Pièce 3

Rapport sur les mesures de bruit de 2014 sur le site du
Siège de RVE (AIEE Consulting)



Rapport de mission acoustique

MESURES D'EMERGENCE DE LA SOCIETE RVE

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

Rédigé par Dominique MORAU

AIEE

12, ruelle Fuma - 97430 Le Tampon

T. +33 (0)6 92 65 20 84 - F. +33 (0)2 62 43 76 41

www.aiee.fr

AVANT-PROPOS

Dans le cadre d'un audit interne, la société RVE demande à AIEE de réaliser une série de mesures acoustiques afin de mieux appréhender les niveaux sonores vis-à-vis de la réglementation.

Ce document présente les résultats et conclusions de cette étude.

SOMMAIRE

1. GENERALITES	4
1.1. Méthodologie	4
1.2. Cadre réglementaire.....	4
1.3. Cadre normatif.....	4
2. MESURES ET ANALYSES.....	4
2.1. Conditions de mesures.....	4
2.2. Matériel de mesure et d'analyse.....	5
2.3. Mesures effectuées	5
2 Résultats des mesures	7
2.1 Les spectres temporels	7
2.4. Emergences réglementaires.....	9
2.4.1 Le point 1.....	9
2.4.2 Le point 2.....	9
2.4.3 Le point 3.....	10
2.4.4 Le point 4.....	10
3. CONCLUSION	10

1. GENERALITES

1.1. Méthodologie

Les mesures acoustiques se sont déroulées en 4 points en limite de propriété et en ZER.

1.2. Cadre réglementaire

Les points de vérification des émergences seront proposés en respectant la zone d'émergence réglementée définies par l'**arrêté du 23 janvier 1997** et les calculs des émergences seront réalisés afin de les confrontés aux valeurs de l'**arrêté du 23 janvier 1997** relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation, dont l'arrêté d'autorisation est postérieur au 1^{er} juillet 1997, ou ayant fait l'objet d'une modification autorisée postérieure à cette même date.

L'arrêté du 23 Janvier 1997 relatifs aux bruits aériens émis dans l'environnement par les ICPE soumises à autorisation est utilisé à titre indicatif pour mettre en place une méthode de quantification des nuisances sonores.

Selon cet arrêté, les émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau suivant :

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence incluant le bruit de l'établissement réglementé	Emergence admissible pour la période allant de 7 heures à 22 heures sauf dimanche et jours fériés :	Emergence admissible pour la période allant de 22 heures à 07 heures sauf dimanche et jours fériés :
Sup à 35 dB(A) et inf ou égal à 45dB(A)	6 dB(A)	4 dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 1 : Emergence réglementaire en période diurne et en période nocturne

1.3. Cadre normatif

Les mesures ont été réalisées selon la norme de mesure NF S 31-010 relative à la caractérisation du bruit dans l'environnement

2. MESURES ET ANALYSES

2.1. Conditions de mesures

Les mesures ont été réalisées le jeudi 23 Octobre 2014 de 15H à 17H30.

Les conditions météorologiques étaient favorables à la réalisation des mesures (pas de pluie et vent < 5 m.s⁻¹).

2.2. Matériel de mesure et d'analyse

Pour réaliser les mesures nous avons utilisé 1 sonomètre intégrateur de classe 1 de marque 01dB de type SOLO équipés de microphones 01dB 1/2 pouce, type MCE 212.
Le sonomètre a été calibré in situ avec une source sonore étalon 01 dB type CAL21.

2.3. Mesures effectuées

La photo ci-dessous indique l'emplacement des points de mesures dans les environs de l'établissement en activité et hors activité.



Figure 1 : Positionnement des points de mesure



Point 1



Point 2



Point 3



Point 4

2 RESULTATS DES MESURES

2.1 Les spectres temporels

L'évolution temporelle du niveau sonore, L_{Aeq} en période diurne est présentée ci-dessous :

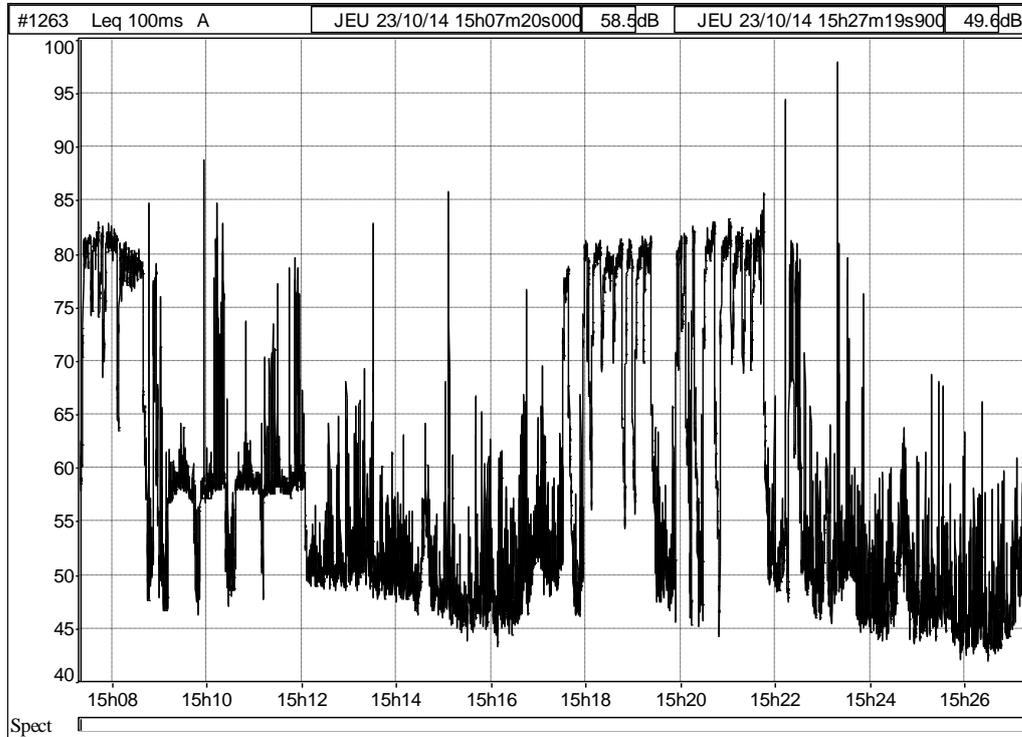


Figure 1: Evolution temporelle du niveau sonore en activité L_{Aeq} en dB(A) du point 1

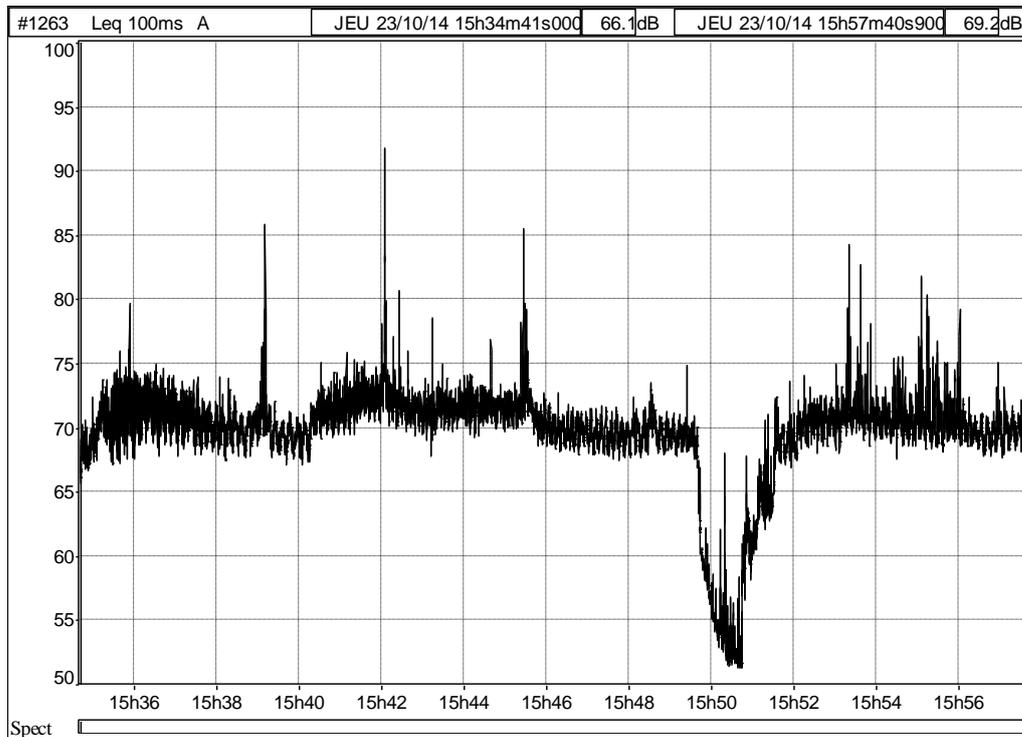


Figure 2: Evolution temporelle du niveau sonore hors activité L_{Aeq} en dB(A) du point 2

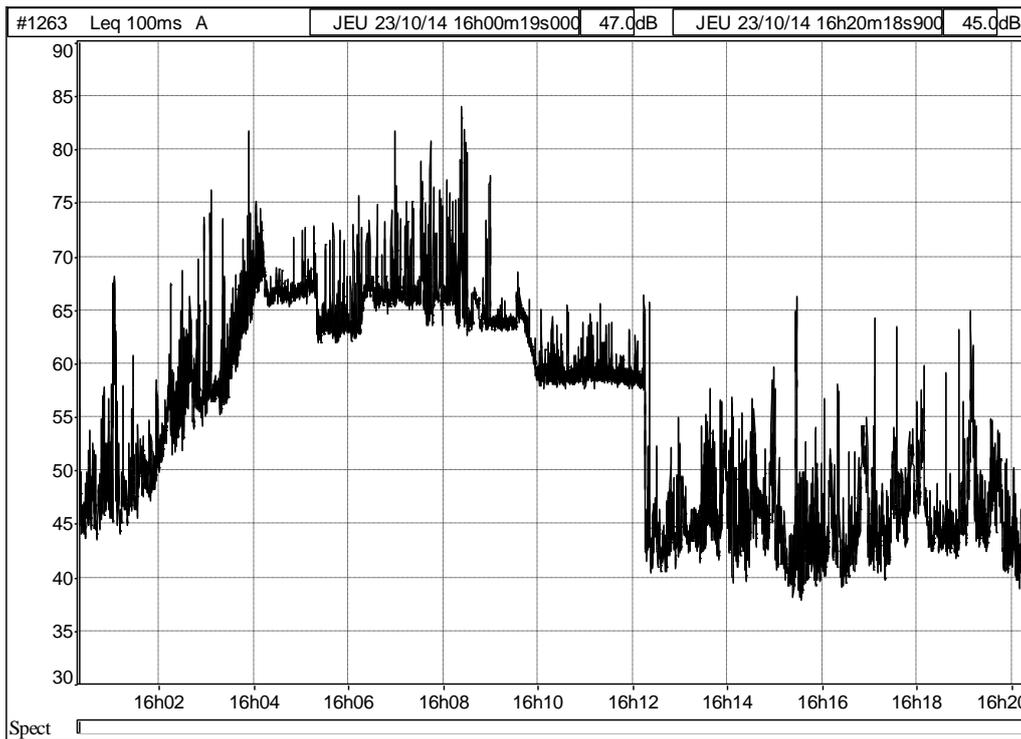


Figure 3: Evolution temporelle du niveau sonore hors activité L_{Aeq} en dB(A) du point 3

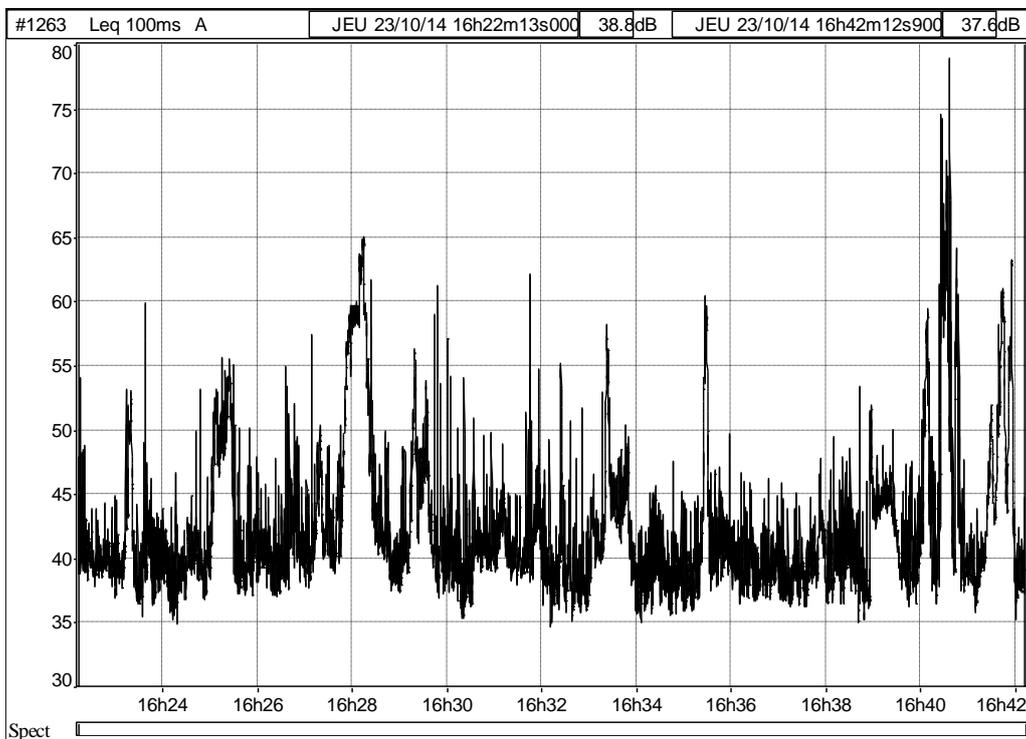


Figure 4: Evolution temporelle du niveau sonore en activité L_{Aeq} en dB(A) du point 4

L'indice L_{Aeq} a été choisi afin de caractériser le bruit du site.

2.4. Emergences réglementaires

L'émergence réglementaire à ne pas dépasser en période diurne sera donc de 5 dB(A).

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats de mesures dans l'environnement en période diurne.

2.4.1 Le point 1

C : conforme ; NC : non conforme

Localisation	Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global dB(A)
Point 1	Niveau bruit en activité (dB)	62.2	53.9	57.5	61.4	63.3	64.9	67.9	68.9	63
	Niveau bruit Hors activité (dB)	56.0	47.5	47.3	44.9	41.3	39.7	35.9	31.6	47.3
	Emergence (dB)	6.2	6.4	10.2	16.5	22	25.2	32	37.3	15.7
	Emergence autorisée (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Conformité		NC								

Tableau 1: Emergences de l'établissement en période diurne pour le point 1

2.4.2 Le point 2

C : conforme ; NC : non conforme

Localisation	Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global dB(A)
Point 2	Niveau bruit en activité (dB)	78.4	67.8	70.6	68.9	64.9	61.3	59.2	55.6	70.6
	Niveau bruit Hors activité (dB)	56.0	47.5	47.3	44.9	41.3	39.7	35.9	31.6	47.3
	Emergence (dB)	22.4	20.3	23.3	24	23.6	21.6	23.3	24	23.3
	Emergence autorisée (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Conformité		NC								

Tableau 3: Emergences de l'établissement en période diurne pour le point 2

2.4.3 Le point 3

Les 10 premières minutes ont été perturbées par l'activité des camions.

C : conforme ; NC : non conforme

Localisation	Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global dB(A)
Point 3	Niveau bruit en activité (dB)	62.7	54.9	54.7	56.4	58.5	58.1	53.9	51.8	63.4
	Niveau bruit Hors activité (dB)	55.9	40.5	39.5	40.1	40.8	39.1	33.4	27.5	45.1
	Emergence (dB)	6.8	14.4	15.2	16.3	17.7	19	20.5	24.3	18.3
	Emergence autorisée (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Conformité		NC								

Tableau 4: Emergences de l'établissement en période diurne pour le point 3

2.4.4 Le point 4

C : conforme ; NC : non conforme

Localisation	Fréquence (Hz)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global dB(A)
Point 4	Niveau bruit en activité (dB)	57.1	45.3	44.0	43.1	45	44.5	40.3	37.8	50.0
	Niveau bruit Hors activité (dB)	55.9	40.5	39.5	40.1	40.8	39.1	33.4	27.5	45.1
	Emergence (dB)	1.2	4.8	4.5	3	4.2	5.4	6.9	10.3	4.9
	Emergence autorisée (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Conformité		C	C	C	C	C	NC	NC	NC	C

Tableau 5: Emergences de l'établissement en période diurne pour le point 4

3. CONCLUSION

Les mesures d'émergence montrent une non-conformité vis-à-vis de la réglementation.

ANNEXE 3 - Pièce 4

Fiche technique des kits antipollution présents sur le site
et dans les camions de la société RVE

Code article : KTL020A
KTH020A
KTC020A

KIT D'INTERVENTION D'URGENCE

Tous-liquide/Hydrocarbures/ Chimiques

ABSORPTION : 20 LITRES – CONTENANT A

Description :

Conçus pour les interventions immédiates lors de déversements accidentels, ou bien à titre préventif à proximité des zones de stockage, soit dans les véhicules d'intervention.

Version tous liquides :

KTL020A

Version Hydrocarbures :

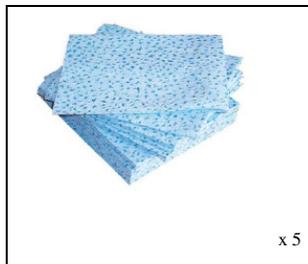
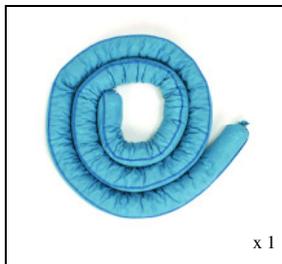
KTH020A

Version Chimiques et tous liquides :

KTC020A



Contenu Modèle Hydrocarbure



Caractéristiques techniques :

- Capacité : 20 litres
- Contenant : Sac housse transparent
Dim. : 320 x 320 x 150 mm
- Contenu :
 - ✓ 30 feuilles double épaisseur 30 x 30 cm
 - ✓ 1 boudin 8 cm x 1,20 m
 - ✓ 5 feuilles d'essuyage
 - ✓ 1 paire de gants
 - ✓ 2 sacs de récupération

Mode d'emploi :

- Se munir d'équipements de protection (gants, lunettes) et circonscrire la zone polluée avec les boudins.
- Appliquer ensuite les feuilles ou le coussin (selon kit).
- Mettre l'ensemble des absorbants souillés dans le sac de récupération disponible.

Important :

Les absorbants ayant absorbés des produits polluants deviennent des DIS et doivent être traités conformément aux législations en vigueur.

ANNEXE 3 - Pièce 5

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires du Site du
Siège-Fénelon-Servant de RVE (TECHNISIM)

RÉUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

CENTRE DE RÉCEPTION, TRI ET VALORISATION DES DÉCHETS

SITES DU SIEGE, DE FENELON ET DE SERVANT

ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

Commune de Saint-André [Île de La RÉUNION]

Rapport d'étude N°3a

Réf : 180 620 085 (Suite 160 208 101b)

	RVE	EMC²
<i>Destinataires :</i>	Monsieur David CARPAYE 5 ZAC Grand Canal/Chemin Grand Canal 97440 Saint-André <i>Fixe</i> : 02 62 30 66 03 <i>Mobile</i> : 06 92 77 57 92 <i>Mèl</i> : rve.exploitation@orange.fr	Monsieur Stéphane RAUX 476 Rue Deschanets 97440 Saint-André <i>Fixe</i> : 02 62 21 54 71 <i>Mobile</i> : 06 92 60 87 52 <i>Mèl</i> : sremc2@orange.fr
<i>Date</i>	01 août 2018	

Table des matières

Acronymes.....	5
Présentation de l'étude.....	7
1 Introduction.....	7
2 Présentation sommaire du site	8
État initial.....	10
3 Air ambiant.....	10
3.1 Situation générale de l'île de La Réunion pour les principaux polluants	10
3.2 Qualité de l'air au niveau de la commune de Saint-André.....	26
3.3 Qualité de l'eau consommée au niveau de la commune de Saint-André.....	33
4 Niveaux sonores actuels	36
5 Analyse des données sanitaires	39
5.1 Bilan de l'état de santé de la population réunionnais - généralités.....	39
5.2 Risques sanitaires et environnementaux.....	42
5.3 Cancer à la Réunion	43
5.4 Asthme à la Réunion	44
5.5 Profil de santé du territoire Nord-Est de la Réunion	48
6 Analyse du domaine d'étude	52
6.1 Établissements sensibles	52
6.2 Analyse de la population	54
7 Synthèse de l'état initial	58
Évaluation des effets sanitaires liés à l'exploitation du site.....	60
8 Étude de l'impact sanitaire de l'installation.....	60
8.1 Modifications prévues.....	60
8.2 Identification des sources d'émissions	61
8.3 Modélisation des rejets dans l'environnement	67
8.4 Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires – EQRS	82
9 Effets cumulés.....	112
10 Synthèse des impacts sur la santé	117
11 Conclusion	119
12 Références bibliographiques.....	121
Annexe N°1 : Critères nationaux de la qualité de l'air	123
Annexe N°2 : Extraits du rapport des contrôles des émissions particulières dans les gaz – Conduit ATELIER ECRAN – 7 décembre 2016.....	126
Annexe N°3 – Paramètres utilisés dans Modul'ERS	128

Table des illustrations

Figure 1: Emplacement du projet	8
Figure 2: Installations actuelles	9
Figure 3 : Émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant (Source : CITEPA).....	12
Figure 4 : Émissions d'oxydes d'azote dans l'air ambiant (Source : CITEPA)	14
Figure 5 : Émissions de monoxyde de carbone dans l'air ambiant (Source : CITEPA).....	20
Figure 6 : Émissions de COVNM dans l'air ambiant (Source : CITEPA).....	22
Figure 7 : Cultures présentes à proximité du site en 2014	28
Figure 8 : Trafic en moyenne journalière annuelle – Année 2017	30
Figure 9: Emplacement des stations d'ORA	32
Figure 10: Classement du niveau sonore des principales infrastructures routières.....	36
Figure 11: Carte de bruit des infrastructures routières proches du projet.....	37
Figure 12: Carte des points de mesures du bruit – État initial.....	38
Figure 13 : Évolution des taux d'incidence standardisés par sexe	44
Figure 14 : Nombre annuel moyen de nouvelles admissions en Affection de Longue Durée pour asthme sévère par territoire de santé à La Réunion sur la période 2009-2011	46
Figure 15 : Tableau de bord sur l'asthme à La Réunion.....	47
Figure 16: Territoire étudié.....	48
Figure 17: Situation du territoire de santé du Nord-Est.....	51
Figure 18: Emplacement des lieux sensibles dans un rayon de 1, 2 et de 3 km autour du projet.....	54
Figure 19: Nombre d'habitants à proximité du site – carreaux de 1 km.....	55
Figure 20 : Évolution de la population de 1967 à 2013	56
Figure 21 : Pyramide des âges – Commune de Saint André – 2013.....	57
Figure 22 : Ancienneté d'emménagement dans la résidence principale – Commune de Saint André – 2013	58
Figure 23: Distribution des vents sur l'île de La Réunion (Source : Météo-France)	72
Figure 24: Rose des vents utilisée pour les modélisations – Saint-Benoît (source : Infoclimat).....	72
Figure 25 : Modèle Numérique de Terrain (MNT).....	73
Figure 26 : Exemple de champs de vents obtenus par Taldia.....	73
Figure 27 : Emplacements de récepteurs.....	74
Figure 28: Cartographie des concentrations pour les particules PM10 en moyenne annuelle.....	77
Figure 29: Cartographie des concentrations pour le dioxyde d'azote en moyenne annuelle.....	78
Figure 30: Cartographie des concentrations pour les COVNM en moyenne annuelle.....	78
Figure 31 : Schéma conceptuel de la démarche d'une ERS	83
Figure 32: Logigramme – Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	86
Figure 33: Schéma conceptuel de l'exposition des populations aux émissions liées à l'exploitation du site	89
Figure 34: Schéma conceptuel sous MODUL'ERS®	100
Figure 35 : Emplacement des projets dans le cadre des effets cumulés potentiels.....	113
Figure 36: Transport des poussières suivant leurs diamètres et la vitesse du vent [source : Piédou, 1996]	115
Figure 37: Atténuation du bruit en fonction de la distance (en champ libre).....	116

Table des tableaux

Tableau 1: Parcelles concernées par le projet	8
Tableau 2 : Concentrations en SO ₂ relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]	13
Tableau 3 : Concentrations en NO ₂ et NO _x relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]......	15
Tableau 4 : Effets sanitaires des particules	17
Tableau 5 : Concentrations en PM ₁₀ et PM _{2,5} relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]......	18
Tableau 6 : Concentrations en monoxyde de carbone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]......	20
Tableau 7 : Concentrations en benzène relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2010 [µg/m ³]......	23
Tableau 8 : Concentrations en ozone relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]......	24
Tableau 9 : Concentrations en métaux relevées par l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 [µg/m ³]......	25
Tableau 10 : Émissions atmosphériques provenant de la Compagnie Thermique de Bois-Rouge	27
Tableau 11: Caractéristique des stations de mesure les plus proches du site	31
Tableau 12 : Description des réseaux de Saint André	34
Tableau 13 : Contrôle de la qualité de l'eau d'alimentation de Saint André en 2016.....	35
Tableau 14: Résultats des mesures de bruit réalisées dans la zone d'étude (état initial).....	39
Tableau 15 : Lieux sensibles recensés dans un rayon de 3 km	53
Tableau 16 : Évolution de la population de 1967 à 2013	56
Tableau 17 : Type de logement en 2013	57
Tableau 18 : Synthèse de l'état initial.....	59
Tableau 19 : Inventaire des sources d'émission atmosphériques	64
Tableau 20: Caractéristiques des sources canalisées.....	68
Tableau 21: Émissions générées par les engins.....	69
Tableau 22: Estimation des flux massiques de polluants atmosphériques générés par les véhicules.....	69
Tableau 23: Estimation des flux massiques de polluants atmosphériques générés par les Tracteurs et les Ampliroll	70
Tableau 24: Émissions générées par les engins [gramme/jour].....	70
Tableau 25 : Résultats des modélisations – Concentration moyenne annuelle.....	75
Tableau 26: Concentrations obtenues (en µg/m ³) à l'aide des modélisations sans bruit de fond pour les polluants réglementés	80
Tableau 27 : Analyses des résultats pour les polluants non réglementés	81
Tableau 28: Paramètres retenus pour les scénarios d'exposition	90
Tableau 29: VTR retenues.....	94
Tableau 30: Teneurs en Éléments traces métalliques pour l'île de la Réunion	99
Tableau 31: Concentrations moyennes inhalées.....	101
Tableau 32: Doses ingérées par les populations – Effets à seuils	102
Tableau 33: Doses ingérées par les populations – Effets sans seuils	103
Tableau 34: Quotients de dangers calculés pour la voie inhalation.....	104
Tableau 35: Quotients de dangers calculés pour la voie ingestion	105
Tableau 36: Quotients de dangers cumulés	106
Tableau 37: Excès de risques individuel.....	107
Tableau 38: Projets connus visés dans la prise en compte des effets cumulés	112
Tableau 39 : Résumé des avis de l'autorité environnementale pour les effets cumulés.....	114
Tableau 40 : Synthèse des impacts sanitaires liés à l'exploitation du site.....	118
Tableau 41 : Valeurs limites réglementaires pour la qualité de l'air.....	124

Acronymes

ACNUSA	Autorité de Contrôle des NuisanceS Aéroportuaires
ALD	Affection Longue Durée
ARS	Agence Régionale de Santé
ARS-OI	Agence Régionale de Santé de d'Océan Indien
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
ALD	Affections de Longue Durée
CIRC	Centre International de Recherche contre le Cancer
CIRE	Cellule Interrégionale et Régionale d'Épidémiologie
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
COPERT	COmputer Program to calculate Emissions from Road Transport
COV	Composé Organique Volatil
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique
DDAE	Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
EDF	Électricité De France
EQRS	Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
ETM	Élément Trace Métallique
GNR	Gazole Non Routier
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et RISques
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
InVS	Institut de Veille Sanitaire
LAeq	Niveau de pression acoustique pondéré
L₅₀	Niveau acoustique dépassé pendant 50 % de la mesure
MP	Matière Première
MTD	Meilleures Techniques Disponibles
OMS / WHO	Organisation Mondiale de la Santé / World Health Organisation
ORA	Observatoire Réunionnais de l'Air
PDU	Plan de déplacements urbains
PM	Particulate Matter
PSQA	Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air
QD	Quotient de Danger
RD	Route Départementale
RN	Route Nationale
SRCAE	Schéma Régional Climat-Air-Énergie
TIS	Taux d'Incidence Standardisé
TMJA	Trafic Moyen Journalier Annuel
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZER	Zone à Emergence Réglementée

CO	Monoxyde de carbone	ha	Hectare
CO₂	Dioxyde de carbone	km	Kilomètre
NH₃	Ammoniac	m	Mètre
NO	Monoxyde d'azote	m²	Mètre carré
NO₂	Dioxyde d'azote	m³	Mètre cube
NO_x	Oxydes d'azote	mg	Milligramme
O₃	Ozone	µg/m³	Microgramme par mètre cube
SO₂	Dioxyde de soufre		
TSP	Total Suspended Particulate		

Présentation de l'étude

1 Introduction

Ce document présente l'étude de l'impact sur la santé à l'égard des émissions provenant du centre de réception, tri et valorisation des déchets exploité par la société Réunion Valorisation Environnement [RVE], dans la commune de Saint-André de La Réunion.

La présente étude s'intéresse précisément aux installations Siège, Fénelon et Servant de la société.

Le présent document concerne ladite prestation.

Cette dernière s'inscrit dans le cadre de la création d'un dossier de demande d'autorisation.

L'impact sur la santé d'une installation est relatif à plusieurs domaines qui sont les suivants :

- La qualité des eaux consommées ;
- La qualité de l'air respiré ;
- La qualité de l'environnement sonore.

Cette prestation se compose de trois étapes :

- Réalisation de l'état initial avant mise en service de l'installation projetée ;
- Évaluation de l'impact des émissions provenant du site à l'aide d'une simulation numérique (quantification des émissions et modélisation de leur dispersion) ;
- Caractérisation de l'impact à l'aide d'une Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS].

2 Présentation sommaire du site

Le site du projet est implanté au niveau du lieu-dit « Grand Canal », sur le territoire de la Commune de Saint-André de la Réunion.

Les parcelles cadastrales concernant le projet sont reportées dans le tableau suivant.

TABLEAU 1: PARCELLES CONCERNEES PAR LE PROJET

Sections	Numéro de parcelle	Superficie des parcelles [m ²]
AX	331	1 034
AX	332	1 022
AX	333	1 002
AX	428	1 429
TOTAL		4 487

La localisation du projet est schématisée figure suivante.



FIGURE 1: EMBLEMENT DU PROJET

Les sites du Siège, Fénelon et Servant sont déjà en activité.

A l'heure actuelle, ces trois sites comprennent les activités suivantes :

- Stockage de DEEE ;
- Démantèlement des écrans
- Stockage de piles, batteries et accumulateurs ;
- Atelier PAM (petit appareil en mélange) ;
- Traitement des câbles.

Le plan des installations actuelles est repéré figure suivante.

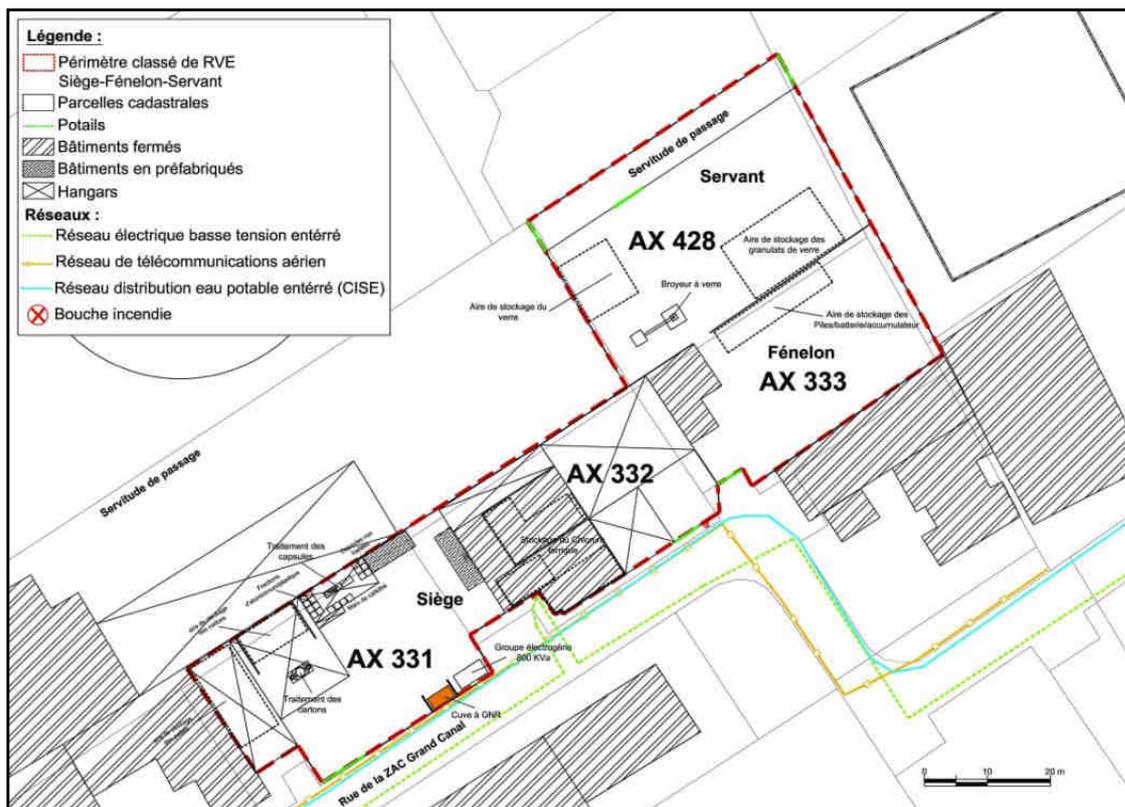


FIGURE 2: INSTALLATIONS ACTUELLES

Le projet consiste à ajouter les activités suivantes :

- Traitement des capsules de thé/café,
- Traitement des déchets de cartons avec production de pellets,
- Broyage des déchets de verre inertes et non inertes,
- Démantèlement des extincteurs.

Les volumes de déchets et les activités de traitement concernant le carton et les capsules de café/thé ne sont pas modifiés.

Le volume de stockage de déchets de verres inertes et non inertes sera potentiellement modifié, mais pas la quantité de verre traitée par jour.

État initial

Cette partie de l'étude va constituer l'état initial des différents compartiments environnementaux, ainsi que l'analyse de l'environnement du projet.

L'objectif est double :

- D'une part : obtenir une « photographie » de l'environnement avant la mise en place de l'installation ;
- D'autre part : évaluer la sensibilité de l'environnement vis-à-vis de la pollution et d'identifier les sources de pollution déjà présentes, ainsi que les voies d'exposition (directes et indirectes).

3 Air ambiant

L'état initial a pour objectif d'effectuer un bilan de la qualité de l'air pour la situation actuelle dans le domaine d'étude, cela composant le point de départ de toute étude d'impact.

L'état initial se base sur différentes données et sources d'informations.

Il est possible de citer notamment :

- L'état des lieux réalisé dans le cadre de la réalisation du Schéma Régional Climat-Air-Énergie [SRCAE] ;
- Les inventaires des émissions réalisés par le CITEPA ;
- Les données et les études sur la qualité de l'air réalisées par l'Association Agréée pour la surveillance de la qualité de l'air locale (*ORA : Observatoire Réunionnais de l'Air*) ;
- La réalisation de mesures sur site (mesures *in situ*).

3.1 **Situation générale de l'île de La Réunion pour les principaux polluants**

La documentation utilisée est référencée aux repères [1], [2], [3] dans la bibliographie

Dioxyde de soufre [SO₂]

Le dioxyde de soufre inhalé à concentration de quelques centaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est absorbé à 85-99 % par les muqueuses du nez et du tractus respiratoire supérieur, du fait de sa solubilité. Néanmoins, une faible fraction peut se fixer sur des particules fines et atteindre ainsi les voies respiratoires inférieures, être transféré dans le sang et l'organisme où il peut être rapidement métabolisé puis éliminé par voie urinaire.

Le dioxyde de soufre est essentiellement un gaz irritant des muqueuses qui agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules en suspension. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des divers polluants, déclencher des effets bronchospamiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire) altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, excès de toux ou de crises d'asthme).

Les données épidémiologiques en population générale sont nombreuses, suite aux épisodes de pollution déjà référencés dans plusieurs pays. Chez l'homme, les études expérimentales ont montré que l'exposition à des concentrations ambiantes courantes jusqu'à $2,86 \text{ mg}/\text{m}^3$ n'entraînait aucun effet chez les sujets sains.

Le CIRC [Centre International de Recherche sur le Cancer] a classé le dioxyde de soufre dans la catégorie 3, c'est-à-dire non classable comme cancérigène.

Les seuils d'exposition venant de l'OMS [Organisation Mondiale de la Santé] sont les suivants :

- $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 10 minutes ;
- $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures.

Situation de La Réunion

Les émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant sont en baisse depuis 2004.

Le secteur de la transformation de l'énergie (production d'électricité) est responsable de la quasi-totalité des émissions de dioxyde de soufre dans l'air ambiant. Le passage des installations d'EDF à l'utilisation de fioul moins soufré a contribué à atténuer cette problématique.

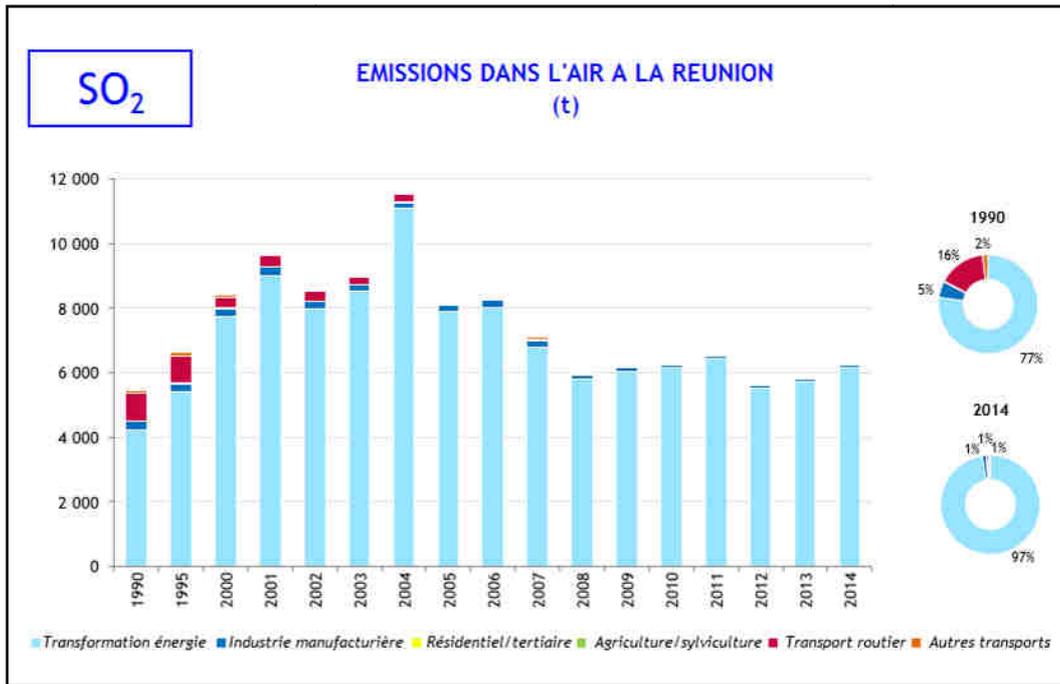


FIGURE 3 : ÉMISSIONS DE DIOXYDE DE SOUFRE DANS L'AIR AMBIANT (SOURCE : CITEPA)

Le dioxyde de soufre est également émis naturellement, essentiellement par les volcans. Lorsque le volcan du Piton de la Fournaise est actif, des pics de SO₂ sont observés avec un facteur allant de 1,5 à 5, suivant les stations.

Les concentrations mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau ci-après.

Il est possible de constater qu'aucune station ne présente de dépassement de la valeur seuil de recommandation et d'information.

TABLEAU 2 : CONCENTRATIONS EN SO₂ RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis		Saint-Pierre	
				Lislet Geoffroy	Joinville	Bons Enfants	Luther King
Moyenne horaire maximale	350	300	-	(b)	29	22	(b)
Moyenne annuelle	-	-	50	(b)	1	-	(b)
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Le Port			Saint-Paul
				CIRFIM	Titan	Centre pénitencier	Cambaie
Moyenne horaire maximale	350	300	-	56	176	45	33
Moyenne annuelle	-	-	50	2	3	2 ^(a)	2
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Le Tampon	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	Saint-Joseph
				Bourg Murat	La Marine	Sarda Garriga	Grand Coude
Moyenne horaire maximale	350	300	-	8	132	212	6
Moyenne annuelle	-	-	50	1	2	4	1
				(a) mise en service en septembre 2012			
				(b) arrêt des mesures en 2011			

Oxydes d'azote : NO_x [NO et NO₂]

Les oxydes d'azote [NO_x] sont des gaz irritants qui pénètrent dans les ramifications les plus fines des voies respiratoires. Le dioxyde d'azote [NO₂] est considéré comme étant cinq fois plus toxique que le monoxyde d'azote [NO].

Globalement, les études écologiques temporelles mettent en évidence des liens entre une augmentation des niveaux de NO₂ et les admissions hospitalières relatives à une exacerbation de problèmes respiratoires. Cependant, la quantification des effets propres à NO₂ reste difficile du fait principalement de la corrélation avec d'autres polluants présents dans l'air. Les NO_x réagissent avec l'ammoniac et l'humidité de l'air ainsi qu'avec d'autres composés pour former de l'acide nitrique qui lui-même se dépose sur les particules. Ces particules sont ensuite inhalées.

Dès que sa teneur atteint $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le NO_2 peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchitique chez l'asthmatique, et chez l'enfant, ils favorisent l'accroissement de la sensibilité des bronches aux infections pour une exposition d'une heure à ce taux.

L'agence US-EPA [United States Environmental Protection Agency] n'a pas classé ces produits comme cancérogènes et les études ne sont pas concordantes en ce qui concerne la mortalité.

Les seuils d'exposition venant de l'OMS sont les suivants :

- $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une année ;
- $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure.

Situation de La Réunion

En 2014, les émissions d'oxydes d'azote ont été faibles en comparaison des années précédentes, confirmant la forte baisse connue en 2013.

Les transports routiers ainsi que le secteur de la transformation d'énergie sont les principaux émetteurs.

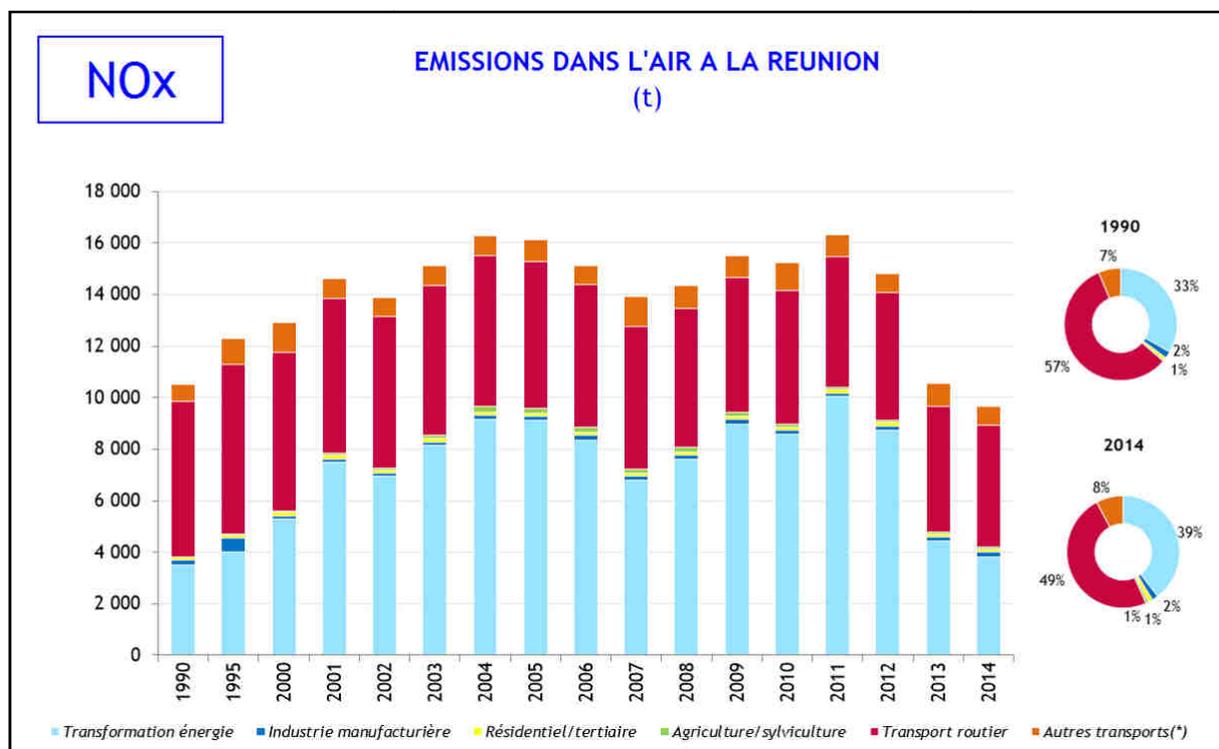


FIGURE 4 : ÉMISSIONS D'OXYDES D'AZOTE DANS L'AIR AMBIANT (SOURCE : CITEPA)

Les concentrations mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau qui va suivre. À noter qu'aucune installation ne présente de dépassement de la valeur du seuil de recommandation et d'information.

TABLEAU 3 : CONCENTRATIONS EN NO₂ ET NOX RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Saint-Denis			Saint-Pierre		
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	Bons Enfants	Luther King	Paradis
Dioxyde d'azote									
Moyenne horaire maximale	200	200	-	88	65	124	68	-	84
Moyenne annuelle	40	-	-	7	8	14	11	-	10
Oxydes d'azote									
Moyenne annuelle	-	-	30	6	9	25	11	-	12
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Le Port		Saint-Paul	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	
				CIRFIM	Titan	Cambaie	La Marine	Sarda Garriga	
Dioxyde d'azote									
Moyenne horaire maximale	200	200	-	-	-	-	49	195	
Moyenne annuelle	40	-	-	-	-	-	4	7	
Oxydes d'azote									
Moyenne annuelle	-	-	30	-	-	-	4	11	

- : Arrêt des mesures

Particules PM10 et PM2,5

Les particules peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire (particulièrement chez l'enfant et chez les personnes sensibles). Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les particules de taille inférieure à 10 μm (particules inhalables PM10) peuvent entrer dans les poumons mais sont ensuite retenues par les voies aériennes supérieures tandis que les particules de taille inférieure à 2,5 μm pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.

Selon l'OMS [Organisation Mondiale de la Santé], les particules dites « ultra fines» (diamètre particulaire inférieur à 0,1 μm) sont suspectées de provoquer des effets néfastes sur le système cardiovasculaire.

La taille des particules et la profondeur de leur pénétration dans les poumons déterminent la vitesse d'élimination des particules. Alors qu'en moins de 24 heures, plus de 90 % des particules supérieures à 6 μm sont éliminés, seuls moins de 30 % des particules inférieures à 1 μm le sont dans le même laps de temps.

L'une des propriétés les plus dangereuses des poussières est de fixer des molécules gazeuses irritantes ou toxiques présentes dans l'atmosphère (comme des sulfates, des métaux lourds, des hydrocarbures, par exemple). Ainsi les particules peuvent avoir des conséquences importantes sur la santé humaine et être responsables de maladies pulmonaires chroniques de type asthme, bronchite, emphysèmes (les alvéoles pulmonaires perdent de leur élasticité et se rompent) et pleurésies (inflammation de la plèvre, la membrane qui enveloppe chacun de nos poumons). Ces effets (irritations des voies respiratoires et/ou altérations de la fonction respiratoire) s'observent même à des concentrations relativement basses.

Certaines particules ont également des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les études publiées à ce jour permettent de dresser le tableau suivant pour les effets aigus et chroniques des particules (cf. tableau ci-après).

Les seuils d'exposition venant de l'OMS sont les suivants :

- PM10 : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 année ;
- PM10 : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures (99^{ème} percentile) ;
- PM2,5 : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 1 année ;
- PM2,5 : 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24 heures (99^{ème} percentile).

TABLEAU 4 : EFFETS SANITAIRES DES PARTICULES

Effets aigus	Effets chroniques
<p>Les particules plus grandes que les PM10 n'ont pratiquement aucun effet.</p> <p>Les particules grossières (différence estimée entre les PM10 et les PM2.5), comme les particules fines (comprise entre les PM2,5 et PM1) ou encore les particules ultra-fines (estimées en nombre, pour les tailles inférieures à 0,1 µm) ont des incidences sur la mortalité et la morbidité. Leurs effets sont largement indépendants les uns des autres.</p> <p>Les personnes souffrant d'affection des voies aériennes inférieures, d'insuffisance cardiaque et les personnes de plus de 65 ans présentent un risque accru.</p> <p>Les effets sur la mortalité respiratoire sont ressentis immédiatement ou le jour suivant l'exposition à une forte charge en particules. Les effets sur la mortalité cardio-vasculaire se manifestent le plus fortement après 4 jours environ. Cela signifie que l'effet des particules grossières est ressenti immédiatement - ou très rapidement - après l'exposition, et celui des particules fines et ultrafines de manière un peu différée (jusqu'à 4 jours après l'accroissement de la charge).</p> <p>Par ailleurs, si le risque relatif est plus grand pour la mortalité respiratoire, la mortalité cardio-vasculaire entraîne davantage de victimes.</p>	<p>Les effets chroniques sont plus importants que les effets aigus.</p> <p>Des études épidémiologiques ont démontré la corrélation entre de fortes charges en PM10, en PM2,5 ou en sulfates et une mortalité ou une morbidité accrue.</p> <p>Le carbone élémentaire (suie de diesel) présente un fort potentiel cancérigène.</p> <p>Il n'existe pas (<i>encore</i>) d'étude concluante qui fasse la différence entre les effets chroniques des particules grossières, ceux des particules fines et ceux des particules ultrafines en matière de mortalité et de morbidité.</p>

Situation de La Réunion

Les termes PM10 et PM2,5 [PM signifie « Particulate Matter »] représentent les fractions des TSP [Particules Totales en Suspension] dont les diamètres aérodynamiques sont respectivement inférieurs à 10 et à 2,5 µm.

Le CITEPA ne dispose pas d'inventaire d'émission récent pour les particules PM10 et PM2,5 pour l'île de La Réunion.

Le niveau d'émission de ces particules est inférieur à la moyenne métropolitaine. Pour l'année 2008, les émissions totales de PM10 étaient de 1,6 kilotonne et celles des PM2,5 s'élevaient à 1,0 kilotonne (source : ORA). Les PM10 sont, depuis 2008, le type de polluant

qui engendre les principales procédures d'information et d'alerte, compte tenu de la diminution des valeurs limites réglementaires.

Les principales sources d'émission recensées sur l'île sont les suivantes :

- Les sucreries du Gol et de Bois Rouge ;
- Le brûlage des champs de canne à sucre ;
- Le trafic routier (en particulier les véhicules diesel sans système de filtration) ;
- La houle marine ;
- Le résidentiel/ tertiaire ;
- Le volcan du Piton de la Fournaise.

Les concentrations de PM10 et de PM2,5 mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans les tableaux ci-après.

TABLEAU 5 : CONCENTRATIONS EN PM10 ET PM2,5 RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis			Saint-Pierre		
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	Bons Enfants	Luther King	Paradis
Particule PM10									
Moyenne annuelle	40	-	30	12	15	34	38	21	25*
Moyenne journalière	50	50	-	27	32	71	73	39	50*
Particule PM2,5									
Moyenne annuelle	25	-	-	Non mesuré	7	-	10	-	Non mesuré
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Niveau critique	Saint-Joseph		Le Tampon	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	
				Grand Coude	Bourg Murat	La Marine	Sarda Garriga		
Particule PM10									
Moyenne annuelle	40	-	30	10		5	27	16	
Moyenne journalière	50	50	-	25		16	97	60	
Particule PM2,5									
Moyenne annuelle	25	-	-	4		1	Non mesuré	Non mesuré	
- : Arrêt des mesures * : à partir de Septembre 2012									

Monoxyde de carbone [CO]

La toxicité de cette substance provient de sa forte affinité pour les protéines vectrices d'oxygène (HbCO : Carboxyhémoglobine). Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang (l'affinité de l'hémoglobine pour le monoxyde de carbone est 200 à 250 fois plus forte que pour l'oxygène et dépend fortement de la concentration dans l'air de monoxyde de carbone). Cela conduit à un manque d'oxygénation des organes tels que le cerveau ou le cœur qui sont de gros consommateurs d'oxygène. Une forte concentration peut ainsi conduire à l'asphyxie, au coma ou à la mort. Il est à noter que 10 à 15% du monoxyde de carbone peut également se fixer sur la myoglobine des tissus musculaires et sur les systèmes enzymatiques de la respiration cellulaire. Le monoxyde de carbone n'est pratiquement pas bio-transformé. Son élimination se fait par les poumons avec une demi-vie d'environ 4 heures pour un adulte exposé à l'air ambiant.

À faible concentration (situation rencontrée en milieu urbain), le CO peut entraîner un manque d'oxygénation chez les sujets prédisposés (souffrant d'angine de poitrine, par exemple) et/ou comportementaux (altération de la vigilance, ...), mais aussi chez les sujets sains. Ce phénomène est, en outre, accentué par l'exercice physique.

Une exposition chronique à faibles doses a des effets cardio-vasculaires chez les enfants à risques (maladies coronariennes) et a des effets sur le comportement (diminution de la coordination, des performances lors d'exercices). Ces troubles sont réversibles et dépendent de la teneur en HbCO. Des études ont montré que les troubles du comportement pouvaient apparaître pour des teneurs en HbCO de l'ordre de 2,5 à 7 %.

Situation de La Réunion

Les émissions de monoxyde de carbone sont en baisse constante depuis 1990.

À la suite de la diminution des parts d'émission du secteur des transports (passante 81 % en 1990 à 18 % en 2014), le secteur résidentiel est le principal secteur contributeur de ces émissions avec 65 % des émissions totales en 2014.

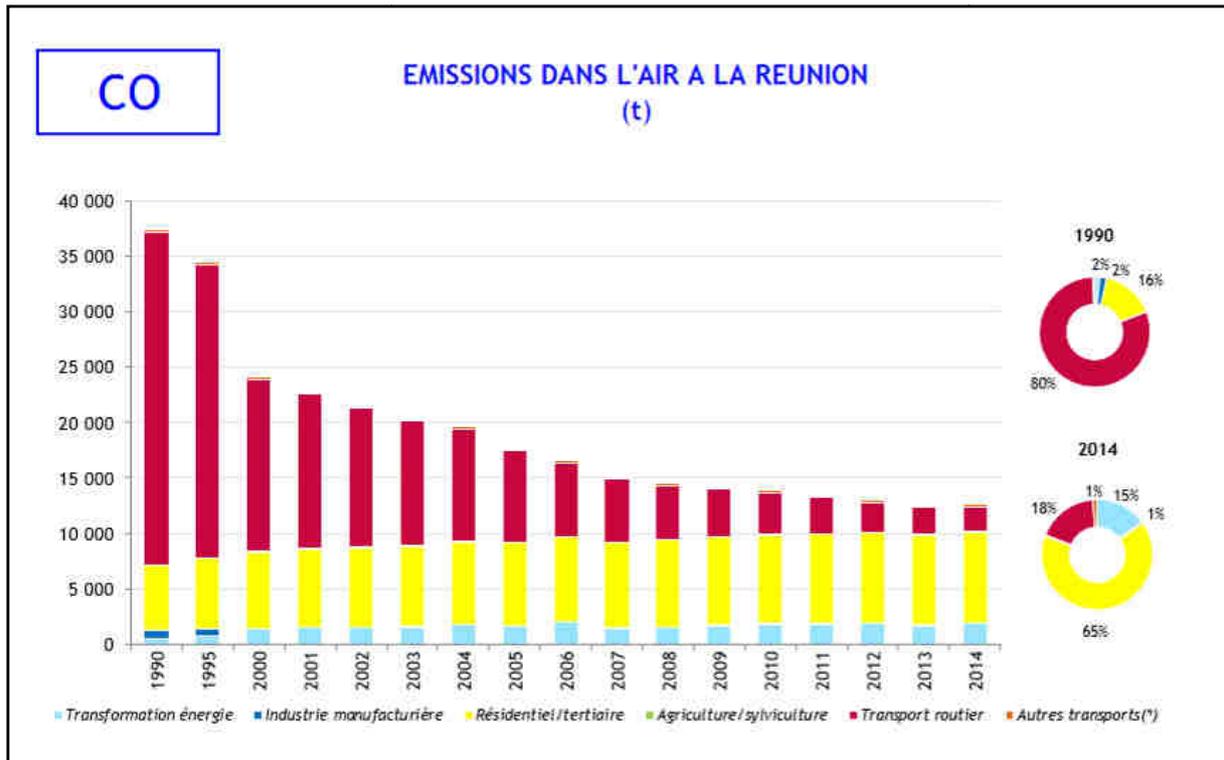


FIGURE 5 : ÉMISSIONS DE MONOXYDE DE CARBONE DANS L'AIR AMBIANT (SOURCE : CITEPA)

Les concentrations de monoxyde de carbone mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau ci-après. Les valeurs relevées sont très inférieures à la valeur limite.

TABLEAU 6 : CONCENTRATIONS EN MONOXYDE DE CARBONE RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{g}/\text{M}^3$]

	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis		Sainte-Suzanne	Saint-Pierre		Saint-Louis
				Lislet Geoffroy	Joinville	La Marine	Bons Enfants	Luther King	Sarda Garriga
Particule PM₁₀									
Moyenne sur 8 heures	40	-	30	Arrêt des mesures		0,6	Arrêt des mesures		0,28

Composés organiques volatils non méthaniques [COVNM] et benzène [C₆H₆]

Le terme COVNM [Composé Organique Volatil Non Méthanique] regroupe une multitude de substances pouvant être d'origine biogénique ou anthropogénique.

Est considéré « composé organique volatil » tout composé organique, à l'exclusion du méthane, ayant une pression de vapeur supérieure ou égale à 0,01 kPa à une température de 293,15 K (20°C) ou ayant une volatilité correspondante dans des conditions d'utilisation particulières (pression et température).

Le benzène est un hydrocarbure aromatisé dont les effets à court terme correspondent principalement à une atteinte du système sanguin ainsi qu'à une diminution de la réponse immunitaire.

Le benzène, classé comme composé « cancérogène certain » par le CIRC [Centre International de Recherche contre le Cancer], induit principalement des leucémies et des lymphomes. Il possède aussi des effets génotoxiques (effets pouvant provoquer le développement de cancers et de mutations génétiques héréditaires).

Certaines populations sont plus sensibles que d'autres, par exemple : les enfants, chez qui la production de cellules sanguines est augmentée lors de la croissance, les femmes enceintes, dont le volume respiratoire au repos est supérieur à celui de la femme non enceinte, les obèses car le benzène est lipophile, et enfin les fumeurs qui sont exposés à de fortes concentrations.

Situation de La Réunion

Les émissions de COVNM sont en baisse constante depuis 1990.

La part du transport routier a considérablement diminué depuis 1990, passant de 62 % en 1990 à 8 % en 2014.

Le secteur résidentiel est le principal secteur contributeur de ces émissions avec 58 % des émissions totales en 2014, suivi de l'industrie manufacturière (24 % des émissions en 2014).

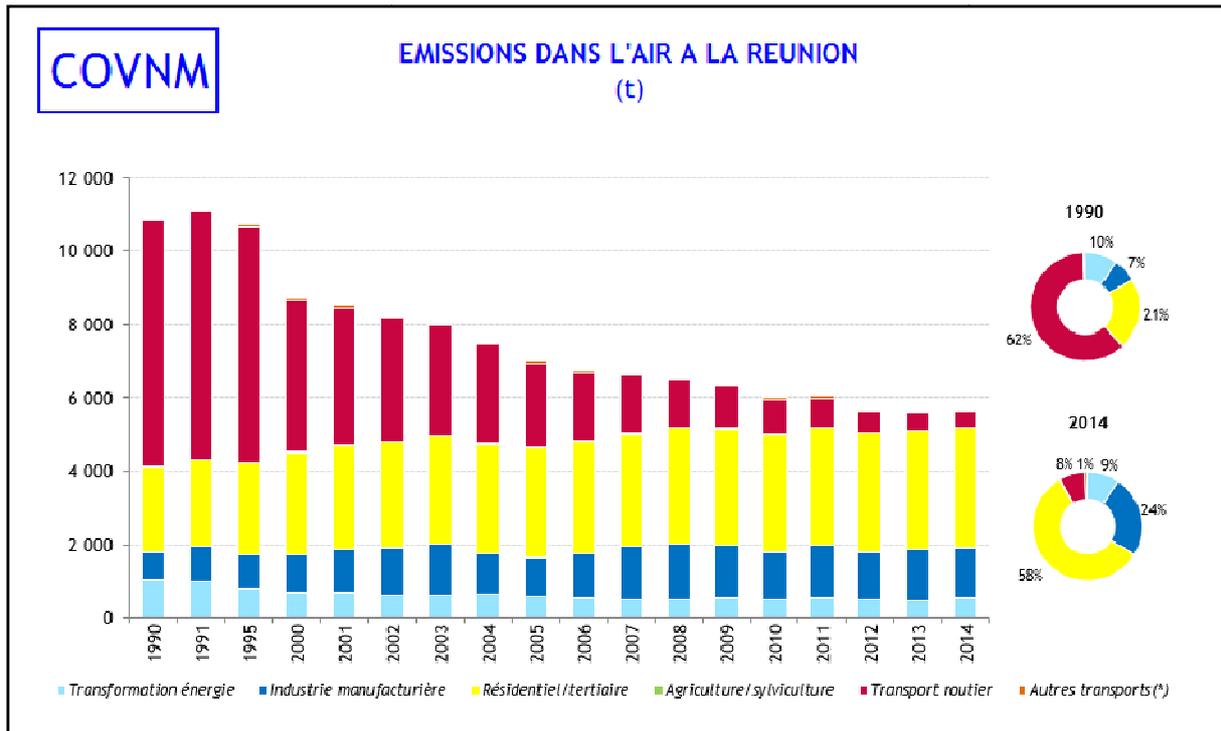


FIGURE 6 : ÉMISSIONS DE COVNM DANS L'AIR AMBIANT (SOURCE : CITEPA)

Le benzène est l'un des constituants des produits pétroliers. Il est également utilisé dans les carburants en remplacement du plomb à cause de ses propriétés antidétonantes. Les émissions de benzène dans l'air extérieur proviennent de l'évaporation lors du stockage, de la distribution des carburants, des émissions à l'échappement parmi les hydrocarbures imbrûlés et de l'évaporation à partir des moteurs ou réservoirs. Sa présence est autorisée dans les carburants jusqu'à la teneur de 1 % maximum en volume (Directive européenne 98/70/CE du 13 octobre 1998). Les grandes sources d'émission de ce composé sont les stations d'essence et le trafic routier.

Les concentrations en benzène mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2010 (*Nota* : les mesures de benzène ont été arrêtées à partir de janvier 2011) sont données dans le tableau ci-après.

Les valeurs relevées sont très inférieures à la valeur limite.

TABLEAU 7 : CONCENTRATIONS EN BENZÈNE RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2010 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

	Valeur limite	Objectif de qualité	Saint-Denis			Saint-Pierre		
			Lislet Geoffroy	Joinville	Montgaillard	Bons Enfants	Luther King	Paradis
Moyenne annuelle	5	2	0,4	Non mesuré	0,3	0,5	Non mesuré	0,6
	Valeur limite	Niveau critique	Le Port		Saint-Paul	Sainte-Suzanne	Saint-Louis	Le Tampon
			CIRFIM	Cambaie	Cambaie	La Marine	Sarda Garriga	Bourg Murat
Moyenne annuelle	5	2-	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,5

Ozone [O_3]

L'ozone est un élément intermédiaire important du processus de formation et d'évolution des oxydants photochimique. L'ozone stratosphérique protège des rayons UV du soleil, tandis que l'ozone troposphérique est un polluant en contact direct avec l'homme et les autres écosystèmes.

Situation de La Réunion

Les concentrations en ozone mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont données dans le tableau ci-après.

Aucune des mesures ne dépasse les seuils, que ce soit sur une ou sur huit heures.

TABLEAU 8 : CONCENTRATIONS EN OZONE RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

	Seuil d'alerte	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Denis			Sainte-Suzanne
				Lislet Geoffroy	Joinville	Rambaud	La Marine
Moyenne maximale sur 8 heures	-	-	120	Arrêt des mesures	57	61	78
Moyenne horaire maximale	240	180	-	Arrêt des mesures	65	65	92
	Valeur limite	Seuil de recommandation et d'information	Objectif de qualité	Saint-Pierre			Le Tampon
				Bons Enfants	Bons Enfants	Paradis	Bourg Murat
Moyenne annuelle	-	-	120	60	Arrêt des mesures	60	97
Moyenne journalière	240	180	-	68	Arrêt des mesures	65	109

Métaux

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres.

- **Le cadmium (Cd)** : une exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Sur les bases de données expérimentales, le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.
- **L'arsenic (As)** : les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures. L'arsenic et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.
- **Le plomb (Pb)** : à fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des

troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire. À fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire (Saturnisme). Depuis la généralisation de l'essence sans plomb, l'air urbain n'est plus une source majeure d'exposition à ce polluant.

Situation de La Réunion

Le plomb est un polluant réglementé depuis longtemps. Il faut noter que depuis la suppression du plomb dans l'essence, sa concentration a fortement chuté.

Les sources émettrices de plomb sont les combustions et certaines industries.

Le nickel, l'arsenic et le cadmium ne font l'objet d'une réglementation que depuis une période récente. Identiquement au plomb, leurs principales sources d'émission sont les industries et la combustion.

Les concentrations en plomb, arsenic, cadmium et nickel mesurées aux différentes stations de l'Observatoire Réunionnais de l'Air pour l'année 2012 sont retrouvées dans les tableaux ci-après. Les valeurs relevées sont fortement inférieures à la valeur limite.

TABLEAU 9 : CONCENTRATIONS EN MÉTAUX RELEVÉES PAR L'OBSERVATOIRE RÉUNIONNAIS DE L'AIR POUR L'ANNÉE 2012 [$\mu\text{G}/\text{M}^3$]

		Plomb	Arsenic	Cadmium	Nickel
Valeur limite		500	6	5	20
Stations de mesure		Concentration en moyenne annuelle			
Saint-Denis	Joinville	0,8	< limite de détection de l'appareil		1,2
Saint-Pierre	Luther King	Données non existantes			
Le Port	Titan	1,8	< limite de détection de l'appareil		1,6
Sainte-Suzanne	La Marine	0,7	0,2	< limite de détection de l'appareil	1,2
Saint-Louis	Sarda Garriga	1,9	< limite de détection de l'appareil	< limite de détection de l'appareil	1,5

Autres composés

Parmi les autres polluants mentionnés dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air de la période 2011-2015, on peut citer :

- L'ammoniac [NH₃] émis principalement lors de l'épandage des lisiers provenant des élevages d'animaux et provoquant l'acidification des sols et l'eutrophisation des écosystèmes ;
- Les pollens provenant des différentes essences végétales de l'île et qui provoquent des allergies saisonnières ;
- La deltaméthrine utilisée lors des campagnes de démoustication et qui peut provoquer des irritations des voies aériennes supérieures et des dyspnées, ainsi que des troubles neurologiques en cas d'inhalation à forte dose ;
- Les odeurs provoquant une gêne pour les populations (atteinte au bien-être) ;
- Les HAP issus principalement des stations d'essence et du trafic routier et qui sont potentiellement cancérigènes.

3.2 Qualité de l'air au niveau de la commune de Saint-André

Identification des principales sources d'émission industrielles

À du site, les principaux émissaires recensés sont les suivants :

- La plate-forme de compostage de la CIREST située à Bras-Panon, à une distance de 2 km environ du projet;
- La centrale de la Compagnie Thermique de Bois-Rouge située à environ 6 km du projet

Les données suivantes sont recueillies sur le Registre Français des Émissions Polluantes (IREP).

TABLEAU 10 : ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES PROVENANT DE LA COMPAGNIE THERMIQUE DE BOIS-ROUGE

Polluant	Unité	2011	2012	2013	2014
CO ₂ Total (CO ₂ d'origine biomasse et non biomasse)	[t/an]	1 000	1 030	1 020	965
CO ₂ Total d'origine biomasse uniquement	[t/an]	229	224	223	236
Chlore et composés inorganiques (HCl)	[t/an]	466	355	92	88,3
Monoxyde de carbone	[t/an]	1 830	1 810	1 560	1 490
Oxydes d'azote (NO _x - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	[t/an]	2 700	2 550	2 580	2 330
Oxydes de soufre (SO _x - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	[t/an]	26,7	35,1	26,5	24,7
Méthane (CH ₄)	[t/an]	194	200	193	183

Pour ce qui est de la plate-forme de compostage, les valeurs des émissions de polluants dans l'air ne sont pas disponibles.

Zones agricoles

Les cultures rejettent principalement des pesticides, des poussières et de l'ammoniac. Aux abords de l'installation, les principales parcelles agricoles sont composées de maraichage, de cannes à sucre, de prairies et de fleurs.

La figure ci-après liste les cultures agricoles exploitées à proximité du site.

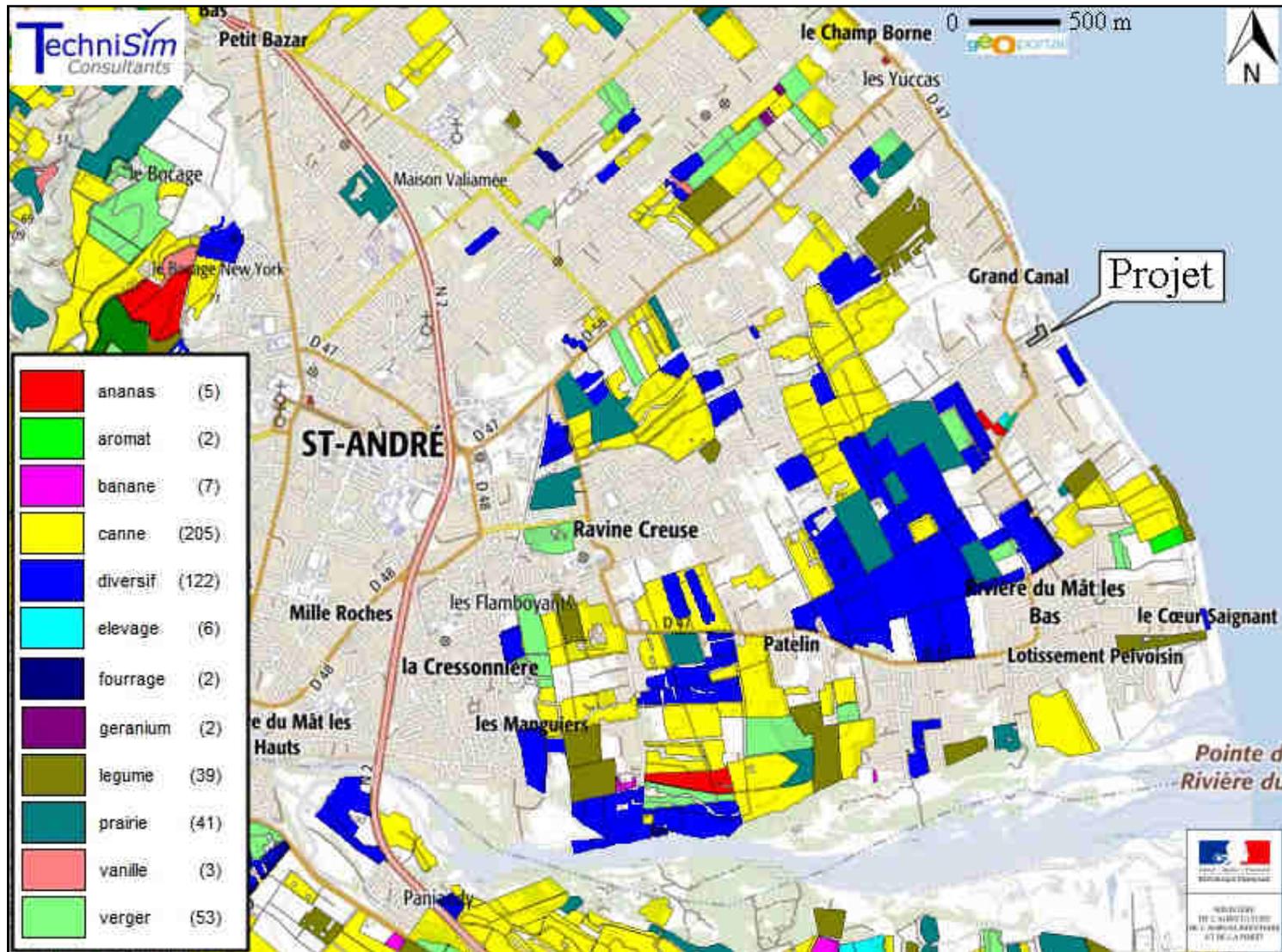


FIGURE 7 : CULTURES PRESENTES A PROXIMITE DU SITE EN 2014

Trafic routier

L'emplacement prévu se trouve en bordure de la départementale D47 Chemin Grand Canal, à l'ouest.

Le site est également longé par la route Coloniale, en bordure est.

L'axe majeur le plus proche est la route nationale N2.

En 2017, le trafic estimé sur cette voie était de 55 500 véhicules en moyenne journalière annuelle.

Le trafic routier est principalement émetteur d'oxydes d'azote [NO_x, NO, NO₂], d'oxydes de carbone [CO, CO₂], de COV, de HAP et des métaux lourds.

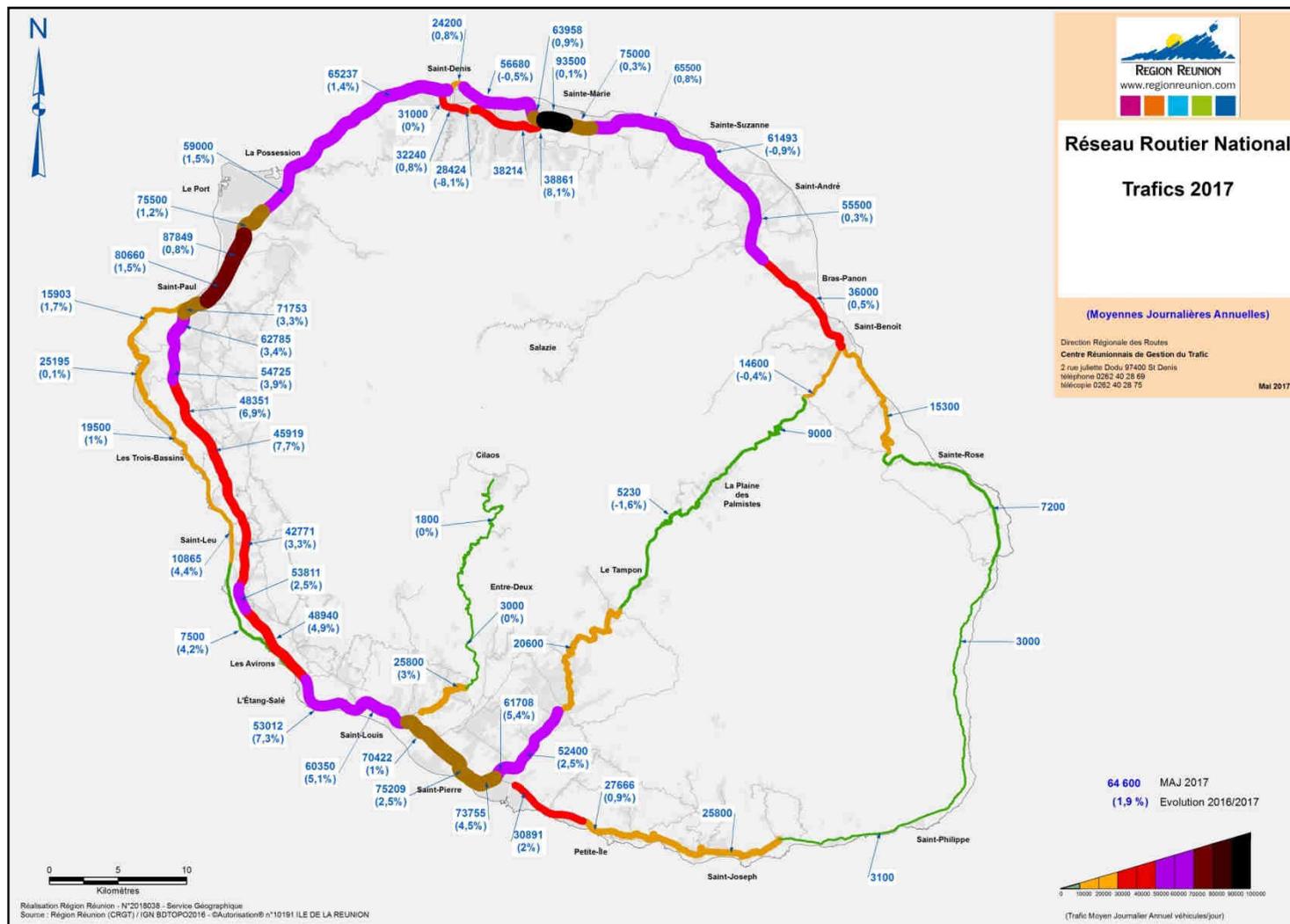


FIGURE 8 : TRAFIC EN MOYENNE JOURNALIÈRE ANNUELLE – ANNÉE 2017

Mesures de l'Observatoire Réunionnais de l'Air

L'ORA [Observatoire Réunionnais de l'Air] ne dispose pas de stations de mesure au sein de la commune de Saint-André.

La station fixe la plus proche se trouve sur la commune de Sainte-Suzanne, à environ 8,5 km environ du projet.

Pour ce qui est des stations mobiles, la plus proche se trouve sur la commune de Sainte-Suzanne également, à une distance d'environ 8,2 km du site.

Les paramètres de ces deux stations sont présentés dans le tableau suivant.

TABLEAU 11: CARACTERISTIQUE DES STATIONS DE MESURE LES PLUS PROCHES DU SITE

Nom de la Station	École La MARINE	Rem Labo TINA
Type de station	Station fixe	Remorque mobile
#ID	38009	38094
Localisation	14 rue de L'Assomption - 97441 SAINTE-SUZANNE	3 sites sur Sainte-Suzanne : <ul style="list-style-type: none"> • 154 rte de Commune Carron • Rue Jacques Bel Air 1 • 5-7 rue du Général de Gaulle
Mise en service	12/02/2005 10:59:44	18/09/2013 14:51:45
Polluants mesurés	Dioxyde de soufre SO₂ Oxyde d'azote NO_x Monoxyde d'azote NO Dioxyde d'azote NO₂ Monoxyde de carbone CO Ozone O₃ Particules fines PM₁₀	Dioxyde de soufre SO₂ Oxyde d'azote NO_x Monoxyde d'azote NO Dioxyde d'azote NO₂ Monoxyde de carbone CO Particules fines PM₁₀ Particules fines PM_{2,5}

La figure ci-après présente le dispositif de mesure présent à proximité du site.

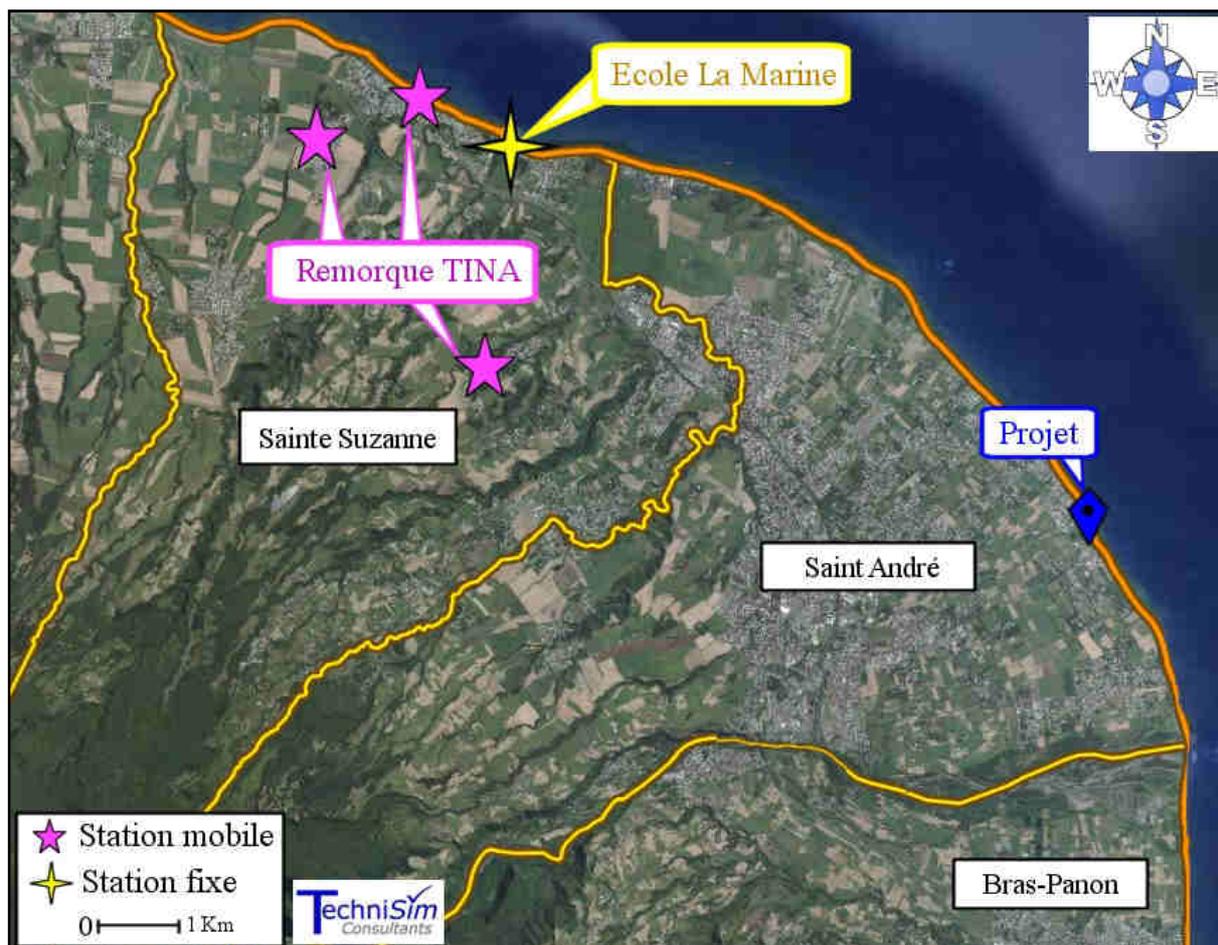


FIGURE 9: EMBLACEMENT DES STATIONS D'ORA

Les données qui vont suivre proviennent des documents listés ci-après :

- Bilan de la qualité de l'air sur la commune de Sainte-Suzanne – Période de surveillance 2004 à 2013, Observatoire Réunionnais de l'Air, Document DE016I [4] ;
- Bilan de la qualité de l'air sur la commune de Sainte-Suzanne – Période de surveillance 2004 à 2014, Observatoire Réunionnais de l'Air, Document DE016J [5].

Remarque :

Bertin, Bauhinas et Maya sont trois écoles où la remorque mobile a effectué des mesures.

Il apparaît que :

- *Au niveau de la station de mesure La Marine, le dépassement de la valeur limite de recommandation des particules fines PM10 a pu être observé durant les années 2010, 2013 et 2014. En outre, le seuil d'alerte a également été franchi durant l'année 2012. Ces dépassements peuvent être expliqués en partie par l'apport d'embrun marin dû à la forte proximité du littoral. La station a également connu un dépassement de la valeur de recommandation en ce qui concerne le dioxyde de soufre durant l'année 2005.*
- *Du point de vue de la station Bauhinias, ce sont également les émissions de particules fines PM10 qui ont dépassé les seuils d'alerte en 2013. Cela peut s'expliquer en partie par la proximité du littoral, pareillement à la station La Marine.*
- *Pour le reste des polluants et pour toutes les stations, les objectifs de qualité n'ont pas été dépassés.*

3.3 Qualité de l'eau consommée au niveau de la commune de Saint-André

Les données de cette partie de l'étude proviennent de l'ARS [Agence Régionale de Santé] de l'Océan Indien ainsi que du Ministère chargé de la santé.

Les documents utilisés sont en référence [6].

Le tableau ci-après résume les caractéristiques des réseaux d'eau potable de la commune de Saint-André.

TABLEAU 12 : DESCRIPTION DES RESEAUX DE SAINT ANDRE

Unité de distribution		Captages	Quartier(s) desservi(s)
SAINT-ANDRÉ			
000048	Bras des Chevrettes	Bras Mousseline	- Bras Mousseline - Bras de Chevrettes - Hermitage - Lot Soleil - Mon Repos
000046	Les Citronniers	Les Citronniers	Route de Salazie CD 48
000049	Petit Diore / Petit Trou	Bras des Lianes (ESU), Forage Dioré (ESO), Les Citronniers (ESU)	Secteur Petit Trou
000045	Saint-André Ville	Bras des Lianes (ESU), Forage Dioré* (ESO), Les Citronniers (ESU)	- CD 46 - Centre-Ville - Chemin Butor - Grand Canal - La Cressonnière - Rivière du Mat
-	Plaine Champ Borne	Forage Ravine Creuse	- Zone Ravine Creuse
000047	Terre Rouge	Bras des Lianes (ESU), Forage Dioré* (ESO), Les Citronniers (ESU), Forage Terre Rouge* (ESO)	- Bois Rouge - Cambuston - Lavoir - Lotissement SHLMR - Terre Rouge

L'unité de distribution intéressant tout particulièrement l'étude est le réseau Saint André Ville, qui dessert le quartier Grand Canal comprenant le projet.

Des mesures de contrôle de la qualité ont été réalisées de juillet à octobre 2016 sur les différents captages d'eau potable présents dans cette commune.

Le résultat de ces mesures sera retrouvé en annexe.

Les tableaux suivants résument les résultats obtenus.

TABLEAU 13 : CONTROLE DE LA QUALITE DE L'EAU D'ALIMENTATION DE SAINT ANDRE EN 2016

Conformité Captage	Bactériologique	Physico- chimique	Respect des références qualité	Remarques
SAINT-ANDRÉ				
<i>Bras des Chevrettes</i>	oui	oui	non	Dépassement de la référence qualité pour la conductivité à 25°C
<i>Les Citronniers</i>	oui	oui	non	Dépassement de la référence qualité pour la turbidité néphélogométrique
Petit Diore / Petit Trou	non	oui	non	Eau non-conforme aux exigences bactériologiques, dépassement de la référence qualité pour la conductivité à 25°C
Plaine Champ Borne	oui	oui	oui	-
Saint-André Ville	oui	oui	non	Dépassement de la référence qualité pour la conductivité à 25°C
Terre Rouge	oui	oui	non	25°C

Dans l'ensemble, la qualité des eaux consommées est conforme aux exigences réglementaires en vigueur, hormis le réseau Petit Trou à Saint André. Toutefois, certains réseaux présentent un dépassement des références de qualité.

La plupart de ces dépassements sont en lien avec la conductivité à 25°C.

Ce paramètre est un indicateur de la dureté de l'eau, c'est-à-dire du degré de minéralisation de l'eau (principalement des ions calcium et magnésium). Plus la conductivité est importante, plus l'eau sera dure, et donc plus elle contiendra de minéraux. La dureté de l'eau est à l'origine de la corrosion : plus l'eau est pure (dureté faible), plus elle aura tendance à être corrosive.

Également, la référence qualité de la turbidité néphélogométrique a été dépassée au niveau du réseau Les Citronniers. Ce paramètre représente la charge en particules de l'eau.

Plus l'eau est chargée, plus sa turbidité est importante, et plus l'eau sera trouble. La concentration de particules favorise le développement de bactéries et de micro-organismes.

Au regard du projet, le réseau Saint-André Ville comporte une conductivité à 25°C au-delà du seuil de référence qualité.

Les autres paramètres contrôlés respectent les références qualité.

4 Niveaux sonores actuels

4.1 Contexte

La directive européenne 2002/49/CE relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement spécifie la réalisation de cartes de niveaux de bruit au regard des infrastructures de transport les plus bruyantes. Ces cartes, dénommées cartes de bruit stratégiques, sont réalisées en se basant sur la circulaire du 7 juin 2007.

La carte suivante montre le classement sonore des principales infrastructures routières à proximité du projet.

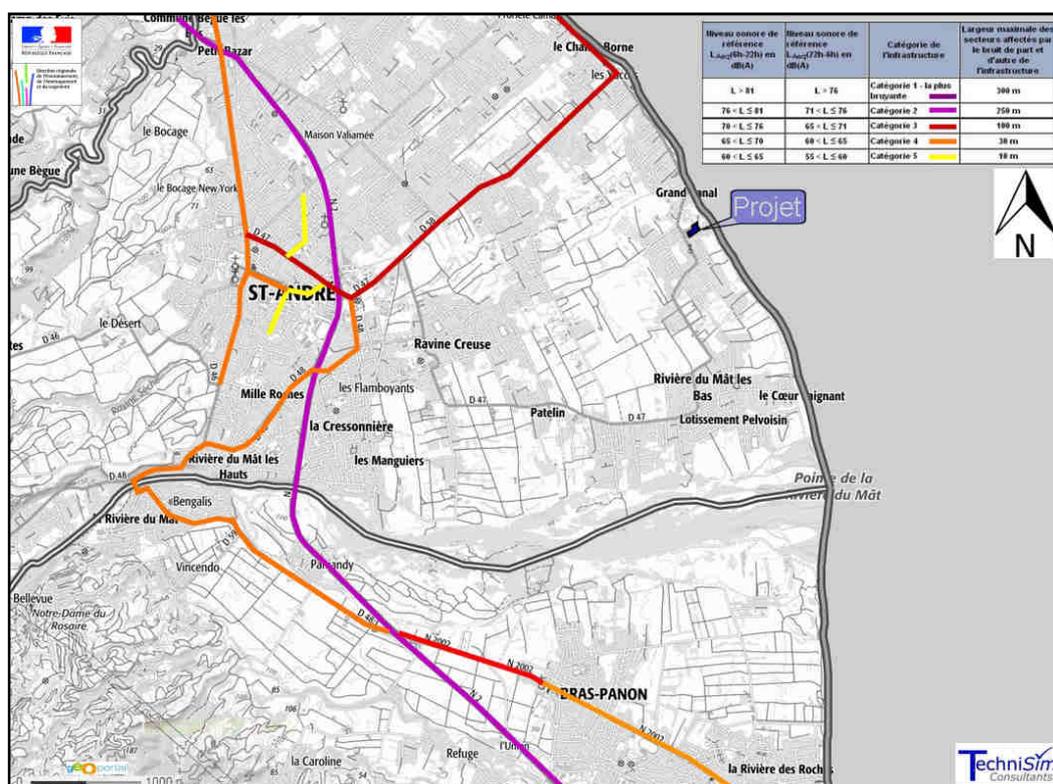


FIGURE 10: CLASSEMENT DU NIVEAU SONORE DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES ROUTIERES

La carte de bruit réalisée sur les communes de Saint-André et de Bras-Panon (en lien avec le projet) concerne essentiellement la route nationale RN2.

Cette carte est présentée ci-dessous, en ce qui concerne l'indicateur sonore LDEN en pondération de type A.

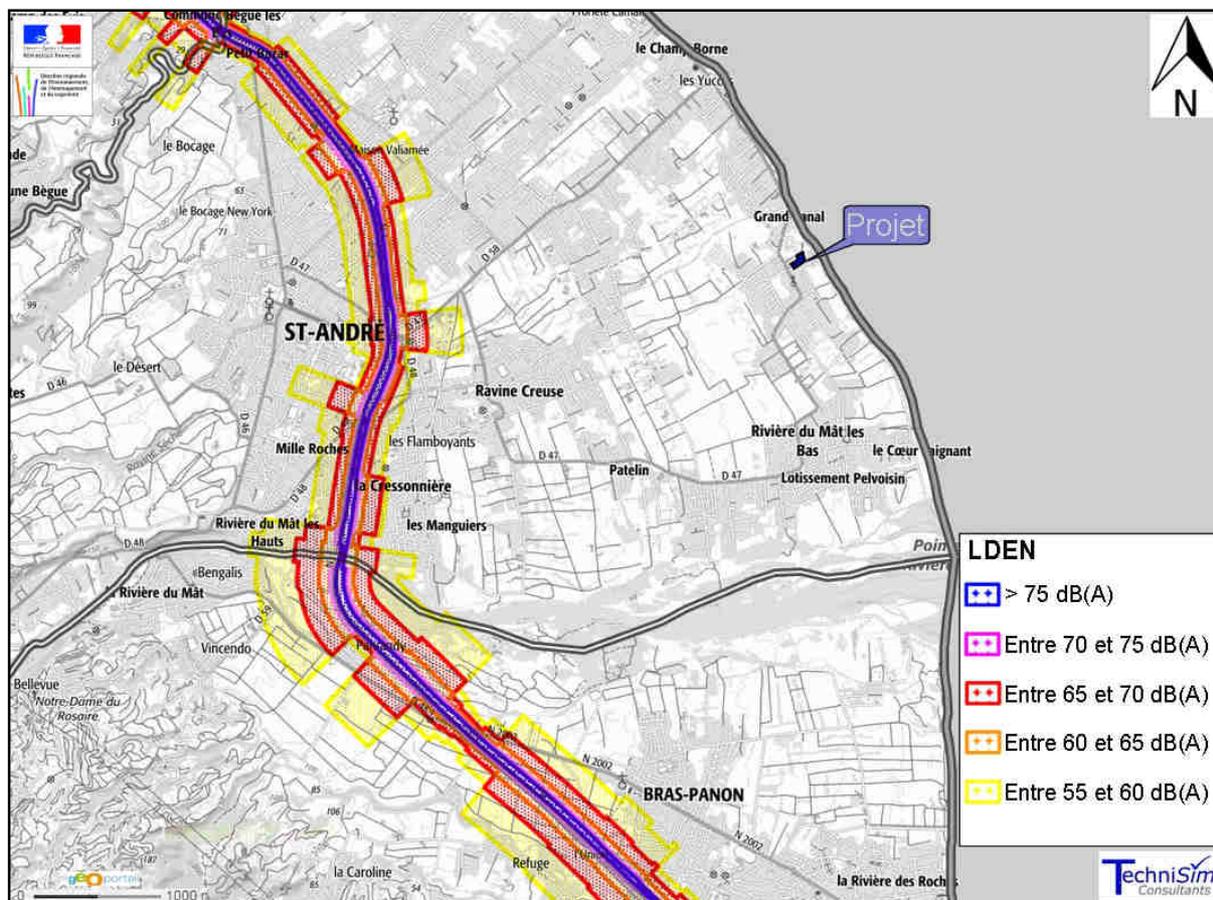


FIGURE 11: CARTE DE BRUIT DES INFRASTRUCTURES ROUTIERES PROCHES DU PROJET

Au vu de l'éloignement des principales infrastructures, le trafic routier ne devrait pas jouer un rôle dans le niveau sonore ambiant du projet.

4.2 Campagne de mesure

Afin d'apprécier le niveau sonore initial sur le site du projet, une campagne de mesure des niveaux de bruit a été réalisée.

Les mesures ont été réalisées le 23 octobre 2014 de 15h00 à 17h30 sur 4 points. Cette campagne a été menée en période diurne durant la semaine (jeudi). Le bureau d'études ayant réalisé ces mesures est la société AIEE Consulting.

Lesdites mesures ont été effectuées conformément à la norme AFNOR NF S 31-010 « *Caractérisation et mesurage des bruits de l'environnement – Méthodes particulières de mesurage* » (décembre 1996) complétée par les dispositions de l'arrêté du 23 janvier 1997.

La figure ci-dessous présente la localisation des points de mesure de la campagne.

Pour davantage de précisions sur ladite campagne et ses analyses, il est possible de se référer à l'étude acoustique de l'état initial « *Rapport de mission acoustique – Mesures d'émergence de la société RVE – AIEE Consulting, 05 novembre 2014* ».



FIGURE 12: CARTE DES POINTS DE MESURES DU BRUIT – ÉTAT INITIAL

Les résultats des mesures sont indiqués dans le tableau ci-après.

TABLEAU 14: RESULTATS DES MESURES DE BRUIT REALISEES DANS LA ZONE D'ETUDE (ETAT INITIAL)

Emplacements	Date	Niveau autorisé	Valeur
Zones à émergence réglementée			
Point N°1	23/10/14	Émergence de 5 dB(A)	Émergence de 15,7 dB(A)
Point N°3	23/10/14	Émergence de 5 dB(A)	Émergence de 18,3 dB(A)
Limite de propriété			
Point N°2	23/10/14	Émergence de 5 dB(A)	Émergence de 23,3 dB(A)
Point N°4	23/10/14	Émergence de 5 dB(A)	Émergence de 4,9 dB(A)

Hormis le point n°4, les résultats des mesures montrent une non-conformité des émergences des niveaux sonores vis-à-vis de la réglementation.

5 Analyse des données sanitaires

Les données de cette partie de l'étude proviennent de l'Agence Régionale de Santé de l'Océan Indien [ARS-OI] et de l'Observatoire Régional de Santé de l'Océan Indien.

5.1 Bilan de l'état de santé de la population réunionnais - généralités

Le document dont sont issues les données présentées dans ce paragraphe est en référence [7].

Vue d'ensemble

La population de La Réunion est une population très jeune. 37 % de la population de La Réunion a moins de 20 ans. La croissance démographique se poursuit à un rythme soutenu et l'INSEE prévoit, à l'horizon 2030, 1 million d'habitants à La Réunion. La fécondité des femmes à La Réunion se situe à un niveau largement supérieur à celui de la métropole (2,44 enfants par femme contre 1,98). Cependant l'espérance de vie reste inférieure à celle de la métropole (77 ans à La Réunion contre 81 ans en métropole).

Dans l'île, les indices de mortalité révèlent une surmortalité des hommes par rapport à la métropole pour les pathologies suivantes : asthme, maladies endocriniennes, conséquences de l'abus d'alcool, accidents de transport et une surmortalité chez les femmes due au diabète sucré, l'asthme et les pathologies liées à la période périnatale.

En 2007, les taux comparatifs de mortalité prématurée survenant avant 65 ans révèlent une surmortalité régionale par rapport à la métropole quel que soit le sexe. La différence entre les sexes est très marquée à La Réunion où les décès masculins prématurés sont deux fois plus importants que chez les femmes. Par ailleurs, la part des décès « évitable » par des pratiques de prévention primaire portant sur les conduites addictives, les accidents de la circulation, les chutes accidentelles et le sida, constitue 28 % de la mortalité prématurée dans l'île.

Périnatalité, enfance et adolescence

La mortalité maternelle est préoccupante, elle est estimée à 26,4 décès pour 100 000 naissances contre seulement 7,6 pour la métropole en 2007.

La santé des enfants est également préoccupante sur les points suivants :

- **Troubles du langage et des apprentissages** : les enfants scolarisés en grande section de maternelle sont 10 % moins nombreux qu'en métropole à utiliser avec justesse des constructions grammaticales simples.
- **Pathologie de la nutrition** : la prévalence du surpoids et de l'obésité est de 17,5 % en CM2 à La Réunion.
- **Asthme** : la proportion d'enfants asthmatiques en grande section de maternelle est presque deux fois supérieure à La Réunion qu'en métropole.
- **Taux de couverture vaccinale** contre la rougeole, les oreillons et la rubéole (ROR) est estimé, à 24-59 mois, à 76 % à La Réunion.

Obésité et diabète

La population adulte réunionnaise est concernée par les problèmes d'obésité avec des prévalences de l'ordre de 35 % pour le surpoids et de 15 % pour l'obésité, contre respectivement 30 % et 11 % au niveau national. Les prévalences de l'obésité augmentent avec l'âge, et ce de manière très nette chez les femmes où le taux de prévalence passe de 14 % chez les 30-39 ans, à 20 % chez les 40-49 ans et atteint 27 % chez les 50-59 ans.

Le pourcentage de personnes diabétiques (type 2) traitées pharmacologiquement est estimé à 7,8 % de la population en 2007, ce qui place le département en tête de toutes les régions de France. Cependant, la prévalence du diabète traité ne tient pas compte des cas non diagnostiqués. L'enquête REDIA a ainsi montré qu'un tiers des diabétiques ignoraient qu'ils

étaient malades au moment de l'enquête. Selon cette étude, la prévalence du diabète connu était estimée à 11,2 % parmi les Réunionnais de 30- 69 ans.

Pathologies cardio-vasculaires et rénales

Les taux comparatifs de mortalité par maladies de l'appareil circulatoire sont en baisse globale (-21 % entre 2000 et 2007). Cette baisse est identique à celle de la France entière (- 22 %) et on l'attribue en partie à la prévention, en partie aux progrès effectués dans la prise en charge. Néanmoins, la mortalité par cardiopathie ischémique a diminué de façon moins marquée qu'en métropole (-17 % versus -26 %), et La Réunion apparaît en surmortalité significative par rapport à la moyenne nationale (+32 %). Par ailleurs, les accidents cardiaques surviennent en moyenne 7 ans plus tôt à La Réunion.

La proportion d'AVC dans les maladies de l'appareil circulatoire est de 25 % à La Réunion comme en métropole. Il est difficile d'estimer l'incidence de l'insuffisance rénale chronique terminale à La Réunion. Cependant, on note que le nombre de personnes nouvellement admises en ALD 19 (Néphropathie chronique grave et syndrome néphrotique) a triplé entre 2000 et 2008 et que le nombre de patients dialysés a triplé en vingt ans. La prévalence brute des patients traités par dialyse est deux fois plus élevée qu'en France métropolitaine. Elle est de niveau comparable à celle des Etats-Unis où il existe également beaucoup de diabétiques et d'hypertendus.

Comportements à risques

L'impact de l'alcoolisme est important à La Réunion. Les troubles mentaux en sont également une conséquence ainsi que les accidents de la route, les accidents du travail et les violences. Les conduites à risque concernent aussi la polytoxicomanie alcool-médicaments, alcool-cannabis et plus récemment l'apparition d'ecstasy et de cocaïne dans des milieux jeunes faisant craindre une explosion des phénomènes de dépendance et de leurs conséquences. Ce sont les jeunes qui sont le plus exposés compte tenu de l'absence ou de l'insuffisance des infrastructures de sports et de loisirs et de l'inactivité qui en résulte notamment hors période scolaire. Ceux-ci font un mélange d'alcool, de cannabis et de médicaments psychotropes détournés de leur usage. Un jeune sur 10 de 13 à 18 ans, a déjà fait une tentative de suicide à La Réunion, où les jeunes filles présentent généralement plus souvent des signes anxio-dépressifs.

5.2 Risques sanitaires et environnementaux

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [7].

La Réunion étant en région tropicale, la population est plus exposée au risque de nature biologique que la population métropolitaine sous climat tempéré. Ce territoire partage cependant avec la métropole des risques communs tels que l'exposition aux émissions d'origine industrielles, aux contaminations des eaux par les pesticides ou les nitrates et le bruit. Outre le fait que ces expositions peuvent être exacerbées par un retard d'équipement en infrastructures et les conditions socio-économiques et culturelles, ce département a des risques sanitaires et environnementaux spécifiques.

Risque biologique

La Réunion a dans son environnement les vecteurs animaux de maladies tropicales (moustiques en particulier) et est une zone endémique pour les maladies vectorielles transmises par les moustiques (arboviroses, paludisme). Les mouvements de populations sont également des facteurs de risque de développement des maladies épidémiques.

La Réunion se trouve en situation d'anophélisme depuis 1979. 150 à 180 cas importés de paludisme sont recensés par an. Il existe potentiellement un risque de réintroduction du parasite et de transmission pendant la saison des pluies, lorsque le vecteur (*Anopheles arabiensis*) prolifère.

En 2005 et 2006, l'île de La Réunion a été frappée par une crise sanitaire sans précédent : l'épidémie de Chikungunya. En septembre 2006, la CIRE Réunion Mayotte a estimé à 266 000 le nombre de personnes ayant présenté des symptômes de l'infection à Chikungunya depuis le début de l'épidémie.

Risque physico-chimique

Il se traduit par l'exposition aux substances cancérigènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR) en milieu professionnel mais aussi au sein de la population : 49 cas de saturnisme infantile en février 2011 ont été diagnostiqués dans la ville du Port, à proximité d'un sol pollué par des batteries de voiture.

L'activité soutenue du Piton de la Fournaise entraîne des rejets et retombées volcaniques dont les conséquences sont sans doute insuffisamment évaluées. Il en est ainsi de la composition chimique des sols, riches en éléments trace métallique (ETM).

L'exposition aux nitrates et pesticides est à considérer de la même manière qu'en métropole.

L'habitat insalubre et les retards dans les équipements d'infrastructures pour l'eau potable et le traitement des eaux usées sont une composante forte de La Réunion. Cette absence des garanties minimales d'hygiène et de sécurité sanitaire pour une fraction significative de la population entraîne une surexposition aux risques biologique et physico-chimique.

5.3 Cancer à la Réunion

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [8].

Le cancer est un terme général appliqué à un grand groupe de maladies qui touchent n'importe quelle partie de l'organisme. La caractéristique étant la prolifération rapide de cellules anormales qui peuvent se répandre dans d'autres organes, formant des métastases.

En 2011, le registre des cancers de La Réunion a enregistré 195 cas de cancers invasifs (hors tumeurs cutanées non mélaniques) et pathologies hématologiques malignes. Les taux d'incidence bruts sont respectivement de 297,3 et 232,9 pour 100 000 personnes chez les hommes et chez les femmes. Le risque de cancer augmente régulièrement à partir de 30 ans chez la femme et de 35 ans chez l'homme.

Le ratio homme/femme est de 1,412. Chez les hommes, plus de la moitié des cancers sont diagnostiqués entre 60 et 79 ans ; chez les femmes, 77 % des cancers sont diagnostiqués entre 40 et 79 ans.

Chez les hommes, la distribution par localisation tumorale montre que les cancers de la prostate, du poumon et du côlon-rectum représentent près de la moitié des cancers chez les hommes. Les localisations les plus fréquemment observées à La Réunion chez les hommes sont les mêmes que celles décrites pour la population métropolitaine.

Chez les femmes, la moitié des cancers est représentée par les cancers du sein, du côlon-rectum et du col de l'utérus. Comme pour les hommes, le taux d'incidence standardisé du cancer de l'estomac à La Réunion est plus du double de celui observé en métropole. D'autre part, on observe une nette sur-incidence des cancers du col de l'utérus.

L'évolution des taux d'incidence standardisés sur la période 1990-2011 montre une augmentation constante chez les femmes et une incidence qui a augmenté régulièrement chez

les hommes jusqu'au milieu des années 2000 puis s'est stabilisée pour amorcer une décroissance.

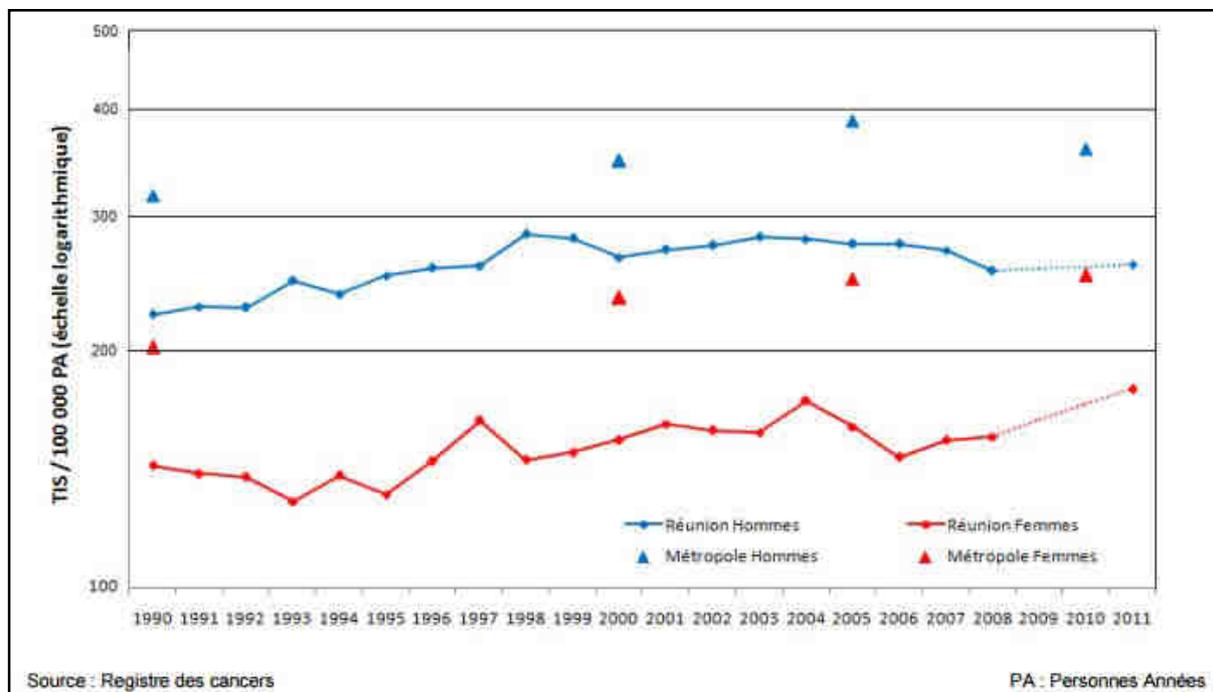


FIGURE 13 : ÉVOLUTION DES TAUX D'INCIDENCE STANDARDISÉS PAR SEXE

Cependant, au total, l'incidence globale des cancers à La Réunion est inférieure à celle décrite en France métropolitaine pour les 2 sexes pour la période 1990- 2011, alors que les évolutions observées sur cette période sont assez similaires. Néanmoins, l'analyse des incidences par localisation tumorale montre un certain nombre de spécificités propres à la population réunionnaise, en termes de niveaux d'incidence (sur-incidences des cancers de l'estomac ou du col de l'utérus par exemple) ou d'évolution de l'incidence (forte augmentation des cancers du côlon-rectum).

5.4 Asthme à la Réunion

Le document dont sont issus les données présentées dans ce paragraphe est en référence [9].

L'asthme est une maladie chronique inflammatoire des voies aériennes qui se caractérise par une réactivité excessive des bronches (œdème, contraction des muscles

bronchiques, sécrétion de mucus) à certaines agressions, provoquant une gêne à la circulation de l'air.

L'origine de l'asthme est multifactorielle, faisant intervenir des facteurs génétiques et environnementaux (tabagisme maternel au cours de la grossesse, infections et expositions à certains allergènes lors des premières années de vie, expositions professionnelles, etc.). L'obésité est aussi décrite comme facteur de risque. Toutefois, l'étiologie de l'asthme n'est pas encore clairement élucidée à ce jour.

La Réunion est caractérisée par des prévalences de l'asthme plus élevées qu'en métropole chez les enfants et les adolescents scolarisés, mais aucune donnée récente n'existe sur la prévalence de l'asthme en population générale sur l'île.

Près de 150 Réunionnais ont été nouvellement admis en Affection de Longue Durée (ALD) pour asthme sévère, en moyenne, chaque année entre 2009 et 2011. Près d'un quart d'entre eux a moins de 25 ans.

Près de 2 600 passages aux urgences pour asthme ont été recensés en 2012 dans les différents services de l'île (adultes et pédiatrie). Près de 20 décès ont été directement liés à l'asthme en moyenne chaque année sur la période 2008-2010. Trois décès par asthme sur dix surviennent avant 65 ans.

Le taux standardisé de mortalité régional est 3 fois plus élevé comparativement à la moyenne métropolitaine (4 contre 1 décès pour 100 000 habitants).

Les causes étiologiques de l'asthme à La Réunion restent peu documentées.

Sur la période 2009-2011, le taux standardisé de nouvelles admissions en ALD pour asthme sévère est plus élevé dans le bassin Est, avec 30 admissions pour 100 000 habitants, en moyenne chaque année. Ce territoire apparaît en sur-admission en ALD pour asthme sévère par rapport à l'ensemble régional (test non significatif). C'est le territoire de santé ouest qui présente le taux standardisé de nouvelles admissions en ALD le plus faible : 21 admissions pour 100 000 habitants.

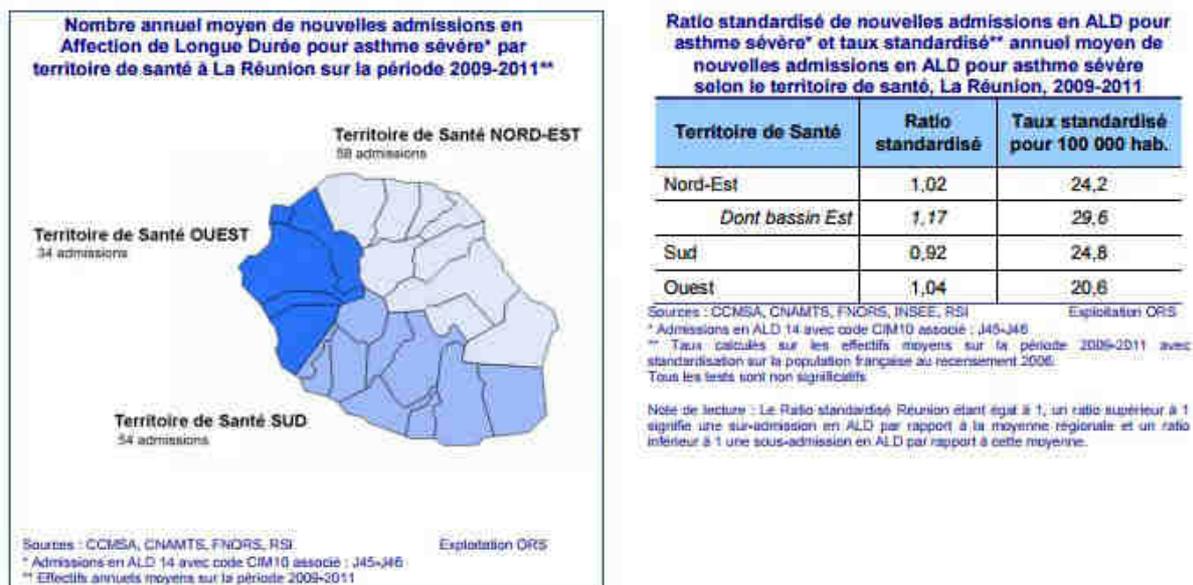


FIGURE 14 : NOMBRE ANNUEL MOYEN DE NOUVELLES ADMISSIONS EN AFFECTION DE LONGUE DUREE POUR ASTHME SEVERE PAR TERRITOIRE DE SANTE A LA REUNION SUR LA PERIODE 2009-2011

La figure ci-après présente le tableau de bord relatif à l'asthme au niveau de la région.

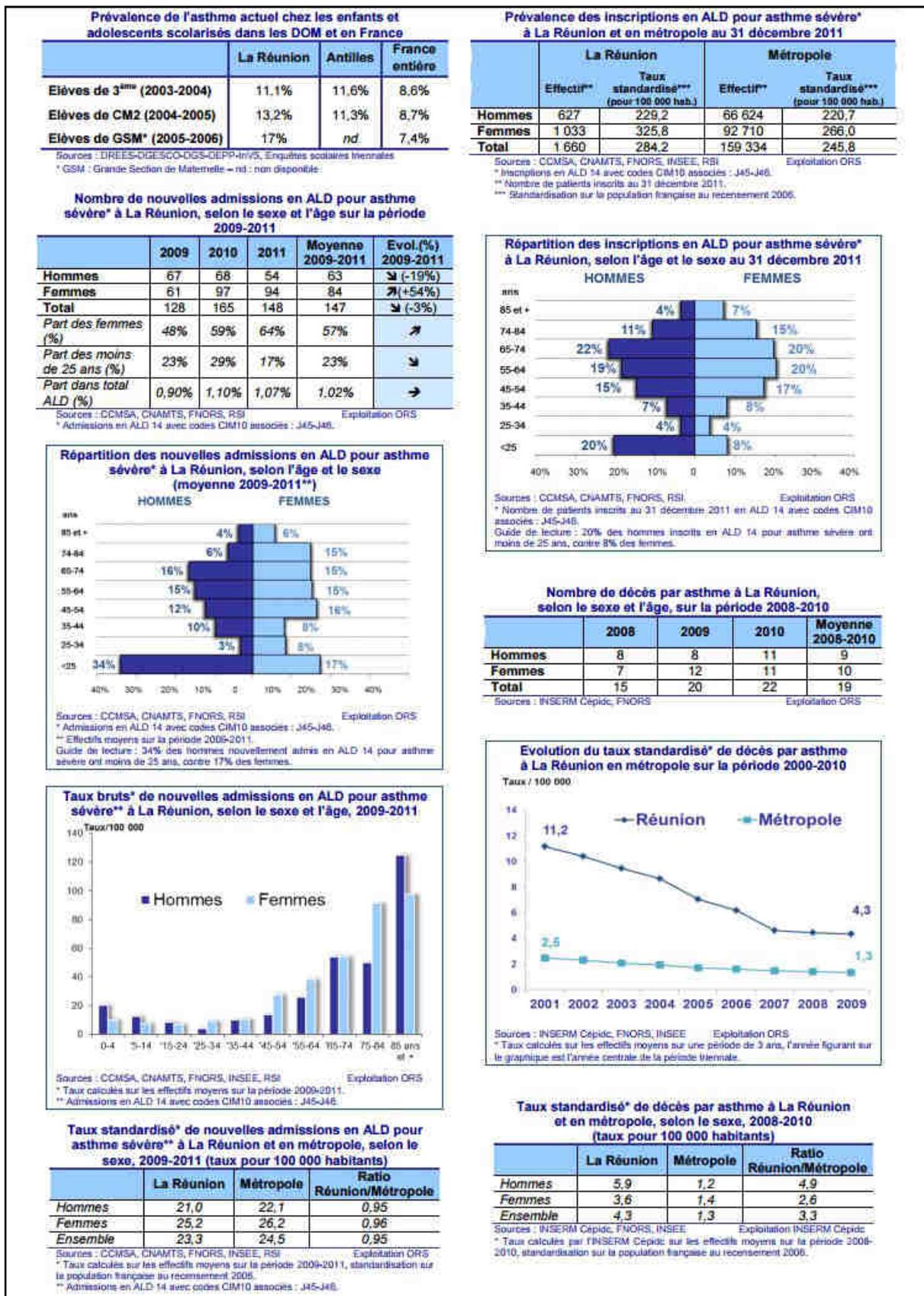


FIGURE 15 : TABLEAU DE BORD SUR L'ASTHME A LA REUNION

5.5 Profil de santé du territoire Nord-Est de la Réunion

Le document dont sont issues les données présentées dans ce paragraphe est en référence [10].

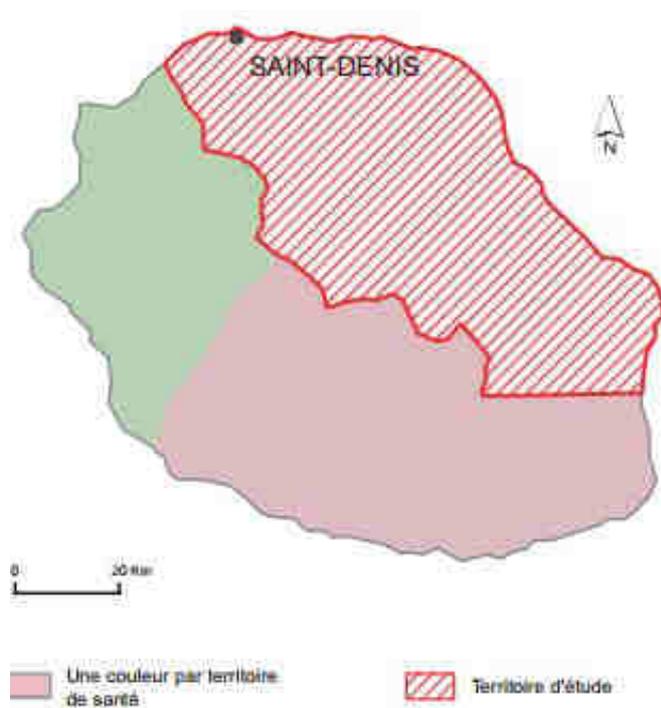


FIGURE 16: TERRITOIRE ETUDIE

Le territoire Nord-Est, avec 316 633 habitants pour 1 023,7 km², a une densité de population supérieure à la moyenne nationale.

L'effectif de population a progressé de 13,9% entre 1999 et 2009 (6,9% au plan national).

Sur la période 2007-2009, le taux de mortalité générale du territoire (978,9 pour 100 000 habitants) est supérieur à la moyenne nationale (827,0 pour 100 000 habitants).

La mortalité prématurée (décès survenant avant 65 ans) représente 36,6% des décès : 43,1% pour les hommes et 28,4% pour les femmes

Le territoire Nord-Est présente un taux de mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire au-dessus de la moyenne nationale.

Le taux standardisé de mortalité par maladies cardio-vasculaires et le taux de mortalité infantile sont supérieurs aux moyennes nationales. Les taux standardisés de mortalité par cancer, notamment par cancer du sein, sont en dessous des niveaux nationaux.

Les maladies de l'appareil circulatoire, les cancers, le diabète et la maladie mentale représentent 82,9% des affections de longue durée dans le territoire sur la période 2008-2010. Le territoire Nord-Est présente des taux d'admission en ALD pour diabète et maladies cardiovasculaires supérieurs aux taux nationaux (en particulier pour le diabète). Pour les cancers, et les maladies mentales, les taux d'admission sont en dessous des taux nationaux.

Le territoire de santé Nord-Est se caractérise par une surmortalité liée à l'alcool par rapport à la situation nationale.

Les taux de mortalité par cancer du poumon et par suicide sont inférieurs aux taux nationaux. Le territoire Nord-Est présente un taux de mortalité par accident de la circulation proche de la moyenne nationale.

La figure ci-après permet de comparer le territoire de santé examiné par rapport à la moyenne française, à la moyenne de la région, à la valeur la plus basse et la plus haute parmi l'ensemble des territoires de santé.

	INDICATEUR	EFFECTIF DU TERRITOIRE	VALEUR DU Taux DU TERRITOIRE	RANG	VALEUR FRANCE-ENTIERE	VALEUR DE TERRITOIRE MINIMUM FRANCE-ENTIERE	GRAPHIQUE	VALEUR DE TERRITOIRE MAXIMUM FRANCE-ENTIERE
CONTEXTE	1 Moins de 20 ans	109 581	34,6	2/106	24,8	19,5		44,5
	2 75 ans et plus	9 799	3,1	104/106	8,7	1,6		13,4
	3 Foyers fiscaux non imposés	117 959	70,7	6/106	46,5	30,5		76,4
	4 Rapport ouvriers / cadres	19 831	184,0	71/106	137,6	15,8		520,2
	5 Jeunes non diplômés	9 695	21,8	4/106	10,1	4,7		45,3
	6 Familles monoparentales	21 221	36,1	5/106	22,2	13,3		49,8
	7 Mères de moins de 18 ans	180	32,3	4/106	6,3	1,7		69,6
MORTALITE	8 Mortalité générale *	1 534	978,9	6/106	827,0	670,1		1 081,7
	9 Mortalité prématurée - Hommes *	404	362,8	7/106	282,0	215,7		431,7
	10 Mortalité prématurée - Femmes *	196	161,4	6/106	127,8	100,4		185,2
	11 Mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire *	159	67,8	55/106	65,9	38,0		108,6
	12 Mortalité par maladies cardio-vasculaires *	449	324,7	1/106	226,4	152,3		324,7
	13 Mortalité par cancers *	339	202,3	101/106	236,0	179,5		293,5
	14 Mortalité par cancer du sein *	22	19,9	102/106	31,4	15,4		41,3
	15 Mortalité infantile *	45	7,9	4/106	3,7	1,8		11,6
ADMISSIONS	16 Admissions en ALD pour diabète *	1 442	635,2	3/100**	351,8	204,2		661,0
	17 Admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires *	1 711	906,9	18/100**	791,3	581,3		1 361,8
	18 Admissions en ALD pour cancer *	611	307,2	99/100**	466,6	282,2		532,3
	19 Admissions en ALD pour maladies mentales *	377	126,9	91/100**	182,9	59,4		325,2
	20 Admissions en ALD pour Alzheimer *	101	82,8	91/100**	96,5	60,3		115,8
COMMITES EN LIEN AVEC LA SANTE	21 Mortalité liée à l'alcool *	104	48,2	6/106	30,6	16,3		62,0
	22 Mortalité par cancer du poumon *	55	31,8	101/106	45,2	16,2		59,1
	23 Mortalité par suicide *	33	11,7	91/106	16,3	3,9		33,6
	24 Mortalité par accident de la circulation *	23	7,1	62/106	6,8	2,4		15,4
OFFRE SANITAIRE ET MEDICO-SOCIALE	25 Médecins généralistes libéraux	293	92,5	62/106	96,4	41,9		131,2
	26 Chirurgiens-dentistes libéraux	143	45,2	69/106	56,9	22,7		111,9
	27 Infirmiers libéraux	605	191,1	31/106	142,2	52,7		371,6

Note présentant les indicateurs

1/ Nombre de personnes âgées de moins de 20 ans pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 2/ Nombre de personnes âgées de 75 ans et plus pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 3/ Nombre de foyers fiscaux non imposables pour 100 foyers fiscaux (2010), Direction Générale des Finances Publiques/Impôt sur le revenu - 4/ Nombre d'ouvriers pour 100 cadres et professions intellectuelles supérieures dans la population active de 15 ans ou plus ayant un emploi (2009), Insee/RP - 5/ Nombre de jeunes de 20-29 ans non diplômés pour 100 personnes de 20-29 ans (2009), Insee/RP - 6/ Nombre de familles monoparentales pour 100 familles ayant des enfants de moins de 25 ans (2009), Insee/RP - 7/ Nombre de naissances vivantes dont la mère est âgée de moins de 18 ans pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 8/ à 13/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 (2007-2009), Insee - 14/ Taux standardisé de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 femmes (2007-2009), Insee - 15/ Nombre de décès d'enfants de moins de 1 an pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 16/ à 20/ Taux standardisés d'admissions en ALD sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2008-2010), Cnamts, CCMSA, CNRSI, Insee - 21/ à 24/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2007-2009), Insee - 25/ Nombre de médecins généralistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 26/ Nombre de chirurgiens-dentistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 27/ Nombre d'infirmiers libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, répertoire Adeli 2012, Insee.

§=secret statistique

* = effectifs annuels moyens

** = France incomplète (sans les régions Champagne-Ardenne et Lorraine)

Le **filet bleu** (|) correspond à la valeur pour la France entière.

La position du territoire de santé est représentée pour chaque indicateur par un **rond rouge** (●). Si le territoire de santé a la valeur la plus basse ou la plus élevée parmi l'ensemble des territoires français, le rond est alors **jaune** (●). Le **rond noir** (●) représente la valeur de l'indicateur pour la région.

L'étendue des valeurs pour les territoires de santé est représentée par la **bande bleue**.



Dans le tableau, le territoire de santé de rang 1 est celui qui a la valeur la plus élevée pour cet indicateur, parmi l'ensemble des territoires de santé

	INDICATEUR	EFFECTIF DU TERRITOIRE	VALEUR DU Taux DU TERRITOIRE	RANG	VALEUR FRANCE-ENTIERE	VALEUR DE TERRITOIRE MINIMUM FRANCE-ENTIERE	GRAPHIQUE	VALEUR DE TERRITOIRE MAXIMUM FRANCE-ENTIERE
CONTEXTE	1 Moins de 20 ans	109 581	34,6	2/106	24,8	19,5		44,5
	2 75 ans et plus	9 799	3,1	104/106	8,7	1,6		13,4
	3 Foyers fiscaux non imposés	117 959	70,7	6/106	46,5	30,5		76,4
	4 Rapport ouvriers / cadres	19 831	184,0	71/106	137,6	15,8		520,2
	5 Jeunes non diplômés	9 695	21,8	4/106	10,1	4,7		45,3
	6 Familles monoparentales	21 221	36,1	5/106	22,2	13,3		49,8
	7 Mères de moins de 18 ans	180	32,3	4/106	6,3	1,7		69,6
MORTALITE	8 Mortalité générale *	1 534	978,9	6/106	827,0	670,1		1 081,7
	9 Mortalité prématurée - Hommes *	404	362,8	7/106	282,0	215,7		431,7
	10 Mortalité prématurée - Femmes *	196	161,4	6/106	127,8	100,4		185,2
	11 Mortalité prématurée évitable liée aux pratiques de prévention primaire *	159	67,8	55/106	65,9	38,0		108,6
	12 Mortalité par maladies cardiovasculaires *	449	324,7	1/106	226,4	152,3		324,7
	13 Mortalité par cancers *	339	202,3	101/106	236,0	179,5		293,5
	14 Mortalité par cancer du sein *	22	19,9	102/106	31,4	15,4		41,3
	15 Mortalité infantile *	45	7,9	4/106	3,7	1,8		11,6
ADMISSIONS	16 Admissions en ALD pour diabète *	1 442	635,2	3/100**	351,8	204,2		661,0
	17 Admissions en ALD pour maladies cardiovasculaires *	1 711	906,9	18/100**	791,3	581,3		1 361,8
	18 Admissions en ALD pour cancer *	611	307,2	99/100**	466,6	282,2		532,3
	19 Admissions en ALD pour maladies mentales *	377	126,9	91/100**	182,9	59,4		325,2
	20 Admissions en ALD pour Alzheimer *	101	82,8	91/100**	96,5	60,3		115,8
COMMITES EN LIEN AVEC LA SANTE	21 Mortalité liée à l'alcool *	104	48,2	6/106	30,6	16,3		62,0
	22 Mortalité par cancer du poumon *	55	31,8	101/106	45,2	16,2		59,1
	23 Mortalité par suicide *	33	11,7	91/106	16,3	3,9		33,6
	24 Mortalité par accident de la circulation *	23	7,1	62/106	6,8	2,4		15,4
OFFRE SANITAIRE ET MEDICO-SOCIALE	25 Médecins généralistes libéraux	293	92,5	62/106	96,4	41,9		131,2
	26 Chirurgiens-dentistes libéraux	143	45,2	69/106	56,9	22,7		111,9
	27 Infirmiers libéraux	605	191,1	31/106	142,2	52,7		371,6

Note présentant les indicateurs

1/ Nombre de personnes âgées de moins de 20 ans pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 2/ Nombre de personnes âgées de 75 ans et plus pour 100 personnes (2009), Insee/RP - 3/ Nombre de foyers fiscaux non imposables pour 100 foyers fiscaux (2010), Direction Générale des Finances Publiques/Impôt sur le revenu - 4/ Nombre d'ouvriers pour 100 cadres et professions intellectuelles supérieures dans la population active de 15 ans ou plus ayant un emploi (2009), Insee/RP - 5/ Nombre de jeunes de 20-29 ans non diplômés pour 100 personnes de 20-29 ans (2009), Insee/RP - 6/ Nombre de familles monoparentales pour 100 familles ayant des enfants de moins de 25 ans (2009), Insee/RP - 7/ Nombre de naissances vivantes dont la mère est âgée de moins de 18 ans pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 8/ à 13/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 (2007-2009), Insee - 14/ Taux standardisé de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 femmes (2007-2009), Insee - 15/ Nombre de décès d'enfants de moins de 1 an pour 1 000 naissances vivantes (2009-2011), Insee, État civil - 16/ à 20/ Taux standardisés d'admissions en ALD sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2008-2010), Cnamts, CCMSA, CNRSI, Insee - 21/ à 24/ Taux standardisés de mortalité sur la population France entière au RP2006 pour 100 000 personnes (2007-2009), Insee - 25/ Nombre de médecins généralistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 26/ Nombre de chirurgiens-dentistes libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, RPPS 2012, Insee - 27/ Nombre d'infirmiers libéraux pour 100 000 habitants, Drees, ASIP-Santé, répertoire Adeli 2012, Insee.

§ = secret statistique

* = effectifs annuels moyens

** = France incomplète (sans les régions Champagne-Ardenne et Lorraine)

Le **filet bleu** (|) correspond à la valeur pour la France entière.

La position du territoire de santé est représentée pour chaque indicateur par un **rond rouge** (●). Si le territoire de santé a la valeur la plus basse ou la plus élevée parmi l'ensemble des territoires français, le rond est alors **jaune** (●). Le **rond noir** (●) représente la valeur de l'indicateur pour la région.

L'étendue des valeurs pour les territoires de santé est représentée par la **bande bleue**.



Dans le tableau, le territoire de santé de rang 1 est celui qui a la valeur la plus élevée pour cet indicateur, parmi l'ensemble des territoires de santé

FIGURE 17: SITUATION DU TERRITOIRE DE SANTE DU NORD-EST

6 Analyse du domaine d'étude

6.1 Établissements sensibles

Les établissements sensibles sont des sites recevant du public ou bien des personnes vulnérables. Ces établissements peuvent être :

- des crèches, écoles maternelles, élémentaires, primaires ;
- des collèges, lycées, universités, centres de formation ;
- des hôpitaux, cabinets médicaux, cliniques, EPHAD, centres de rééducation/réadaptation ;
- tout autre établissement pouvant recevoir du public.

Le tableau suivant recense les sites sensibles dans un périmètre correspondant à un rayon maximum de 3 km.

Sont recensés des établissements scolaires ainsi que des terrains de sport.

Ces sites sont qualifiés de lieux « sensibles » compte tenu de leurs occupants plus vulnérables aux nuisances.

TABLEAU 15 : LIEUX SENSIBLES RECENSES DANS UN RAYON DE 3 KM

N°	Nom	Adresse	Ville
Etablissements 'Maternelles'			
2	Groupe scolaire St-Clair Agéonor	114 Chemin de l'école	Saint André
5	École Primaire Notre-Dame de la Salette	140 Allée des Soeurs	Saint André
6	École Primaire Ravine Creuse	174 Chemin de Ravine Creuse	Saint André
9	École Primaire Jean Albany	43 Rue des Dahlias	Saint André
12	École Primaire Leconte de Lisle	63 Chemin Lazare	Saint André
Etablissements 'Élémentaires'			
3	Groupe scolaire St-Clair Agéonor	114 Chemin de l'école	Saint André
4	École Primaire Notre-Dame de la Salette	140 Allée des Soeurs	Saint André
7	École Primaire Ravine Creuse	174 Chemin de Ravine Creuse	Saint André
10	École Primaire Jean Albany	43 Rue des Dahlias	Saint André
13	École Primaire Leconte de Lisle	63 Chemin Lazare	Saint André
Complexes sportifs			
1	Complexe St-Clair Agéonor	114 Chemin de l'école	Saint André
8	Stade Paquiry	Chemin Ravine Creuse	Saint André
11	Complexe sportif	Chemin Balance	Saint André
14	Complexe sportif	Lotissement Pelviosin	Saint André

La figure qui suit présente les emplacements des lieux sensibles mentionnés ci-dessus dans un rayon de 1, 2 et 3 km.

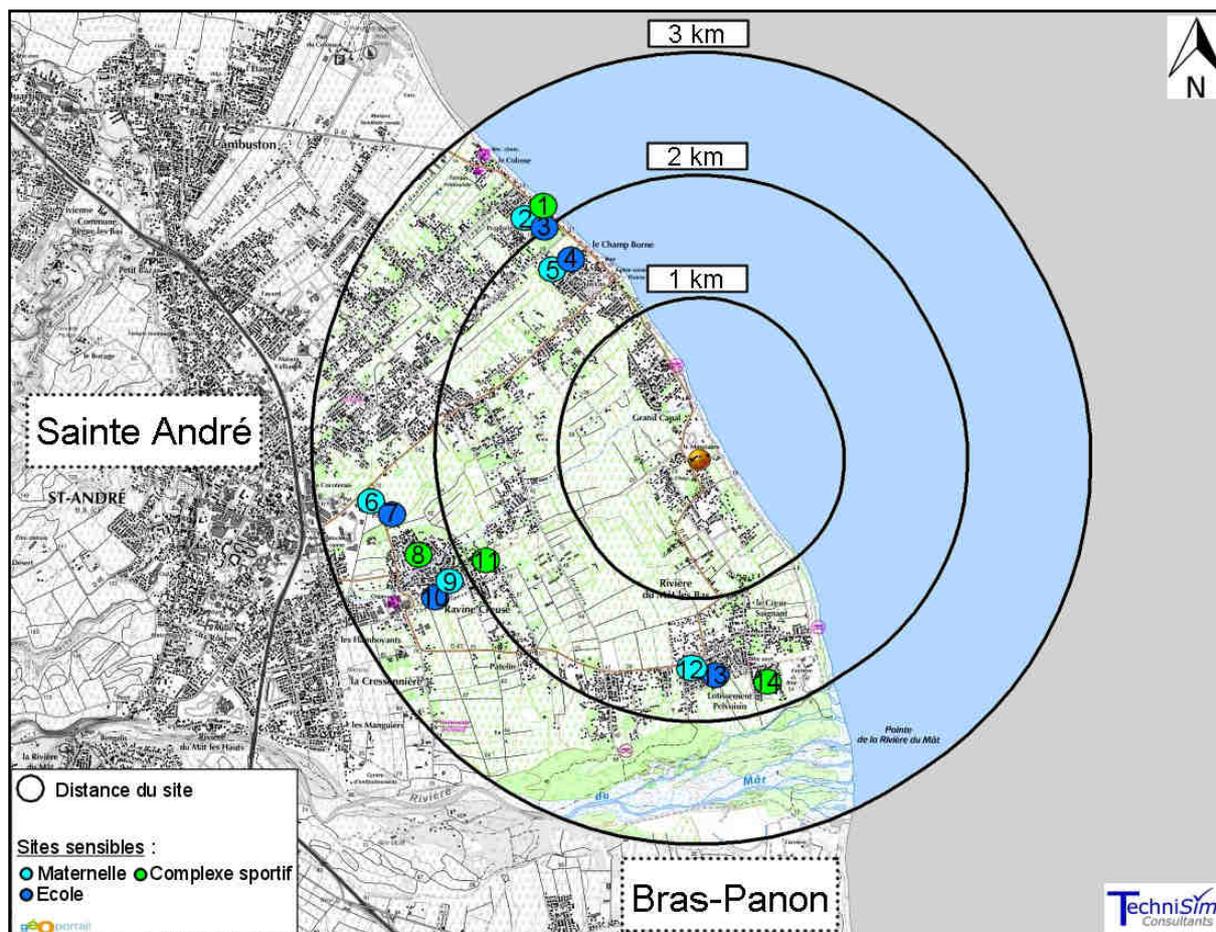


FIGURE 18: EMPLACEMENT DES LIEUX SENSIBLES DANS UN RAYON DE 1, 2 ET DE 3 KM AUTOUR DU PROJET

6.2 Analyse de la population

La figure suivante présente le décompte de la population par carrés de 1 kilomètre sur 1 kilomètre.

Ces données carroyées proviennent de l'INSEE (année 2010).

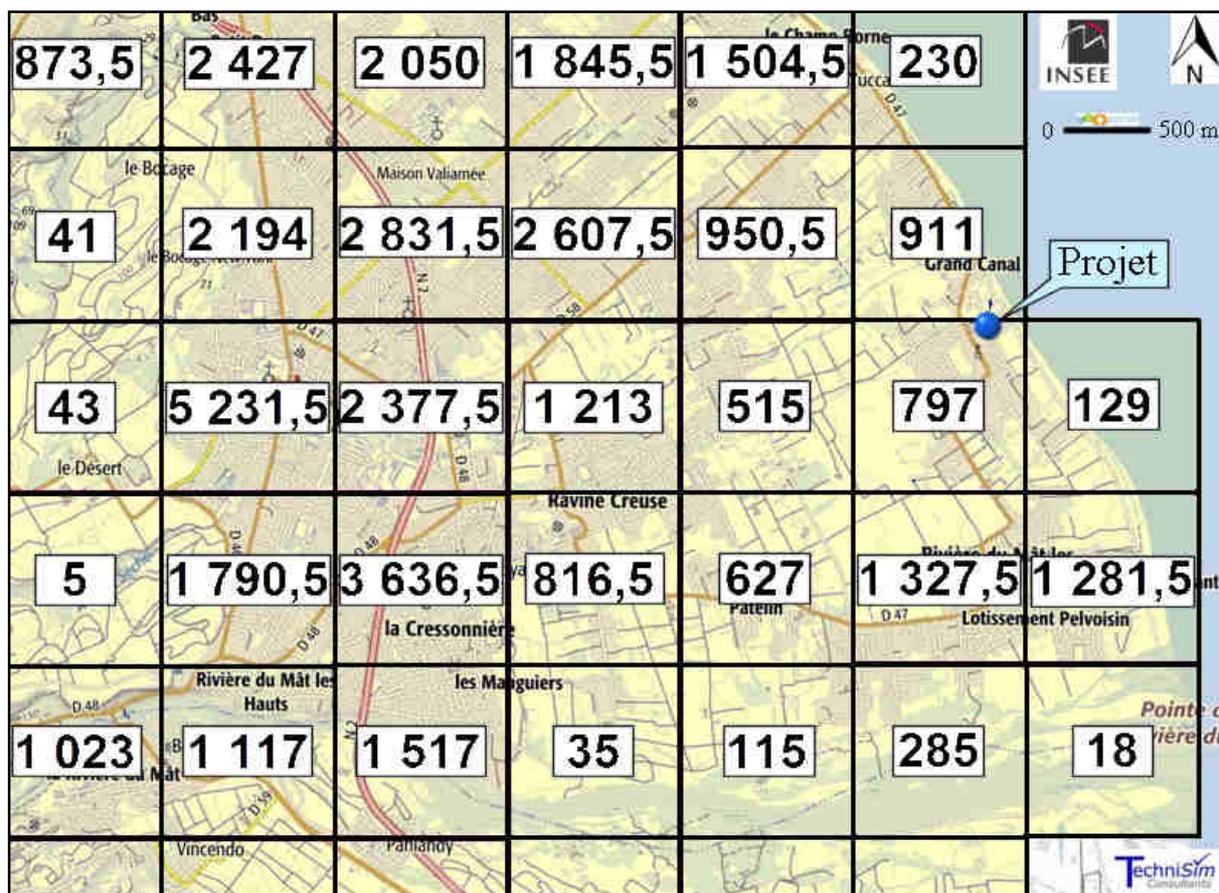


FIGURE 19: NOMBRE D'HABITANTS A PROXIMITE DU SITE – CARREAUX DE 1 KM

La densité de population aux alentours directs du site est qualifiée de 'moyenne', la densité pouvant dépasser les 1 000 habitants /km² à moins de 2 kilomètres du site.

Le domaine d'étude se situe sur la commune de Saint-André.

L'étude de la population permet de définir la sensibilité de celle-ci face à la pollution atmosphérique.

Les données qui vont suivre proviennent des recensements de l'INSEE.

❖ **Évolution et structure de la population**

L'étude de la structure de la démographie de la zone indique le nombre de personnes potentiellement impactées par le projet, ainsi que la part de la population dite 'sensible'.

Le tableau suivant présente l'évolution du nombre d'habitants de la commune entre 1967 et 2013.

TABLEAU 16 : ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE 1967 A 2013

Commune	1967	1974	1982	1990	1999	2008	2013
<i>Saint André</i>	22 094	25 231	30 075	35 049	43 174	52 956	56 156

La figure suivante représente l'évolution de la population de la commune.

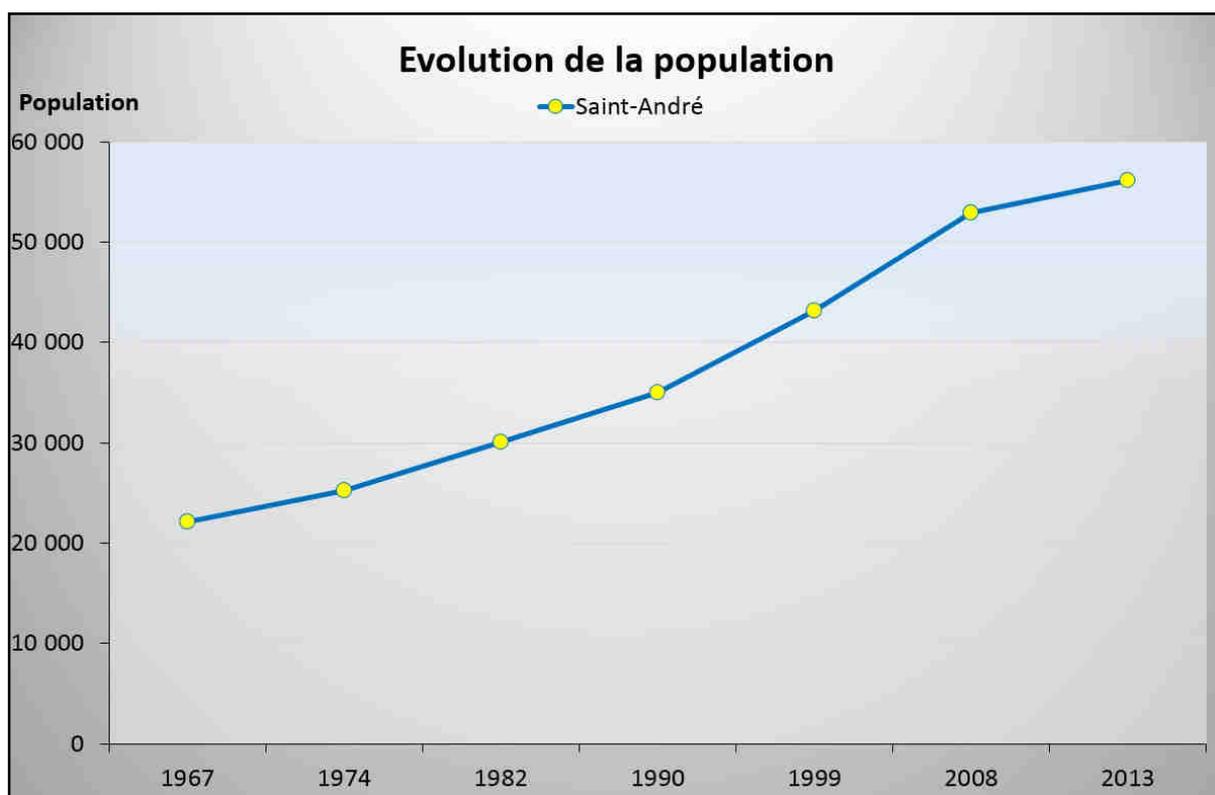


FIGURE 20 : ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE 1967 A 2013

La population de la commune de Saint André ne cesse d'augmenter.

Cette augmentation est due en majeure partie au solde naturel, puisque le solde des entrées-sorties est proche de zéro, voire négatif.

La figure ci-après présente les pyramides des âges pour Saint-André.

À noter que la population est relativement jeune : environ 27,6% de la population de Saint-André a moins de 15 ans.

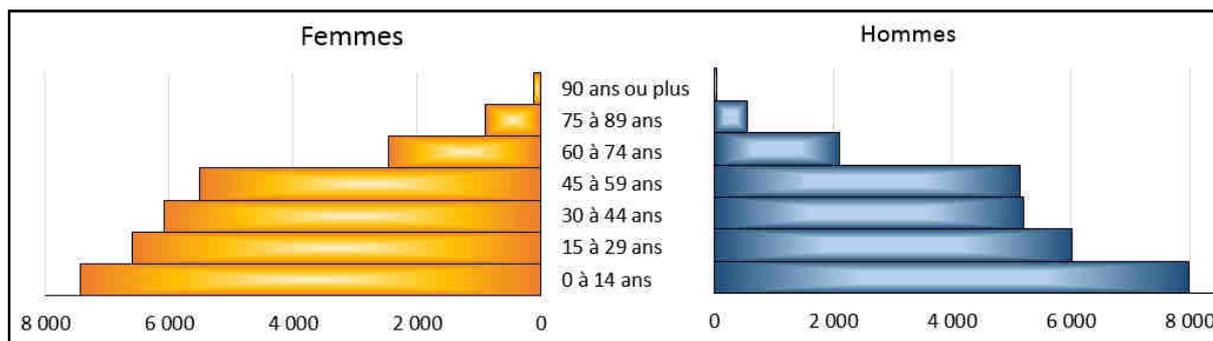


FIGURE 21 : PYRAMIDE DES AGES – COMMUNE DE SAINT ANDRE – 2013

Le logement est également un facteur à prendre en compte afin de déterminer la sédentarité d'une population donnée.

Le tableau suivant représente le type de logements situés dans la zone.

TABLEAU 17 : TYPE DE LOGEMENT EN 2013

Ensemble	Saint-André	
	20 323	%
Résidences principales	18 756	92,3
Résidences secondaires et logements occasionnels	122	0,6
Logements vacants	1 445	7,1

La majorité des résidences de la zone d'étude sont des résidences principales.

L'illustration qui va suivre présente l'ancienneté d'emménagement pour la commune de Saint-André.

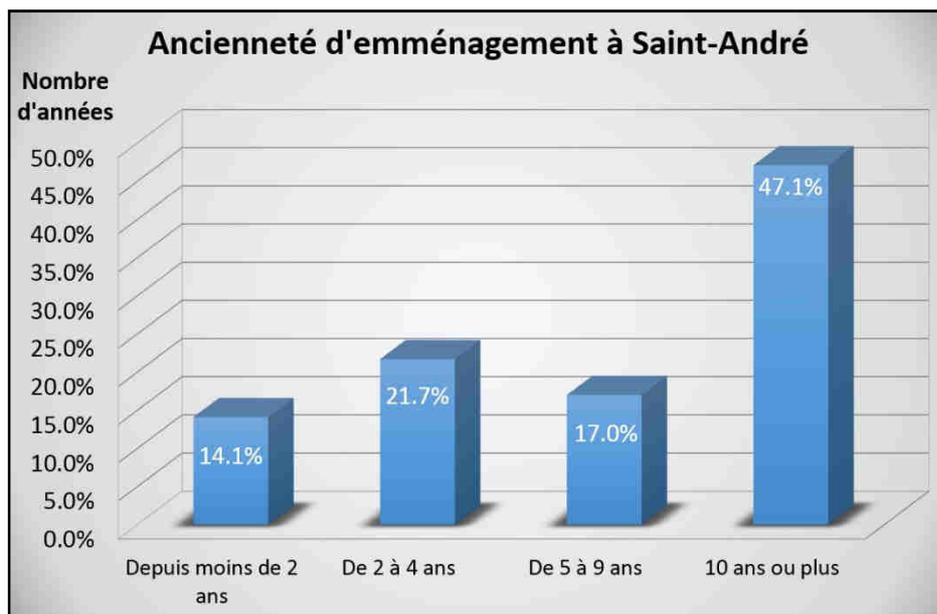


FIGURE 22 : ANCIENNETE D'EMMENAGEMENT DANS LA RESIDENCE PRINCIPALE – COMMUNE DE SAINT ANDRE – 2013

Synthèse

En 2013, la part de la population sensible présente sur la commune de Saint-André était de 35 % (27.6 % de moins de 15 ans et 7.4 % de plus de 65 ans).

La proportion de personnes inactives représente 35.1% de la population totale.

Parmi la population active, le pourcentage de personnes travaillant dans la commune de résidence est de 50.6 %.

La part de logements correspondant aux résidences principales est supérieure à 92 %, avec une part des ménages vivant dans leur logement depuis au moins 10 ans représentant près de la moitié de la population (47.1 %).

En conclusion, la population de la commune de Saint-André de la Réunion est :

- Sensible à la pollution environnementale de par son jeune âge ;
- Exposée à la pollution environnementale de par sa sédentarité.

7 Synthèse de l'état initial

Le tableau qui suit présente les conclusions de l'état initial du domaine et de ses alentours par thème.

TABLEAU 18 : SYNTHÈSE DE L'ÉTAT INITIAL

Thèmes	Synthèse	Enjeux
Sources de pollution déjà présentes	<ul style="list-style-type: none"> - La route départementale D47. - La plate-forme de compostage du CIREST à 2 km du projet. 	Faible à Modéré
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> - Aucune station d'ORA n'est présente à proximité du site. - Le site est situé en bordure de l'océan et est éloigné d'activités polluantes, de ce fait, la qualité de l'air aux alentours du projet n'est que peu dégradé. 	Modéré
Eau consommée	<ul style="list-style-type: none"> - Les analyses de l'eau consommée dans le secteur indiquent que, ponctuellement, il y a non-conformité du paramètre de conductivité à 25°C. 	Faible à Modéré
Santé de la population	<ul style="list-style-type: none"> - Prédominance à l'asthme - Surmortalité par maladies cardio-vasculaires - Inégalités sociales de santé marquées 	Fort à très fort
Population alentour	<ul style="list-style-type: none"> - La densité de population est moyennement élevée à proximité immédiate du site. - Le site est implanté dans une zone essentiellement industrielle et d'habitats. 	Faible à Modéré
Environnement sonore	<ul style="list-style-type: none"> - Hormis pour le point n°4, les émergences des niveaux sonores ne sont pas conformes aux exigences réglementaires. 	Fort à très fort

Évaluation des effets sanitaires liés à l'exploitation du site

8 Étude de l'impact sanitaire de l'installation

Les activités du site vont engendrer des rejets dans l'environnement.

Les impacts de ces rejets sur les populations, en termes de santé, sont analysés à l'aide d'une évaluation des risques sanitaires.

La méthode consiste en :

- l'identification des :
 - sources d'émissions ;
 - composés émis.
- L'évaluation de :
 - leur devenir dans l'environnement à l'aide de la simulation numérique ;
 - leurs impacts sur la santé à l'aide d'une évaluation quantitative des risques sanitaires [EQRS].

8.1 Modifications prévues

Les activités suivantes seront conservées :

- Démantèlement des écrans ;
- Stockage des piles, batteries et accumulateurs ;

Il sera ajouté les activités suivantes :

- Traitement des capsules de thé/café ;
- Traitement des déchets de cartons avec production de pellets ;
- Broyage des déchets de verre inertes et non inertes ;
- Démantèlement des extincteurs.

Activité de traitement des écrans

- Il est prévu que 200 m³ d'écrans au maximum (stockés sur 2 m de haut et sur 100m² dans des cubitainers) seront stockés au niveau de hangars du siège (côté parcelle AX 332) ;
- Il faut également ajouter - sous le hangar - 60 m³ de verre au baryum et au plomb issus du démantèlement des écrans (sur 2 mètres de haut et sur 30 m² dans des cubitainers), avant rempotage.

Les fractions issues du démantèlement des écrans seront stockées dans des cubitainers de 1 m³ sous le bâtiment du Siège

L'activité de démantèlement des écrans sera réalisée sous le bâtiment du Siège avec des lignes neuves [ligne démantèlement écran cathodique et écran plat], comparables à celles présentées dans le dossier du site Minotaure.

A propos des écrans cathodiques, les poudres électroluminescentes sont récupérées par un système d'aspiration à tube, puis placées dans des fûts étanches ; le démantèlement est réalisé dans un environnement en constante dépression.

Concernant les écrans plats, le démantèlement est réalisé sur des tables spécifiques surmontées d'un dispositif d'aspiration.

Activité de démantèlement des extincteurs

Les extincteurs seront démantelés manuellement et les fractions seront placées dans des cubitainers.

Les poudres des extincteurs à poudre seront récupérées par aspiration via une installation spécifiquement étudiée pour cette situation.

Concernant la quantité d'extincteurs traités :

- 3 tonnes d'extincteurs dangereux seront démantelés par an,
- 20,8 tonnes d'extincteurs non dangereux seront démantelés par an.

8.2 Identification des sources d'émissions

Les émissions générées par l'installation sont de plusieurs ordres :

- Émissions aqueuses ;
- Émissions atmosphériques ;
- Émissions sonores.

Les effets des émissions sonores font l'objet d'une étude spécifique. Aussi les impacts des émissions sonores ne seront pas traités dans ce rapport.

Il est indiqué :

- L'origine des émissions (process, manipulation, stockage ...)
- Les substances émises (inventaire qualitatif)
- Le type de source : canalisée, diffuse ou fugitive
- Les caractéristiques des sources et les différentes phases de rejet.

Celles-ci ont été identifiées à partir des documents transmis par l'exploitant, notamment les descriptions des activités et des produits présents sur le site.

Pour chaque activité, il a été identifié les composés émis, ainsi que les éventuelles mesures compensatoires mises en œuvre.

Émissions aqueuses

Eaux usées sanitaires

Les eaux usées du site du Siège provenant des sanitaires sont stockées dans une fosse septique.

Seul le site du Siège engendre des eaux usées, les autres sites (Fénelon, Servant) ne possèdent pas de sanitaires.

⇒ En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.

Eaux industrielles

Aucune eau de process ne sera rejetée dans l'environnement.

⇒ En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.

Eaux pluviales et eaux de ruissellement

Les eaux pluviales du site seront gérées de plusieurs manières :

- Les eaux de voirie et des aires de stockage non couvertes du Siège, de Fénelon et de Servant sont dirigées vers un séparateur d'hydrocarbures puis envoyées dans un bassin de rétention avant d'être rejetées dans le Canal au nord des installations ;
- Une analyse des eaux sera réalisée en amont du rejet dans le Canal ;

- Sur les sites du Siège et de Fénelon, les eaux de toiture sont directement dirigées vers le réseau de la ZAC.

Les infiltrations dans le sol des effluents aqueux potentiellement pollués sont évitées par imperméabilisation de la surface des sites du Siège et de Servant.

Pour le site de Fénelon, la surface est dégradée à l'heure actuelle. Il est intéressant de retenir que le pétitionnaire prévoit l'imperméabilisation du site.

La contamination de la nappe ne pourra être qu'accidentelle.

⇒ *En conséquence, ces rejets ne seront pas considérés dans la suite de cette étude.*

Émissions atmosphériques

Les sources d'émission atmosphériques identifiées sont présentées dans le tableau qui va suivre.

En accord avec la méthodologie présentée dans le document de l'INERIS intitulé « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires. Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Impact des activités humaines sur les milieux et la santé* » d'août 2013, pour chaque source d'émission de l'installation, il est indiqué :

- L'origine des émissions (process, manipulation, stockage ...) ;
- Les substances émises (inventaire qualitatif) ;
- Le type de source : canalisée, diffuse ou fugitive ;
- Les caractéristiques des sources et les différentes phases de rejet.

À la fin de ce paragraphe, il est également présenté le schéma de fonctionnement de l'installation et l'identification des sources d'émissions atmosphériques.

TABLEAU 19 : INVENTAIRE DES SOURCES D'EMISSION ATMOSPHERIQUES

Activité / Source d'émission	Composé(s) émis	Caractéristiques de la source	Mesure(s) compensatoire(s) identifiée(s)
Transport et stockage du carton	Particules de cellulose	Par intermittence sur le site – Lors des manipulations de produits	<ul style="list-style-type: none"> Les déchets de carton arrivent sur le site sous forme de balles de 1 m³ et sont stockés sur une surface étanche sous un hangar ouvert. Les pellets sont placés dans des big-bags puis sont stockés sous un hangar ouvert.
Transport et stockage des fractions d'aluminium	Particules d'aluminium		<ul style="list-style-type: none"> Stockage en containers hermétiques
Démantèlement des écrans CRT	Particules contenant : plomb, cadmium, baryum, phosphore, yttrium		<ul style="list-style-type: none"> Démantèlement des écrans CRT sur une table spécifique avec système d'aspiration avec filtres (environnement en constante dépression). Flexible spécifique pour aspirer les poudres et les placer dans un fût étanche. Des analyses seront effectuées au niveau de la cheminée de rejet présente sur le toit.
Transport et stockage des écrans CRT			<ul style="list-style-type: none"> Les écrans CRT et plats sont placés dans des cubitainers ou des box grillagés et sont stockés sous un hangar ouvert et sur une surface étanche.
Stockage de la poudre électroluminescente	Phosphore, yttrium		<ul style="list-style-type: none"> Stockage des poudres dans un fût étanche à l'intérieur de l'atelier sous le bâtiment administratif, avant envoi vers installation agréée.
Transport et stockage des lampes	Particules contenant : plomb, mercure, yttrium Vapeurs de mercure et butylaniline		<ul style="list-style-type: none"> Stockage dans des fûts étanches à l'intérieur de l'atelier sous le bâtiment administratif, avant retrait par RECYLUM.

Activité / Source d'émission	Composé(s) émis	Caractéristiques de la source	Mesure(s) compensatoire(s) identifiée(s)
Démantèlement des écrans plats	Particules contenant : plomb, mercure, yttrium Vapeurs de mercure et butylaniline	Par intermittence sur le site – Lors des manipulations de produits	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démantèlement des écrans plats sur une table spécifique avec système d'aspiration avec filtres. ▪ Flexible spécifique pour aspirer les poussières et nettoyer la table. ▪ Des analyses seront effectuées au niveau de la cheminée de rejet qui sera installée en façade sud-est du petit hangar.
Transport et stockage des écrans plats			
Démantèlement des extincteurs	Poudre contenue dans les extincteurs (bicarbonate de sodium, bicarbonate de potassium, silicate de potassium et d'aluminium, phosphate ou sulfate d'ammonium)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les poudres seront transvasées dans un fût étanche par une machine spécifique. ▪ Les liquides sont placés dans un cubitainer étanche et obturable ▪ Les éléments métalliques, plastiques et DIB sont placés dans des cubitainers et stockés à l'extérieur de l'élément modulaire. ▪ Les extincteurs en attente de démantèlement seront positionnés dans des cubitainers. ▪ Les extincteurs dangereux non démantelés seront placés dans un bac étanche et fermé. ▪ Les cubitainers sont placés à l'extérieur de l'élément modulaire sur une surface étanche.
Transport et stockage des extincteurs			
Stockage de la poudre des extincteurs			
Broyeur à verre	Particules de verre (composition différente selon le verre traité)		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Système de captation des poussières de verre avec filtre en feutre. Analyse au niveau du rejet de l'air aspiré sur la machine.

Activité / Source d'émission	Composé(s) émis	Caractéristiques de la source	Mesure(s) compensatoire(s) identifiée(s)
Transport et stockage des déchets de verre inerte	Particules de verre (composition différente selon le verre traité)	Par intermittence sur le site – Lors des manipulations de produits	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les déchets de verre inerte seront positionnés dans des alvéoles ou des cubitainers, sur une surface étanche.
Transport et stockage des déchets de verre non inerte			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les déchets de verre non inerte seront positionnés dans des alvéoles ou des cubitainers, sur une surface étanche.
Traitement des capsules	Particules d'aluminium		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traitement des capsules (par séparation de l'enveloppe et du marc de café) sera réalisé dans une machine confinée. ▪ Une fois extrait, le marc sera ensuite envoyé dans un big-bag situé directement sous la machine. ▪ En outre, ce dispositif de traitement sera localisé au niveau du hangar de l'ancienne plate-forme Hors Froid, prévenant ainsi le ré-envol éolien
Fonctionnement des engins non routiers (Moteurs à combustion) Circulation de véhicules (Moteurs à combustion)	Gaz d'échappement : NOx, COVNM, particules diesel, oxydes de carbone	Par intermittence – lors de la circulation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entretien régulier des camions et passage au contrôle technique réglementaire.
Groupe électrogène	Métaux lourds Particules fines PM10, PM2,5	Continue lors du traitement des cartons	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entretien régulier et contrôle technique.

8.3 Modélisation des rejets dans l'environnement

Sources retenues pour l'évaluation des impacts

Le site dispose de trois sources canalisées, qui sont retenues pour l'évaluation des risques sanitaires :

- *Cheminée du rejet de la table des écrans CRT ;*
- *Cheminée du rejet des tables des écrans plats ;*
- *Rejet broyeur à verre.*

Compte tenu des mesures prévues sur le site en vue de limiter les émissions, les autres sources de rejets atmosphériques se limitent au trafic routier et aux engins.

Les polluants susceptibles d'être émis sont présentés ci-après.

Quantification des émissions atmosphériques

Rejets canalisés

Les sources canalisées sont définies ci-après.

TABLEAU 20: CARACTERISTIQUES DES SOURCES CANALISEES

Caractéristiques	Unité	Cheminée du rejet de la table des écrans CRT	Cheminée du rejet des tables des écrans plats	Rejet broyeur à verre
Diamètre du point de rejet	[mètre]	0,150	Prise égale à 0,150	Prise égale à 0,150
Hauteur du point de rejet	[mètre]	8	8	5
Mode de fonctionnement	[-]	≈ 10h/jour	≈ 10h/jour	≈ 10h/jour
Température à l'éjection	[°C]	34,1	34,1	Prise égale à 34,1
Débit Normé	[Nm ³ /h]	870	-	-
Vitesse d'éjection	[m/s]	≈ 12,2	18	Prise égale à 5
Composé(s) émis <u>ET</u> concentration	[mg/m ³]	<u>Limites de rejet</u> Poussières : 100 mg/Nm ³ ; Cadmium-Mercure : 0,005 mg/Nm ³ par élément Arsenic* : 0,00056 mg/Nm ³ Sélénium* : 0,00889 mg/Nm ³ Plomb : 0,1 mg/Nm ³ Antimoine* : 0,0005 mg/Nm ³ Chrome* : 0,0095 mg/Nm ³ Cobalt* : 0,0095 mg/Nm ³ Manganèse* : 0,0095 mg/Nm ³ Nickel* : 0,0095 mg/Nm ³ Vanadium* : 0,0095 mg/Nm ³ Zinc* : 0,0095 mg/Nm ³		<u>Limite de rejet</u> Poussières 100 mg/Nm ³
Mesure(s) compensatoire(s) identifiée(s)	[-]	Système de filtration et de récupération des poussières et poudres électroluminescentes	Système de filtration et de récupération des poussières	
Coordonnées UTM40S	X [mètre]	363686.3175	363708.1557	363719.9345
	Y [mètre]	7681978.7152	7681994.2389	7682033.0113
*Calculés sur la base des contrôles des émissions provenant d'un atelier ECRAN réalisés en 2016 par la société PG CONTRÔLE				

Il faut garder à l'esprit que, dans la cadre de cette étude, les hypothèses de calculs considérées sont majorantes : l'objectif étant ici d'être sécuritaire quant à l'exposition des populations.

Quantification des émissions des engins non routiers

Les émissions des engins (tracteur et ampliroll) sont calculées à l'aide des facteurs d'émission indiqués dans le document de l'INRS référencé *ED6246 Prévention des expositions liées aux émissions des moteurs thermiques (2016)* [11].

Le tableau ci-après synthétise les valeurs les concernant.

TABLEAU 21: ÉMISSIONS GENEREES PAR LES ENGINs

ENGINS	Puissance	Unité	Monoxyde de carbone	NOx	COVNM	Particule diesel
Chariot élévateur	23 kW	[g/kW]	5,5	8,0	1,5*	0,8
Chariot élévateur	25 kW	[g/kW]	5,5	8,0	1,5*	0,8
Chariot élévateur	25 kW	[g/kW]	5,5	8,0	1,5*	0,8

Il est considéré que le benzène représente 1% des COVNM

❖ Quantification des émissions véhicules routiers

Les émissions atmosphériques provenant des camions sont calculées à l'aide de la méthode COPERT [COMputer Programme to calculate Emissions from Road Transport].

La méthodologie COPERT a été élaborée par l'Agence Européenne de l'Environnement, et est considérée comme étant la référence en Europe pour le calcul des émissions provenant du trafic routier.

La vitesse prévue des véhicules sur le site sera en moyenne de 10 km/h.

Les émissions calculées sont reportées dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 22: ESTIMATION DES FLUX MASSIQUES DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES GENERES PAR LES VEHICULES

ENGINS	Unité	CO	NOx	COVNM	Particules diesel
6 camions cellules	[g/km]	12,61	33,42	0,54	22,5

Il est considéré que le benzène représente 0,2% des COVNM

❖ Quantification des émissions des tracteurs et AMPLIROLL

Il est considéré que ces véhicules respectent les normes Euro V.

Il est supposé que les véhicules routiers (camionnettes) respectent les normes Euro V.

La vitesse prévue des véhicules sur le site sera en moyenne de 10 km/h.

Les émissions calculées sont reportées dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU 23: ESTIMATION DES FLUX MASSIQUES DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES GENERES PAR LES TRACTEURS ET LES AMPLIROLL

ENGINS	Puissance [kW]	Unité	CO	NOx	COVNM	Particules diesel
TRACTEUR Scania	23	[g/jour]	368	522	254	5,1
TRACTEUR Scania	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
TRACTEUR Daf	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
TRACTEUR Scania	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
TRACTEUR Daf	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
TRACTEUR Daf	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
TRACTEUR Scania	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
AMPLIROLL + GRUE Scania	25	[g/jour]	400	600	276	5,52
AMPLIROLL Volvo	25	[g/jour]	400	600	276	5,52

Il est considéré que le benzène représente 0,2% des COVNM

❖ Quantification des émissions du groupe électrogène

Le site du siège dispose d'un groupe électrogène permettant le fonctionnement de l'unité de traitement des cartons (machine à pellets).

Ce dispositif, d'une puissance de 800 kVa, consommera environ 18 litres par heure, à raison de 4 heures de fonctionnement par jour, cela représente une consommation de 72 litres par jour.

Les émissions du groupe électrogène sont calculées à partir des facteurs d'émission provenant du document de l'US EPA référencé « *AP-42 VOL. 1: 1.3: Fuel Oil Combustion* ».

Le tableau suivant regroupe les résultats obtenus.

TABLEAU 24: ÉMISSIONS GENEREES PAR LES ENGIN [GRAMME/JOUR]

	Puissance	Unité	CO	NOx	Benzène	Particule	SO ₂
Groupe électrogène	800 kVA	[kg/jour]	0,04	0,48	1,85E-06	0,11	1,36

Simulation numérique de la dispersion des rejets atmosphériques

Présentation du modèle utilisé

Les calculs de dispersion atmosphérique doivent permettre d'estimer la qualité de l'air aux alentours des sources des rejets atmosphériques.

La répartition de la charge de polluants est calculée sur la base des taux d'émissions prévisionnels, des données météorologiques et la topographie.

Afin d'appréhender les effets du terrain sur la dispersion atmosphérique, il sera utilisé un modèle Lagrangien, en l'occurrence le modèle AUSTAL2000.

Ce modèle a été développé pour le compte du Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Ministère Fédéral allemand en charge de l'Environnement et de la sûreté nucléaire) et répond aux exigences techniques présentées dans l'annexe III du TA-LUFT [Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft].

AUSTAL2000 est un modèle de suivi des particules Lagrangiennes qui contient son propre modèle de champ de vent diagnostique (TALdia). Le modèle prend en compte l'influence de la topographie sur le champ de vent (3D) et donc sur la dispersion des polluants. Il est intéressant de remarquer que, depuis 2002, la réglementation allemande a instauré AUSTAL2000 comme modèle officiel de référence.

Définition des données météorologiques

Les données utilisées pour la simulation proviennent des données des services de Météo-France Réunion.

La rose des vents a été calée sur celle indiquée dans l'étude d'impact.

Les figures qui vont suivre présentent les roses des vents obtenues sur différents endroits de l'Île, ainsi que celle utilisée pour les calculs.

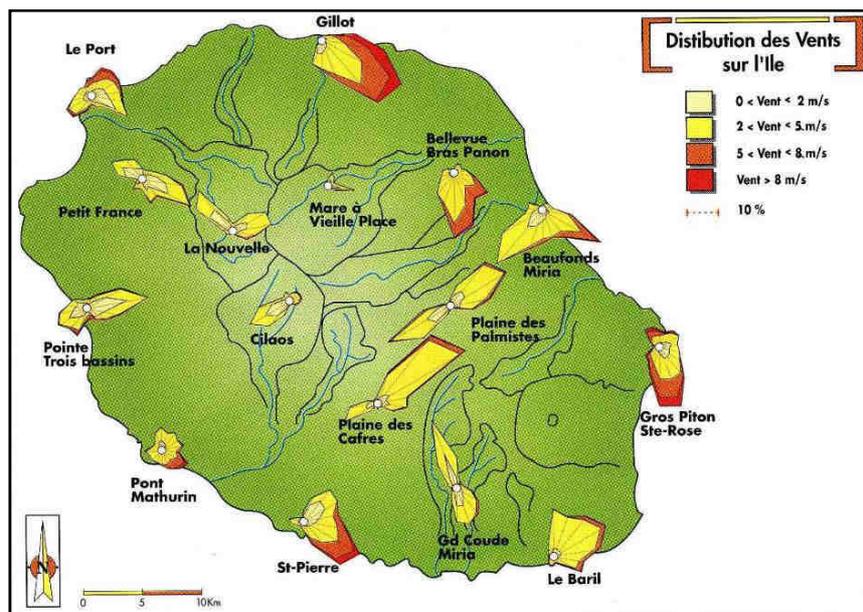


FIGURE 23.: DISTRIBUTION DES VENTS SUR L'ILE DE LA REUNION (SOURCE : METEO-FRANCE)

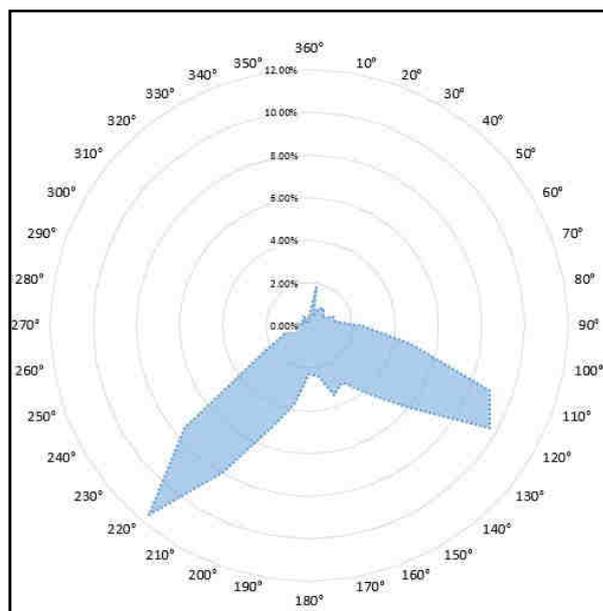


FIGURE 24.: ROSE DES VENTS UTILISEE POUR LES MODELISATIONS – SAINT-BENOIT (SOURCE : INFOCLIMAT)

Données topographiques

Le terrain numérique a été généré à partir des données de l'IGN [BD-ALTI].

Le modèle AUSTAL2000 dispose d'un préprocesseur [TALdia] permettant de traiter les données météorologiques et de générer le champ de vents.

La figure ci-après présente le terrain numérique utilisé pour les calculs.

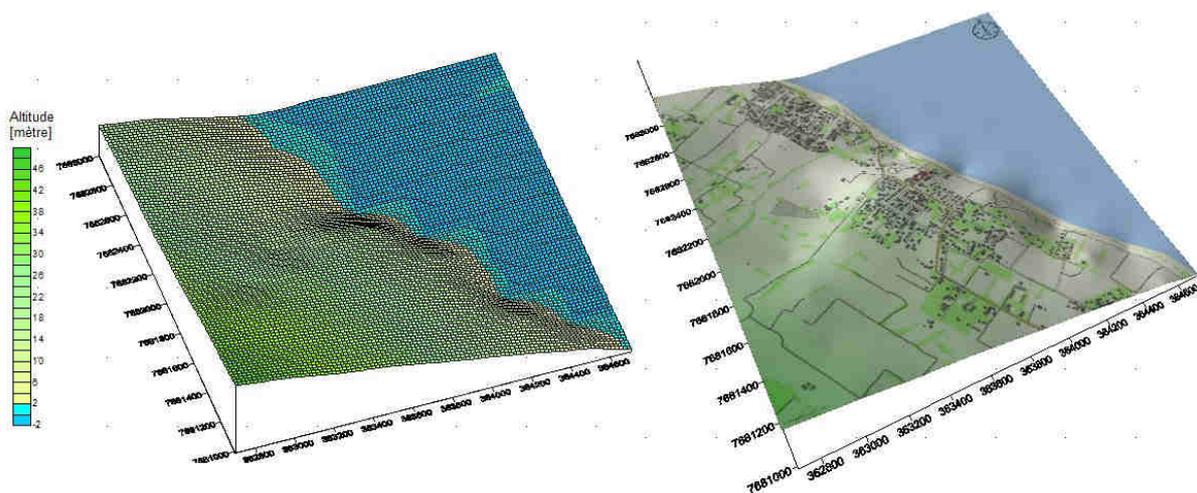


FIGURE 25 : MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN (MNT)

La figure qui suit présente un exemple de champs de vents obtenus avec TALDIA et ce terrain.

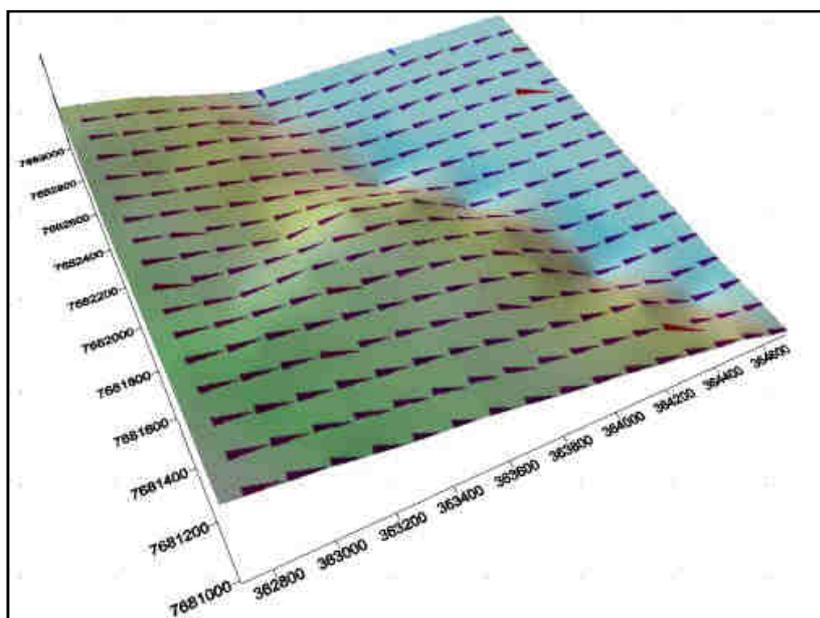


FIGURE 26 : EXEMPLE DE CHAMPS DE VENTS OBTENUS PAR TALDIA

Résultats des modélisations

Les résultats des calculs sont indiqués dans le tableau ci-après.

Il s'agit des concentrations maximales ainsi que des centiles¹ des concentrations calculées à l'aide de la simulation numérique.

Il a été également relevé les concentrations au niveau des habitations les plus proches et des panneaux solaires à proximité (Cf. figure ci-après).

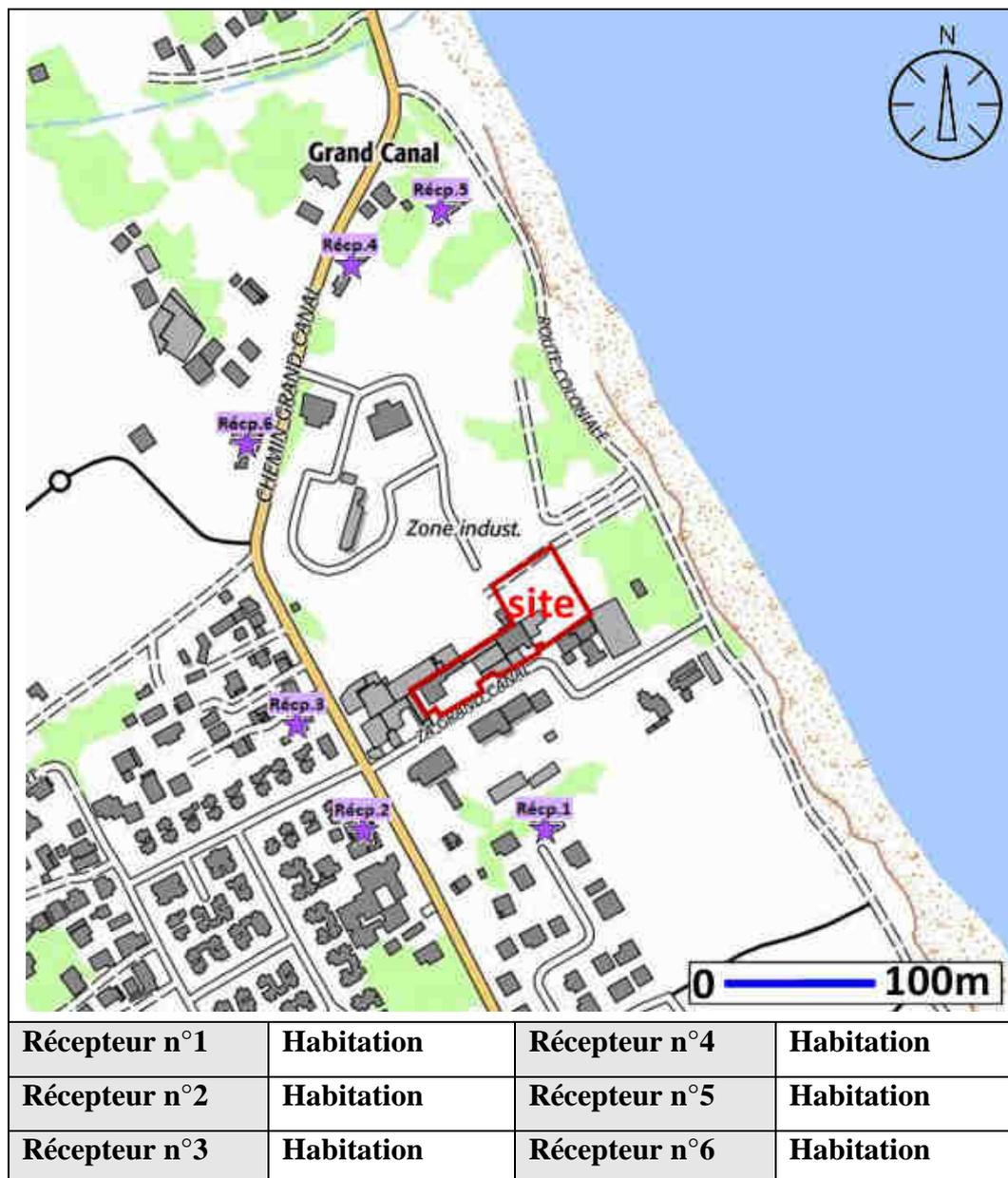


FIGURE 27 : EMBLEMES DE RECEPTEURS

¹ Chacune des valeurs d'un caractère statistique quantitatif qui partagent l'étendue des valeurs en cent sous-ensembles d'effectifs égaux.

TABLEAU 25 : RESULTATS DES MODELISATIONS – CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE

[µg/m³]	Particules PM10	Cadmium	Mercure	Arsenic	Sélénium	Plomb	Antimoine	Chrome	Cobalt	Nickel
Maximum	4,21E-01	1,61E-05	1,61E-05	1,78E-06	2,85E-05	3,21E-04	2,36E-08	1,56E-06	2,36E-07	4,21E-01
Centile 90	1,68E-01	6,75E-06	6,75E-06	7,50E-07	1,20E-05	1,35E-04	9,90E-09	6,57E-07	9,90E-08	1,68E-01
Centile 80	1,03E-01	4,21E-06	4,21E-06	4,68E-07	7,48E-06	8,42E-05	6,17E-09	4,10E-07	6,17E-08	1,03E-01
Centile 70	6,57E-02	2,73E-06	2,73E-06	3,03E-07	4,85E-06	5,45E-05	4,00E-09	2,66E-07	4,00E-08	6,57E-02
Centile 60	4,21E-02	1,78E-06	1,78E-06	1,98E-07	3,16E-06	3,56E-05	2,61E-09	1,73E-07	2,61E-08	4,21E-02
Centile 50	2,82E-02	1,21E-06	1,21E-06	1,35E-07	2,15E-06	2,42E-05	1,78E-09	1,18E-07	1,78E-08	2,82E-02
Centile 40	1,96E-02	8,32E-07	8,32E-07	9,24E-08	1,48E-06	1,66E-05	1,22E-09	8,10E-08	1,22E-08	1,96E-02
Centile 30	1,39E-02	5,98E-07	5,98E-07	6,64E-08	1,06E-06	1,20E-05	8,76E-10	5,82E-08	8,76E-09	1,39E-02
Centile 20	1,05E-02	4,50E-07	4,50E-07	5,00E-08	8,00E-07	9,00E-06	6,60E-10	4,38E-08	6,60E-09	1,05E-02
Centile 10	7,08E-03	3,08E-07	3,08E-07	3,42E-08	5,48E-07	6,16E-06	4,52E-10	3,00E-08	4,52E-09	7,08E-03
Récepteur 1	8,58E-02	3,08E-06	3,08E-06	3,42E-07	5,47E-06	6,15E-05	4,51E-09	3,00E-07	4,51E-08	4,51E-08
Récepteur 2	3,62E-01	1,41E-05	1,41E-05	1,57E-06	2,50E-05	2,82E-04	2,07E-08	1,37E-06	2,07E-07	2,07E-07
Récepteur 3	3,08E-01	1,33E-05	1,33E-05	1,48E-06	2,36E-05	2,66E-04	1,95E-08	1,30E-06	1,95E-07	1,95E-07
Récepteur 4	2,36E-01	8,72E-06	8,72E-06	9,68E-07	1,55E-05	1,74E-04	1,28E-08	8,49E-07	1,28E-07	1,28E-07
Récepteur 5	3,06E-01	1,13E-05	1,13E-05	1,26E-06	2,01E-05	2,26E-04	1,66E-08	1,10E-06	1,66E-07	1,66E-07
Récepteur 6	4,21E-01	1,61E-05	1,61E-05	1,78E-06	2,85E-05	3,21E-04	2,36E-08	1,56E-06	2,36E-07	2,36E-07

[µg/m³]	Vanadium	Zinc	Manganèse	Monoxyde de carbone	Dioxyde d'azote	COVNM	Particules diesel	Benzène
Maximum	2,36E-07	1,60E-03	1,60E-03	1,79	2,63	9,34E-01	8,36E-02	1,57E-03
Centile 90	9,90E-08	6,73E-04	6,73E-04	1,72	2,53	7,26E-01	8,05E-02	1,51E-03
Centile 80	6,17E-08	4,20E-04	4,20E-04	9,92E-01	1,46	4,18E-01	4,64E-02	8,70E-04
Centile 70	4,00E-08	2,72E-04	2,72E-04	6,01E-01	8,84E-01	2,54E-01	2,81E-02	5,28E-04
Centile 60	2,61E-08	1,78E-04	1,78E-04	3,50E-01	5,15E-01	1,48E-01	1,64E-02	3,07E-04
Centile 50	1,78E-08	1,21E-04	1,21E-04	2,16E-01	3,18E-01	9,12E-02	1,01E-02	1,90E-04
Centile 40	1,22E-08	8,30E-05	8,30E-05	1,46E-01	2,14E-01	6,15E-02	6,81E-03	1,28E-04
Centile 30	8,76E-09	5,96E-05	5,96E-05	1,02E-01	1,50E-01	4,29E-02	4,76E-03	8,93E-05
Centile 20	6,60E-09	4,49E-05	4,49E-05	7,52E-02	1,11E-01	3,17E-02	3,52E-03	6,60E-05
Centile 10	4,52E-09	3,08E-05	3,08E-05	5,01E-02	7,37E-02	2,11E-02	2,34E-03	4,40E-05
Récepteur 1	3,07E-04	3,07E-04	1,01E-07	1,82E-01	2,68E-01	7,68E-02	8,52E-03	1,60E-04
Récepteur 2	1,41E-03	1,41E-03	4,63E-07	5,27E-01	7,76E-01	2,22E-01	2,47E-02	4,62E-04
Récepteur 3	1,33E-03	1,33E-03	4,37E-07	4,30E-01	6,32E-01	1,81E-01	2,01E-02	3,77E-04
Récepteur 4	8,70E-04	8,70E-04	2,86E-07	5,08E-01	7,47E-01	2,14E-01	2,38E-02	4,45E-04
Récepteur 5	1,13E-03	1,13E-03	3,72E-07	6,46E-01	9,50E-01	2,72E-01	3,02E-02	5,66E-04
Récepteur 6	1,60E-03	1,60E-03	5,28E-07	2,21	3,26	9,34E-01	1,04E-01	1,94E-03

Les figures ci-dessous présentent la cartographie des résultats pour les particules PM10 en moyenne annuelle, ainsi que pour le dioxyde d'azote et les COVNM.

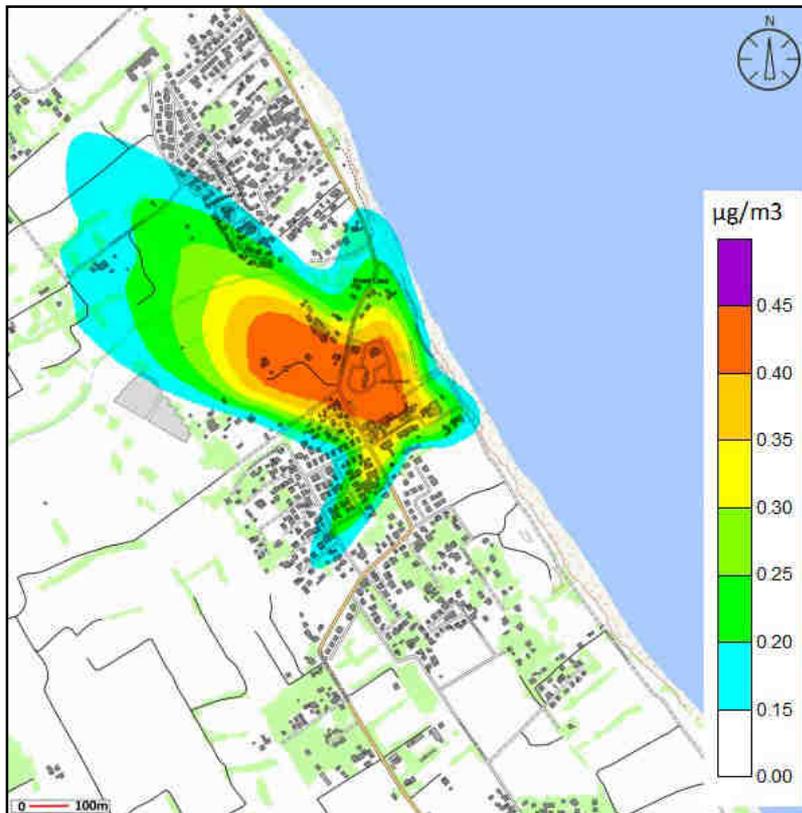


FIGURE 28: CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS POUR LES PARTICULES PM10 EN MOYENNE ANNUELLE

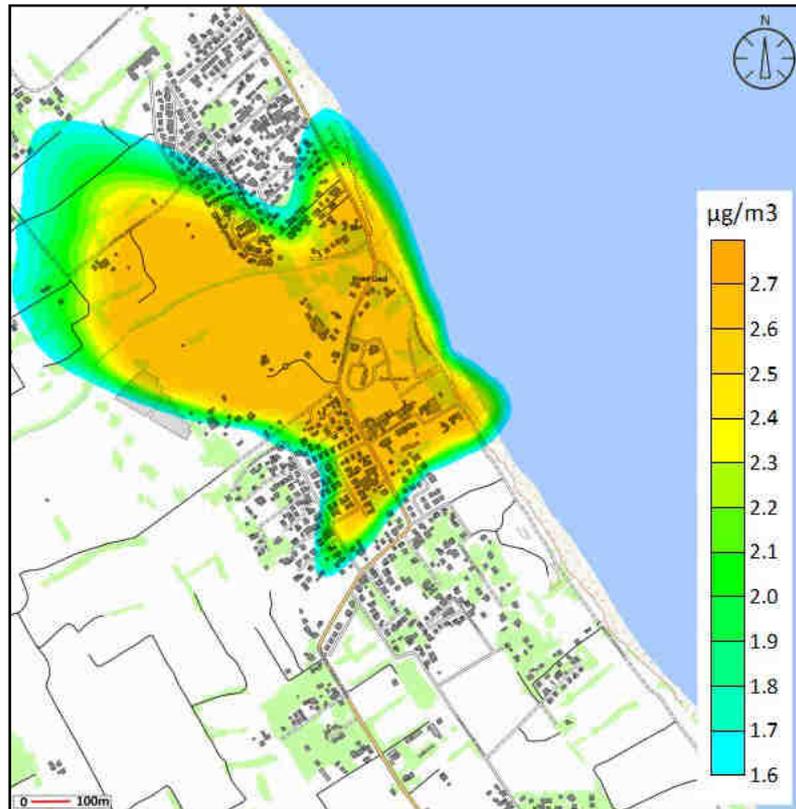


FIGURE 29: CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS POUR LE DIOXYDE D'AZOTE EN MOYENNE ANNUELLE

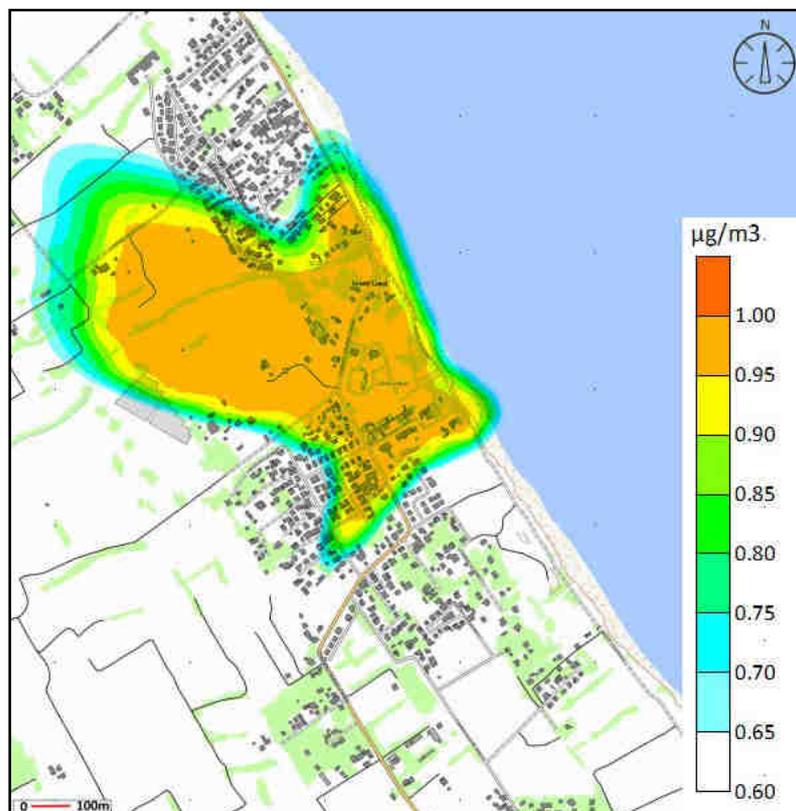


FIGURE 30: CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS POUR LES COVNM EN MOYENNE ANNUELLE

Analyses des résultats pour les polluants réglementés

Afin d'apprécier l'impact de l'installation sur la qualité de l'air, les résultats sont comparés avec les normes de la qualité de l'air.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont, à l'heure de la rédaction de ce rapport, définis par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010.

Ce décret transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

Les polluants réglementés sont les suivants :

- Les oxydes d'azote ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Les particules PM10 et PM2.5 ;
- Le benzène ;
- Les métaux : plomb, arsenic, cadmium, nickel ;
- Les hydrocarbures polycycliques : benzo(a)pyrène ;
- L'ozone.

L'ozone est un polluant produit dans l'atmosphère sous l'effet du rayonnement solaire par des réactions entre les oxydes d'azote et les composés organiques volatils émis notamment par les activités humaines.

Pour davantage de visibilité, les concentrations obtenues à l'aide des modélisations sans bruit de fond pour les polluants réglementés sont disponibles dans le tableau ci-après.

De manière conservatrice, il est considéré que tous les COVNM émis par l'exploitation du site sont assimilés à du benzène.

TABLEAU 26: CONCENTRATIONS OBTENUES (EN $\mu\text{G}/\text{M}^3$) A L'AIDE DES MODELISATIONS SANS BRUIT DE FOND POUR LES POLLUANTS REGLEMENTES

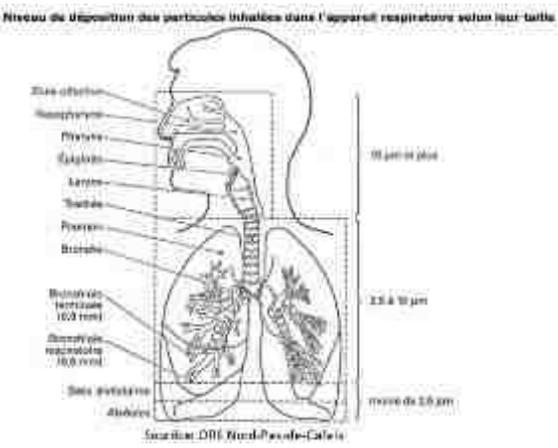
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dioxyde d'azote		Particules PM10		PM2,5	Monoxyde de carbone	Benzène
	Année	Heure (max,)	Année	Jour (max,)	Année	Heure (max,)	Année
Maximum	2,63	37,91	4,21E-01	3,44	4,21E-01	1,79	1,57E-03
Médiane	0,32	9,61	2,82E-02	0,62	2,82E-02	0,22	1,51E-03
Rc1	0,27	12,23	8,58E-02	2,15	8,58E-02	8,31	8,70E-04
Rc2	0,78	41,61	3,62E-01	3,74	3,62E-01	28,29	5,28E-04
Rc3	0,63	33,99	3,08E-01	2,85	3,08E-01	23,11	3,07E-04
Rc4	0,75	34,32	2,36E-01	1,48	2,36E-01	23,33	1,90E-04
Rc5	0,95	37,34	3,06E-01	2,04	3,06E-01	25,39	1,28E-04
Rc6	3,26	37,91	4,21E-01	5,85	4,21E-01	25,77	8,93E-05
Valeurs limites	40	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures/ an	40	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	25	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 000	5
Seuil de recommandation et d'information		200		50			
Seuils d'alerte		400 dépassé sur 3 heures consécutives/200 si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement le lendemain	80				
Objectif de qualité	40		30				2

Il est possible de constater que les concentrations calculées sont inférieures, voire très inférieures, aux seuils définis dans la réglementation.

Analyses des résultats pour les polluants non réglementés

Le tableau ci-après présente l'analyse des résultats pour les polluants ne faisant pas l'objet d'une réglementation.

TABLEAU 27 : ANALYSES DES RESULTATS POUR LES POLLUANTS NON REGLEMENTES

POLLUANTS	ANALYSE
<p>Particules Totales en Suspension (TSP)</p>	<p>Il s'agit de toutes les particules sans distinction de leur diamètre aérodynamique. Les particules ayant un diamètre aérodynamique supérieur à 10 µm ne pénètrent pas dans les poumons et les bronches et donc celles-ci ne présentent pas de risques sanitaires.</p>  <p>Niveau de dépôt des particules inhalées dans l'appareil respiratoire selon leur taille.</p> <p>10 µm et plus</p> <p>2,5 à 10 µm</p> <p>moins de 2,5 µm</p> <p>Sources: DDE Nord-Pas-de-Calais</p>
<p>Particules diesel</p>	<p>Bien que leurs effets sanitaires soient connus, les teneurs dans l'air ambiant en particules diesel ne sont pas encore réglementées.</p> <p>Pour la comparaison avec les seuils réglementaires, elles ont été assimilées dans cette étude à des particules PM_{2,5}.</p> <p>Il est constaté que la contribution de l'installation est très faible.</p>
<p>Composés organiques volatils</p>	<p>En fonction du composé, les effets sanitaires divergent. Seul le benzène fait l'objet d'une réglementation pour l'air ambiant.</p>

Conclusion

Les activités du site vont entraîner une hausse des concentrations des polluants dans l'air ambiant.

Mais ces dernières étant très faibles, les impacts liés à l'exploitation du site sur la qualité de l'air sont non significatifs.

8.4 Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires – EQRS

L'étude de l'impact des rejets de l'installation sur la santé des populations est établie à l'aide d'une EQRS [Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires]. L'objectif de la démarche est l'identification et l'estimation des risques pour la santé des populations vivant des situations environnementales dégradées (que cela provienne du fait des activités humaines ou bien du fait des activités naturelles).

L'EQRS permet de calculer : soit un pourcentage de population susceptible d'être touchée par une pathologie, soit un nombre de cas attendus de maladie.

L'impact sanitaire peut ainsi être déterminé.

L'EQRS est menée selon :

- Le guide de l'InVS de 2007 « Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires » ;
- Le guide de l'INERIS de 2003 sur l'« Évaluation des Risques Sanitaires dans les études d'impact des ICPE » ;
- Le guide de l'INERIS de 2013 « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ».

Contenu et démarche de l'EQRS

L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires [EQRS] a pour objectif de vérifier si les teneurs des pollutions résiduelles présentent un danger pour la santé des populations.

L'élaboration d'une EQRS se fait classiquement selon les cinq étapes suivantes :

- 1) **Cadrage de l'étude** : sélection des toxiques d'intérêt ;

- 2) **Identification des dangers** : effets sanitaires générés par les toxiques sélectionnés ;
- 3) **Étude des relations dose-effet** : recherche et sélection des valeurs toxicologiques de référence [VTR] ;
- 4) **Estimation de l'exposition** : schéma conceptuel (répartition des toxiques dans les différents médias) et scénario d'exposition (contact entre les populations-cibles et les médias d'exposition) ;
- 5) **Caractérisation du risque** : calculs des indices de risques et avis sur l'acceptabilité des risques.

L'EQRS prend en considération toutes les composantes de l'environnement, aussi bien l'air respiré et l'ingestion que l'eau absorbée.

Par conséquent, tous les processus de transfert sont examinés (retombée sur le sol, transfert des polluants du sol dans les plantes, etc.).

Le schéma conceptuel de la démarche est présenté dans la figure qui va suivre.

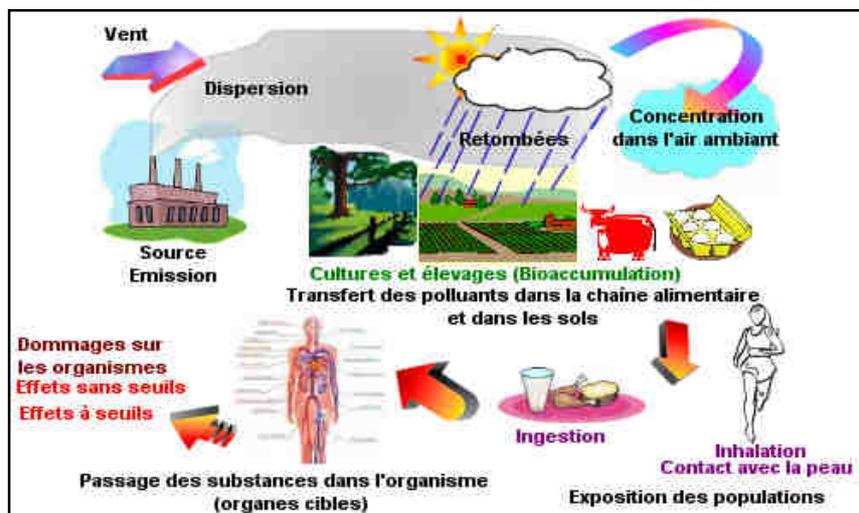


FIGURE 31 : SCHEMA CONCEPTUEL DE LA DEMARCHE D'UNE ERS

Remarque

Il convient de bien distinguer le « danger » du « risque ».

Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci.

Alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste, indépendamment de sa gravité.

Étape n°1: Identification des dangers et des VTR

L'étape d'identification des dangers consiste à connaître les dangers ou le potentiel dangereux des agents chimiques considérés, associés aux voies d'exposition retenues [InVS, 2000]. Cela consiste en une synthèse des connaissances scientifiques disponibles à l'instant de l'étude débouchant sur un bilan de ce que l'on sait, de ce que l'on ignore et de ce qui est incertain.

En pratique, la méthode consiste à réaliser un inventaire, d'une part : de l'ensemble des substances ou agents qui sont rejetés dans l'environnement et, d'autre part : de l'ensemble des effets sanitaires indésirables afférents à chacun d'entre eux.

Au niveau des effets, on distingue les effets selon qu'ils sont « à seuil » ou « sans seuil ».

- **Les effets toxiques « à seuils »** correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes. On admet qu'il existe une dose limite au-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. La valeur toxicologique de référence [VTR] correspond alors à cette valeur. Par ailleurs, pour ce type d'effet, la gravité est proportionnelle à la dose.
- **Les effets toxiques « sans seuils »** correspondent pour l'essentiel à des effets cancérogènes génotoxiques et des mutations génétiques, pour lesquels la fréquence - et non la gravité - est proportionnelle à la dose. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse. La VTR est alors un excès de risque unitaire [ERU] de cancer.

À la suite de ces recherches, quelques substances seulement sont retenues pour l'EQRS.

Étape n° 2 : Estimation de la dose-réponse / Valeur toxicologique de référence

Cette étape permet d'estimer le risque en fonction de la dose. En toxicologie animale ou en épidémiologie, les effets sont généralement connus en ce qui concerne de hautes doses (expérimentations contrôlées, expositions professionnelles, accidentelles). Or, pour connaître les risques encourus à basses doses, telles qu'elles sont présentes dans notre environnement, il est nécessaire d'extrapoler les risques observés (c'est-à-dire des hautes doses vers les basses

doses) à partir de l'étude de la relation dose-effet. Cette relation s'étudie notamment grâce à des méthodes statistiques, épidémiologiques, toxicologiques et pharmacologiques et en particulier de la modélisation mathématique. Cela permet de définir des **Valeurs Toxicologiques de Référence [VTR]** qui traduisent le lien entre la dose de la substance toxique et l'occurrence ou la sévérité de l'effet étudié dans la population.

Le calcul des VTR est différent selon le danger considéré. Il s'effectue :

- Par une approche déterministe lorsqu'il s'agit des effets 'avec' seuil ;
- Par une approche probabiliste lorsqu'il s'agit des effets 'sans' seuil.

Pour les effets 'à seuils' : la VTR correspond à la dose en dessous de laquelle le(s) effet(s) néfaste(s) n'apparaissent pas. Cette dose est calculée à partir de la dose expérimentale reconnue comme la plus faible sans effet (dose dite NOEL pour **N**o **O**bserved **E**ffect **L**evel) et d'une série de facteurs de sécurité. Ces facteurs de sécurité prennent en compte différentes incertitudes telles que, notamment, les difficultés de transposition de l'animal à l'homme (variabilité intra et inter-espèces), les durées d'exposition, la qualité des données, etc.

La VTR est alors calculée mathématiquement par division de la dose NOEL par le produit des différents facteurs de sécurité pris en compte.

La VTR prend alors la forme d'une **Dose Journalière Acceptable [DJA]** dans le cas de l'ingestion (exprimée en mg/kg/j) et de la voie cutanée, ou bien d'une **Concentration Maximale Admissible [CMA]** dans le cas de l'exposition respiratoire (exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

En dessous de ce seuil de dose, la population est considérée comme protégée.

Pour les effets 'sans seuils' : la VTR est alors un **Excès de Risque Unitaire [ERU]** de cancer. L'ERU est calculé soit à partir d'expérimentations chez l'animal, soit d'études épidémiologiques chez l'homme. Il est le résultat des extrapolations des hautes doses aux basses doses à travers des modèles mathématiques. L'approche probabiliste conduit à considérer qu'il existe un risque, infime mais non nul, qu'une seule molécule pénétrant dans le corps provoque des changements dans une cellule à l'origine d'une lignée cancéreuse.

Concernant la voie respiratoire, l'ERU est l'inverse d'une concentration dans l'air et s'exprime en $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$. Concernant l'ingestion, l'ERU est l'inverse de la dose absorbée journalière et s'exprime en $(\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{j}))^{-1}$.

L'ERU représente la probabilité individuelle de développer un cancer pour une dose de produit toxique [$1\text{mg}/\text{m}^3$ ou $1\text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{j})$] absorbée par un sujet pendant toute sa vie.

La sélection des VTR pour chaque substance, est faite selon le logigramme ci-après.

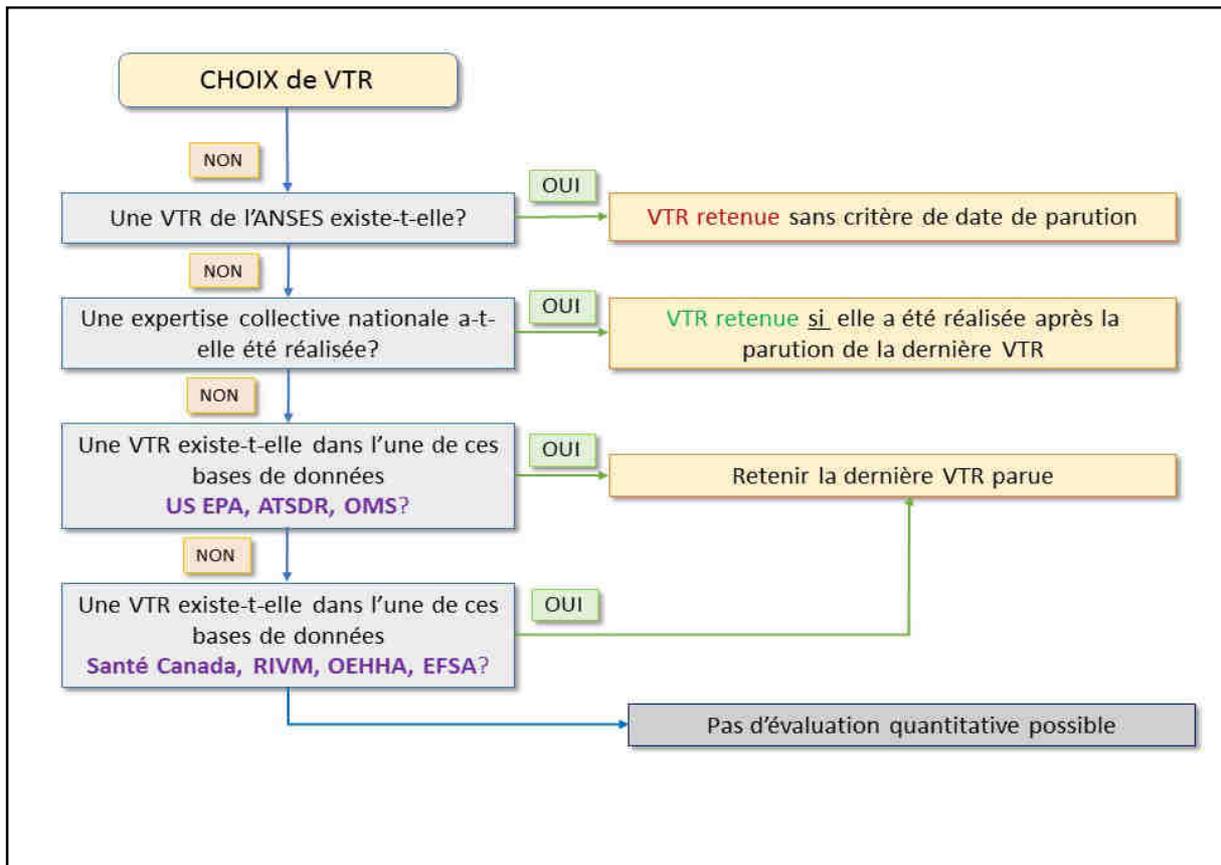


FIGURE 32: LOGIGRAMME – CHOIX DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Étape N°3 : Évaluation des expositions

VOIES D'EXPOSITION EN FONCTION DU COMPARTIMENT ENVIRONNEMENTAL

Vecteurs de transfert

Les vecteurs de transfert sont les milieux permettant de mettre en contact les sources potentielles de danger identifiées au paragraphe précédent avec les populations riveraines du projet, appelées « cibles » dans la suite du document.

Ces vecteurs peuvent être l'air, l'eau, le sol ou le sous-sol :

- **Air** : L'air constitue le vecteur principal de transfert par transport des émissions atmosphériques liées au fonctionnement du site vers les populations.

L'air sera pris en compte comme vecteur de transfert privilégié dans la présente étude.

- **Sol** : Le sol constitue un milieu récepteur des particules émises à l'atmosphère et les populations environnantes sont directement exposées. Le sol peut donc devenir vecteur de transfert par mobilisation de particules par le vent, ou bien en tant que milieu de croissance de végétaux consommés (après dépôt au sol des particules, celles-

ci sont susceptibles de se bio-accumuler au sein de végétaux), par les populations et animaux alentour.

Le sol sera pris en compte comme vecteur de transfert dans la présente étude.

- **Sous-sols et eaux souterraines** : Les eaux souterraines peuvent représenter un vecteur de transfert des composés issus de l'activité du site vers les populations. Cependant, le site n'est implanté dans aucun périmètre de protection associé à des captages d'alimentation en eau potable. Par ailleurs, toute pollution du sous-sol est prévenue de par le mode d'exploitation, avec la collecte et le traitement des eaux usées (sanitaires, etc.), la mise sur rétention des produits liquides (fioul domestique, etc.) sur rétention, etc.

Les sous-sols et les eaux souterraines ne seront pas pris en compte comme vecteurs de transfert dans la présente étude.

- **Eaux superficielles** : Les eaux superficielles constituent le milieu récepteur des rejets liquides. Toutefois, les terrains ne sont traversés par aucun cours d'eau permanent ou temporaire. Les cours d'eau superficiels sont trop éloignés pour subir une quelconque influence des activités actuelles et projetées.

Compte tenu de la topographie du site, de la nature des rejets liquides générés par le site et de leur gestion :

Les eaux superficielles ne seront pas prises en compte comme vecteur de transfert dans la présente étude.

Voies d'exposition

- **Inhalation** : L'inhalation constitue la voie d'exposition privilégiée dans le cas présent. Les polluants émis sont, après dispersion, respirés directement par les populations.
- **Ingestion du sol** : Comme précisé auparavant, la prise en compte de la déposition particulaire et de la bioaccumulation de ces rejets dans les sols, bien qu'étant faible, est considérée comme étant une voie d'exposition.

Par conséquent, l'ingestion de sol est retenue comme voie d'exposition possible.

- **Ingestion des végétaux autoproducts** : Les plantes peuvent être contaminées par l'absorption foliaire et/ou racinaire, et les dépôts gazeux et particulaires des polluants.

Par conséquent, cette voie d'exposition est retenue dans la présente étude.

- **Ingestion des produits d'origine animale autoproduits** : Les animaux peuvent être « contaminés » par la consommation de sol et/ou de végétaux.

Par conséquent, cette voie d'exposition est retenue dans la présente étude.

Ici, l'inhalation sera prise en compte comme voie de contamination privilégiée. L'ingestion d'aliments autoproduits, bien qu'étant faible, est également retenue comme voie d'exposition.

La figure ci-après présente le schéma conceptuel obtenu.

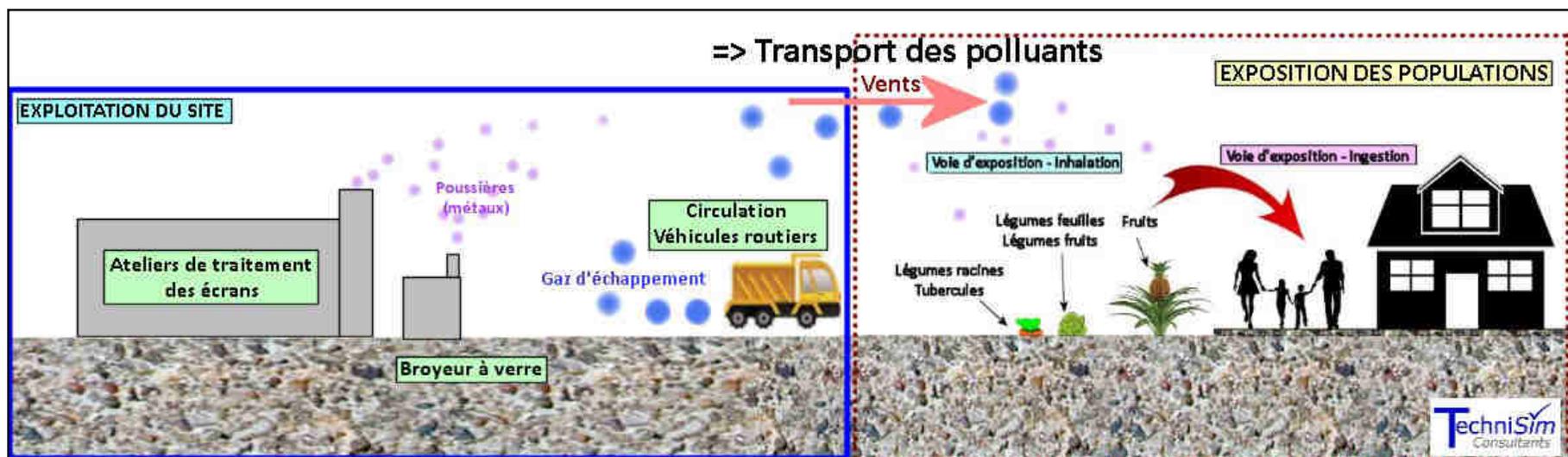


FIGURE 33: SCHEMA CONCEPTUEL DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS AUX EMISSIONS LIEES A L'EXPLOITATION DU SITE

DEFINITION DES PARAMETRES DES SCENARIOS D'EXPOSITION

Le tableau ci-après présente les paramètres des scénarios d'exposition retenus.

Les concentrations utilisées pour les calculs sont les concentrations obtenues à l'aide de la simulation numérique de la dispersion atmosphérique.

D'une manière générale, les cas des effets 'à seuils' sont distingués de ceux des effets 'sans seuils' où intervient le nombre d'années d'exposition.

TABLEAU 28: PARAMETRES RETENUS POUR LES SCENARIOS D'EXPOSITION

	Hypothèses d'exposition considérée	Concentration retenue
Inhalation	<i>Résident permanent : 24h/24 – 365 jours/an</i> (scénario majorant) <i>Durée d'exposition pour les effets sans seuil :</i> 30 ans	Concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique aux niveaux des récepteurs les plus proches de l'installation.
Ingestion	<i>Résident permanent : 24h/24 – 365 jours/an</i> (scénario majorant) qui consomme des produits autoproduits (végétaux, chair de poule et œufs) <i>Durée d'exposition pour les effets sans seuil :</i> 30 ans	Concentrations et dépôts calculés à l'aide de la modélisation numérique aux niveaux des récepteurs les plus proches de l'installation.

Étape N°4 : Caractérisation des risques

La caractérisation des risques est réalisée à l'aide du calcul des indices de risques, Ces indices diffèrent selon que l'on examine les effets « à seuils » ou « sans seuils ».

EFFETS A SEUILS – QUOTIENT DE DANGERS

Pour les effets toxiques « à seuils », l'expression déterministe de la survenue d'un effet toxique dépend du dépassement d'une valeur : la Valeur Toxique de Référence [VTR], Il est alors calculé un Quotient de Danger [QD], qui correspond au rapport de la dose journalière exposition sur la VTR.

Ce quotient de danger est calculé suivant la relation suivante :

Inhalation	Voie orale
QD = CMI/CAA	QD = DJE/DJA
CMI = Concentration Moyenne Inhalée [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] CAA = Concentration Admissible dans l'Air [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	DJE = Dose Journalière d'Exposition [mg/(kg,j)] DJA = Dose Journalière Admissible [mg/kg,j]

L'acceptabilité du risque est réalisée selon les recommandations de la circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation.

Lorsque le QD est inférieur à 1, cela signifie que la population exposée est théoriquement hors de danger, et ce, même pour les populations sensibles, compte tenu des facteurs de sécurité utilisés.

Si, au contraire, le QD est supérieur ou égal à 1, cela signifie que l'effet toxique peut se déclarer sans qu'il soit possible de prédire la probabilité de survenue de cet événement.

EFFETS SANS SEUILS – EXCES DE RISQUES INDIVIDUEL

Pour les effets toxiques sans seuils, on calcule l'Excès de Risque Individuel [ERI], en multipliant l'Excès de Risque Unitaire [ERU] à la Dose Journalière d'Exposition [DJE] pour la voie orale ou bien à la Concentration Moyenne Inhalée [CMI] pour la voie inhalation.

Inhalation	Voie orale
ERI = CMI*ERU_{inhalation}	ERI = DJE*ERU_{orale}
CMI = Concentration Moyenne Inhalée [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ERU = Excès de Risque Unitaire [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] ⁻¹	DJE = Dose Journalière d'Exposition [mg/(kg,j)] ERU = Excès de Risque Unitaire [mg/kg,j] ⁻¹

L'interprétation des résultats s'effectue ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables.

En France, l'INVS utilise la valeur de 10^{-5} , cette valeur est reprise dans la *Circulaire du 09 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations soumises à autorisation*.

EFFETS CUMULES

Dans une EQRS, les individus sont rarement exposés à une seule substance.

Afin de prendre en considération les effets des mélanges, on procède comme suit :

- **Effets « à seuils »** : les QD sont additionnés uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible ;
- **Effets « sans seuils »** : la somme des ERI est effectuée, quel que soit l'organe cible.

CALCUL DES DOSES JOURNALIERES

Pour l'inhalation, la dose journalière est effectivement une concentration inhalée.

Comme on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour. Celle-ci se calcule à l'aide de la formule ci-après :

$$\sum_i [(CI \times ti)] \times F \times \frac{T}{Tm}$$

CI	Concentration moyenne inhalée	[µg/m ³]
ti	Fraction du temps d'exposition à la concentration CI pendant une journée	[Sans dimension]
F	Fréquence ou taux d'exposition => nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours	[dimension]
T	Nombre d'années d'exposition	[années]
Tm	Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée	[année]

Pour l'ingestion, la dose totale d'exposition est calculée à l'aide de la relation suivante.

$$DJE_{TOTALE} = DJE_{sol} + \sum_i DJE_i$$

Avec	DJE _{TOTALE}	Dose journalière totale d'exposition	[mg/(kg.jour)]
	DJE _{sol}	Dose d'exposition par ingestion du sol	[mg/(kg.jour)]
		= (Qs*Cs*Bs)/P*F/365	
		Qs : Quantité de sol ingéré par jour par la cible	[g/jour]
		Cs : Concentration de polluant dans le sol	[mg/kg]
		Bs : Facteur de biodisponibilité du polluant = 1	[-]
		F : Nombre de jours d'exposition par an = 365	[-]
		P : Poids de la cible	[kg]
	DJE _i	Dose d'exposition liée à l'ingestion de l'aliment i (i : légume, légumes-feuilles, etc.)	[mg/(kg.jour)]
		= (Qi*Ci*Fi)/P*F/365	

Qi : Quantité d'aliment i considéré ingéré par jour par la cible	[g/jour]
Ci : Concentration de polluant dans l'aliment i considéré	[mg/kg]
Fi : Fraction d'aliment i provenant de la zone d'exposition= 1	[-]
F : Nombre de jours d'exposition par an = 365	[-]
P : Poids de la cible	[kg]

Pour les effets sans seuils, les DJE sont calculées pour les différentes classes d'âge.

Pour une classe d'âge donnée :

$$DJE_{TOTALE} = \left(DJE_{sol} + \sum_i DJE_i \right) \times \frac{T_j}{70}$$

Avec T_j , Durée d'exposition associée à la classe d'âge j [année].

Identification des dangers et choix des VTR

Les chapitres précédents ont permis d'identifier les polluants pouvant être rejetés dans l'atmosphère. Il est distingué :

- Les polluants émis par les engins et véhicules motorisés : Oxydes d'azote dont le NO₂, les COV dont le benzène, le monoxyde de carbone, les particules diesel provenant de la combustion des carburants ;
- Les particules PM10 provenant du broyeur à verre et celles provenant des aspirations des tables de démantèlement des écrans. Ces dernières contiennent des métaux : **Arsenic, Baryum², Cadmium, Cobalt, Nickel, Vanadium, Zinc et Plomb.**

Il convient maintenant d'examiner l'impact potentiel de ces composés sur la santé des populations.

Le tableau ci-après présente l

es valeurs toxicologiques de référence retenues pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires

² En absence de données concernant les émissions de baryum par les cheminées des aspirations, il est considéré que le baryum est présent à une teneur de 1,0%

TABLEAU 29: VTR RETENUES

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	VTR		Unité	Source	Année	Effet(s) critique(s)
Antimoine 7440-36-0	A seuils	Inhalation	300	RfD	0,2	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	US EPA	1995	Effets toxiques pulmonaires
		Ingestion	1000	TDI	6,00E-03	[mg/(kg.j)]	OMS	2006	NOAEL concernant la diminution de croissance pondérale et de l'altération de la consommation de nourriture et de boisson
	Sans seuils	Inhalation							
		Ingestion							
Arsenic 7440-38-2	A seuils	Inhalation	Extrapolation	REL	1,50E-02	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2008	Diminution des capacités intellectuelles et des effets néfastes sur le comportement
		Ingestion	5	TDI	4,50E-01	[mg/(kg.j)]	Fobig	2009	Lésions cutanées
	Sans seuils	Inhalation		ERUi	4,30E-03	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] ⁻¹	US EPA	1998	Cancers pulmonaires
		Ingestion		ERUo	1,5	[mg/(kg.j)] ⁻¹	US EPA	2009	Cancers cutanés
Baryum 7440-39-3	A seuils	Inhalation	100	TCA	1,0	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	RIVM	2001	Non précisé
		Ingestion	300	MRL	2,00E-01	[mg/(kg.j)]	ATSDR	2007	Néphropathie
	Sans seuils	Inhalation							
		Ingestion							

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	VTR		Unité	Source	Année	Effet(s) critique(s)
Benzène 71-43-2	A seuils	Inhalation	Non précisé	VTR	10	[$\mu\text{g.m}^{-3}$]	ANSES	2008	Effets hématologiques non cancérogènes
		Ingestion	Non précisé	MRL	5,00E-04	[mg/(kg.j)]	ATSDR	2007	Effets hématologiques non cancérogènes
	Sans seuils A seuils	Inhalation		VTR cancérogène	2,60E-05	[$\mu\text{g.m}^{-3}$] ⁻¹	ANSES	2013	Leucémies aiguës
		Inhalation		CC oral	8,34E-02	[mg/(kg.j)] ⁻¹	Santé Canada	2010	Cancérogène:lymphome malin (rat femelle), l'hyperplasie de la moelle hématopoïétique (rat male)
Cadmium 7440-43-9	A seuils	Inhalation	Non précisé	VTR	0,45	[$\mu\text{g.m}^{-3}$]	ANSES	2012	Effets non cancérogènes
			25	VTR	0,30	[$\mu\text{g.m}^{-3}$]	ANSES	2012	Effets cancérogènes
		Ingestion	Non précisé	TDI	3,60E-04	[mg/(kg.j)]	EFSA	2011	Dose hebdomadaire tolérable pour les effets non cancérogènes
	Sans seuils A seuils	Inhalation		ERUi	4,20E-03	[$\mu\text{g.m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2002	Effets cancérogènes
Inhalation									
Chrome VI 7440-47-3	A seuils	Inhalation	Non précisé	MRL	8,00E-03	[$\mu\text{g.m}^{-3}$]	US EPA	1998	Chrome VI sous forme d'aérosol - Atrophie du septum nasal
		Ingestion	Non précisé	MRL	9,00E-04	[mg/(kg.j)]	ATSDR	2012	Hyperplasie au niveau du duodénum
	Sans seuils A seuils	Inhalation		ERUi	4,00E-02	[$\mu\text{g.m}^{-3}$] ⁻¹	OMS CICAD	2013	Augmentation du risque de cancer pulmonaire
		Inhalation		ERUo	0,60	[mg/(kg.j)] ⁻¹	OEHHA	2011	Adénomes et carcinomes de l'intestin grêle chez les mâles et les femelles rats et souris

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	VTR		Unité	Source	Année	Effet(s) critique(s)
Cobalt 7440-48-4	A seuils	Inhalation	Non précisé	CT	0,1	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	OMS CICAD	2001	Diminution de la fonction respiratoire
		Ingestion	Non précisé	VTR	1,50E-03	[mg/(kg.j)]	AFSSA	2010	Non précisé
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							
Mercure 7439-97-6	A seuils	Inhalation	300	REL	0,03	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2008	Mercure élémentaire - Effets neurologiques : troubles de la mémoire, un manque d'autonomie ainsi que des tremblements de la main
		Ingestion	Non précisé	VTR	6,60E-04	[mg/(kg.j)]	INERIS	2013	Mercure inorganique - Effets rénaux
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							
Nickel 7440-02-0	A seuils	Inhalation	30	MRL	0,09	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	ATSDR	2005	Lésions nasales et pulmonaires
		Ingestion	100	REL	2,80E-03	[mg/(kg.j)]	EFSA	2015	Effets reprotoxiques
	Sans seuils A seuils	Inhalation		ERUi	2,60E-04	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2002	Cancers du poumon
		Inhalation							
Plomb 7439-92-1	A seuils	Inhalation	Non précisé	VTR	0,9	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	ANSES	2013	Toxicité rénale
		Ingestion	Non précisé	VTR	6,30E-04	[mg/(kg.j)]	ANSES	2013	Toxicité rénale
	Sans seuils A seuils	Inhalation		ERUi	1,20E-05	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OEHHA	2011	Tumeurs rénales
		Inhalation		ERUo	8,50E-03	[mg/(kg.j)] ⁻¹	OEHHA	2011	Tumeurs rénales

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	VTR		Unité	Source	Année	Effet(s) critique(s)
Sélénium 7782-49-2	A seuils	Inhalation	Non précisé	REL	20	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	OEHHA	2001	Sélénose
		Ingestion	3	RfD	5,00E-03	[mg/(kg.j)]	US EPA	1991	Absence d'effet
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							
Vanadium 7400-62-2	A seuils	Inhalation	Non précisé	TCA	1,0	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	RIVM	2009	Effet sur le développement
		Ingestion	100	RfD	9,00E-03	[mg/(kg.j)]	US EPA	1996	NOAEL concernant diminution de la cystine totale dans les poils
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							
Zinc 7440-66-6	A seuils	Inhalation							
		Ingestion	3	MRL	3,00E-01	[mg/(kg.j)]	ATSDR	1994	Effets sanguins (diminution de l'hématocrite, de la ferritine sanguine et de l'activité de la superoxyde dismutase)
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							
Particules diesel	A seuils	Inhalation	30	VTR	5,0	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	US EPA	2003	Effets respiratoires
		Ingestion							
	Sans seuils A seuils	Inhalation		ERUi	3,40E-05	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] ⁻¹	OMS	1996	Cancer du poumon
		Inhalation							

Composé	Type d'effet	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	VTR		Unité	Source	Année	Effet(s) critique(s)
Manganèse 7439-96-5	A seuils	Inhalation	500	MRL	0,04	[$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	ATSDR	2010	Effets neurologiques
		Ingestion	1	RfD	0,14	[mg/(kg.j)]	US EPA	1996	Valeurs d'apport journalier de manganèse sans danger
	Sans seuils A seuils	Inhalation							
		Inhalation							

Calculs des doses d'exposition

Dose d'exposition par inhalation

Les concentrations considérées correspondent aux concentrations maximales calculées au niveau des récepteurs.

Dose d'exposition par ingestion

Ici, il est considéré le fond géochimique.

En effet, les éléments traces métalliques (ETM), ou métaux lourds, sont présents dans la croûte terrestre à des concentrations inférieures à 0,1 %. Une étude réalisée sur les sols de la Réunion (Doelsch et al, 2006) a montré que l'origine des fortes concentrations en chrome [Cr], cuivre [Cu], nickel [Ni] et zinc [Zn] est principalement due au fond pédogéochimique naturel.

Le tableau ci-après synthétise les résultats d'une campagne de grande échelle d'analyse des sols de la Réunion [(Doelsh, E. (2004) Éléments traces métalliques – Inventaire pour l'île de la Réunion (sols, déchets et végétaux)], CIRAD-Chambre d'Agriculture.

Les sols réunionnais présentent des concentrations très élevées (par rapport à celles mesurées en métropole) en mercure, chrome, cuivre, nickel et zinc.

TABLEAU 30: TENEURS EN ÉLÉMENTS TRACES METALLIQUES POUR L'ILE DE LA REUNION

Unité [mg/kg]	Chrome	Cuivre	Mercure	Nickel	Zinc
Île de la Réunion					
Minimum	35,00	6,50	0,03	15,13	57,48
Médiane	165,9	52,93	0,16	92,14	146,1
Moyenne	300,5	58,31	0,19	206,4	162
Maximum	1108	164,4	0,81	1038	398
Métropole					
Médiane	64,8	12,4	0,05	29,7	72
Moyenne	73,5	14,2	0,07	43,1	161

Dans les sols, le chrome issu de la roche-mère existe principalement sous forme trivalente (chrome III). Aussi il ne sera considéré que cette forme chimique pour l'évaluation des risques sanitaires.

Les doses d'exposition sont calculées à l'aide du logiciel MODUL'ERS®.

Cet outil, développé par l'INERIS, est basé sur un ensemble d'équations tirées du manuel « *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* ».

Schéma conceptuel de l'exposition pour l'ingestion

La figure ci-après présente le modèle d'exposition utilisé pour l'évaluation des risques sanitaires sous MODUL'ERS®.

Le logiciel a été développé dans le but de réaliser des études tant dans le cadre d'un site et sol pollué, que dans le cas d'une Installation Classée Pour l'Environnement.

Le principe fondamental de l'outil est de pouvoir relier le schéma conceptuel à l'évaluation des expositions et des risques.

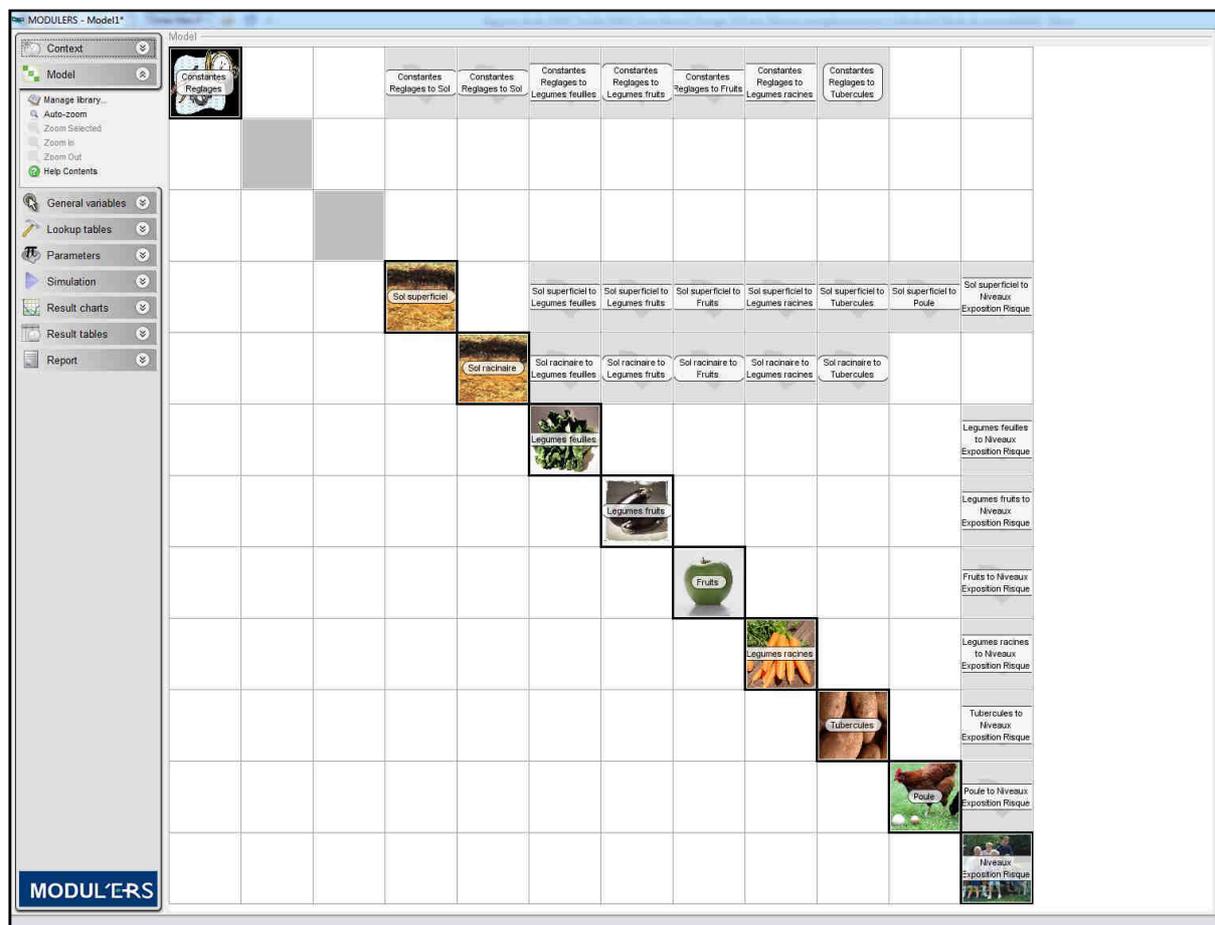


FIGURE 34: SCHEMA CONCEPTUEL SOUS MODUL'ERS®

Concentrations moyennes inhalées

Les concentrations moyennes inhalées sont indiquées dans le tableau ci-après.

TABLEAU 31: CONCENTRATIONS MOYENNES INHALEES

[µg/m ³]	Effets à seuil	Effets sans seuil
Antimoine	2,36E-08	1,01E-08
Arsenic	1,78E-06	7,65E-07
Benzène	4,21E-03	1,80E-03
Cadmium	1,94E-03	8,32E-04
Chrome	1,61E-05	6,88E-06
Cobalt	1,56E-06	6,70E-07
Diesel	2,36E-07	1,01E-07
Manganèse	1,04E-01	4,44E-02
Mercure	5,28E-07	2,26E-07
Nickel	1,61E-05	6,88E-06
Plomb	2,36E-07	1,01E-07
Sélénium	3,21E-04	1,38E-04
Vanadium	2,85E-05	1,22E-05
Zinc	1,60E-03	6,87E-04

Doses ingérées

Les doses ingérées sont indiquées dans le tableau ci-après.

TABLEAU 32: DOSES INGEREES PAR LES POPULATIONS – EFFETS A SEUILS

Tranche d'âge	< 1an	1 à 2 ans	3 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 14ans	15 à 17ans	18ans et +
[mg/(kg.jour)]	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Classe 6	Classe 7
Antimoine	1.26E-12	2.20E-12	1.38E-12	8.82E-13	5.63E-13	4.52E-13	6.77E-13
Arsenic	8.26E-11	1.50E-10	9.38E-11	6.02E-11	3.89E-11	3.13E-11	4.77E-11
Baryum	1.35E-06	2.39E-06	1.48E-06	9.50E-07	6.04E-07	4.85E-07	7.41E-07
Benzène	7.44E-13	1.41E-12	1.20E-12	7.42E-13	4.96E-13	3.93E-13	5.98E-13
Cadmium	1.17E-09	2.05E-09	1.35E-09	8.55E-10	5.46E-10	4.40E-10	6.31E-10
Chrome	6.75E-11	1.23E-10	7.68E-11	4.94E-11	3.21E-11	2.58E-11	4.01E-11
Cobalt	1.11E-11	1.97E-11	1.23E-11	7.90E-12	4.98E-12	4.00E-12	6.16E-12
Manganèse	3.10E-11	5.36E-11	3.42E-11	2.18E-11	1.38E-11	1.11E-11	1.63E-11
Mercure	5.80E-07	6.18E-07	4.44E-07	2.75E-07	3.49E-08	2.77E-08	4.19E-08
Nickel	3.03E-04	2.97E-04	2.07E-04	1.28E-04	6.53E-12	5.29E-12	7.83E-12
Plomb	3.28E-08	6.52E-08	5.05E-08	3.17E-08	2.09E-08	1.73E-08	2.29E-08
Sélénium	1.44E-09	2.73E-09	1.76E-09	1.12E-09	7.55E-10	6.10E-10	8.93E-10
Vanadium	1.04E-07	2.03E-07	1.45E-07	9.16E-08	6.00E-08	4.96E-08	6.72E-08
Zinc	4.81E-04	4.72E-04	3.29E-04	2.04E-04	2.06E-07	1.66E-07	1.98E-07

TABLEAU 33: DOSES INGEREES PAR LES POPULATIONS – EFFETS SANS SEUILS

Vie entière [mg/(kg.jour)]	Ingestion de				
	Cumul	Sol	Végétaux	Viande de volaille	Œufs
Antimoine	2.58E-08	2.58E-08	7.38E-13	1.44E-17	7.49E-18
Arsenic	1.46E-06	1.46E-06	5.33E-11	6.92E-13	4.38E-13
Baryum	2.83E-02	2.83E-02	8.33E-07	2.38E-12	1.24E-12
Benzène	6.90E-13	0.00E+00	6.90E-13	0.00E+00	0.00E+00
Cadmium	2.29E-05	2.29E-05	5.66E-10	1.05E-11	2.43E-11
Chrome	9.20E-07	9.20E-07	4.63E-11	8.89E-14	1.43E-15
Cobalt	2.58E-07	2.58E-07	7.04E-12	5.98E-15	3.11E-15
Manganèse	7.05E-07	7.05E-07	1.71E-11	0.00E+00	0.00E+00
Mercure	3.65E-05	3.65E-05	4.78E-08	2.45E-12	1.64E-10
Nickel	3.15E-07	3.15E-07	7.45E-12	5.07E-13	1.21E-13
Plomb	7.26E-04	7.26E-04	1.16E-08	3.90E-09	1.96E-09
Sélénium	5.11E-06	5.11E-06	8.82E-10	5.16E-11	7.29E-11
Vanadium	2.56E-03	2.56E-03	4.75E-08	1.17E-08	5.95E-09
Zinc	2.09E-03	2.09E-03	1.36E-07	5.09E-11	2.62E-11

Calcul des indices sanitaires

Effets à seuils

Les tableaux suivants présentent les quotients de dangers obtenus à partir des résultats précédents.

TABLEAU 34: QUOTIENTS DE DANGERS CALCULES POUR LA VOIE INHALATION

Par composés		Par organe-cible	
Antimoine	1,18E-07	Foie	2,47E-06
Arsenic	1,19E-04	Os	3,93E-04
Baryum	4,21E-03	Poumons	2,23E-02
Benzène	1,94E-04	Reins	9,33E-04
Cadmium	3,57E-05	Sang	6,70E-04
Chrome VI	1,96E-04	Système nerveux central	5,43E-03
Cobalt	2,36E-06	Système immunitaire	7,46E-04
Diesel	2,07E-02	Système cardiovasculaire	2,59E-02
Manganèse	1,32E-05	Thyroïde	3,59E-04
Mercure	5,35E-04	Système respiratoire	3,14E-04
Nickel	2,62E-06		
Plomb	3,57E-04		
Sélénium	1,43E-06		
Vanadium	1,60E-03		
Zinc	Pas de VTR		
Cadmium (cancer)	5,35E-05		

TABLEAU 35: QUOTIENTS DE DANGERS CALCULES POUR LA VOIE INGESTION

Par composés	< 1an	1 à 2 ans	3 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 14ans	15 à 17ans	18ans et +
Antimoine	2,10E-10	3,66E-10	2,30E-10	1,47E-10	9,38E-11	7,54E-11	1,13E-10
Arsenic	1,84E-10	3,32E-10	2,09E-10	1,34E-10	8,64E-11	6,95E-11	1,06E-10
Baryum	6,75E-06	1,19E-05	7,40E-06	4,75E-06	3,02E-06	2,43E-06	3,71E-06
Benzène	1,49E-09	2,83E-09	2,40E-09	1,48E-09	9,92E-10	7,85E-10	1,20E-09
Cadmium	3,25E-06	5,69E-06	3,75E-06	2,37E-06	1,52E-06	1,22E-06	1,75E-06
Chrome	7,50E-08	1,37E-07	8,53E-08	5,49E-08	3,57E-08	2,87E-08	4,46E-08
Cobalt	7,42E-09	1,31E-08	8,20E-09	5,27E-09	3,32E-09	2,66E-09	4,11E-09
Manganèse	2,21E-10	3,83E-10	2,44E-10	1,56E-10	9,88E-11	7,94E-11	1,17E-10
Mercure	8,79E-04	9,36E-04	6,73E-04	4,17E-04	5,29E-05	4,20E-05	6,35E-05
Nickel	1,08E-01	1,06E-01	7,39E-02	4,59E-02	2,33E-09	1,89E-09	2,80E-09
Plomb	5,20E-05	1,04E-04	8,02E-05	5,03E-05	3,31E-05	2,75E-05	3,63E-05
Sélénium	2,88E-07	5,46E-07	3,52E-07	2,24E-07	1,51E-07	1,22E-07	1,79E-07
Vanadium	1,15E-05	2,25E-05	1,61E-05	1,02E-05	6,67E-06	5,51E-06	7,46E-06
Zinc	1,60E-03	1,57E-03	1,10E-03	6,80E-04	6,88E-07	5,54E-07	6,59E-07
Par organe-cible	< 1an	1 à 2 ans	3 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 14ans	15 à 17ans	18ans et +
Foie	1,08E-01	1,06E-01	7,39E-02	4,59E-02	2,53E-09	2,05E-09	3,03E-09
Os	5,53E-05	1,09E-04	8,39E-05	5,26E-05	3,46E-05	2,87E-05	3,81E-05
Reins	1,09E-01	1,07E-01	7,47E-02	4,63E-02	9,42E-05	7,61E-05	1,09E-04
Sang	1,66E-03	1,68E-03	1,18E-03	7,30E-04	3,38E-05	2,80E-05	3,70E-05
Système nerveux central	9,38E-04	1,05E-03	7,61E-04	4,72E-04	8,92E-05	7,20E-05	1,04E-04
Thyroïde	5,20E-05	1,04E-04	8,02E-05	5,03E-05	3,31E-05	2,75E-05	3,63E-05
Système immunitaire	1,67E-03	1,70E-03	1,19E-03	7,40E-04	4,05E-05	3,36E-05	4,45E-05
Système cardiovasculaire	1,09E-01	1,07E-01	7,47E-02	4,63E-02	9,57E-05	7,74E-05	1,11E-04
Système gastro intestinal	2,48E-03	2,51E-03	1,77E-03	1,10E-03	5,36E-05	4,25E-05	6,42E-05

**Il est possible de constater que les quotients de danger sont tous inférieurs à 1.
Par ailleurs, lorsque l'on additionne les quotients de dangers, on constate qu'ils restent également inférieurs à 1.**

TABLEAU 36: QUOTIENTS DE DANGERS CUMULES

Par composé	< 1an	1 à 2 ans	3 à 5 ans	6 à 10 ans	11 à 14ans	15 à 17ans	18ans et +
Inhalation	2,80E-02						
Ingestion	1,11E-01	1,09E-01	7,58E-02	4,70E-02	9,81E-05	7,93E-05	1,14E-04
Additionnés	1,39E-01	1,37E-01	1,04E-01	7,51E-02	2,81E-02	2,81E-02	2,81E-02

Par conséquent, et au regard des connaissances actuelles, les effets critiques n'apparaîtront pas *a priori* au sein de la population exposée.

Effets sans seuils

Les tableaux immédiatement suivants présentent les excès de risque individuel obtenus sur le domaine.

TABLEAU 37: EXCES DE RISQUES INDIVIDUEL

Voie d'exposition	Inhalation	Ingestion
Antimoine	Pas de VTR	Pas de VTR
Arsenic	3,29E-09	2,19E-06
Baryum	Pas de VTR	Pas de VTR
Benzène	2,16E-08	5,75E-14
Cadmium	2,89E-08	Pas de VTR
Chrome VI	2,68E-08	5,52E-07
Cobalt	Pas de VTR	Pas de VTR
Particules diesel	1,51E-06	Pas de VTR
Manganèse	Pas de VTR	Pas de VTR
Mercure	Pas de VTR	Pas de VTR
Nickel	2,62E-11	Pas de VTR
Plomb	1,65E-09	6,17E-06
Sélénium	Pas de VTR	Pas de VTR
Vanadium	Pas de VTR	Pas de VTR
Zinc	Pas de VTR	Pas de VTR
Cumulé	1,59E-06	8,91E-06

Les ERI sont tous inférieurs à 10^{-5} . Cet indice correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe un effet associé à une exposition pendant sa vie entière à une unité de dose (ou de concentration) d'un agent dangereux.

**On considère qu'un ERI au-dessous de 10^{-5} représente un risque acceptable.
Par conséquent, le risque sanitaire représenté par l'installation est jugé acceptable.**

Incertitudes relatives à l'EQRS

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est segmentée en quatre étapes qui sont respectivement sujettes à des incertitudes spécifiques [Hubert, 2003].

Le tableau ci-après schématise les différentes étapes et les incertitudes qui leur sont associées.

<p>Étape 1 : Identification du danger</p> <p><i>Quels sont les effets néfastes de l'agent et son mode de contact ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Interaction de mélanges de polluants - Produits de dégradation des molécules mal connus - Données pas toujours disponibles pour l'homme ou même l'animal
<p>Étape 2 : Choix de la VTR</p> <p><i>Quelle est la relation entre la dose et la réponse de l'organisme ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Extrapolation des observations lors d'expérimentation à dose moyenne vers les faibles doses d'exposition de populations - Transposition des données d'une population vers une autre (utilisation de données animales pour l'homme) - Analogie entre les effets de plusieurs facteurs de risques différents (analogie entre différents polluants)
<p>Étape 3 : Estimation de l'Exposition</p> <p><i>Qui, où, combien et combien de temps en contact avec l'agent dangereux ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté à déterminer la contamination des différents médias d'exposition (manque ou erreur de mesure, variabilité des systèmes environnementaux, pertinence de la modélisation) - Mesure de la dose externe, interne et biologique efficace - Difficulté de définir les déplacements, temps de séjours, activité, habitudes alimentaires de la population
<p>Étape 4 : Caractérisation du risque</p> <p><i>Quelle est la probabilité de survenue du danger pour 1 individu dans une population donnée ?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Méconnaissance de l'action de certains polluants (VTR non validées) - Hypothèses posées en termes de dispersion des polluants influencent le résultat - Calcul de l'impact sanitaire qui rajoute un niveau d'incertitude

Identification des dangers

L'identification des dangers est une démarche qualitative initiée par un inventaire des différents produits susceptibles de provoquer des nuisances d'ordre sanitaire.

A ce stade, les incertitudes sont liées au défaut d'information et aux controverses scientifiques.

Dans le cas présent, l'EQRS a porté sur les polluants dont les effets sont connus. Les autres ont été exclus de la démarche car les substances ont été jugées non pertinentes ou bien tout simplement car l'information n'existe pas.

Ces substances n'ont pas encore de facteurs d'émission, mais la proximité des valeurs de référence avec les teneurs ambiantes et/ou la sévérité des effets sanitaires conduit les spécialistes à recommander des recherches sur leurs facteurs d'émission.

Évaluation de la toxicité

L'identification exhaustive des dangers potentiels pour l'homme, le risque lié à des substances non prises en compte dans l'évaluation et la possibilité d'interaction de polluants tendent à sous-estimer le risque en raison du manque de connaissances et de données dans certains domaines.

Par ailleurs, les études toxicologiques et épidémiologiques présentent des limites. Les VTR sont établies principalement à partir d'études expérimentales chez l'animal mais également à partir d'études et d'enquêtes épidémiologiques chez l'homme. L'étape qui génère l'incertitude la plus difficile à appréhender est sans doute celle de la construction des relations dose-réponse, étape initiale de l'établissement des valeurs toxicologiques de référence (VTR). Il est rappelé que pour le cas des produits cancérigènes sans effet de seuils, ces VTR sont considérées comme étant des probabilités de survenue de cancer excédentaire par unité de dose.

Lorsque les VTR sont établies à partir de données animales, l'extrapolation à l'homme se réalise en général en appliquant des facteurs de sécurité (appelés aussi facteurs d'incertitude ou facteurs d'évaluation) aux seuils sans effets néfastes définis chez l'animal.

Lorsque la VTR est établie à partir d'une étude épidémiologique conduite chez l'Homme (par exemple sur une population de travailleurs), l'extrapolation à la population générale se fait également en appliquant un facteur de sécurité afin de tenir compte notamment de la différence de sensibilité des deux populations.

Ainsi, les facteurs de sécurité ont-ils pour but de tenir compte des incertitudes et de la variabilité liée à la transposition inter-espèces, à l'extrapolation des résultats expérimentaux ou aux doses faibles, et à la variabilité entre les individus au sein de la population.

Ces facteurs sont variables d'une substance à une autre.

Pour certains, il n'existe pas de facteur de quantification en l'état actuel des connaissances.

Évaluation de l'exposition

Quatre types d'incertitudes peuvent être associés à l'évaluation de l'exposition. Ces incertitudes portent sur :

- La définition des populations et des usages ;
- Les modèles utilisés ;
- Les paramètres ;
- Les substances émises par les sources de polluants considérées.

Les phénomènes intervenant dans l'exposition des populations à une source de polluants dans l'environnement sont très nombreux. Le manque de connaissances et les incertitudes élevées autour de certains modes de transfert des polluants dans l'atmosphère amènent à utiliser des représentations mathématiques simples pour modéliser la dispersion. A noter que ces représentations mathématiques induisent des incertitudes difficilement quantifiables.

Caractérisation du risque

Dernière étape de l'EQRS : la caractérisation du risque, ce dernier étant défini ici comme une « éventualité » d'apparition d'effet indésirable. Pour les produits cancérigènes sans effet de seuils, la quantification du risque consiste à mettre en relation les VTR et les doses d'exposition (pour les différentes voies d'exposition identifiées) afin d'arriver à une prédiction sur l'apparition de cancers au sein d'une population exposée. Les incertitudes inhérentes à cette étape concernent, outre les modèles conceptuels utilisés pour estimer les doses pour les voies d'exposition considérées, les valeurs numériques des facteurs d'exposition qui influencent les résultats des calculs de dose (facteur d'ingestion, fréquence et durée d'exposition, poids corporel, etc...).

Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que les expositions moyennes calculées se basent sur des hypothèses très pénalisantes et très éloignées de la réalité pour le scénario « résident ». En effet, on considère que l'individu exposé est présent dans un même lieu, 24h/24, 7j/7 et 365 jours par an, et ce, pendant la durée totale d'exploitation.

Ce qui sous-entend qu'il ne quitte jamais son lieu de résidence.

Cette hypothèse très pénalisante n'est pas réaliste puisque, généralement, une personne quitte son lieu de résidence pour ses activités (scolaires, professionnelles ou de loisirs).

Synthèse de l'EQRS

Les indices de risques sont largement inférieurs au seuil de référence, et ce, même en considérant la concentration maximale calculée.

Il en résulte que les risques sanitaires de l'installation sont jugés acceptables.

9 Effets cumulés

Le site s'inscrit dans une zone d'activité où aucun établissement à enjeux (pour l'Air et l'Eau) n'est recensé [13].

Néanmoins, à proximité du site (moins de 6 kilomètres) se trouvent trois autres projets soumis à Avis d'Autorisation Environnementale et pouvant potentiellement impacter le milieu environnant. Ces impacts sont susceptibles d'induire une pollution qui viendrait s'associer à celle de l'installation faisant l'objet de ce document.

Il est alors nécessaire de réaliser une étude des effets cumulés de l'ensemble des projets.

Les projets visés sont soumis à **Autorisation Environnementale** et sont répertoriés dans le tableau suivant.

TABLEAU 38: PROJETS CONNUS VISES DANS LA PRISE EN COMPTE DES EFFETS CUMULES

PROJETS	N°	Porteur du projet	Communes	Avis de l'Autorité Environnementale
Exploitation d'une carrière à Paniandy	1	Granulat de l'Est	Bras-Panon	16 mars 2016
Exploitation d'une centrale d'enrobage à chaud à Paniandy	2	G.O.C Enrobés	Bras-Panon	12 janvier 2016
Exploitation d'une carrière à Dioré	3	GUINTOLI	Saint André	5 août 2013

Les projets d'exploitation d'une carrière à Dioré (GUINTOLI) et Exploitation d'une centrale d'enrobage à chaud à Paniandy (GOC) possèdent un arrêté d'autorisation, mais ne sont pas encore mis en place à l'heure actuelle.

Les emplacements de chacun de ces projets sont repérés sur le graphe qui va suivre.

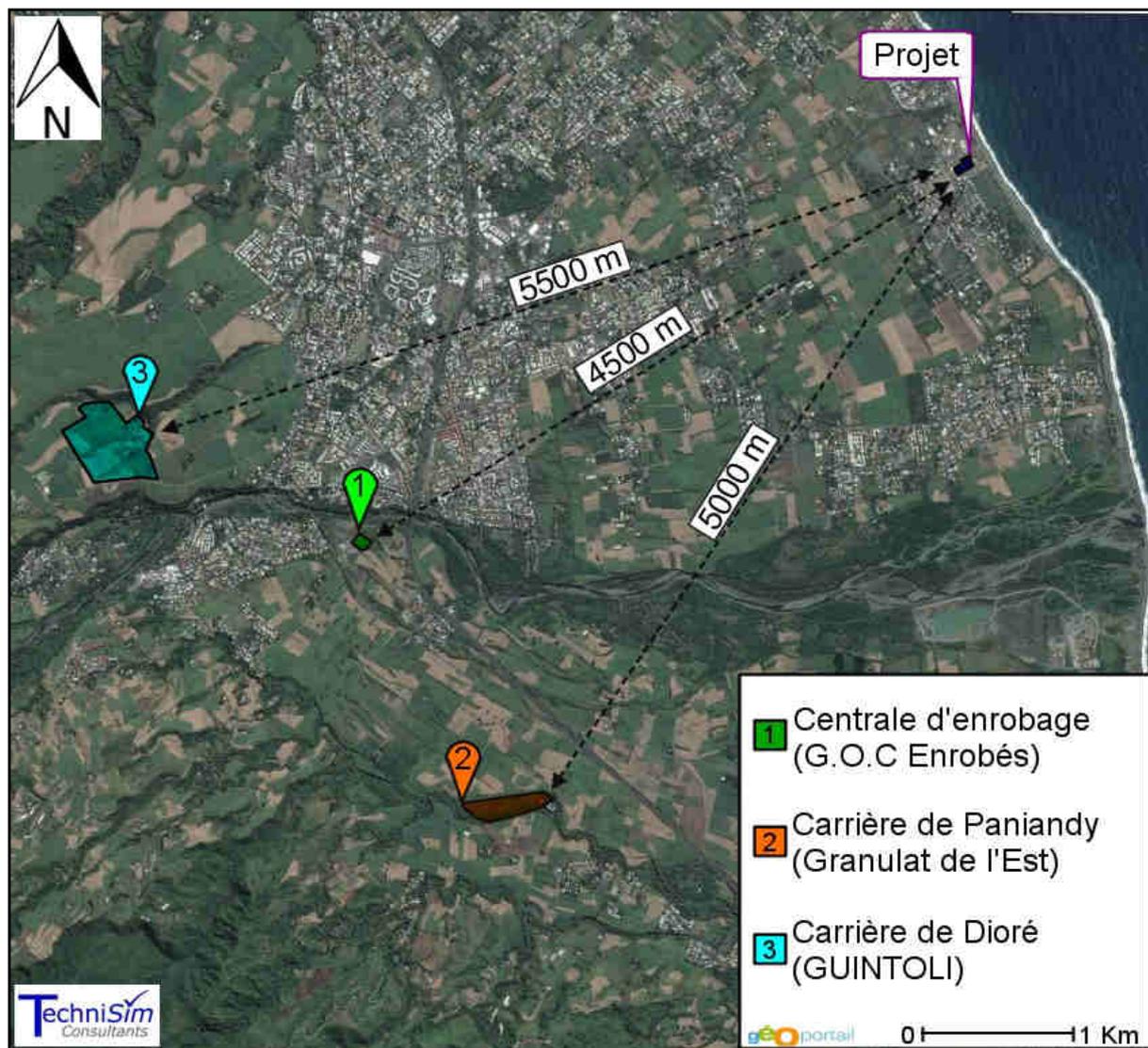


FIGURE 35 : EMLACEMENT DES PROJETS DANS LE CADRE DES EFFETS CUMULES POTENTIELS

Le tableau qui va suivre récapitule les impacts environnementaux des différents projets, dans le cadre des effets cumulés potentiels.

TABLEAU 39 : RESUME DES AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE POUR LES EFFETS CUMULES

	Impact sur la qualité de l'air	Impact sur la qualité de l'eau	Impact acoustique
Exploitation d'une carrière - Paniandy	Envol de poussières faible mais possible Impact faible à modéré Arrosage, végétalisation des merlons	Risque de pollution (notamment d'hydrocarbures) sur les eaux superficielles et souterraines Impact fort Mise en place de piézomètres, aire étanche, kit anti-pollution, bac de rétention (entre autres mesures préventives)	Respect des valeurs réglementaire mais impact sur le hameau Barbier non étudié Impact faible à fort Dispositif anti-bruit, merlon de 4m de haut, mur anti-bruit de 4m de haut
Exploitation d'une centrale d'enrobage à chaud	Rejet de polluants par les chaudières, envol de poussières Impact modéré Présence de cyclone, filtre à manches, campagne d'analyses des rejets	Risque de pollution par fioul ou huile Impact modéré Plates-formes étanches, présences de rétentions, séparateur d'hydrocarbures	Risque de dépassement de l'objectif ambiant nocturne Impact modéré Campagnes de mesure envisagées, insonorisation des groupes électrogènes
Exploitation d'une carrière - Dioré	Émission de poussière - Impact faible Arrosage, limitation de la vitesse à 30 km/h, portique et trémies d'arrosage	Perturbation des eaux souterraines et superficielles, risques d'inondation important Impact moyen à fort Bassin de décantation, exutoire en écoulement gravitaire, obturateur	Émission sonore Impact faible voir négligeable (respect des normes)

Atmosphère

Les trois projets sont émetteurs de poussières.

Néanmoins, une dispersion des poussières n'engendre des concentrations non négligeables qu'à une distance de quelques centaines de mètres autour de la source.

Compte tenu des distances séparant les projets par rapport à l'installation, l'éloignement de ces autres projets n'induit pas la nécessité de quantifier l'association de ces rejets.

La figure suivante représente la distance de transport des poussières en fonction de leur taille et de la vitesse du vent.

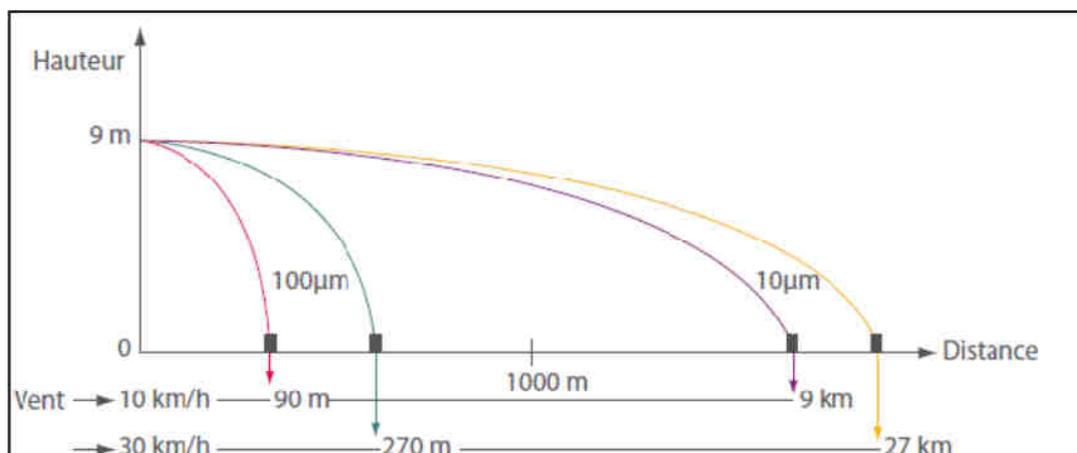


FIGURE 36: TRANSPORT DES POUSSIÈRES SUIVANT LEURS DIAMÈTRES ET LA VITESSE DU VENT
[SOURCE : PIEDOU, 1996³]

Sur cette illustration, les poussières sont rejetées à une hauteur de 9 mètres (cas supérieur au cas de l'installation RVE).

En effet, les rejets liés à l'installation RVE sont liés aux engins motorisés, et sont donc émis à proximité du sol.

Par ailleurs, il est possible de constater selon ce précédent graphique que les particules les plus fines sont celles qui se déplacent le plus loin.

Il faut noter également que, d'une part, les obstacles éventuels (arbres, bâtiments, merlons...) ne sont pas pris en compte et que, d'autre part, les particules fines se dispersent dans l'air progressivement lors de leur transport.

L'impact cumulé de l'installation RVE et des autres projets présents dans la zone d'étude n'est donc pas probant.

Acoustique

Il s'avère que le projet le plus proche (Centrale d'enrobage GOC) est situé à une distance de près de 4 500 mètres de l'installation étudiée.

³ Piédou J., « Le dépoussiérage en carrières », Mines et Carrières, volume 78, juin 1996, pages 56-60

La figure suivante présente l'atténuation d'un bruit en fonction de la distance par rapport à la source.

Ces valeurs sont évaluées sans la prise en considération des obstacles.

Il est possible de constater que, à une distance de 1 000 mètres, l'atténuation est de 60 dB.

L'atténuation sera donc d'autant plus importante au-delà de 4 500 mètres.

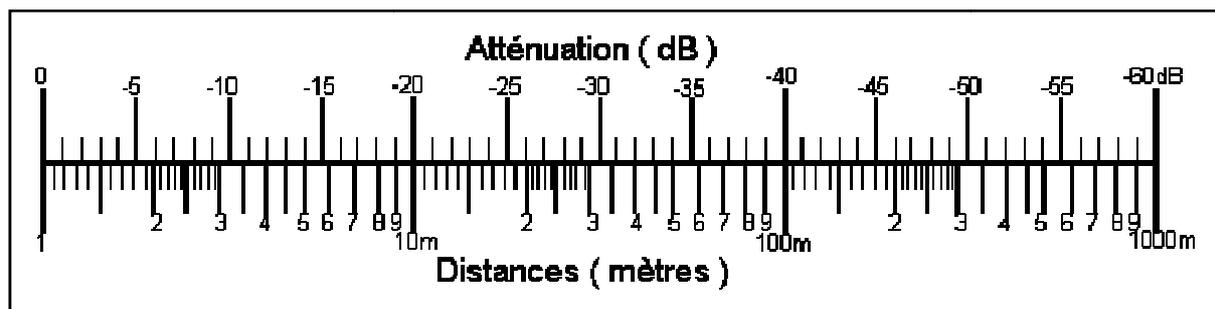


FIGURE 37: ATTENUATION DU BRUIT EN FONCTION DE LA DISTANCE (EN CHAMP LIBRE)

Au vu de l'atténuation acoustique due à l'éloignement des projets, l'étude des effets cumulés des installations n'apparaît pas nécessaire.

Hydrologie

Les trois projets mentionnés *supra* sont situés en amont de l'installation vis-à-vis du sens d'écoulement des nappes phréatiques ou de la rivière du Mât (Cf chapitre « Qualité de l'eau »).

Les trois projets ont un risque d'impact sur le milieu hydrologique modéré à fort. Cependant, de nombreux moyens de prévention ou de compensation seront mis en place.

De plus, le présent projet RVE ne devrait pas impacter le milieu hydrologique.

Il n'apparaît donc pas pertinent de prendre en compte ces effets.

Au vu des mesures compensatoires prises pour chacun des projets concernés, et d'après les distances séparant les sites, aucun effet cumulé n'est à prendre

10 Synthèse des impacts sur la santé

La synthèse des impacts générés par l'exploitation du site sur la santé des populations alentour est résumée dans le tableau immédiatement ci-après.

TABLEAU 40 : SYNTHESE DES IMPACTS SANITAIRES LIES A L'EXPLOITATION DU SITE

	Composés	Mesure(s) compensatoire(s)	Impact(s) sur la santé des populations	
Émissions atmosphériques	Poussières	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Démantèlement des écrans sur une table spécifique avec système d'aspiration avec filtres ▪ Broyeur à verre équipé d'un système de captation des poussières de verre avec filtre en feutre ▪ Produits dangereux non démantelés placés dans un bac étanche et fermé. ▪ Poudres des extincteurs transvasées dans un fût étanche par une machine spécifique ▪ Stockage des produits pouvant produire des poussières dans fûts étanches/hermétiques 	Les augmentations des teneurs en PM10 et métaux dans l'air ambiant sont locales et très limitées.	Faibles à modérés
	Gaz d'échappement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Améliorations technologiques des moteurs et des systèmes d'épurations des gaz d'échappement ▪ Entretien régulier des camions et passage au contrôle technique règlementaire 	Par ailleurs les quotients de dangers et les excès de risques individuels sont inférieurs aux valeurs seuils.	Faibles à modérés (localement)
Émissions sonores	Bruit	Les effets des émissions sonores sont étudiés en détail dans l'étude acoustique.		
Émissions aqueuses	Au regard des mesures de prévention et de protection, le rejet de matière dans l'environnement (accidentel ou chronique) est peu probable. Aussi aucun risque sanitaire lié aux rejets aqueux n'a été identifié.			Très faibles à faibles

11 Conclusion

Ce document présente l'étude de l'impact sur la santé à l'égard des émissions provenant du centre de réception, tri et valorisation des déchets exploité par la société **R**éunion **V**alorisation **E**nvironnement [RVE], sur le territoire de la commune de Saint-André de La Réunion.

Au regard des moyens prévus pour le traitement des effluents aqueux, seuls les rejets atmosphériques ont été considérés pour l'étude des impacts.

L'impact sur la santé des populations a été déterminé à l'aide d'une simulation numérique de la dispersion atmosphérique des rejets.

L'impact des émissions sur la santé des populations a été réalisé selon la méthode suivante :

- 1) Identification et caractérisation les sources d'émissions de l'installation ;
- 2) Définition des données météorologiques de la zone ;
- 3) Simulations de la dispersion de rejet dans l'environnement à l'aide d'un modèle numérique ;
- 4) Exploitation des résultats.

Dans une première analyse, les résultats des simulations numériques ont été comparés avec les seuils réglementaires définis par le *Décret N°2010-1250 du 21 octobre 2010*.

D'après les résultats, toutes les substances modélisées respectent les valeurs limites.

Ensuite, afin de considérer tous les effets potentiels des rejets de l'installation, une **É**valuation **Q**uantitative des **R**isques **S**anitaires [EQRS] a été réalisée. Cette méthode utilisée par l'INERIS et l'InVS consiste à juger de l'impact sanitaire via le calcul d'indicateurs sanitaires (Quotient de Danger et Excès de Risque Individuel).

Ainsi, il a été successivement présenté :

- L'Identification des dangers liés aux substances « traceurs » retenues ;
- L'Identification et la sélection des VTR ;
- La caractérisation des risques sanitaires pour la voie inhalation pour différents scénarios d'exposition ;
- L'identification des facteurs d'incertitude liés à l'évaluation menée.

En définitive et pour les scénarios d'expositions examinées, les risques sanitaires sont jugés acceptables.

En effet, les quotients de dangers (individuels et cumulés) sont tous inférieurs à 1.

De même, les excès de risques individuels et cumulés sont inférieurs au seuil de 10^{-5} .

Aucune nuisance n'est ainsi à prévoir durant l'exploitation du site.

Concernant les effets cumulés, aucun projet ne devrait engendrer de cumul des effets.

12 Références bibliographiques

[1]	CITEPA, 2014. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en Outre-mer – Format Outre-mer – Site internet : http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/outre-mer
[2]	Schéma Régional Climat Air Énergie de La Réunion, Novembre 2013 – Site internet : http://srcae.regionreunion.com
[3]	Programme de Surveillance de la Qualité de l’Air, Rapport définitif – Observatoire Réunionnais de l’Air - période 2011-2015
[4]	Bilan de la qualité de l’air sur la commune de Saint-Louis – Période de surveillance 2000 à 2013, Observatoire Réunionnais de l’Air, Document DE017H
[5]	Bilan de la qualité de l’air sur la commune de Sainte-Suzanne – Période de surveillance 2004 à 2013, Observatoire Réunionnais de l’Air, Document DE016I
[6]	Bilan de la qualité de l’air sur la commune de Sainte-Suzanne – Période de surveillance 2004 à 2014, Observatoire Réunionnais de l’Air, Document DE016J
[7]	ARS, 2015. Relevé de contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, commune de Saint-Pierre - La Réunion
[8]	Plan stratégique de santé de la Réunion et de Mayotte approuvé au Conseil de Surveillance du 21 avril 2011, ARS Océan Indien
[9]	Tableau de bord sur le cancer à la Réunion, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Novembre 2015
[10]	Tableau de bord sur l’asthme à La Réunion, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Mai 2013
[11]	Profils de santé des territoires de santé- Territoire de santé : Nord-Est, Observatoire Régionale de Santé de d’Océan Indien, Juillet 2013
[12]	INRS, ED6246 Prévention des expositions liées aux émissions des moteurs thermiques, 2016
[13]	INDUSTRIE & ENVIRONNEMENT À LA RÉUNION - édition 2015, DEAL

Annexes

Annexe N°1 : Critères nationaux de la qualité de l'air

En matière de qualité de l'air, trois niveaux de réglementation imbriqués peuvent être distingués (européen, national et local).

L'ensemble de ces réglementations a pour finalité principale :

- L'évaluation de l'exposition de la population et de la végétation à la pollution atmosphérique.
- L'évaluation des actions entreprises par les différentes autorités dans le but de limiter cette pollution.
- L'information sur la qualité de l'air.

Les directives européennes sont transposées dans la réglementation française.

Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3 disponibles sur le site Legifrance). Le *Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010* transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008.

Les principales valeurs mentionnées dans la réglementation française sont synthétisées dans les tableaux qui vont suivre.

TABLEAU 41 : VALEURS LIMITES REGLEMENTAIRES POUR LA QUALITE DE L'AIR

	SO ₂		NO ₂		NOx	PM10		Benzène	Ozone
	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale	Moyenne annuelle	Moyenne horaire maximale
Normes en vigueur [: µg/m³]									
<i>Valeurs limites</i>	350 à ne pas dépasser + de 24 heures par an		200 à ne pas dépasser + de 18 heures par an	40		40		5	
<i>Objectifs de qualité</i>		50		40		30		2	6 000 pour la protection de la végétation 120 pour la protection de la santé
<i>Seuil de recommandation et d'information</i>	300		200				50		180
<i>Seuils d'alerte</i>	500 sur 3 heures consécutives		400 sur 3 heures consécutives 200 si dépassement de ce seuil la veille et risque de dépassement le lendemain				80		240
<i>Niveau critique</i>		20			30				

	PM2,5	HAP [benzo(a)pyrène]	CO	Plomb	Arsenic	Cadmium	Nickel
	Moyenne horaire maximale Moyenne annuelle [µG/M ³]	Moyenne annuelle [nG/M ³]	Maximum journalier [mG/M ³]	Moyenne annuelle [µG/M ³]	Moyenne annuelle [nG/M ³]	Moyenne annuelle [nG/M ³]	Moyenne annuelle [nG/M ³]
N o r m e s e n v i g u e u r							
<i>Valeurs limites</i>	25		10	0,5			
<i>Objectifs de qualité</i>	10			0,25			
<i>Seuil de recommandation et d'information</i>							
<i>Seuils d'alerte</i>							
<i>Niveau critique</i>							
<i>Valeur Cible</i>	20	1			6	5	20

Annexe N°2 : Extraits du rapport des contrôles des émissions particulières dans les gaz – Conduit ATELIER ECRAN – 7 décembre 2016

2016 1207 RVE Hotté Poudres



CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

RAPPORT D'INTERVENTION

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

	Limites imposées	Valeurs moyennes	
CONDUIT DE CHEMINEE A SORTIE HORIZONTALE			
Diamètre dans plan de mesure a		0,150	m
Hauteur de l'axe du conduit		8,00	m environ
CONDITIONS DE MARCHE DE L'INSTALLATION			
Vitesse d'éjection des gaz		15,29	m/s
Débit réel des gaz		972,7	m ³ /h
Débit Normé		870,0	N m ³ /h
Température		34,1	°C
Humidité		5,5	% Volume
EMISSION DE POUSSIÈRES DANS LES GAZ (NFx 44 052)			
Nombre de points de prélèvement :		4	Points
Durée des prélèvements :		100	minutes
Sur gaz secs :	< 1	0,47	mg / N m ³
		0,383	g / heure
METAUX SOUS FORME SOLIDE SUR SEC			
Cadmium Cd		< 0,00007	Débits horaires
Mercure Hg		< 0,00004	< 0,059 mg/heure
Thallium Tl		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
	Cd + Hg + Tl	< 0,00015	< 0,126 mg/heure
Arsenic As		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
Sélénium Se		< 0,00072	< 0,592 mg/heure
Tellure Te		< 0,00004	< 0,037 mg/heure
	As + Se + Te	< 0,00081	< 0,666 mg/heure
Plomb Pb		0,00122	1,01 mg/heure
Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn		0,00607	4,99 mg/heure
Fer Fe		0,05207	43 mg/heure

N m³ : m³ ramené à 1013 mbar et 0°C

le 20 janvier 2017

Le responsable " Pollution de l'air "

Pierre GERARD

P.G. Contrôle - S.A.R.L.
19 rue Capriche - A
Rov. des Champs (Saint-Denis)
97431 - Martinique
Tél : 596 315 115 - Fax : 596 315 116

PG CONTRÔLE

SIEGE SOCIAL : 17, allée des Cocotiers-97 426 Les Trois Bassins

SIRET: 383 739 315 00034 - Code APE: 7120B - R.C.S. ST-DENIS: 91 B 630 - TVA : FR33 383 739 315 00034

1/5

2016 1207 RVE Atelier Ecran



CONTROLE DES EMISSIONS PARTICULAIRES DANS LES GAZ

CALCULS REJETS DE METAUX

REUNION VALORISATION ENVIRONNEMENT

5 chemin Grand-Canal - Z.A.C. Grand-Canal - 97 440 SAINT-ANDRE

CONDUIT ATELIER ECRAN

le 7 décembre 2016

Emission de métaux sous forme solide			
Piégeage sur filtre : RVE 1712 01 et RVE 1712 00 (BLANC)			
Rapport SGS : EV17-00300.002 et Rapport SGS : EV17-00300.001			
	dans l'échantillon	Filtre vierge (Blanc)	à l'émission
Cadmium Cd	< 0,40 µg	< 0,40 µg	< 0,00007 mg/Nm ³
Mercure Hg	< 0,20 µg	< 0,20 µg	< 0,00003 mg/Nm ³
Thallium Tl	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		Cd + Hg + Tl	< 0,00014 mg/Nm³
Arsenic As	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Sélénium Se	< 4,00 µg	< 4,00 µg	< 0,00068 mg/Nm ³
Tellure Te	< 0,25 µg	< 0,25 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
		As + Se + Te	< 0,00077 mg/Nm³
Plomb Pb	18,60 µg	11,80 µg	0,00116 mg/Nm ³
Antimoine Sb	< 0,25 µg	< 2,50 µg	< 0,00004 mg/Nm ³
Chrome Cr	16,60 µg	15,90 µg	0,00282 mg/Nm ³
Cobalt Co	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Cuivre Cu	6,20 µg	< 2,50 µg	0,00105 mg/Nm ³
Etain Sn	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Manganèse Mn	5,60 µg	4,90 µg	0,00012 mg/Nm ³
Nickel Ni	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Vanadium V	< 2,50 µg	< 2,50 µg	< 0,00043 mg/Nm ³
Zinc Zn	17 005 µg	17 865 µg	-0,14628 mg/Nm ³
	Sb + Cr + Co + Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	Cu + Sn + Mn + Ni + V + Zn	< 0,00574 mg/Nm³
Fer Fe	454,0 µg	164,7 µg	0,04921 mg/Nm ³
Baryum Ba	24 230 µg	23 065 µg	0,19816 mg/Nm ³
Aluminium Al	16 440 µg	17 315 µg	-0,14884 mg/Nm ³

Les teneurs en Zinc, Baryum et Aluminium sont importantes dans les 2 filtres, les différences (positives ou négatives) sont inférieures à la précision des analyses, donc ces éléments font partie de la composition des filtres.

PG CONTRÔLE

SIEGE SOCIAL : 17, allée des Cooottiers 97 426 Les Trois Bassins

SIRET: 383 739 315 00034 - Code APE: 7120B - R.C.S. ST-DENIS: 91 B 630 - TVA : FR33 383 739 315 00034

5/5

Annexe N°3 – Paramètres utilisés dans Modul'ERS

	Masse molaire	Pression de vapeur	Fraction en phase gazeuse Fv	Solubilité	Température de fusion
	[g/mole]	[atm]	[-]	[mg/m ³]	[K]
Antimoine	124,8	9,00E-01	0,009	2,30E+07	903,2
Arsenic	78,0	3,30E-12	0,006	1,50E+09	1093,2
Baryum	139,4	5,60E-12	0,009	5,48E+07	1003,2
Benzène	78,1	1,20E-01	1	1395000	278,7
Cadmium	112,4	5,40E-12	0,009	1,03E+09	593,2
Chrome VI	52,0	5,60E-12	1	5,72E+08	2173,2
Cobalt	58,9	5,09E-12	0,009	3,44	1766,0
Manganèse	54,9	5,58E-12	0,009	8,72E+07	1356,2
Mercure	200,6	2,60E-06	1	6,90E+07	234,2
Nickel	58,7	5,60E-12	0,009	1,11E+08	1773,2
Plomb	209,2	4,00E-12	0,007	2,82E+08	603,2
Sélénium	79,0	1,90E-13	1	1,89E+09	493,2
Vanadium	50,9	5,58E-12	0,009	4480000	2183,0
Zinc	65,4	5,10E-12	0,008	3,44E+09	693,2

	Coefficient de biotransfert dans les produits animaux			
	BTvolaille	BCF	BToeuf	BCF
	[jour/kg]	[kg/kg]	[jour/kg]	[kg/kg]
Antimoine	2,00E-04		2,00E-04	
Arsenic		2,00E-02	2,00E-01	
Baryum	3,00E-05		3,00E-05	
Benzène		1,00E-04	1,40E-03	
Cadmium		2,00E-02		9,00E-02
Chrome VI		4,00E-03	1,00E-03	
Cobalt	8,30E-03		8,30E-03	
Manganèse	0,00E+00		0,00E+00	
Mercure		3,00E-03		0,4
Nickel		7,00E-02	2,70E-01	
Plomb	2		2,00E+00	
Sélénium	2	4,00E-01		1
Vanadium		2,00E-01		0,2
Zinc	0,0088		8,80E-03	

	Facteur de bioconcentration de l'air vers les parties aériennes		
	Bvlégumes-feuilles	Bvlégumes-fruits	Bvfruits
	[m ³ /kg _{veg frais}]	[m ³ /kg _{veg frais}]	[m ³ /kg _{veg frais}]
Antimoine	0	0	0
Arsenic	0	0	0
Baryum	0	0	0
Benzène	1,70E-03	1,70E-03	1,70E-03
Cadmium	0	0	0
Chrome VI	0	0	0
Cobalt	0	0	0
Manganèse	0	0	0
Mercure	1800	1800	1800
Nickel	0	0	0
Plomb	0	0	0
Sélénium	0	0	0
Vanadium	0	0	0
Zinc	0	0	0

	Facteur de bioconcentration du sol vers les plantes				
	Brlégumes-feuilles	Brlégumes-fruits	Brfruits	Brlégumes-racines	Brturbercules
	[mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) ⁻¹]				
Antimoine	3,19E-02	3,19-e2	3,19-e2	3,00E-02	3,00E-02
Arsenic	6,30E-03	6,30E-03	6,30E-03	8,00E-03	8,00E-03
Baryum	4,88E-02	1,50E-02	1,50E-02	1,50E-02	1,50E-02
Benzène	2,37E+00	2,37E+00	2,37E+00	8,01E+01	8,01E+01
Cadmium	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	6,40E-02	6,40E-02
Chrome VI	4,90E-03	4,90E-03	4,90E-03	4,50E-03	4,50E-03
Cobalt	1,03E-02	7,00E-03	7,00E-03	7,00E-03	7,00E-03
Manganèse	7,54E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02	5,00E-02
Mercure	1,50E-01	2,00E-01	2,00E-01	3,60E-01	3,60E-01
Nickel	5,30E-02	6,00E-02	6,00E-02	8,00E-03	8,00E-03
Plomb	1,61E-01	2,00E-01	2,00E-01	9,00E-03	9,00E-03
Sélénium	2,28E-02	2,50E-02	2,50E-02	2,20E-02	2,20E-02
Vanadium	3,00E-03	3,00E-03	3,00E-03	3,00E-03	3,00E-03
Zinc	7,38E-01	9,00E-01	9,00E-01	9,00E-01	9,00E-01

Contact

Technisim Consultants
2 rue Saint Théodore
69003 Lyon

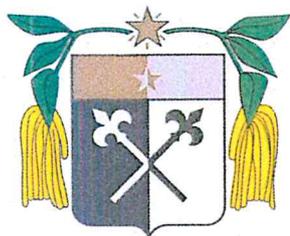
T : 04 72 33 91 67

E : technisim@wanadoo.fr

ANNEXE 3 - Pièce 6

Courriers envoyés à la Mairie de Saint-André et aux propriétaires lors de la première demande d'autorisation

- 3 NOV. 2009



LE MAIRE

COMMUNE DE SAINT-ANDRÉ
ADMINISTRATION MUNICIPALE

MONSIEUR LE DIRECTEUR
RÉUNION VALORISATION ET ENVIRONNEMENT
5 ZAC Grand Canal
97440 Saint André

Affaire suivie par Patrick AMOURDOM, Responsable Environnement - Mairie de Saint-André

N/Réf : SE-~~7103~~2009-PA/LD

V/Réf : PS/0901003

OBJET : votre courrier Dossier ICPE

Monsieur le Directeur,

Par courrier dont les références sont citées ci-dessus, vous m'informiez de votre démarche de réalisation d'un dossier ICPE. Par contact téléphonique le 5 octobre 2009 avec mon Service Environnement, vous avez précisé qu'il s'agit d'une extension d'activité de votre usine concernant les parcelles cadastrées AX331 et AX332.

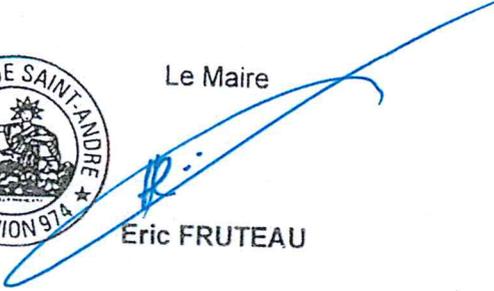
J'ai bien pris connaissance que votre activité concerne la valorisation et le recyclage des DEEE (Déchets d'équipements Électriques et Électroniques). Je vous informe que mon Conseil Municipal délibérera sur ce projet au moment de l'enquête publique réglementaire.

Toutefois, je vous demande d'ores et déjà d'intégrer dans votre dossier la remise en état des terrains en cas de cessation de l'activité sur les parcelles citées plus haut.

Vous souhaitant bonne continuation, veuillez agréer, **Monsieur le Directeur**, l'expression de mes sincères salutations



Le Maire


Eric FRUTEAU

Avenant au bail commercial

Entre

Réunion Valorisation et Environnement

Chemin Grand Canal,

5 ZAC Grand Canal 97440 Saint André, représenté par **M. PAUL SOUBAYA**

Le preneur, d'une part

Et

Monsieur Ringanadepoullé Clément, demeurant, au 3 Ruelle Carrière 97441 Sainte Suzanne

Le bailleur, d'autre part

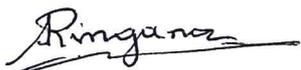
Il a été convenu ce qui suit :

Le bailleur autorise, par la présente, l'exploitation du site 5 ZAC Grand Canal à Saint-André, parcelles AX 332 pour l'activité de démantèlement et désassemblage des DEEE.

Lors de la cessation d'activité de son établissement, **le preneur** doit mettre en place les actions suivantes :

- Evacuation de la totalité des déchets selon les filières agréées, conformément à la réglementation ;
- Enlèvement de la totalité des équipements présents sur le site.
- Nettoyage du terrain
- Conservation du mur périphérique et fermeture du site par un portail cadenassé.

LE BAILLEUR



LE PRENEUR

R.V.E SARL
Réunion Valorisation Environnement
5 ZAC Grand Canal
97440 Saint André
Tél : 0262 306 603 - Fax : 0262 58 77 81
Siret : 488 627 885 0009 - APE : 3822Z

Entre

Réunion Valorisation et Environnement

Chemin Grand Canal,

5 ZAC Grand Canal 97440 Saint André, représenté par **M. PAUL SOUBAYA**

Le preneur, d'une part

Et

Monsieur Guy SOUBAYA-CAMATCHY-ARIGUELOU, demurant, au 2 allée des Songes 97441 Sainte Suzanne

Le bailleur, d'autre part

Il a été convenu ce qui suit :

Le bailleur autorise, par la présente, l'exploitation du site 5 ZAC Grand Canal à Saint-André, parcelles AX 332 pour l'activité de démantèlement et désassemblage des DEEE.

Lors de la cessation d'activité de son établissement, le preneur doit mettre en place les actions suivantes :

- Evacuation de la totalité des déchets selon les filières agréées, conformément à la réglementation ;
- Enlèvement de la totalité des équipements présents à l'intérieur du bâtiment : presse, broyeurs ;
- Nettoyage du terrain
- Conservation du mur périphérique et fermeture du site par un portail cadenassé.

Le Bailleur

Guy SOUBAYA

Lundi 29 Mars 2010.

[Signature]
Guy SOUBAYA,

Pour RVE

Paul SOUBAYA

R.V.E SARL

Réunion Valorisation Environnement
5 ZAC Grand Canal
97440 Saint André

Tél : 0262 308 805 - Fax : 0262 58 77 81
Siret : 499 827 885 09010 - APE : 3822Z

ANNEXE 3 - Pièce 7

Analyse du risque foudre et étude technique sur le site
du Siège-Fénelon-Servant par la société RG Consultant
(2017)

Analyse du risque foudre sur le site du Siège-Fénelon-Servant

ANALYSE DU RISQUE Foudre SELON NF EN 62305-2

RVE
SIEGE-FENELON-SERVANT
St ANDRE – LA REUNION (97)



RVE
SIEGE-FENELON-SERVANT
St ANDRE – LA REUNION (97)

Référence document

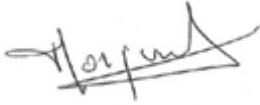
RGC 23 208

RESUME :

Ce document représente l'Analyse du Risque Foudre du site de valorisation de déchets : **SIEGE-FENELON-SERVANT** de la société **RVE**, situé à **ST ANDRE** sur l'île de la **REUNION (97)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **RVE** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

Cette première étape est un des préalables pour rendre l'installation ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et de sa circulaire d'application du 24 avril 2008.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Régis MORJARET Date : 07/08/2017 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Date : 10/08/2017 Visa 	A

DIFFUSION :

<p>RVE Réunion Valorisation Environnement A L'attention de Madame PAVERDY Chemin Grand Canal 97440 St ANDRE Tél. : +332 62 30 66 03 Fax : +332 62 58 77 81 Email : rve.qse@orange.fr</p>	<p>RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com</p>	<p>RG CONSULTANT 25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com</p>
--	---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 23208	07/08/2017	Analyse du Risque Foudre

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR RVE

INTITULE	N°/ Fournis
Etude de dangers/impact	Oui
Dossier ICPE	Non
Plan de masse	Oui
Plan de coupe	Non

L'ARF ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par RVE, commanditaire de cette étude. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
2. PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
2.1 GENERALITES	6
2.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	7
2.3 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	7
2.4 PROTECTION INCENDIE	7
2.5 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS	7
2.6 CHEMINEMENTS DES RESEAUX COURANTS FORTS ET FAIBLES.....	7
2.7 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	7
3. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	8
3.1 TEXTES RÈGLEMENTAIRES	8
3.2 NORMES DE REFERENCES	8
4. MÉTHODOLOGIE.....	9
4.1 PRESENTATION GENERALE	9
4.2 LIMITE DE L’A.R.F	10
4.3 PRINCIPE DE L’ANALYSE PROBABILISTE : CALCUL DE R1	10
5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTES	13
5.1 SITUATIONS RÈGLEMENTAIRES.....	13
5.2 POTENTIELS DE DANGER.....	14
5.3 ZONES A RISQUES D’EXPLOSION	14
5.4 ÉVÈNEMENTS INITIATEURS.....	15
5.5 ÉQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE	16
5.6 INSTALLATIONS A PRENDRE EN COMPTE DANS L’ANALYSE DE RISQUE Foudre.....	16
6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre.....	17
6.1 DONNEES GENERALES.....	17
6.2 ATELIERS.....	18
6.2.1 <i>Données et caractéristiques de la structure.....</i>	<i>18</i>
6.2.2 <i>Données et caractéristiques des services</i>	<i>19</i>
6.2.3 <i>Données et caractéristiques de la zone.....</i>	<i>21</i>
6.2.4 <i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i>	<i>23</i>
6.3 HORS FROID.....	26
6.3.1 <i>Données et caractéristiques de la structure.....</i>	<i>26</i>
6.3.2 <i>Données et caractéristiques des services</i>	<i>27</i>
6.3.3 <i>Données et caractéristiques de la zone.....</i>	<i>29</i>
6.3.4 <i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i>	<i>31</i>
6.4 FENELON.....	34
6.4.1 <i>Données et caractéristiques de la structure.....</i>	<i>34</i>
6.4.2 <i>Données et caractéristiques des services</i>	<i>35</i>
6.4.3 <i>Données et caractéristiques de la zone.....</i>	<i>37</i>
6.4.4 <i>Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)</i>	<i>39</i>
6.5 SERVANT.....	40
6.5.1 <i>Données et caractéristiques de la structure.....</i>	<i>40</i>
6.5.2 <i>Données et caractéristiques des services</i>	<i>41</i>
6.5.3 <i>Données et caractéristiques de la zone.....</i>	<i>43</i>

6.5.4 *Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)* 45

7. **SYNTHESE** 46

ANNEXES

Annexe 1 : Analyse du risque foudre NF EN 62 305-2

Annexe 2 : Liste des paramètres

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le site **RVE** exploité sur la commune de **ST ANDRE** dans le département de la **REUNION (97)** est soumis à Autorisation au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et souhaite appliquer l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application en réalisant une Analyse de Risque Foudre.

Le but de cette analyse est d'identifier si une protection externe ou interne contre la foudre est nécessaire ou pas. Si une protection s'impose, il s'agit de ramener le risque calculé en-dessous d'un niveau maximum tolérable par la mise en œuvre de mesures de protection et de prévention.

Ce document présente les résultats de cette Analyse de Risque Foudre (ARF) conforme à la norme NF EN 62305-2.

L'Étude Technique ultérieure permettra de définir précisément les solutions de protection contre la foudre (effets directs et indirects ainsi que dispositif de prévention).

2. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU SITE

2.1 Généralités



Plan n°1 : Vue Google Earth

Le SIEGE est composé des zones:

- Hors Froid,
- Ateliers,
- FENELON,
- SERVANT.

2.2 Caractéristiques des courants forts

Le site est alimenté par une ligne souterraine issue du réseau ERDF vers un poste HT/BT en local technique.

Le régime de neutre du site est TT.

2.3 Caractéristiques des courants faibles

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne RTC souterraine de nature inconnue vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

- Ligne report d'alarme intrusion vers société de télésurveillance.

2.4 Protection incendie

Le site est doté des moyens de protection et de prévention suivants :

- Extincteurs,
- Une borne incendie située à l'entrée sud-est de la partie SIEGE.

2.5 Mise à la terre des installations

Aucune mise à la terre à fond de fouille n'est visible sur site.

2.6 Cheminements des réseaux courants forts et faibles

Zone	Lignes connectées			
	Longueur (m)	Nom	Relié à	Type
Ateliers PAM	100	Alimentation BT	Transformateur	Souterrain
	1 000	Courants faibles	Liaison ORANGE	Souterrain
Plateforme hors froid	15	Alimentation BT	Ateliers PAM	Souterrain
Zone FENELON	20	Alimentation BT	Ateliers PAM	Souterrain
Zone SERVANT	40	Alimentation BT	Ateliers PAM	Souterrain

Lorsque la longueur d'une section de service est inconnue, on estime que $L_c = 1000$ m.

2.7 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom
SIEGE	Canalisation d'eau de ville de nature indéterminée

Source : expertise sur site.

3. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

3.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par **l'arrêté du 11 mai 2015** relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010.

3.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

4. MÉTHODOLOGIE

4.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Analyse du Risque Foudre doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application et comme décrit dans la norme NF EN 62 305-2.

La norme NF EN 62305-2 « Protection contre la foudre – Partie 2 : Évaluation du risque » distingue trois types essentiels de dommages pouvant apparaître à la suite d'un coup de foudre :

- D1: blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas ;
- D2: dommages physiques (incendies, explosions, destructions mécaniques, émanations - chimiques) dus au courant de foudre, y compris les étincelles dangereuses ;
- D3: défaillances des réseaux internes dues à l'impulsion électromagnétique de foudre.

Chaque type de dommage peut entraîner des pertes différentes dans la structure à protéger. Les types de perte dépendent des caractéristiques de la structure et de son contenu. 4 types de pertes sont pris en considération :

	Type de pertes		Risques tolérables (Rt)
R1	Perte de vie humaine	<	0,00001
R2	Perte de service public	<	0,001
R3	Perte d'héritage culturel	<	0,001
R4	Perte de valeurs économiques	<	0,001

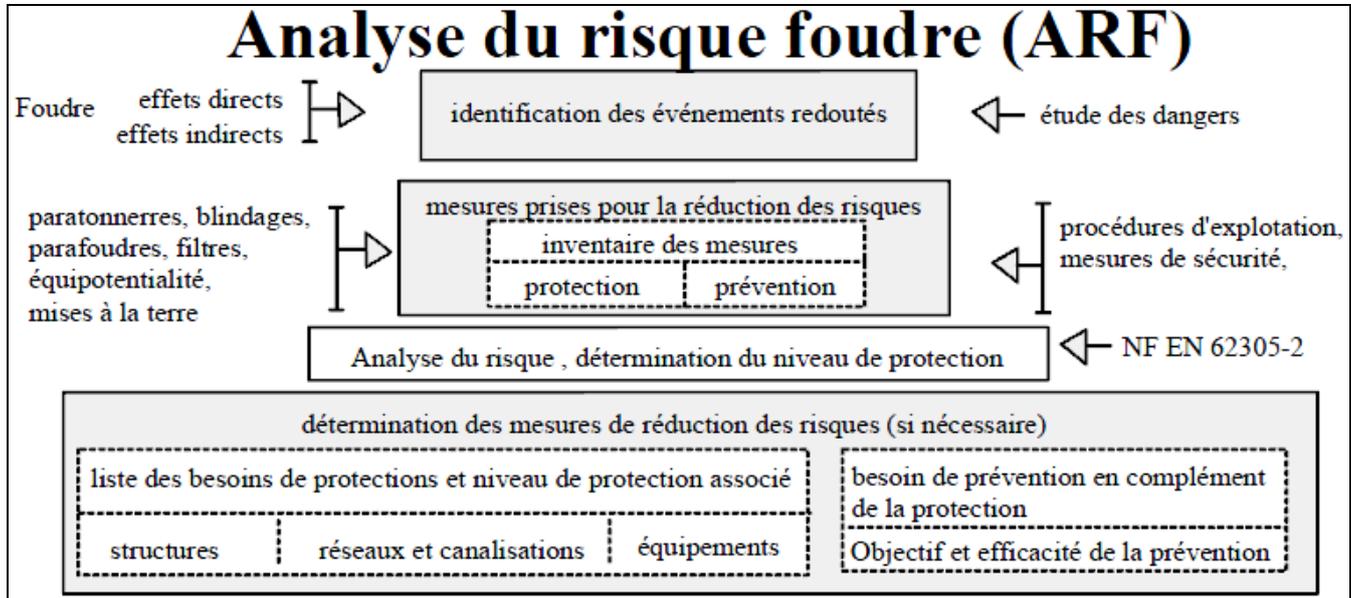
L'Analyse du Risque Foudre identifie :

- les installations qui nécessitent une protection ainsi que le niveau de protection associé ;
- les liaisons entrantes ou sortantes des structures (réseaux d'énergie, réseaux de communications, canalisations) qui nécessitent une protection ;
- la liste des équipements ou des fonctions à protéger ;
- le besoin de prévention visant à limiter la durée des situations dangereuses et l'efficacité du système de détection d'orage éventuel.

L'Analyse du Risque Foudre n'indique pas de solution technique (type de protection directe ou indirecte). La définition de la protection à mettre en place (paratonnerre, cage maillée, nombre et type de parafoudres) et les vérifications du système de protection existant sont du ressort de l'étude technique.

L'Analyse du Risque Foudre ne permet pas au responsable de l'installation de faire installer un système de protection contre la foudre car les mesures de prévention et les dispositifs de protection ne sont pas encore définis lors de cette étape.

L'Analyse du risque foudre objet de ce document se conformera au plan suivant :



4.2 Limite de l'A.R.F

Dans le cadre réglementaire de l'arrêté, seul le risque R1 (perte de vie humaine) au sens de la norme NF EN 62305-2 est étudié.

En effet :

- Le risque R2 est lié à la perte inacceptable de service public ; or aucun service public n'est touché par la dégradation éventuelle des installations concernées,
- Le risque R3 est lié à la perte d'éléments irremplaçables du patrimoine culturel ; il est habituellement évalué dans le cas de musées, d'églises ou de monuments historiques ; son intérêt n'est pas à retenir ici,
- Le risque R4 est lié à la perte économique ; il n'est pas pris en compte dans le cadre de cette analyse.

4.3 Principe de l'analyse probabiliste : Calcul de R1

- Détail du calcul

Le risque total calculé R1 est la somme des composantes des risques partiels : R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W, R_Z appropriés, voir explication ci-dessous.

$$\begin{array}{ccccccc}
 R1 & = & R_A + R_B + R_C^* & + & R_M^* & + & R_U + R_V + R_W^* & + & R_Z^* \\
 & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
 & & \text{Impact sur la structure} & & \text{Impact sur le service} & & \text{Impact à proximité du service} & & \text{Impact à proximité de la structure}
 \end{array}$$

(*) : Uniquement pour les structures présentant un risque d'explosion et pour les hôpitaux et autres structures dans lesquelles des défaillances de réseaux internes peuvent mettre en danger immédiat la vie humaine.

Chaque composante de risque R_A , R_B , R_C , R_M , R_U , R_V , R_W et R_Z , peut être exprimée par l'équation générale suivante :

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

Où

N désigne le nombre annuel d'évènements dangereux ou de coups de foudre

P est la probabilité de dommages dus à l'un de ces coups provoquant ces dommages

L est un coefficient de pertes prenant en compte le type de dommage

Les huit composantes sont définies comme suit :

Source de dommage	Nature du risque	
Impact sur la structure (S1)	R_A	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et de pas
	R_B	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R_C	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité de la structure (S2)	R_M	Défaillances des réseaux internes
Impact sur un service connecté à la structure (S3)	R_U	Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact à l'intérieur
	R_V	Dommages physiques (incendie ou explosion)
	R_W	Défaillances des réseaux internes
Impact à proximité d'un service connecté à la structure (S4)	R_Z	Défaillances des réseaux internes

- Acceptabilité du risque

La norme NF EN 62305-2 fixe la limite supérieure du risque tolérable (R_T) à 10^{-5} . Le risque de dommages causés par la foudre est calculé et comparé à cette valeur.

Lorsque la valeur est supérieure au risque acceptable des solutions de protection et/ou de prévention sont introduites dans les calculs pour réduire le risque à une valeur inférieure ou égale à la valeur limite tolérable.

Si $R_1 > R_T$

→ Il faut prévoir des mesures de protection pour réduire R_c afin qu'il soit $\leq R_T$.

Si $R_1 \leq R_T$

→ Une protection contre la foudre n'est pas nécessaire.

Pour les besoins de la présente norme, 4 niveaux de protection (I, II, III, IV), correspondant aux paramètres minimum et maximum du courant de foudre, ont été définis pour une protection efficace dans, respectivement, 98 %, 95 %, 88 % et 81 % des cas.

- Mesures de réduction des risques

Les mesures de protection pour réduire les risques sont les suivantes :

Type de dommages	Mesures
Blessures d'êtres vivants dues aux tensions de contact et aux tensions de pas (D1)	- Isolation appropriée des éléments conducteurs exposés - Equipotentialité par un réseau de terre maillé - Restrictions physiques et panneaux d'avertissement
Dommages physiques (D2)	- Système de protection contre la foudre (SPF : IEPF-IIPF)
Défaillances des réseaux internes (D3)	- Ecrantage du câblage - Ecran magnétique - Cheminement des réseaux - Parafoudres associés ou coordonnés - Equipotentialité et mise à la terre

5. NATURES DES ÉVÈNEMENTS REDOUTÉS

5.1 Situations réglementaires

Les activités Classées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié sont les suivantes :

Partie	N° nomenclature	Libellé de la rubrique	Classement
Siège	2711-1	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	Autorisation
	2790-1-b	Installations de traitement de déchets dangereux ou de déchets contenant des substances ou mélanges dangereux.	Autorisation
	2560-2	Travail mécanique des métaux et alliages.	Déclaration
Fénelon	2711-2	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	-
Servant	2711-2	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	Déclaration
Siège-Fénelon-Servant	2714-2	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux de papiers/cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois	Déclaration
	2715	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux de verre	Déclaration
	2716-2	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux non inerte	Déclaration
	2718-1	Transit, regroupement ou tri de déchet dangereux	Autorisation-
	2791-1	Installation de traitement de déchets non dangereux	Autorisation

Certaines de ces rubriques sont visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié. Les installations qui les concernent sont donc soumises au respect des prescriptions de cet arrêté ministériel.

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

Elle conduit à déterminer les niveaux de protection à mettre en place, afin de les rendre acceptables d'une part, pour la qualité de l'environnement, la sécurité des personnes, la sûreté des installations dans un cadre réglementaire et d'autre part, pour la continuité de l'exploitation dans un cadre volontaire.

5.2 Potentiels de danger

Nous estimons qu'en raison de la nature du site, les évènements majorants redoutés sont les suivants :

- Un incendie principalement au niveau des installations de stockage.

5.3 Zones à risques d'explosion

D'après les informations obtenues auprès du client, nous savons que des risques peuvent être présents au niveau des locaux de charges mais que ces zones ne sont pas ATEX 0 ou 20. Par conséquent, le risque d'explosion n'a pas été retenu dans l'Analyse de Risque Foudre.

5.4 Evénements initiateurs

La foudre est un phénomène violent et fortement énergétique à son point d'impact.

Elle peut soit :

- **Faire exploser ou enflammer** des produits inflammables,
- **Perforer ou échauffer** des matériaux conducteurs,
- **Faire exploser** (par vaporisation de l'eau contenue) des matériaux diélectriques.

Inflammation ou explosion d'un nuage gaz
<p>Ce cas peut arriver par impact direct dans un volume de vapeur ou de gaz. La température de l'arc (30 000°) est très nettement supérieure aux températures d'inflammation et d'explosion. Il est aggravant dans toutes les zones explosibles externes.</p>
Réalisation de points chauds à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques
<p>Ce cas peut arriver à l'attachement du canal de foudre sur les structures métalliques. A cet endroit (sur quelques cm²) la température est telle qu'elle entraîne une fusion du métal en présence. La durée d'activation est courte, quelques secondes. Il est aggravant si le point chaud fait tomber des particules en fusion vers des zones explosibles ou inflammables. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm, et à proximité des zones explosibles ou inflammables.</p>
Étincelage résultant de différences de potentiel d'éléments de structure entre eux
<p>Ce cas peut intervenir si les structures d'écoulement du courant de foudre capté et les structures métalliques proches qui sont au potentiel de la terre, sont à une distance inférieure à la distance de sécurité. Il est aggravant s'il intervient dans toute zone explosible ou inflammable, ou s'il détruit un équipement de sécurité. Il est aggravant pour les joints isolants de canalisations.</p>
Percement de conteneur ou de canalisation
<p>Ce cas peut intervenir sur impact direct d'une canalisation métallique ou d'une cuve dont l'épaisseur n'est pas suffisante pour résister à la fusion. Il est aggravant pour tous les réservoirs ou les canalisations dont l'épaisseur est inférieure à 5 mm.</p>
Incendie ou destruction des structures d'un bâtiment
<p>Ce cas peut se produire par explosion à l'impact des matériaux non conducteurs utilisés dans la structure ou par incendie des matériaux constitutifs sur courant de suite. Il est aggravant dans le cas de structures entièrement construites avec des pierres, du bois avec un risque pour le personnel interne.</p>
Coup direct sur des éléments externes aux structures de bâtiment
<p>Ce cas concerne les lampadaires, les sirènes, les cheminées, les événements, les capteurs disposés en hauteur... Il est aggravant si ces équipements contribuent à la sécurité du site, si la collecte du courant de foudre vient à détruire un équipement IPS ou conduire à un étincelage en zone explosible ou inflammable.</p>
Surtensions électriques par effets directs ou indirects
<p>Ce cas peut intervenir en cas de circuits électriques exposés comme les lignes aériennes ou ceux présentant des boucles importantes de capture du champ électromagnétique rayonné par la foudre. Il peut intervenir également en cas de différences de potentiel de terre sur un impact de foudre proche. Il est aggravant pour les équipements qui contribuent à la sécurité du site. Il l'est surtout dans le cas de claquages ou courts-circuits qui interviendraient dans une zone explosible.</p>
Effets sur les personnes
<p>Ce cas peut intervenir en cas de coup direct ou de tension de pas ou de toucher, d'une personne exposée au voisinage d'une structure impactée. Ce cas n'est pas lié aux effets sur l'environnement mais à ceux liés à un impact direct à proximité. Il est dans tous les cas aggravant.</p>

Tableau n° 1 : Interaction foudre/équipements

5.5 Équipements Importants pour la Sécurité

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Centrale d'alarme incendie	Oui
Extincteurs	Non

Source : Selon expertise et infos clients.

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

5.6 Installations à prendre en compte dans l'analyse de risque foudre

En fonction de leurs tailles et de leurs caractéristiques, les structures sont traitées de façon statistique ou de façon déterministe. L'approche déterministe est pertinente pour les structures ouvertes ou de petites dimensions ou pour les structures métalliques (par exemple tuyauteries).

Bâtiments / Installations	Traitement statistiques selon la norme NF EN 62305-2	Traitement déterministe ¹
Ateliers	X	
Hors froid	X	
FENELON	X	
SERVANT	X	

Méthode déterministe¹ :

Cette méthode ne prend pas en compte le risque de foudroiement local.

Par conséquent, quelle que soit la probabilité d'impact, une structure ou un équipement défini comme **Important Pour la Sécurité**, sera protégé si l'impact peut engendrer une conséquence sur l'environnement ou sur la sécurité des personnes.

Lorsque la norme NF EN 62305-2 ne s'applique pas réellement (exemple : zone ouverte ou à risque d'impact foudre privilégié telles que les cheminées, aéro-réfrigérants racks, stockages extérieurs,...) cette méthode est choisie.

6. CALCULS PROBABILISTES DU RISQUE Foudre

6.1 Données générales

DENOMINATION	VALEURS RETENUES
Densité moyenne de points de contact (Nsg) pour le département de la REUNION (97) données fournies par la norme NFC17-102)	Nsg = 2 (coups de foudre / km ² / an)
Résistivité du sol	500 Ωm* (valeur par défaut)

*La nature du sol par sa résistivité influe sur le niveau de perturbation conduite sur les lignes externes entrantes ou sortantes dans les zones dangereuses ou les liaisons entre équipements. Cette valeur est utilisée dans le calcul de l'ARF. La valeur au-delà de laquelle il n'y a guère d'influence est de 500 Ωm.

6.2 ATELIERS

6.2.1 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
Dimensions	$L \times W \times H_b$	42 x 28 x 6	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	4,71E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)

Les bâtiments RVE sont les structures les plus hautes de la zone.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.2 Données et caractéristiques des services

Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments					
Numéro de liaison	1	2	3	4	5
PARAMETRES	Alimentation depuis poste HT	Arrivées téléphoniques	Alimentation hors froid	Alimentation FENELON	Alimentation SERVANT
<i>Longueur de la section du service L_c</i>	100	1 000	15	20	40
<i>Hauteur de la ligne si aérienne H</i>	-	-	-	-	-
<i>Hauteur de la structure adjacente H_a</i>	3	-	6	2,7	6
<i>Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$</i>	3 x 3	-	43 x 24,6	6,89 x 6,01	14,4 x 8,7
<i>Facteur d'emplacement de la ligne C_d</i>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<i>Facteur d'environnement de la ligne C_e</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
<i>Tension de tenue aux chocs du réseau U_w</i>	4 kV	1,5 kV	2,5 kV	2,5 kV	2,5 kV
<i>Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}</i>	0,02	0,001	0,02	0,02	0,02
<i>Protection surtension sur ce service P_{SPD}</i>	1	1	1	1	1

Justification des paramètres encodés***Paramètre L_c (Longueur de la section du service)***

La valeur indiquée correspond à la distance entre l'armoire et l'installation.
Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres L_a , W_a , H_a , H_{pa} (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone suburbaine qui correspond à une densité moyenne en périphérie immédiate de la ville. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 4 kV pour les lignes d'alimentation BT, 2,5 kV pour les équipements BT et de 1,5 kV pour un réseau courant faible.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,001$, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s < 20$ /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.2.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_o	0	NA

Paramètre r_t (facteur de réduction associé au type de sol)

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes de détection ou d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur $L_f = 0,05$.

Paramètre hz (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur hz = 2

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison de la présence de bassins de rétention permettant d'éviter tout risque sur l'environnement.

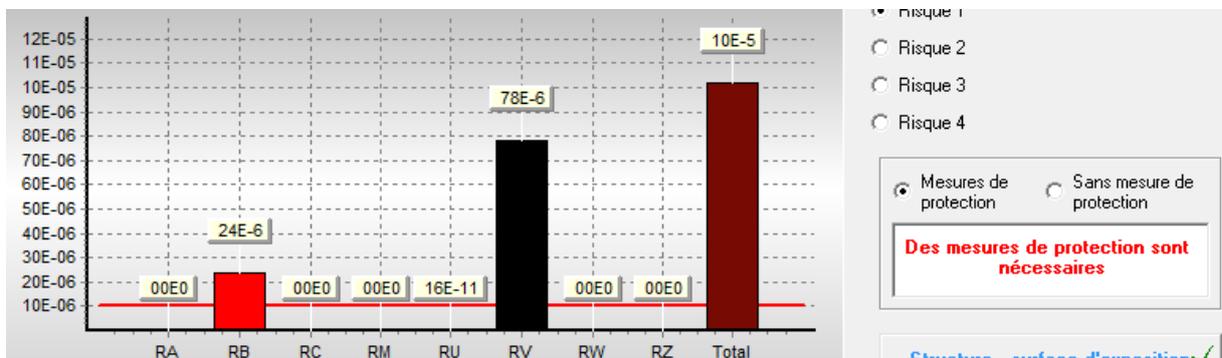
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.

6.2.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Ateliers	1,02 E ⁻⁴	>	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
B	2,36E-05	0,00E+00				2,36E-05
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	1,57E-10	0,00E+00				1,57E-10
V	7,84E-05	0,00E+00				7,84E-05
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Total	1,02E-04	0,00E+00				1,02E-04

Les ateliers n'ont pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse avec protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Ateliers PAM	7,06 x 10 ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
B	4,71E-06	0,00E+00				4,71E-06
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	4,70E-12	0,00E+00				4,70E-12
V	2,35E-06	0,00E+00				2,35E-06
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Total	7,06E-06	0,00E+00				7,06E-06

Réseaux internes

Nom	U	V	W	Z

Sélection des mesures de protection

Mesures de protection communes
Niveau du Paratonnerre :IV (Pb = 0,2)

Ligne1: Alimentation HT/BT
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne2: Ligne Télécom
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne3: Alimentation hors froid
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne4: Alimentation FENELON
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Ligne5: Alimentation SERVANT
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque

Sans protection

Avec la protection

Supprimer la protection

Les ateliers ont un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont R_B et R_V :

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.

²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.

³⁾ En raison des équipotentialités.

Nous préconisons alors afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable :

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV pour les effets directs de la foudre (protection externe sur la structure) et de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance et de communication).

6.3 HORS FROID

6.3.1 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
Dimensions	$L \times W \times H_b$	43 x 24,6 x 6	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	$A_{d/b}$	4,51E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	$C_{d/b}$	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P_B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K_{s1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

Paramètre $C_{d/b}$ (facteur d'emplacement)

Les bâtiments RVE sont les structures les plus hautes de la zone.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_T des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{s1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.3.2 Données et caractéristiques des services

	Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments
Numéro de liaison	1
PARAMETRES	Alimentation depuis Ateliers
Longueur de la section du service L_c	15
Hauteur de la ligne si aérienne H	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	6
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	42 x 28
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	0,5
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	2,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1

Justification des paramètres encodés***Paramètre L_c (Longueur de la section du service)***

La valeur indiquée correspond à la distance entre l'armoire et l'installation.

Paramètres L_a , W_a , H_a , H_{pa} (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone suburbaine qui correspond à une densité moyenne en périphérie immédiate de la ville. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 2,5 kV pour les équipements BT.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,001$, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s < 20$ /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.3.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,1	Elevé
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_o	0	NA

Paramètre r_t (facteur de réduction associé au type de sol)

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes de détection ou d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « élevé » vu la présence de substances inflammables et en l'absence d'information sur la charge calorifique des produits stockés. La valeur est = 0,1.

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur L_f = 0,05.

Paramètre hz (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur hz = 2

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison de la présence de bassins de rétention permettant d'éviter tout risque sur l'environnement.

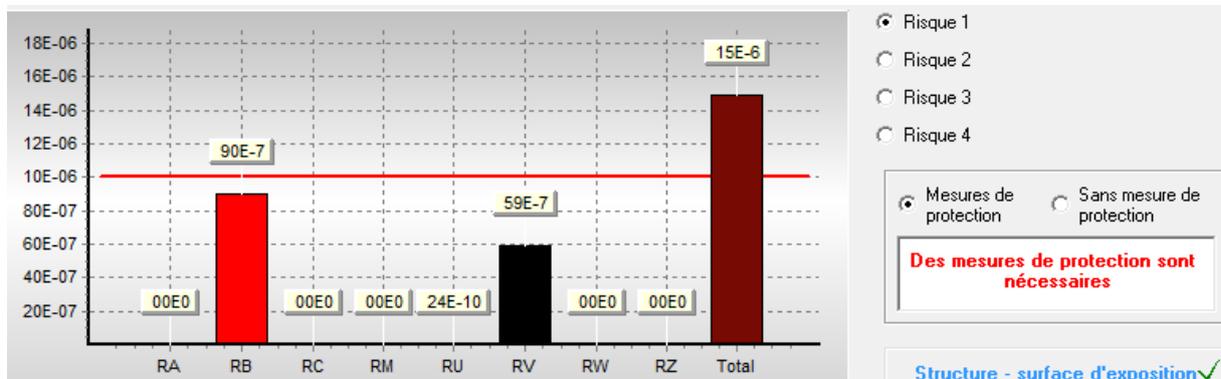
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.

6.3.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Hors Froid	1,49 E ⁻⁵	>	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	9,00E-06					9,00E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	2,36E-09					2,36E-09
V	5,89E-06					5,89E-06
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	1,49E-05					1,49E-05

Réseaux internes Z1

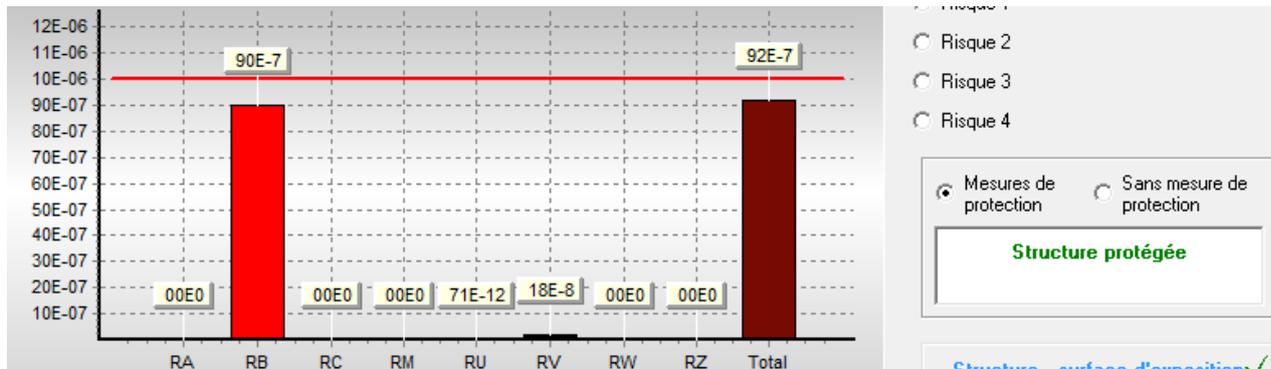
Nom	U	V	W	Z
Alimentation électrique	2,36E-09	5,89E-06	0,00E+00	0,00E+00

Hors froid n'a pas un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il est donc nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

Il y a donc lieu de procéder à la mise en œuvre de mesures de protection afin que le risque calculé R1 soit < risque tolérable Rt1.

Analyse avec protections

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Hors Froid	9,18 x 10 ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00					0,00E+00
B	9,00E-06					9,00E-06
C	0,00E+00					0,00E+00
M	0,00E+00					0,00E+00
U	7,07E-11					7,07E-11
V	1,77E-07					1,77E-07
W	0,00E+00					0,00E+00
Z	0,00E+00					0,00E+00
Total	9,18E-06					9,18E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
Alimentation électrique	7,07E-11	1,77E-07	0,00E+00	0,00E+00

Sélection des mesures de protection

Ligne1: Alimentation électrique
Parafoudre d'entrée: niveau IV

Afficher le risque

Sans protection

Hors froid a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation après la mise en place de protections contre la foudre.

Choix des mesures de protection

Les composantes de risque qui influencent le plus défavorablement le résultat sont R_B et R_V :

Caractéristiques de la structure ou du système interne	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Mesures de protection								
Surface équivalente d'exposition	X	X	X	X	X	X	X	X
Résistivité de surface du sol	X							
Résistivité du sol					X			
Restrictions physiques, isolation, avertissement, isolation équipotentielle du sol	X				X			
SPF	X ¹⁾	X	X ²⁾	X ²⁾	X ³⁾	X ³⁾		
Parafoudres coordonnés			X	X			X	X
Ecran spatial			X	X				
Réseaux externes écrantés					X	X	X	X
Réseaux internes écrantés			X	X				
Précautions de cheminement			X	X				
Réseau équipotentiel			X					
Précautions incendie		X				X		
Sensibilité au feu		X				X		
Danger particulier		X				X		
Tension de tenue aux chocs			X	X	X	X	X	X

¹⁾ Dans le cas de SPF naturel ou normalisé avec une distance entre conducteurs de descente inférieures à 10 m ou si une séparation physique n'est pas prévue, le risque lié à des blessures pour les êtres vivants dû à des tensions de contact et de pas est négligeable.
²⁾ Uniquement pour les SPF extérieurs en grille.
³⁾ En raison des équipotentialités.

Nous préconisons alors afin de réduire ces composantes sous la valeur tolérable :

Un système de protection contre la foudre SPF de niveau IV pour les effets indirects de la foudre (protection interne sur les lignes de puissance).

6.4 FENELON

6.4.1 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
Dimensions	L x W x H _b	6,89 x 6,01 x 2,7	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	4,57E-04 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	0,25	Entouré d'objets plus hauts
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{S1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

Paramètre C_{d/b} (facteur d'emplacement)

Le bâtiment est la structure la plus petite du site.

Nous indiquons donc la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{S1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.4.2 Données et caractéristiques des services

	Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments
Numéro de liaison	1
PARAMETRES	Alimentation depuis Ateliers
Longueur de la section du service L_c	20
Hauteur de la ligne si aérienne H	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	6
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	42 x 28
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	0,5
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	2,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1

Justification des paramètres encodés***Paramètre L_c (Longueur de la section du service)***

La valeur indiquée correspond à la distance entre l'armoire et l'installation.

Paramètres L_a , W_a , H_a , H_{pa} (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone suburbaine qui correspond à une densité moyenne en périphérie immédiate de la ville. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 2,5 kV pour les équipements BT.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,001$, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s < 20$ /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.4.3 Données et caractéristiques de la zone

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
<i>Facteur de réduction associé au type de sol</i>	r_t	0,01	Béton
<i>Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service</i>	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
<i>Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure</i>	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
<i>Dispositions réduisant la conséquence de feu</i>	r_p	0,5	Manuelles
<i>Risque d'incendie de la structure</i>	r_f	0,01	Ordinaire
<i>Pertes par dommages physiques (relatives à R1)</i>	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
<i>Présence d'un danger particulier</i>	h_z	2	Risque faible
<i>Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*</i>	L_0	0	NA

Paramètre r_t (facteur de réduction associé au type de sol)

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes de détection ou d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « ordinaire » vu la présence de granulats de verre inerte. La valeur est = 0,01.

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur L_f = 0,05.

Paramètre hz (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur hz = 2

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison de la présence de bassins de rétention permettant d'éviter tout risque sur l'environnement.

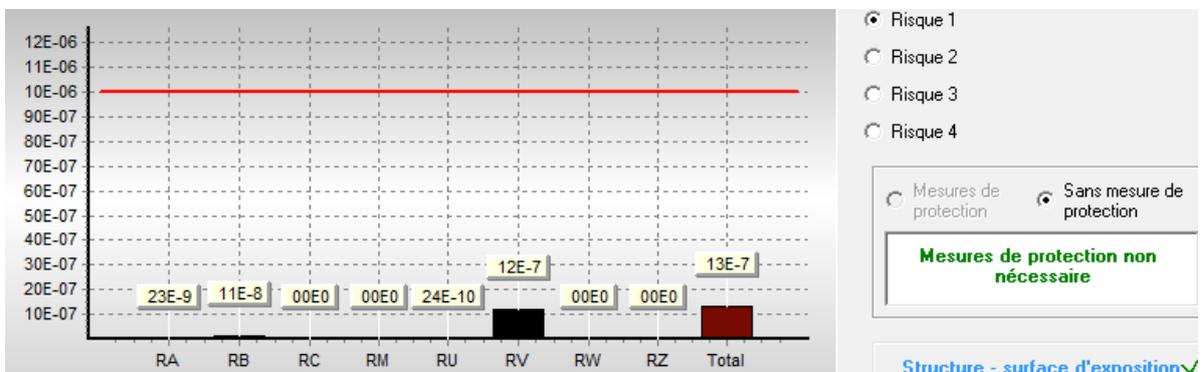
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.

6.4.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Fénelon	1,32 E ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00	2,29E-08				2,29E-08
B	1,14E-07	0,00E+00				1,14E-07
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	2,36E-09	0,00E+00				2,36E-09
V	1,18E-06	0,00E+00				1,18E-06
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Total	1,30E-06	2,29E-08				1,32E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
Alimentation électrique	2,36E-09	1,18E-06	0,00E+00	0,00E+00

Fénelon a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il n'est donc pas nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

6.5 SERVANT

6.5.1 Données et caractéristiques de la structure

<i>Paramètres / Facteurs</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeurs retenues</i>	<i>Signification</i>
Dimensions	L x W x H _b	14,4 x 8,7 x 6	Longueur x Largeur x Hauteur
Aire équivalente	A _{d/b}	1,97E-03 km ²	Surface d'exposition aux impacts
Emplacement de la structure	C _{d/b}	0,5	Entouré d'objets plus petits
Protection existante contre les effets directs	P _B	1	Structure non protégée par SPF
Facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure	K _{S1}	1	Aucun blindage

Justification des paramètres encodés

Paramètre C_{d/b} (facteur d'emplacement)

Les bâtiments RVE sont les structures les plus hautes de la zone.
Nous indiquons donc la valeur 0,5 – objet entouré par des objets plus petits.

Paramètre P_B (probabilité de dommages physiques sur une structure)

Le bâtiment n'est pas protégé par un SPF (Système de protection contre la foudre). Nous indiquons la valeur = 1

Dans un premier temps nous calculons R1 sans mise en place d'un Système de protection foudre (SPF). S'il dépasse le risque limite R_r des solutions sont utilisées pour le rendre acceptable. On choisit les dispositifs de protection parmi ceux déjà en place.

Paramètre K_{S1} (facteur associé à l'efficacité de blindage d'une structure)

La zone n'est pas équipée d'un écran spatial. Nous indiquons la valeur = 1

6.5.2 Données et caractéristiques des services

	Valeurs retenues pour les liaisons avec les bâtiments
Numéro de liaison	1
PARAMETRES	Alimentation depuis Ateliers
Longueur de la section du service L_c	40
Hauteur de la ligne si aérienne H	-
Hauteur de la structure adjacente H_a	6
Dimensions maximales de la structure adjacente $L_a \times W_a$	42 x 28
Facteur d'emplacement de la ligne C_d	0,25
Facteur d'environnement de la ligne C_e	0,5
Tension de tenue aux chocs du réseau U_w	2,5 kV
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne K_{s3}	0,02
Protection surtension sur ce service P_{SPD}	1

Justification des paramètres encodés***Paramètre L_c (Longueur de la section du service)***

La valeur indiquée correspond à la distance entre l'armoire et l'installation.
Nous indiquons la valeur 1000 m par défaut lorsque la longueur n'est pas connue.

Paramètres L_a , W_a , H_a , H_{pa} (caractéristiques de la structure adjacente)

La valeur indiquée correspond aux dimensions du bâtiment raccordé à la ligne.

Paramètre C_d (facteur d'emplacement de ligne)

Les lignes sont enterrées, donc le reste de la structure est d'une hauteur bien plus importante, nous indiquons la valeur 0,25 – objet entouré par des objets plus hauts.

Paramètre C_e (facteur d'environnement de ligne)

Le site se situe en zone suburbaine qui correspond à une densité moyenne en périphérie immédiate de la ville. Nous indiquons la valeur = 0,5 – zone suburbaine.

Paramètre U_w (Tension de tenue au choc des matériels)

Selon le guide UTE C 15-443, la tension de tenue aux chocs est de 2,5 kV pour les équipements BT.

Paramètre K_{s3} (Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne)

Pour la ligne de puissance, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,02$ car nous considérons que c'est un câble non écrané avec surface de boucle de l'ordre de 0,5 m².

Pour la ligne courant faible, nous choisissons la valeur $K_{s3} = 0,001$, car nous considérons que c'est un câble avec écran de résistance R_s comprise entre $5 < R_s < 20$ /km relié à la liaison équipotentielle à ses deux extrémités et matériel connecté à la même liaison.

Paramètre P_{SPD} (probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres)

Le bâtiment n'est pas protégé par des parafoudres. Nous indiquons la valeur = 1

6.5.3 Données et caractéristiques de la zone

Paramètres / Facteurs	Symbole	Valeurs retenues	Signification
Facteur de réduction associé au type de sol	r_t	0,01	Béton
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service	P_{TU}	1	Aucune mesure de protection
Probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure	P_{TA}	1	Aucune mesure de protection
Dispositions réduisant la conséquence de feu	r_p	0,5	Manuelles
Risque d'incendie de la structure	r_f	0,01	Ordinaire
Pertes par dommages physiques (relatives à R1)	L_f	5×10^{-2}	Structure Industrielle
Présence d'un danger particulier	h_z	2	Risque faible
Pertes par défaillance des réseaux internes (relatives à R1)*	L_0	0	NA

Paramètre r_t (facteur de réduction associé au type de sol)

Le type de surface est en majorité du béton. Nous indiquons la valeur = 0,01.

Paramètre P_{TU} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur le service)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre P_{TA} (probabilité de blessures d'êtres vivants – impacts sur la structure)

Nous indiquons la valeur = 1 (aucune mesure de protection).

Paramètre r_p (facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie)

Le site est équipé de systèmes de détection ou d'extinction manuels. La valeur est = 0,5.

Paramètre r_f (facteur de réduction associé au risque d'incendie)

Le risque d'incendie estimé est « ordinaire » vu la présence de granulats de verre inerte. La valeur est = 0,01.

Paramètre L_f (pourcentage type de pertes dans la structure relatives aux dommages physiques)

Le type de structure est industrielle, nous indiquons la valeur $L_f = 0,05$.

Paramètre hz (facteur augmentant les pertes dues aux dommages physiques en présence d'un danger spécial)

Le niveau de panique est faible vu le nombre de personnes < 100. Valeur hz = 2

Le risque de pollution et de contamination de l'environnement n'a pas été retenu en raison de la présence de bassins de rétention permettant d'éviter tout risque sur l'environnement.

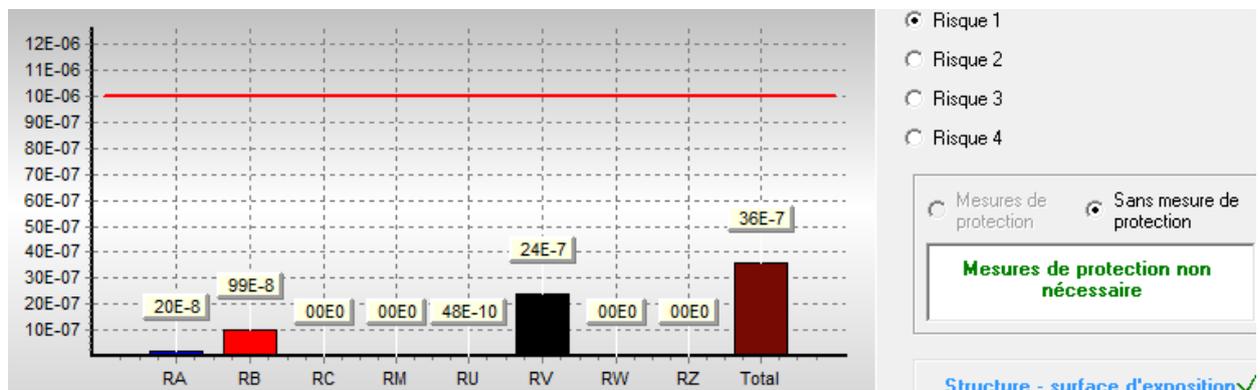
Paramètre Lo (pourcentage type de pertes dues aux défaillances des réseaux internes)

Aucune victime par défaillances des réseaux internes n'est à déplorer. Nous indiquons la valeur Lo = 0.

6.5.4 Calculs du risque R1 (perte de vie humaine)

Sans protection ou mesure de prévention

Type de pertes	Zone	Risques calculés (Rc)		Risques tolérables (Rt)
L1	Servant	3,57 E ⁻⁶	<	1 x 10 ⁻⁵



	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Structure
A	0,00E+00	1,97E-07				1,97E-07
B	9,85E-07	0,00E+00				9,85E-07
C	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
M	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
U	4,76E-09	0,00E+00				4,76E-09
V	2,38E-06	0,00E+00				2,38E-06
W	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Z	0,00E+00	0,00E+00				0,00E+00
Total	3,37E-06	1,97E-07				3,57E-06

Réseaux internes Z1

Nom	U	V	W	Z
Alimentation électrique	4,76E-09	2,38E-06	0,00E+00	0,00E+00

Servant a un niveau de risque de perte de vie humaine acceptable vis-à-vis de la réglementation. Il n'est donc pas nécessaire de réduire ce risque à un niveau inférieur au Risque tolérable (Rt).

7. SYNTHÈSE

Cette Analyse de Risque Foudre a permis d'évaluer les risques et de déterminer les niveaux de protection à mettre en œuvre.

Le tableau suivant synthétise les mesures de protection à mettre en place :

<i>Structure</i>	<i>Protection effets directs</i>	<i>Protection effets indirects</i>
ATELIERS	Protection de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
HORS FROID	Aucune nécessité de protection	Protection par parafoudres de niveau IV
FENELON	Aucune nécessité de protection	Aucune nécessité de protection
SERVANT	Aucune nécessité de protection	Aucune nécessité de protection
EIPS	Sans objet	A protéger par des parafoudres de type 2 pour : - Détection incendie
Canalisations métalliques	Liaison équipotentielle à prévoir pour : - Gaz (si métallique) - Eau (si métallique)	Sans objet

Prévention : L'Analyse de Risque Foudre ne prévoit pas la mise d'une procédure de Prévention pendant les périodes orageuses

L'Étude Technique, deuxième étape de la réglementation, permettra d'établir les préconisations spécifiques de protection contre les effets directs et indirects nécessaires. Elle apportera également des conseils vis-à-vis de la démarche de prévention.

NOTA :

« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, structures et des hommes ».

ANNEXE 1

Analyse du Risque Foudre

NF EN 62305-2

**L'analyse de risque est effectuée à l'aide du logiciel JUPITER VERSION 2.0
conforme à la norme NF EN 62305-2**

RAPPORT TECHNIQUE

Protection contre la foudre

Évaluation des risques Sélection des mesures de protection

Information sur le projeteur

Nom : Régis MORJARET
Adresse : 25 Avenue des Saules
Ville : Oullins
Code postal 69600
Pays : FR
Raison sociale : RG CONSULTANT
Numéro Qualifoudre : 071179534036

Client:

Client : RVE
Description de la structure : RVE SIEGE
Ville : ST ANDRE - LA REUNION (97)

ATELIERS**INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemnt.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiemment

Densité de foudroiemment dans la ville de ST ANDRE - LA REUNION (97) où se trouve la structure :

$$N_g = 2,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :

A (m): 42 B (m): 28 H (m): 6

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservie par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation HT/BT
- Ligne de puissance: Alimentation hors froid
- Ligne de puissance: Alimentation FENELON
- Ligne de puissance: Alimentation SERVANT
- Ligne Telecom: Ligne Télécom

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Bâtiment

Z2: zone extérieur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Bâtiment

RB: 2,36E-05

RU(Alimentation électrique): 2,00E-12

RV(Alimentation électrique): 1,00E-06

RU(Télécom): 1,10E-10

RV(Télécom): 5,49E-05

RU(Hors Froid): 2,25E-11

RV(Hors Froid): 1,13E-05

RU(FENELON): 2,28E-12

RV(FENELON): 1,14E-06

RU(SERVANT): 2,02E-11

RV(SERVANT): 1,01E-05

Total: 1,02E-04

Z2: zone extérieur

Total: 0,00E+00

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,02E-04

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,02E-04$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Bâtiment
RD = 23,0984 %
RI = 76,9016 %
Total = 100 %
RS = 0,0002 %
RF = 99,9998 %
RO = 0 %
Total = 100 %

Z2 - zone extérieur
Total = 0,0000 %

où:

- RD = RA + RB + RC
- RI = RM + RU + RV + RW + RZ
- RS = RA + RU
- RF = RB + RV
- RO = RM + RC + RW + RZ

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Bâtiment (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

RB = 23,0984 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure

RV (Télécom) = 53,8427 %

dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les éléments de risque suivants:

- RB dans les zones:
 - Z1 - Bâtiment
- RV dans les zones:
 - Z1 - Bâtiment

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

- pour la composante du risque B:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
- pour la composante du risque V:
 - 1) Paratonnerre
 - 2) Parafoudre à l'entrée de la ligne
 - 3) Protections contre les incendies manuelles ou automatiques
 - 4) L'augmentation de la tension de tenue des équipements

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- installer un Paratonnerre de niveau IV ($P_b = 0,2$)
- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation HT/BT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne2 - Ligne Télécom:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne3 - Alimentation hors froid:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne4 - Alimentation FENELON:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV
- Pour la ligne Ligne5 - Alimentation SERVANT:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque. Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Bâtiment

$$Pa = 1,00E-02$$

$$Pb = 0,2$$

$$Pc \text{ (Alimentation électrique)} = 1,00E+00$$

$$Pc \text{ (Télécom)} = 1,00E+00$$

$$Pc \text{ (Hors Froid)} = 1,00E+00$$

$$Pc \text{ (FENELON)} = 1,00E+00$$

$$Pc \text{ (SERVANT)} = 1,00E+00$$

$$Pc = 1,00E+00$$

$$Pm \text{ (Alimentation électrique)} = 5,25E-01$$

$$Pm \text{ (Télécom)} = 9,00E-03$$

$$Pm \text{ (Hors Froid)} = 7,50E-01$$

$$Pm \text{ (FENELON)} = 7,50E-01$$

$$Pm \text{ (SERVANT)} = 7,50E-01$$

$$Pm = 9,93E-01$$

$$Pu \text{ (Alimentation électrique)} = 3,00E-04$$

$$Pv \text{ (Alimentation électrique)} = 3,00E-02$$

$$Pw \text{ (Alimentation électrique)} = 1,00E+00$$

$$Pz \text{ (Alimentation électrique)} = 2,00E-01$$

$$Pu \text{ (Télécom)} = 3,00E-04$$

$$Pv \text{ (Télécom)} = 3,00E-02$$

$$Pw \text{ (Télécom)} = 1,00E+00$$

$$Pz \text{ (Télécom)} = 1,50E-01$$

$$Pu \text{ (Hors Froid)} = 3,00E-04$$

$$Pv \text{ (Hors Froid)} = 3,00E-02$$

$$Pw \text{ (Hors Froid)} = 1,00E+00$$

$$Pz \text{ (Hors Froid)} = 4,00E-01$$

$$Pu \text{ (FENELON)} = 3,00E-04$$

$$Pv \text{ (FENELON)} = 3,00E-02$$

$$Pw \text{ (FENELON)} = 1,00E+00$$

$$Pz \text{ (FENELON)} = 4,00E-01$$

$$Pu \text{ (SERVANT)} = 3,00E-04$$

$$Pv \text{ (SERVANT)} = 3,00E-02$$

$$Pw \text{ (SERVANT)} = 1,00E+00$$

$$Pz \text{ (SERVANT)} = 4,00E-01$$

$$ra = 0,01$$

$$rp = 0,5$$

$$rf = 0,1$$

$$h = 2$$

Zone Z2: zone extérieur

$$Pa = 1,00E+00$$

$$Pb = 0,2$$

$$Pc = 1,00E+00$$

$$Pm = 1,00E+00$$

$$ra = 0,01$$

$$rp = 1$$

$$rf = 0$$

$h = 1$

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Bâtiment

RB: 4,71E-06

RU(Alimentation électrique): 6,01E-14

RV(Alimentation électrique): 3,01E-08

RU(Télécom): 3,29E-12

RV(Télécom): 1,65E-06

RU(Hors Froid): 6,76E-13

RV(Hors Froid): 3,38E-07

RU(FENELON): 6,85E-14

RV(FENELON): 3,42E-08

RU(SERVANT): 6,06E-13

RV(SERVANT): 3,03E-07

Total: 7,06E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 7,06E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUUDRE.

Date 11/08/2017

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 42 B (m): 28 H (m): 6

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation HT/BT

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée avec transformateur HT / BT

Longueur (m) $L_c = 100$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 3 B (m): 3 H (m): 3

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Ligne Télécom

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Signal enterrée

Longueur (m) $L_c = 1000$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Blindage (ohm / km)connecté à la même bar équipotentielle de l'équipement: $5 < R \leq 20 \text{ ohm/km}$

Caractéristiques des lignes: Alimentation hors froid
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 15$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 43 B (m): 24,6 H (m): 6
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Alimentation FENELON
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 20$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 6,89 B (m): 6,01 H (m): 2,7
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Caractéristiques des lignes: Alimentation SERVANT
L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée
Longueur (m) $L_c = 40$
résistivité (ohm.m) $\rho = 500$
Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts
Facteur environnemental (Ce): suburbains ($h < 10$ m)
Dimensions de la structure adjacente: A (m): 14,4 B (m): 8,7 H (m): 6
Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiment
Type de zone: Intérieur
Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)
Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)
Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)
Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)
zone de protection: Aucun bouclier
Protection contre les tensions de contact: isolation

Réseaux interneAlimentation électrique
Connecté à la ligne Alimentation HT/BT
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m^2 ($K_{s3} = 0,2$)
Tension de tenue: 4,0 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($P_{spd} = 1$)
Réseaux interneTélécom
Connecté à la ligne Ligne Télécom

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 0,5 m² (Ks3 = 0,02)

Tension de tenue: 1,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneHors Froid

Connecté à la ligne Alimentation hors froid

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneFENELON

Connecté à la ligne Alimentation FENELON

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Réseaux interneSERVANT

Connecté à la ligne Alimentation SERVANT

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bâtiment

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiment

Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: zone extérieur

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Béton (ra = 0,01)

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:zone extérieur

Risque et composantes du risque pour la zone:zone extérieur

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 4,71E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,32E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 4,71E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 4,59E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation HT/BT

$A_l = 0,001632 \text{ km}^2$

$A_i = 0,055902 \text{ km}^2$

Alimentation hors froid

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,008385 \text{ km}^2$

Alimentation FENELON

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,011180 \text{ km}^2$

Alimentation SERVANT

$A_l = 0,000089 \text{ km}^2$

$A_i = 0,022361 \text{ km}^2$

Ligne Télécom

$A_l = 0,021958 \text{ km}^2$

$A_i = 0,559017 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation HT/BT

$N_l = 0,000163$

$N_i = 0,011180$

Alimentation hors froid

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,008385$

Alimentation FENELON

NI = 0,000000

Ni = 0,011180

Alimentation SERVANT

NI = 0,000045

Ni = 0,022361

Ligne Télécom

NI = 0,010979

Ni = 0,559017

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiment

Pa = 1,00E-02

Pb = 1,0

Pc (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pc (Télécom) = 1,00E+00

Pc (Hors Froid) = 1,00E+00

Pc (FENELON) = 1,00E+00

Pc (SERVANT) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation électrique) = 5,25E-01

Pm (Télécom) = 9,00E-03

Pm (Hors Froid) = 7,50E-01

Pm (FENELON) = 7,50E-01

Pm (SERVANT) = 7,50E-01

Pm = 9,93E-01

Pu (Alimentation électrique) = 1,00E-02

Pv (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pw (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pz (Alimentation électrique) = 2,00E-01

Pu (Télécom) = 1,00E-02

Pv (Télécom) = 1,00E+00

Pw (Télécom) = 1,00E+00

Pz (Télécom) = 1,50E-01

Pu (Hors Froid) = 1,00E-02

Pv (Hors Froid) = 1,00E+00

Pw (Hors Froid) = 1,00E+00

Pz (Hors Froid) = 4,00E-01

Pu (FENELON) = 1,00E-02

Pv (FENELON) = 1,00E+00

Pw (FENELON) = 1,00E+00

Pz (FENELON) = 4,00E-01

Pu (SERVANT) = 1,00E-02

Pv (SERVANT) = 1,00E+00

P_w (SERVANT) = 1,00E+00
 P_z (SERVANT) = 4,00E-01

Zone Z2: zone extérieur

P_a = 1,00E+00

P_b = 1,0

P_c = 1,00E+00

P_m = 1,00E+00

HORS FROID**INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemnt.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

Structure de la mise en page
Surface d'exposition A_d
Surface d'exposition A_m

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiemment

Densité de foudroiemment dans la ville de ST ANDRE - LA REUNION (97) où se trouve la structure :

$$N_g = 2,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

La disposition de la structure est décrite dans l'annexe *Description de la structure* .

Le type de structure usuel est : Industrielle

La structure pourrait être soumise à :

- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :

- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:

- Ligne de puissance: Alimentation électrique

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Plateforme hors froid

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.2 et il est indiqué dans l'annexe *Surface d'exposition A_d* .

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée par la méthode graphique selon la norme EN 62305-2, art.A.3 et est indiquée dans l'annexe *Surface d'exposition A_m* .

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Plateforme hors froid

RB: 9,00E-06

RU(Alimentation électrique): 2,36E-09

RV(Alimentation électrique): 5,89E-06

Total: 1,49E-05

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,49E-05

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,49E-05$ est plus grand que le risque tolérable $RT = 1E-05$, et il est donc nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire. composantes du risque qui constituent le risque R1, indiquées en pourcentage du risque R1 pour la structure, sont énumérées ci-dessous.

Z1 - Plateforme hors froid

RD = 60,4268 %

RI = 39,5732 %

Total = 100 %

RS = 0,0158 %

RF = 99,9842 %

RO = 0 %

Total = 100 %

où:

- $RD = RA + RB + RC$
- $RI = RM + RU + RV + RW + RZ$
- $RS = RA + RU$
- $RF = RB + RV$
- $RO = RM + RC + RW + RZ$

et :

- RD est le risque dû aux coups de foudre frappant la structure
- RI est le risque dû aux coups de foudre ayant une influence sur la structure bien que ne la frappant pas directement
- RS est le risque dû aux blessures des êtres vivants
- RF est le risque dû aux dommages physiques
- RO est le risque dû aux défaillances des réseaux internes.

Les valeurs énumérées ci-dessus, montrent que le risque R1 de la structure est essentiellement présent dans les zones suivantes :

Z1 - Plateforme hors froid (100 %)

- essentiellement due à dommages physiques
- principalement en raison de coups de foudre frappant la structure et coups de foudre influençant la structure, mais ne la frappant pas directement
- la principale contribution à la valeur du risque R1 à l'intérieur de la zone est déterminée suivant

les composantes du risque :

- RB = 60,4268 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la structure
- RV (Alimentation électrique) = 39,5574 %
dommages physiques dus à des coups de foudre frappant la ligne

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Afin de réduire le risque R1 au-dessous du risque tolérable $RT = 1E-05$, il est nécessaire d'agir sur les composantes du risque supérieur à la valeur de risque.

en utilisant au moins une des mesures de protection possibles suivantes:

Afin de protéger la structure les mesures de protection suivantes sont sélectionnées:

- Pour la ligne Ligne1 - Alimentation électrique:
 - Parafoudre d'entrée - niveau: IV

Le risque R4 n'a pas été évalué parce que le client n'a pas demandé d'analyse économique.

Les mesures de protection sélectionnées modifient les paramètres et composantes du risque.

Les valeurs des paramètres du risque liées à la structure protégée sont énumérés ci-dessous.

Zone Z1: Plateforme hors froid

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation électrique) = 7,50E-01

Pm = 7,50E-01

Pu (Alimentation électrique) = 3,00E-02

Pv (Alimentation électrique) = 3,00E-02

Pw (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pz (Alimentation électrique) = 4,00E-01

ra = 0,01

rp = 0,5

rf = 0,1

h = 1

Risque R1: pertes en vies humaines

Les valeurs des composantes de risque pour la structure protégées sont énumérées ci-dessous.

Z1: Plateforme hors froid

RB: 9,00E-06

RU(Alimentation électrique): 7,07E-11

RV(Alimentation électrique): 1,77E-07

Total: 9,18E-06

Valeur du risque total R1 pour la structure : 9,18E-06

8. CONCLUSIONS

Après la mise en place des mesures de protection (qui doivent être correctement conçus), l'évaluation du risque est :

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA FOUUDRE.

Date 09/08/2017

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: se référer à l'annexe d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation électrique

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 15$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 42 B (m): 28 H (m): 6

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Plateforme hors froid

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: élevé ($r_f = 0,1$)

Danger particulier: Pas de risque particulier ($h = 1$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne Alimentation électrique

Connecté à la ligne Alimentation électrique

câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m^2 ($Ks3 = 0,2$)

Tension de tenue: 2,5 kV

Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Plateforme hors froid

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $Lt = 0,0001$

Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $Lf = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: Plateforme hors froid

Risque 1: $Rb \quad Ru \quad Rv$

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $Ad = 3,60E-03 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $Am = 2,26E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $Nd = 3,60E-03$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $Nm = 4,48E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation électrique

$Al = 0,000000 \text{ km}^2$

$Ai = 0,008385 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Alimentation électrique

$NI = 0,000000$

$Ni = 0,008385$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Plateforme hors froid

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation électrique) = 7,50E-01

Pm = 7,50E-01

Pu (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pv (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pw (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pz (Alimentation électrique) = 4,00E-01

FENELON**INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemnt.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de ST ANDRE - LA REUNION (97) où se trouve la structure :

$$N_g = 2,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 6,89 B (m): 6,01 H (m): 2,7

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: Alimentation électrique

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Bâtiment
Z2: Extérieur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Bâtiment

RB: 1,14E-07

RU(Alimentation électrique): 2,36E-09

RV(Alimentation électrique): 1,18E-06

Total: 1,30E-06

Z2: Extérieur

RA: 2,29E-08

Total: 2,29E-08

Valeur du risque total R1 pour la structure : 1,32E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 1,32E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 1,32E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

Date09/08/2017

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 6,89 B (m): 6,01 H (m): 2,7

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus hauts (Cd = 0,25)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement (1/km² an) Ng = 2

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation électrique

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) Lc = 20

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (Cd): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (Ce): suburbains (h <10 m)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 42 B (m): 28 H (m): 6

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (Cd): Entouré d'objets plus hauts

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Bâtiment

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton (ru = 0,01)

Risque d'incendie: ordinaire (rf = 0,01)

Danger particulier: Niveau de panique faible (h = 2)

Protections contre le feu: actionnés manuellement (rp = 0,5)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interneAlimentation électrique

Connecté à la ligne Alimentation électrique
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m² (Ks3 = 0,2)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun (Pspd =1)

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Bâtiment

Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) Lt =0,0001
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) Lf =0,05

Risque et composantes du risque pour la zone:Bâtiment

Risque 1: Rb Ru Rv

Caractéristiques de la zone: Extérieur

Type de zone: Extérieur

Type de surface: Béton (ra = 0,01)

Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone:Extérieur

Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) Lt =0,01

Risque et composantes du risque pour la zone:Extérieur

Risque 1: Ra

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $A_d = 4,57E-04 \text{ km}^2$

Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $A_m = 2,03E-01 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $N_d = 2,29E-04$

Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $N_m = 4,06E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (A_l) et aux coups de foudre à proximité (A_i) des lignes:

Alimentation électrique

$A_l = 0,000000 \text{ km}^2$

$A_i = 0,011180 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (N_l), et aux coups de foudre à proximité (N_i) des lignes:

Alimentation électrique

$N_l = 0,000000$

$N_i = 0,011180$

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Bâtiment

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

P_c (Alimentation électrique) = $1,00E+00$

$P_c = 1,00E+00$

P_m (Alimentation électrique) = $7,50E-01$

$P_m = 7,50E-01$

P_u (Alimentation électrique) = $1,00E+00$

P_v (Alimentation électrique) = $1,00E+00$

P_w (Alimentation électrique) = $1,00E+00$

P_z (Alimentation électrique) = $4,00E-01$

Zone Z2: Extérieur

$P_a = 1,00E+00$

$P_b = 1,0$

$P_c = 1,00E+00$

$P_m = 1,00E+00$

SERVANT**INDEX**

1. CONTENU DU DOCUMENT
2. NORMES TECHNIQUES
3. STRUCTURE A PROTEGER
4. DONNEES D'ENTREES
 - 4.1 Densité de foudroiemnt.
 - 4.2 Données de la structure.
 - 4.3 Données des lignes électriques.
 - 4.4 Définition et caractéristiques des zones
5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES
6. EVALUATION DES RISQUES
 - 6.1 Risque R_1 perte en vies humaines
 - 6.1.1 Calcul du risque R_1
 - 6.1.2 Evaluation des risques R_1
7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION
8. CONCLUSIONS
9. APPENDICES
10. ANNEXES

1. CONTENU DU DOCUMENT

Ce document contient :

- Evaluation du risque par rapport à la foudre ;
- le projet de conception des mesures de protection requises.

2. NORMES TECHNIQUES

Ce document porte sur les normes suivantes:

- EN 62305-1: Protection contre la foudre. Partie 1: Principes généraux
mars 2006;
- EN 62305-2: Protection contre la foudre. Partie 2: Evaluation des risques
mars 2006;
- EN 62305-3: Protection contre la foudre. Partie 3: Dommages physiques à des structures et des risques de la vie
mars 2006;
- EN 62305-4: Protection contre la foudre. Partie 4: Systèmes électriques et électroniques au sein des structures
mars 2006;

3. STRUCTURE A PROTEGER

Il est important de définir la partie de la structure à protéger dans le but de définir les dimensions et les caractéristiques destinées à être utilisées pour le calcul des surfaces d'exposition.

La structure à protéger est l'ensemble d'un bâtiment, physiquement séparé des autres constructions. Ainsi, les dimensions et les caractéristiques de la structure à considérer sont les mêmes que l'ensemble de la structure (art. A.2.1.2 -- norme EN 62305-2).

4. DONNEES D'ENTREES

4.1 Densité de foudroiement

Densité de foudroiement dans la ville de ST ANDRE - LA REUNION (97) où se trouve la structure :

$$N_g = 2,0 \text{ coup de foudre/km}^2 \text{ année}$$

4.2 Données de la structure

Les dimensions maximales de la structure sont :
A (m): 14,4 B (m): 8,7 H (m): 6

Le type de structure usuel est : Industrielle
La structure pourrait être soumise à :
- perte de vie humaine

L'évaluation du besoin de protection contre la foudre, conformément à la norme EN 62305-2, doit être calculé :
- risque R1;

L'analyse économique, utile pour vérifier le rapport coût-efficacité des mesures de protection, n'a pas été exécuté parce que pas expressément requis par le client.

4.3 Données des lignes électriques

La structure est desservi par les lignes électriques suivantes:
- Ligne de puissance: Alimentation électrique

Les caractéristiques des lignes électriques sont décrites à l'Annexe *Caractéristiques des lignes électriques*.

4.4 Définition et caractéristiques des zones

Se référant à:

- murs existants avec une résistance au feu de 120 min;
- Pièces déjà protégées ou qui devraient être opportun de protéger contre LEMP (impulsion électromagnétique de la foudre);
- type de sol à l'extérieur de la structure, le type de revêtement à l'intérieur de la structure et présence possible de personnes;
- autres caractéristiques de la structure, comme la disposition des réseaux internes et des mesures de protection existantes;

sont définies les zones suivantes :

Z1: Broyeur à verre
Z2: Zone extérieur

Les caractéristiques des zones, valeurs moyennes des pertes , le type de risque et les composants connexes sont présentées dans l'Appendice *Caractéristiques des zones*.

5. SURFACE D'EXPOSITION DE LA STRUCTURE ET DES LIGNES ELECTRIQUES

La surface d'exposition A_d due à des coups de foudre directes sur la structure est calculée avec la méthode analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.2.

La surface d'exposition A_m due à des coups de foudre à proximité de la structure, qui pourrait endommager les réseaux internes par des surtensions induites, est calculée avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.3.

Les surfaces d'exposition A_l et A_i pour chaque ligne électrique sont calculées avec la méthode d'analytique selon la norme EN 62305-2, art.A.4.

Les valeurs des surfaces d'expositions (A) et du nombre annuel d'événements dangereux (N) sont présentées dans l'Appendice *Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux*.

Les valeurs de la probabilité de dommage (P) servant à calculer les composantes du risque sélectionné sont indiquées à l'appendice *Valeurs de la probabilité d'endommagement de la structure non protégée*.

6. EVALUATION DES RISQUES

6.1 Risque R1: pertes en vies humaines

6.1.1 Calcul de R1

Les valeurs des composantes du risque et la valeur du risque R1 sont listées ci-dessous.

Z1: Broyeur à verre

RB: 9,85E-07

RU(Alimentation électrique): 4,76E-09

RV(Alimentation électrique): 2,38E-06

Total: 3,37E-06

Z2: Zone extérieur

RA: 1,97E-07

Total: 1,97E-07

Valeur du risque total R1 pour la structure : 3,57E-06

6.1.2 Analyse du risque R1

Le risque total $R1 = 3,57E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$

7. SELECTION DES MESURES DE PROTECTION

Par conséquent, le risque total $R1 = 3,57E-06$ est inférieur au risque tolérable $RT = 1E-05$, il n'est pas nécessaire de choisir les mesures de protection afin de la réduire.

8. CONCLUSIONS

Risque inférieur au risque tolérable:R1

SELON LA NORME EN 62305-2 LA STRUCTURE EST PROTEGE CONTRE LA Foudre.

Date 09/08/2017

Cachet et signature

9. APPENDICES

APPENDICE - Type de structure

Dimensions: A (m): 14,4 B (m): 8,7 H (m): 6

Facteur d'emplacement: Entouré d'objets plus petits ($C_d = 0,5$)

Blindage de structure :Aucun bouclier équence de foudroiement ($1/\text{km}^2 \text{ an}$) $N_g = 2$

APPENDICE - Caractéristiques électriques des lignes

Caractéristiques des lignes: Alimentation électrique

L'ensemble de la ligne a des caractéristiques uniformes. de ligne: Énergie enterrée

Longueur (m) $L_c = 40$

résistivité (ohm.m) $\rho = 500$

Facteur d'emplacement (C_d): Entouré d'objets plus hauts

Facteur environnemental (C_e): suburbains ($h < 10 \text{ m}$)

Dimensions de la structure adjacente: A (m): 42 B (m): 28 H (m): 6

Facteur d'emplacement de la structure adjacente (C_d): Entouré d'objets plus petits

APPENDICE - Caractéristiques des zones

Caractéristiques de la zone: Broyeur à verre

Type de zone: Intérieur

Type de surface: Béton ($r_u = 0,01$)

Risque d'incendie: ordinaire ($r_f = 0,01$)

Danger particulier: Niveau de panique faible ($h = 2$)

Protections contre le feu: actionnés manuellement ($r_p = 0,5$)

zone de protection: Aucun bouclier

Protection contre les tensions de contact: aucune des mesures de protection

Réseaux interne Alimentation électrique

Connecté à la ligne Alimentation électrique
câblage: superficie de boucle de l'ordre de 10 m^2 ($Ks3 = 0,2$)
Tension de tenue: 2,5 kV
Parafoudre coordonnés - niveau: aucun ($Pspd = 1$)

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Broyeur à verre
Pertes dues aux tensions de contact (liées à R1) $Lt = 0,0001$
Pertes en raison des dommages physiques (liées à R1) $Lf = 0,05$

Risque et composantes du risque pour la zone: Broyeur à verre
Risque 1: $Rb \quad Ru \quad Rv$

Caractéristiques de la zone: Zone extérieur

Type de zone: Extérieur
Type de surface: Béton ($ra = 0,01$)
Mesures de protection pour réduire les tensions de pas et de contact: aucune des mesures de protection

Valeur moyenne des pertes pour la zone: Zone extérieur
Pertes dues aux tensions de pas et de contact (liées à R1) $Lt = 0,01$

Risque et composantes du risque pour la zone: Zone extérieur
Risque 1: Ra

APPENDICE - Surface d'exposition et nombre annuel d'événements dangereux.

Structure

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes sur la structure $Ad = 1,97E-03 \text{ km}^2$
Surface d'exposition due aux coups de foudre à proximité de la structure $Am = 2,08E-01 \text{ km}^2$
Nombre annuel d'événements dangereux à cause des coups de foudre directes sur la structure $Nd = 1,97E-03$
Nombre annuel d'événements dangereux en raison de coups de foudre à proximité de la structure $Nm = 4,14E-01$

Lignes électriques

Surface d'exposition due aux coups de foudre directes (Al) et aux coups de foudre à proximité (Ai) des lignes:

Alimentation électrique
 $Al = 0,000089 \text{ km}^2$
 $Ai = 0,022361 \text{ km}^2$

Nombre annuel d'événements dangereux dû aux coups de foudre directes (NI), et aux coups de foudre à proximité (Ni) des lignes:

Alimentation électrique

NI = 0,000045

Ni = 0,022361

APPENDICE - Probabilité d'endommagement de la structure non protégée

Zone Z1: Broyeur à verre

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pc = 1,00E+00

Pm (Alimentation électrique) = 7,50E-01

Pm = 7,50E-01

Pu (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pv (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pw (Alimentation électrique) = 1,00E+00

Pz (Alimentation électrique) = 4,00E-01

Zone Z2: Zone extérieur

Pa = 1,00E+00

Pb = 1,0

Pc = 1,00E+00

Pm = 1,00E+00

ANNEXE 2

Liste des paramètres

Données et caractéristiques de la structure

				param choisi
Longueur de la structure		L_b	m	m
Largeur de la structure		W_b	m	m
Hauteur de la structure		H_b	m	m
Hauteur des protubérances du toit mesurée à partir du sol		H_{pb}	m	m
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C_d	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de même hauteur ou + petits	C_d	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C_d	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C_d	2	
Probabilité de dommages physiques sur une structure	Structure non protégée par SPF	P_B	1	
	Structure protégée par SPF niveau IV	P_B	0,2	
	Structure protégée par SPF niveau III	P_B	0,1	
	Structure protégée par SPF niveau II	P_B	0,05	
	Structure protégée par SPF niveau I	P_B	0,02	
	SPF niveau I et armatures en métal continues ou en bétonarmé agissant comme descentes naturelles	P_B	0,01	
	Idem avec toiture métallique	P_B	0,001	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	K_{S1}	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	K_{S1}	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	K_{S1}	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	K_{S1}	0,0001-0,00001	
Densité de foudroiement au sol	Suivant carte de la norme NF C 17102 F11 :2015-5	Nsg		
Nombre total de personnes attendues dans la structure		n_t		

Caractéristiques de la zone

				param choisi
Facteur de réduction associé au type de plancher (intérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r _u	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r _u	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette	r _u	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, lino, bois	r _u	0,00001	
	Autres	r _u	0	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur le service connecté)	Pas de mesures de protection	PU	1	
	Plaques d'avertissement	PU	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PU	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PU	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PU	0	
Facteur de réduction associé au type de sol (extérieur)	R < 1 kohm: Agricole, béton	r _a	0,01	
	R < 1-10 kohm: Marbre, céramique	r _a	0,001	
	R < 10-100 kohm: Gravier, moquette, tapis	r _a	0,0001	
	R > 100 kohm: Asphalte, linoleum, bois	r _a	0,00001	
Probabilité de blessures d'êtres vivants (impacts sur une structure)	Pas de mesures de protection	PA	1	
	Plaques d'avertissement	PA	0,1	
	Isolation électrique du conducteur exposé	PA	0,01	
	Sol équipotentiel efficace	PA	0,01	
	Armatures ou entourages utilisés comme conducteurs de descente, ou présence de restrictions physiques	PA	0	
Facteur associé à l'efficacité d'écran d'une structure	Pas d'écran spatial	K _{S2}	1	
	A une distance de sécurité de l'écran au moins = à la taille de la maille	K _{S2}	0,12xw	
	A une distance plus faible, par ex allant de 0,1w à 0,2w	K _{S3}	2x0,12xw	
	Ecran métallique continu d'une épaisseur de 0,1 mm à 0,5 mm	K _{S2}	0,0001-0,00001	
Facteur réduisant les pertes dues aux dispositions contre l'incendie	Pas de disposition	r _p	1	
	Extincteurs, installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées manuellement	r _p	0,5	
	Installations d'extinction fixes ou d'alarme déclenchées automatiquement	r _p	0,2	
Risque d'incendie	Explosion	r _f	1	
	Elevé	r _f	0,1	
	Ordinaire	r _f	0,01	
	Faible	r _f	0,001	
	Aucun	r _f	0	
Nombre de personnes potentiellement en danger (victimes ou usagers non desservis)		n _p		

Données et caractéristiques de la ligne de puissance

				param choisi
Résistivité du sol		ρ	500 ohm.m	
Longueur de la section du service		L_c	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	H_c		
	Ligne non enterrée	H_c	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service	Service avec transformateur à 2 enroulements	C_t	0,2	
	Service uniquement	C_t	1	
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C_d	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C_d	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C_d	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C_d	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	C_e	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	C_e	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	C_e	0,5	
	Rural	C_e	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		U_w	1,5 - 2,5 - 4 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écranté - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K_{S3}	1	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K_{S3}	0,2	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K_{S3}	0,02	
	Câble écranté avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	K_{S3}	0,001	
	Câble écranté avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	K_{S3}	0,0002	
	Câble écranté avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	K_{S3}	0,0001	
Facteur associé à la tension de tenue aux		K_{S4}	1	

chocs d'un réseau				
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	1	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	0,8	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,15	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,04	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	P _{SPD}	1	
	Niveau de protection III-IV	P _{SPD}	0,03	
	Niveau de protection II	P _{SPD}	0,02	
	Niveau de protection I	P _{SPD}	0,01	
	Niveau de protection I +	P _{SPD}	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C _{da}	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C _{da}	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C _{da}	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C _{da}	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		L _a	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		W _a	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H _a	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H _{pa}	m	

Données et caractéristiques de la ligne de communication

				param choisi
Résistivité du sol		ρ	500 ohm. m	
Longueur de la section du service		L_c	1000 m	m
Hauteur des conducteurs du service au-dessus du sol	Ligne enterrée	H_c		
	Ligne non enterrée	H_c	6 m	m
Facteur de correction pour la présence d'un transformateur HT/BT sur le service		C_t		pas
Facteur d'emplacement	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C_d	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C_d	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C_d	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C_d	2	
Facteur d'environnement de ligne	Urbain avec bâtiments de hauteur > 20 m	C_e	0	
	Urbain avec bâtiments de hauteur entre 10m et 20 m	C_e	0,1	
	Suburbain avec bâtiments de hauteur < 10 m	C_e	0,5	
	Rural	C_e	1	
Tension de tenue aux chocs d'un réseau		U_w	1,5 - 2,5 - 4 - 6 kV	
Facteur associé aux caractéristiques du câblage interne	Câble non écranté - pas de précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K_{S3}	1	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles de grande taille	K_{S3}	0,2	
	Câble non écranté - précaution de cheminement afin d'éviter des boucles	K_{S3}	0,02	
	Câble écranté avec résistance d'écran $5 < R_s \leq 20$ ohms/km	K_{S3}	0,001	
	Câble écranté avec résistance d'écran $1 < R_s \leq 5$ ohms/km	K_{S3}	0,000 2	
	Câble écranté avec résistance d'écran $R_s < 1$ ohm/km	K_{S3}	0,000 1	
Facteur associé à la tension de tenue aux chocs d'un réseau		K_{S4}	1	

Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts sur le service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	1	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	0,8	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P _{LD}	0,4	
Probabilité de défaillances des réseaux internes (impacts à proximité du service connecté) en fonction de Rs et Uw	5<Rs<=20 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,15	
	1<Rs<=5 ohms/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,04	
	Rs<1 ohm/km si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,02	
	Ecran non relié à la borne d'équipotentialité à laquelle le matériel est connecté si Uw = 1,5 kV	P _{LI}	0,5	
Probabilité de défaillance des réseaux internes avec l'installation de parafoudres	Pas de parafoudres coordonnés	P _{SPD}	1	
	Niveau de protection III-IV	P _{SPD}	0,03	
	Niveau de protection II	P _{SPD}	0,02	
	Niveau de protection I	P _{SPD}	0,01	
	Niveau de protection I +	P _{SPD}	0,005-0,001	
Facteur d'emplacement de la structure connectée à l'extrémité "a" du service	Objet entouré par des objets plus hauts ou des arbres	C _{da}	0,25	
	Objet entouré par des objets ou des arbres de la même hauteur ou plus petits	C _{da}	0,5	
	Objet isolé : pas d'autres à proximité	C _{da}	1	
	Objet isolé au sommet d'une colline ou sur un monticule	C _{da}	2	
Longueur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		L _a	m	
Largeur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		W _a	m	
Hauteur de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H _a	m	
Hauteur des protubérances de la structure connectée à l'extrémité "a" du service		H _{pa}	m	

Perte humaine

				param choisi
Pertes dues aux blessures par tensions de contact et de pas	Tout type - (personnes à l'intérieur des bâtiments)	L _t	0,0001	
	Tout type - (personnes à l'extérieur des bâtiments)	L _t	0,01	
Pertes dues aux dommages physiques	Hopitaux, hôtels, bâtiments civils	L _f	0,1	
	Industrielle, commerciale, scolaire	L _f	0,05	
	Publique, églises, musées	L _f	0,02	
	Autres	L _f	0,01	
Facteur augmentant les pertes en présence d'un danger particulier	Pas de danger particulier	h _z	1	
	Faible niveau de panique	h _z	2	
	Niveau de panique moyen	h _z	5	
	Difficulté d'évacuation	h _z	5	
	Niveau de panique élevé	h _z	10	
	Danger pour l'environnement	h _z	20	
	Contamination de l'environnement	h _z	50	
Pertes dues aux défaillances des réseaux internes	Structure avec risques d'explosion	L _o	0,1	
	Hôpitaux	L _o	0,001	
	Autres	L _o	0	
Risque tolérable		R _t	0,00001	0,00001

ANNEXE 3

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

Effet réducteur	Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.
Electrode de terre	Elément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.
Equipements métalliques	Eléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.
Etincelle dangereuse (étincelage)	Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.
Foudre	Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).
Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)	Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)
Liaison équipotentielle	Eléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.
Mode commun (MC)	Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.
Mode différentiel (MD)	Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans les masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre: I: neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T: neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre: T: masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N: masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

Résistance de terre

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Surtemp

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

4.4 Notice de vérification des parafoudres (type 1 et type 2)

➤ **Description de l'équipement à vérifier**

Le parafoudre est généralement installé dans un coffret électrique. Il est relié électriquement entre le conducteur de terre et un ou plusieurs conducteurs de distribution électrique. Il est associé à un système de protection contre les courts circuits situé en amont (disjoncteur ou fusible).

➤ **Documents de référence**

Norme NF EN 62305-4 de décembre 2006,
Guide UTE C 15-443.

➤ **Matériel utilisé**

Voltmètre.

➤ **Compétence particulière pour le vérificateur**

Habilitation à vérifier des installations de protection contre la foudre délivrée par une société reconnue compétente dans le domaine de la protection contre la foudre : Qualifoudre ou F2C

➤ **Conditions d'accès particulières :**

Plan de prévention,
Habilitation électrique H0 / B0 minimum.

➤ **Critères de conformité : Le parafoudre est conforme s'il satisfait à l'ensemble des critères suivants :**

- les caractéristiques du parafoudre sont celles prévues dans l'étude technique,
- le câblage du parafoudre et du déconnecteur respecte les règles de l'art (< 50 cm, ...),
- le déconnecteur est fermé et l'indicateur n'indique pas de défaillance.

➤ **Mode opératoire : La vérification initiale comprend les étapes suivantes :**

- 1) vérifier que les caractéristiques du parafoudre et du déconnecteur associé sont celles indiquées dans l'étude technique,
- 2) vérifier la section et la longueur des conducteurs de connexions du parafoudre à l'installation,
- 3) vérifier que le témoin de fonctionnement n'indique pas le remplacement du parafoudre,
- 4) vérifier que le déconnecteur est en état de marche.

C : Conforme ; NC : Non Conforme ; SO : Sans Objet

- la vérification périodique est identique à la vérification initiale :

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Localisation	Type (I, II, ou III)	U_p (kV)	I_n (kA)	I_{imp} (kA)	Protection	Calibre	Marque
TGBT entrepôt	I+II						
Plateforme hors froid	I+II						
TD détection incendie	II						
Ligne télécom	III						

Parafoudres

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Parafoudres	Localisation	Type (I, II, ou III)	U _p (kV)	I _n (kA)	I _{imp} (kA)	Protection	Calibre	Marque
	TGBT entrepôt	I+II						
	Plateforme hors froid	I+II						
	TD détection incendie	II						
	Ligne télécom	III						

Commentaires :

5. CARNET DE BORD



N° 071179534036
Niveau C

**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre
CARNET DE BORD**

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

Il ne peut sortir de l'Établissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

N° de classification INSEE :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Classement de l'Etablissement à la date du : ; Type : ; Catégorie :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
Du {
Travail {

Commission {
De {
Sécurité {

DREAL {
{
{

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
07/08/2017	Analyse du Risque Foudre	RG CONSULTANT	R. MORJARET 071179534036

II – ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
09/08/2017	Etude technique foudre	RG Consultant	R. MORJARET 071179534036

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

NATURE DE LA VERIFICATION				RESULTATS DE LA VERIFICATION		VERIFICATEUR	
Date	Type de protection	Vérification de tous les conducteurs et composants du SPF (test de l'électronique pour les PDA)	Vérification de la continuité électrique de l'installation	Mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre	Indiquer les valeurs obtenues ou les constatations faites Référence des rapports	Actions prises ou à prendre	Nom et Qualité de la personne qui a effectué la vérification ou N° QUALIFOUDRE

Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellement** tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

La maintenance doit être faite dès qu'un parafoudre est défectueux, et dès qu'un composant ou un conducteur n'est plus ou mal fixé.

La vérification de l'efficacité du système doit être effectuée après chaque modification ou extension de la structure et de ses installations.

A) Cas des parafoudres à modules déconnectables

- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le module déconnectable hors service.
- Mettre en place un nouveau module.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation (*) des parafoudres (parafoudre en service).

(*) Signalisation qui donne l'état du parafoudre (lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée).

B) Parafoudres non déconnectables

- Consigner l'armoire électrique (ouverture du disjoncteur général de l'armoire et des disjoncteurs secondaires).
- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le parafoudre défectueux.
- Mettre en place un nouveau parafoudre.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation des parafoudres (parafoudre en service).
- Enlever la consignation de l'armoire (fermer le disjoncteur général, réenclencher les disjoncteurs secondaires un par un).

ANNEXE 3

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Etincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans la masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

Résistance de terre

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Sur tension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

Etude technique

ÉTUDE TECHNIQUE Foudre

RVE SIEGE-FENELON-SERVANT St ANDRE – LA REUNION (97)



**RVE
SIEGE-FENELON-SERVANT
St ANDRE – LA REUNION (97)**

Référence document

RGC 23 209

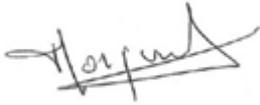
RESUME :

Ce document représente l'Etude Technique du site de valorisation de déchets : **SIEGE-FENELON-SERVANT** de la société **RVE**, situé à **ST ANDRE** sur l'île de la **REUNION (97)**.

Il a été rédigé au terme de la mission qui nous a été confiée par la société **RVE** dans le cadre de la prévention et de la protection contre le risque foudre.

L'objectif est de rendre les installations ICPE en conformité vis-à-vis de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Il comprend : l'Etude Technique des spécifications de la protection contre les effets directs et indirects de la foudre, les mesures de prévention, ainsi qu'un tableau de synthèse des actions à entreprendre, qu'elles soient obligatoires ou optionnelles.

Rédacteur	Vérification	Révision
Nom : Régis MORJARET Date : 09/08/2017 Visa 	Nom : Loïc JACQUEMOT Date : 11/08/2017 Visa 	A

DIFFUSION :

<p>RVE Réunion Valorisation Environnement A L'attention de Madame PAVERDY Chemin Grand Canal 97440 St ANDRE Tél. : +332 62 30 66 03 Fax : +332 62 58 77 81 Email : rve.qse@orange.fr</p>	<p>RG CONSULTANT Arc Atlantique 8 rue Jean Jaurès 35000 Rennes Tél. : +332 30 02 79 98 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com</p>	<p>RG CONSULTANT 25 Avenue des saules 69600 OULLINS Tél. : +334 37 41 16 10 Fax : +334 72 30 13 36 Email : info@rg-consultant.com</p>
--	---	--

TABLE DES MODIFICATIONS

Rév	Chrono secrétariat	Date	Objet
A	RGC 23209	09/08/2017	Étude Technique

LISTE DES DOCUMENTS FOURNIS PAR RVE

INTITULE	N°/ Fournis
Etude de dangers/impact	Oui
Dossier ICPE	Non
Plan de masse	Oui
Plan de coupe	Non
Analyse de Risque Foudre par RGC	RGC 23208

L'Étude technique ci-après a été réalisée selon les informations et plans fournis par RVE, commanditaire de cette étude. Il appartient au destinataire de l'étude de vérifier que les hypothèses prises en compte et énumérées dans le descriptif ci-après sont correctes et exhaustives.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	5
1.1 OBJET	5
1.2 PRESENTATION GENERALE DU SITE	6
1.3 SITUATIONS REGLEMENTAIRES	7
2. DOCUMENTS RÈGLEMENTAIRES	8
2.1 TEXTES REGLEMENTAIRES	8
2.2 NORMES DE REFERENCES	8
3. MÉTHODOLOGIE.....	9
3.1 PRESENTATION GENERALE	9
3.2 LIMITE DE L'ÉTUDE TECHNIQUE	9
4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre	10
4.1 SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (SPF)	10
4.2 MESURES DE PREVENTION EN CAS D'ORAGE	10
5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS.....	11
5.1 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FORTS	11
5.2 CARACTERISTIQUES DES COURANTS FAIBLES	11
5.3 ÉQUIPEMENTS IMPORTANTS POUR LA SECURITE	11
5.4 MISE A LA TERRE DES INSTALLATIONS.....	12
5.1 LISTE DES CANALISATIONS ENTRANTES ET SORTANTES.....	12
5.2 ZONES A RISQUES D'EXPLOSION	12
5.3 DESCRIPTION DE LA PROTECTION CONTRE LA Foudre EXISTANTE.....	12
5.3.1 <i>Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)</i>	12
5.3.2 <i>Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)</i>	12
6. PRECONISATIONS - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre.....	13
6.1 DISPOSITIONS GENERALES	13
6.2 DIFFERENTS TYPES D'I.E.P.F.....	13
6.3 CHOIX DU TYPE D'I.E.P.F.....	16
6.4 MISE EN ŒUVRE DE L'I.E.P.F.....	16
6.4.1 <i>Ateliers PAM</i>	16
6.4.2 <i>Dispositifs de descente et mise à la terre</i>	18
6.4.3 <i>Mise à la terre des canalisations</i>	23
7. PRÉCONISATIONS - EFFETS INDIRECTS DE LA Foudre	24
7.1 PROTECTION DES COURANTS FORTS.....	25
7.1.1 <i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II</i>	25
7.1.2 <i>Détermination des caractéristiques des parafoudres type II</i>	26
7.1.3 <i>Raccordement</i>	27
7.1.4 <i>Dispositif de deconnexion</i>	27
7.2 PROTECTION DES LIGNES DE TELECOMMUNICATION	28
8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX	29
9. REALISATION DES TRAVAUX.....	30
10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS	30
10.1 VERIFICATION INITIALE.....	30
10.2 VERIFICATIONS PERIODIQUES	31

10.3	VERIFICATIONS SUPPLEMENTAIRES	31
11.	TABLEAU DE SYNTHESE	32

ANNEXES

Annexe 1 : Note de calcul de la distance de séparation

Annexe 2 : Notice de Vérification et de Maintenance

Annexe 3 : Lexique

1. INTRODUCTION

1.1 Objet

Le site **RVE** situé sur la commune de **ST ANDRE** dans le département de la **REUNION** est soumis à Autorisation, Enregistrement et Déclaration sous Contrôle aux titres de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et souhaite appliquer l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

L'Etude Technique, objet de ce document, est réalisée sur la base des résultats de l'Analyse du Risque Foudre réalisée par **RG Consultant**, détaillés dans le rapport **RGC 23208**.

L'objectif de l'Etude Technique, véritable cahier des charges, est de détailler les mesures de protection à mettre en œuvre qu'elles soient contre les effets directs (IEPF) ou indirects (IIPF) à savoir :

- Description des méthodes de conception utilisées pour les IEPF ;
- Préconisation des mesures de protection à mettre en œuvre en proposant les solutions les mieux adaptées et les plus rationnelles ;
- Description des protections internes (liaisons équipotentielles, parafoudres) ;
- Description des mesures de prévention à mettre en place en cas d'orage.

1.2 Présentation générale du site



Plan n°1 : Vue Google Earth

Le SIEGE est composé des zones:

- Hors Froid,
- Ateliers,
- FENELON,
- SERVANT.

1.3 Situations Règlementaires

Les activités Déclarées et Contrôlées au titre de la législation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement sont fixées par un arrêté préfectoral et visées par l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

Partie	N° nomenclature	Libellé de la rubrique	Classement
Siège	2711-1	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	Autorisation
	2790-1-b	Installations de traitement de déchets dangereux ou de déchets contenant des substances ou mélanges dangereux.	Autorisation
	2560-2	Travail mécanique des métaux et alliages.	Déclaration
Fénelon	2711-2	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	-
Servant	2711-2	Installations de transit, regroupement ou tri de déchets d'équipements électriques et électroniques.	Déclaration
Siège-Fénelon-Servant	2714-2	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux de papiers/cartons, plastiques, caoutchouc, textiles, bois	Déclaration
	2715	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux de verre	Déclaration
	2716-2	Transit, regroupement ou tri de déchets non dangereux non inerte	Déclaration
	2718-1	Transit, regroupement ou tri de déchet dangereux	Autorisation-
	2791-1	Installation de traitement de déchets non dangereux	Autorisation

Les effets de la foudre présentent des risques de toute nature dont les conséquences sont plus ou moins graves. L'étude de ces risques permet de déterminer les actions à entreprendre pour les minimiser.

2. DOCUMENTS RÉGLEMENTAIRES

2.1 Textes réglementaires

Arrêté du 4 octobre 2010 modifié par **l'arrêté du 11 mai 2015** relatif à la protection contre la foudre de certaines installations classées pour la protection de l'environnement.

Circulaire du 24 avril 2008 relative à l'application de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié.

2.2 Normes de références

NF EN 62 305-1 (C 17-100-1) – juin 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 1 : Principes généraux].

NF EN 62 305-2 (C 17-100-2) – novembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 2 : Évaluation du risque].

NF EN 62 305-3 (C 17-100-3) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 3 : Dommages physiques sur les structures et risques humains].

NF EN 62 305-4 (C 17-100-4) – décembre 2006 [Protection des structures contre la foudre – partie 4 : Réseaux de puissance et de communication dans les structures].

NF C 17-102 – septembre 2011 [Systèmes de protection contre la foudre à dispositif d'amorçage].

NF C 15-100 – octobre 2010 [Installations électriques basse tension].

Guide UTE C 15-443 – août 2004 [Protection des installations électriques à basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres].

NF EN 61 643-11 – mai 2014 [Parafoudres pour installation basse tension].

NF EN 61 643-12 – Parafoudres BT

NF EN 61 643-21 – novembre 2001 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A1 – juin 2009 [Parafoudres BT]

NF EN 61 643-21_A2 – juillet 2013 [Parafoudres BT]

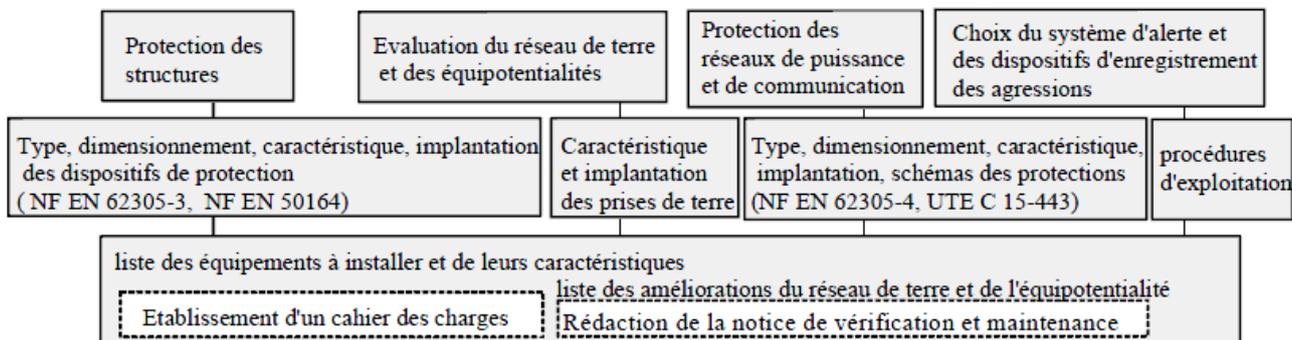
NF EN 62561-1/2/3/4/5/6/7 – Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Présentation générale

Le déroulement de l'Étude Technique doit être conforme à la méthodologie développée dans l'Arrêté Ministériel du 4 octobre 2010 modifié et sa circulaire d'application.

Selon l'ARF **Etude technique du système de protection**



3.2 Limite de l'Étude Technique

L'Étude Technique réglementaire, traitée dans le présent document, ne concerne que le risque de type R1 (perte de vie humaine).

Elle ne concerne pas :

- **les risques de dommages aux matériels électriques et électroniques** qui ne mettent pas en danger la vie humaine,
- **les risques de pertes de valeurs économiques (risque R4),**
- **les risques d'impact** relatifs à un dommage physique (incendie/explosion).

Pour ces derniers risques, l'exploitant peut décider de façon purement volontaire d'aller au-delà des exigences réglementaires et mener des analyses de risque foudre complémentaires, voire de protéger une installation de façon déterministe.

4. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DU RISQUE Foudre

4.1 Système de protection contre la foudre (SPF)

<i>Structure</i>	<i>Protection effets directs</i>	<i>Protection effets indirects</i>
Atelier PAM/ECRANS/CABLES	Protection de niveau IV	Protection par parafoudres de niveau IV
PLATEFORME HORS FROID	Aucune nécessité de protection	Protection par parafoudres de niveau IV
ZONE FENELON	Aucune nécessité de protection	Aucune nécessité de protection
ZONE SERVANT	Aucune nécessité de protection	Aucune nécessité de protection
EIPS	Sans objet	A protéger par des parafoudres de type 2 pour : - Détection incendie
Canalisations métalliques	Liaison équipotentielle à prévoir pour : - Gaz (si métallique) - Eau (si métallique)	Sans objet

4.2 Mesures de prévention en cas d'orage

L'Analyse du Risque Foudre ne prévoit pas de mesure de prévention particulière à mettre en place en cas d'orage.

5. DESCRIPTIONS DES INSTALLATIONS

5.1 Caractéristiques des courants forts

Le site est alimenté par une ligne souterraine issue du réseau ERDF vers un poste HT/BT en local technique.

Le régime de neutre du site est **TT**.

5.2 Caractéristiques des courants faibles

Le site est raccordé au réseau ORANGE via une ligne RTC souterraine de nature inconnue vers la zone administrative.

Les lignes de sécurité suivantes ont pu être identifiées :

- Ligne report d'alarme intrusion vers société de télésurveillance.

5.3 Équipements Importants Pour la Sécurité

Les équipements dont la défaillance entraîne une interruption des moyens de sécurité et provoquant ainsi des conditions aggravantes à un risque d'accident sont à prendre en compte. La liste de ces équipements est la suivante avec leur susceptibilité à la foudre :

Organes de sécurité	Susceptibilité à la foudre
Centrale d'alarme incendie	Oui
Extincteurs	Non

Source : Selon expertise et infos clients.

Cette liste n'est pas exhaustive et pourra être complétée par le Maître d'ouvrage.

5.4 Mise à la terre des installations

Aucune mise à la terre à fond de fouille n'est visible sur site.

5.1 Liste des canalisations entrantes et sortantes

Zone	Nom
SIEGE	Canalisation d'eau de ville nature indéterminée

Source : expertise sur site.

5.2 Zones à risques d'explosion

D'après les informations obtenues auprès du client, nous savons que des risques peuvent être présents au niveau des locaux de charges mais que ces zones ne sont pas ATEX 0 ou 20. Par conséquent, le risque d'explosion n'a pas été retenu dans l'Analyse de Risque Foudre.

5.3 Description de la protection contre la foudre existante

5.3.1 Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

Absence de protection contre les effets directs de la foudre.

5.3.2 Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

Absence de protection contre les effets indirects de la foudre.

6. PRECONISATIONS - EFFETS DIRECTS DE LA Foudre

6.1 Dispositions générales

Son rôle est :

- D'intercepter les courants de foudre directs.
- De conduire les courants de foudre vers la terre.
- De disperser les courants de foudre dans la terre.

On détermine 2 types de protection : **isolée** et **non isolée**.

Dans une IEPF **isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre maintienne une distance de séparation adéquate pour éviter les étincelles dangereuses (dans le cas de parois combustibles, de risque d'explosion et d'incendie, de contenus sensibles aux champs électromagnétiques de foudre).

Dans une IEPF **non isolée**, les conducteurs de capture et les descentes sont placés de manière à ce que le trajet du courant de foudre puisse être en contact avec la structure à protéger, ce qui est le cas pour la majorité des bâtiments.

6.2 Différents types d'I.E.P.F

Pour le système de capture, deux types de solutions peuvent être envisagés :

➤ La **protection par système passif** (norme NF EN 62305-3) consistant à répartir sur le bâtiment à protéger : des dispositifs de capture à faible rayon de couverture, des conducteurs de descente et des prises de terre foudre.

Ils peuvent être constitués par une combinaison des composants suivants :

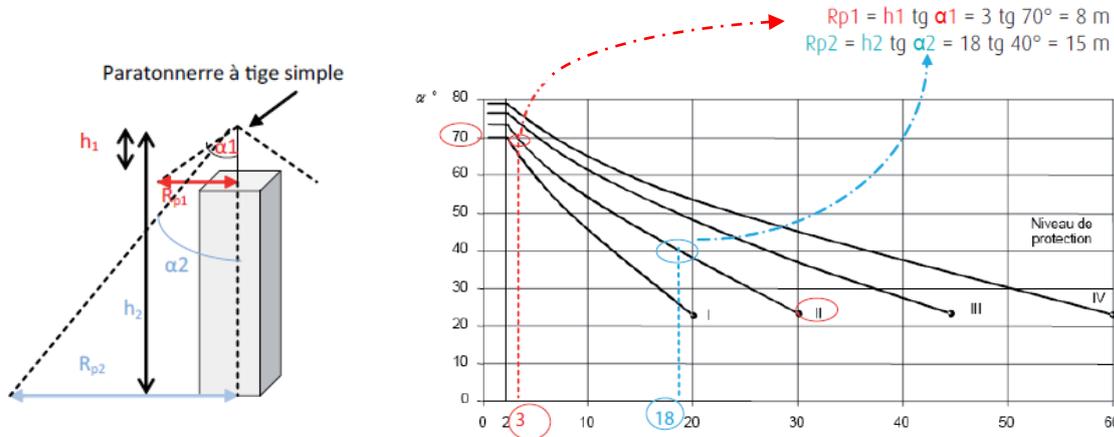
- tiges simples,
- fils tendus,
- cages maillées et/ou composants naturels...

Ces composants doivent être installés aux coins, aux points exposés et sur les rebords suivant 3 méthodes :

○ Tiges simples

Ce type d'installation consiste en la mise en place d'un ou plusieurs paratonnerres à tiges simples, en partie haute des structures à protéger.

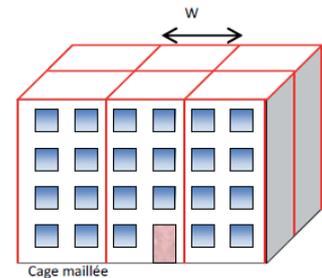
L'angle de protection concernant la zone protégée par ces tiges dépend du niveau de protection requis sur le bâtiment concerné et de la hauteur du dispositif de capture au-dessus du volume à protéger.



Détermination de l'angle de protection en fonction de la hauteur de la tige du paratonnerre et du niveau de protection

○ **Cages maillées**

La protection par cage maillée consiste en la réalisation sur le bâtiment d'une cage à mailles reliées à des prises de terre. Le système à cage maillée répartit l'écoulement des courants de foudre entre les diverses descentes, et ceci d'autant mieux que les mailles sont plus serrées. La largeur des mailles en toiture et la distance moyenne entre deux descentes dépendent du niveau de protection requis sur le bâtiment.

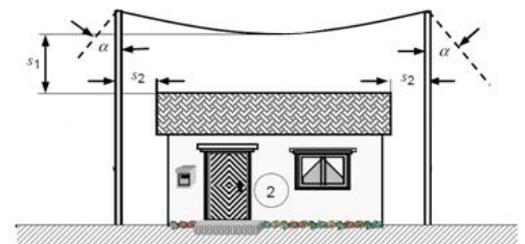


Niveau de protection Issu de l'ARF	Taille des mailles	Distances typiques entre les conducteurs (W)
IV	20 m x 20 m	20 m
III	15 m x 15 m	15 m
II	10 m x 10 m	10 m
I	5 m x 5 m	10 m

Largeur des mailles et distances habituelles entre les descentes et le ceinturage en fonction du niveau de protection

○ **Fils tendus**

Ce système est composé d'un ou plusieurs conducteurs tendus au-dessus des installations à protéger. Les conducteurs doivent être reliés à la terre à chacune de leur extrémité. L'installation de fils tendus doit tenir compte de la tenue mécanique, de la nature de l'installation et des distances d'isolement.



➤ La **protection par système actif** (norme NF C 17-102) avec mise en place de Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA) dont le rayon de couverture est amélioré par un dispositif ionisant.

Niveau de protection		Rayon de protection des PDA											
		I			II			III			IV		
Avance à l'amorçage		30	40	60	30	40	60	30	40	60	30	40	60
Hauteur au-dessus de la surface à protéger	2	11,4	15,0	18,6	12,6	15,6	20,4	15,0	18,0	23,4	16,8	19,8	25,8
	4	22,8	30,6	37,8	25,8	31,2	41,4	30,6	36,0	46,8	34,2	40,2	51,0
	5	28,8	37,8	47,4	33,0	39,0	51,6	37,8	45,0	58,2	42,6	50,4	64,2

Le tableau ci-dessus tient compte du coefficient de réduction de 40 % appliqué aux rayons de protection des PDA, conformément à l'arrêté du 4 octobre 2010 concernant les ICPE.

Nota : il est également possible de combiner des solutions passives et actives en fonction de la configuration des structures à protéger.

Les avantages et inconvénients de chaque type de protection sont listés dans le tableau suivant :

	Système passif	Système actif (PDA)
Installation	Contraignante sur des structures complexes et pour des niveaux de protection sévères.	Simplifiée car moins de matériels à installer.
Maintenance	Simplifiée, pas d'élément actif à contrôler.	Problème du contrôle du bon fonctionnement de la partie active (accessibilité, moyens de contrôle spécifiques).
Efficacité	Basée sur le modèle électrogéométrique. Apporte également une réduction des perturbations électromagnétiques rayonnées.	En cas de défaillance du système actif la protection devient partielle.
Coût d'installation	Pouvant être élevé sur des structures importantes.	Les PDA étant actifs, leur coût est supérieur à celui d'une tige simple. L'installation est cependant moins contraignante, d'où un coût global d'installation moindre.

6.3 Choix du type d'I.E.P.F

La surface des bâtiments étant importante, nous conseillons de protéger ces zones à l'aide d'une protection par **paratonnerre à dispositif d'amorçage**, car :

- Une solution de protection par tiges simples et cages maillées serait complexe à mettre en œuvre et très onéreuse.
- L'utilisation de composants naturels n'est pas possible car les éléments métalliques de construction ne permettent pas de constituer des parties du SPF,
- La protection par fils tendus n'est applicable que pour les zones ouvertes ou bâtiment de petites tailles.

Les solutions proposées dans l'étude technique ont été étudiées en tenant compte du meilleur compromis entre les aspects techniques et économiques.

6.4 Mise en œuvre de l'I.E.P.F

6.4.1 Ateliers PAM

6.4.1.1 Niveau de protection à atteindre

Le bâtiment doit être protégé par un **SPF de niveau IV**.

6.4.1.2 Dispositif de capture

Nous préconisons :

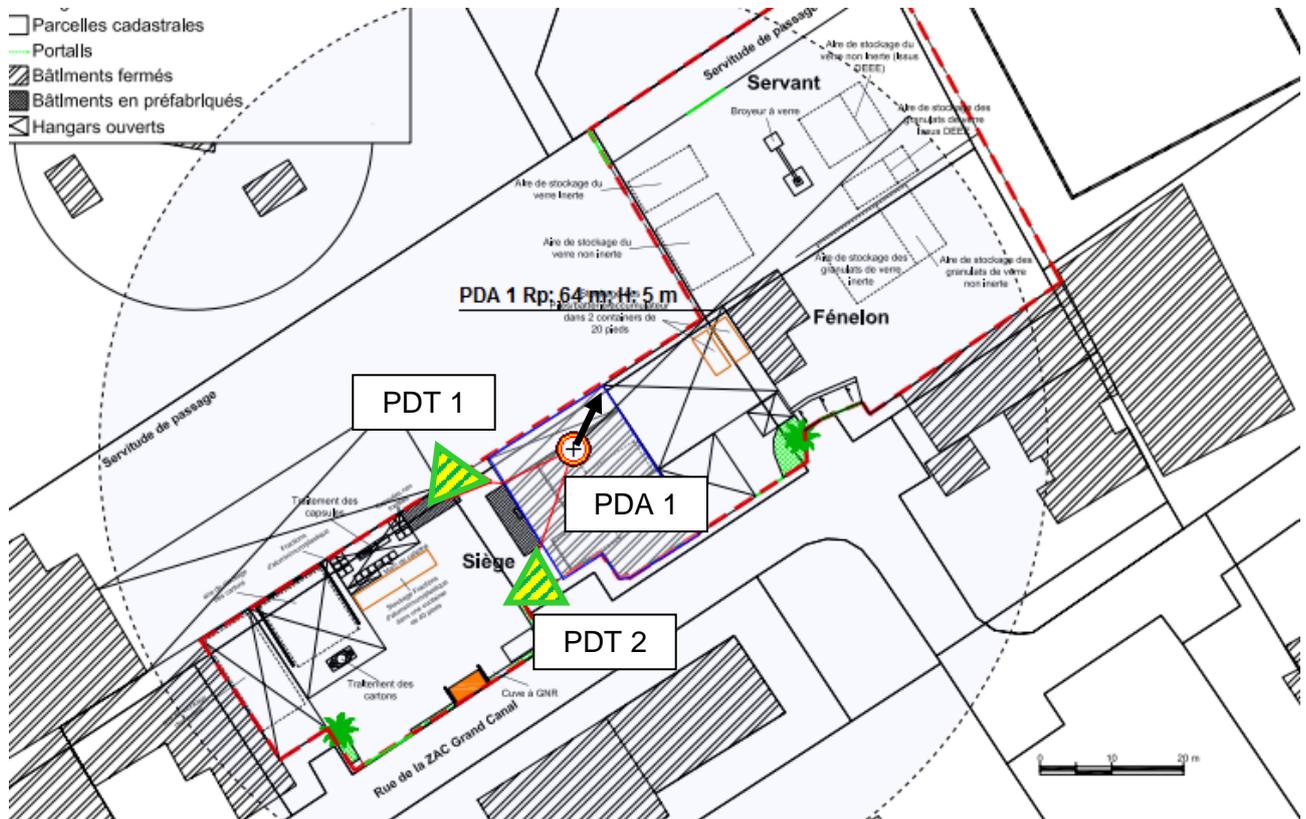
- L'installation de **1 PDA** testables à distance selon les recommandations du fabricant (l'installateur devra fournir le système de test),

Les caractéristiques des dispositifs de capture sont décrites dans le tableau suivant :

Paratonnerre	Hauteur des mâts	Δt	Niveau de protection	Rayon de protection
1 PDA	5 mètres	60 μs	IV	64,2 m

Le haut du PDA doit être installé à au moins 2 m au-dessus de la zone qu'il protège, y compris les antennes, les tours de refroidissement, les toits, les réservoirs, etc.

Le schéma d'implantation des PDA avec leur rayon de protection est représenté ci-après :



Plan n°2 : Rayon de protection du paratonnerre

Légende :			
	Rayon de protection 64,2 m		PDA sur mât de 5 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

6.4.2 Dispositifs de descente et mise à la terre

6.4.2.1 Conducteurs de descente

Pour un SPF à dispositif d'amorçage non isolé, chaque PDA doit être connecté à au moins deux conducteurs de descente. Néanmoins, la norme NFC 17102 version 2011 nous indique que lorsque plusieurs PDA se trouvent sur le même bâtiment, les conducteurs de descente peuvent être mutualisés. Ainsi, s'il y a n PDA sur le toit, il n'est pas systématiquement nécessaire d'avoir $2n$ conducteurs de descente mais un minimum de n conducteurs de descente spécifique est nécessaire.

La distance de séparation la plus défavorable calculée ici est de : (le détail du calcul est présenté en annexe 1)

- 0,720 m pour le PDA 1,

L'ensemble des masses métalliques (skydômes, exutoires, crinolines, aérothermes) et des carcasses des spots d'éclairages/caméras devront être interconnectés au dispositif de descente par un conducteur de même nature que celui-ci.

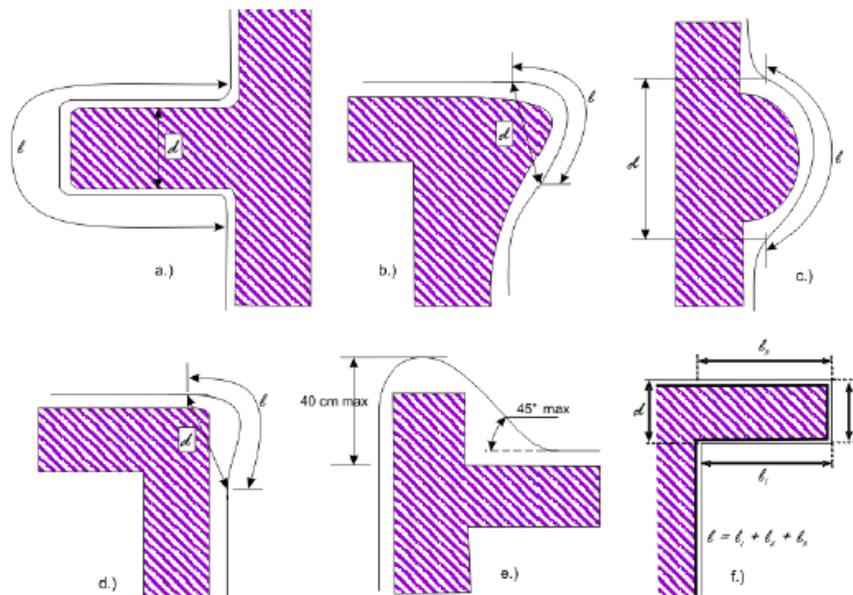
Les courants forts/faibles devront être blindés (caméras, antenne hertzienne) ou protégés à l'aide de parafoudres (parafoudres BT et coaxiaux).

6.4.2.2 Cheminement des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente doivent être installés de sorte que leurs cheminements soient aussi directs et aussi courts que possible, en évitant les angles vifs et les sections ascendantes (les rayons de courbure doivent être supérieurs à 20 cm).

Les conducteurs de descente ne doivent pas cheminer le long des canalisations électriques ou croiser ces dernières.

Il convient d'éviter tout cheminement autour des acrotères, des corniches et plus généralement des obstacles. Une hauteur maximale de 40 cm est admise pour passer au-dessus d'un obstacle avec une pente de 45° ou moins



l : longueur de la boucle, en mètres
 d : largeur de la boucle, en mètres
 Le risque de rupture du diélectrique est évité si la condition $d > l/20$ est respectée.

- Formes de courbure des conducteurs de descente

Les conducteurs de descente doivent être fixés, à raison de **trois fixations par mètre** (environ tous les 33 cm).

Il convient que ces fixations soient adaptées aux supports et que leur installation n'altère pas l'étanchéité du toit. Les fixations par percements systématiques du conducteur de descente doivent être proscrites.

Tous les conducteurs doivent être connectés entre eux à l'aide de colliers ou raccords de nature identique, de soudures ou d'un brasage.

Il convient de protéger les conducteurs de descente contre tout risque de choc mécanique, à l'aide de fourreaux de protection, jusqu'à une hauteur d'au moins **2 m au-dessus du niveau du sol**.

6.4.2.3 Matériaux et dimensions

Les matériaux et dimensions des conducteurs de descente devront respecter les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et section minimale des conducteurs de capture, des tiges et des conducteurs de descente.

Matériau	Configuration	Section minimale
Cuivre, cuivre étamé, acier galvanisé à chaud, acier inoxydable	Plaque pleine (épaisseur min. 2 mm)	50 mm ²
Aluminium	Plaque pleine (épaisseur min. 3 mm)	70 mm ²

6.4.2.4 Joint de contrôle

Chaque conducteur de descente doit être muni d'un joint de contrôle permettant de déconnecter la prise de terre pour procéder à des mesures.

Les joints de contrôle sont en général installés sur les conducteurs de descente en partie basse.

Pour les conducteurs de descente installés sur des parois métalliques ou les SPF non équipés de conducteurs de descente spécifiques, des joints de contrôle doivent être insérés entre chaque prise de terre et l'élément métallique auquel la prise de terre est connectée. Ils sont alors installés à l'intérieur d'un regard de visite (conforme à la NF EN 62561) comportant le symbole prise de terre.

6.4.2.5 Compteur de coups de foudre

Un compteur de coups de foudre doit être installé sur le conducteur de descente le plus direct et doit être situé de préférence juste au-dessus du joint de contrôle. Il doit être conforme à la NF EN 62561. Il faut au minimum **un compteur par paratonnerre**.

6.4.2.6 Prise de terre

Vu la difficulté de réaliser une prise de terre de type B (boucle), il y a lieu de prévoir **une prise de terre type A au bas de chaque descente**.

Au total, **2 prises de terre** devront être créées afin de relier les installations à la terre.

Les prises de terre des PDA doivent satisfaire les exigences suivantes :

- la valeur de résistance mesurée à l'aide d'un équipement classique doit être la plus basse possible (**inférieure à 10 Ω**). Cette résistance doit être mesurée au niveau de la prise de terre isolée de tout autre composant conducteur. L'installateur a donc en charge tous les éventuels travaux complémentaires nécessaires, afin d'obtenir une valeur inférieure à 10 Ohms.

- éviter les prises de terre équipées d'un composant vertical ou horizontal unique excessivement long (> 20 m) afin d'assurer une valeur d'impédance ou d'inductance la plus faible possible.

Deux configurations sont possibles pour réaliser une prise de terre **type A** :

➤ Patte d'oie

La prise de terre sera disposée sous forme de patte d'oie de grandes dimensions et enterrée à une profondeur minimum de 50 cm à l'aide de conducteurs de même nature et section que les conducteurs de descente, à l'exception de l'aluminium,

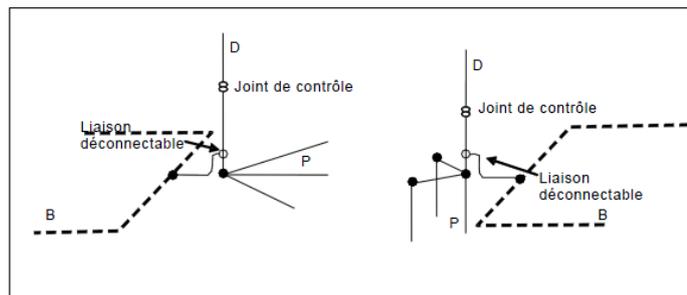
Exemple : trois conducteurs de 7 m à 8 m de long, enterrés à l'horizontale, à une profondeur minimum de 50 cm.

➤ Prise de terre ligne ou triangle

Chaque prise de terre type A sera composée de plusieurs électrodes verticales de longueur totale **minimum de 5 m (6m pour les PDA)** à une profondeur minimum de **50 cm** :

- disposée en ligne ou en triangle et séparée les unes des autres par une distance égale à au moins la longueur enterrée ;

- interconnectée par un conducteur enterré identique au conducteur de descente ou aux caractéristiques compatibles avec ce dernier.



D : conducteurs de descente
B : boucle au niveau des fondations du bâtiment
P : mise à la terre du SPF à dispositif d'amorçage

Schéma de principe « prise de terre type A »

Les matériaux et dimensions des électrodes de terre devront respectés les prescriptions de la norme NF EN 62561.

Le tableau ci-dessous extrait de cette norme donne des exemples de matériau, configuration et dimensions minimales des électrodes de terre.

Matériau	Configuration	Dimensions minimales	
		Électrode de terre	Conducteur de terre
Cuivre	Torsadé, rond plein, plaquer pleine (épaisseur min. 2 mm)		50 mm ²
	Rond plein	ø15 mm	
	Tuyau (épaisseur 2 mm)	ø20 mm	
Acier	Rond plein galvanisé	ø 16 mm	ø 10 mm
	Tube galvanisé	ø 25 mm	
Acier inoxydable	Rond plein	ø 15 mm	ø 10 mm

6.4.2.8 Dispositions complémentaires pour les prises de terre de PDA

Lorsque la résistivité élevée du sol empêche d'obtenir une résistance de prise de terre inférieure à 10Ω à l'aide des mesures de protection normalisées ci-avant, les dispositions complémentaires suivantes peuvent être utilisées :

- ajout d'un matériau naturel non corrosif de moindre résistivité autour des conducteurs de mise à la terre ;
- ajout d'électrodes de terre à la disposition en forme de patte d'oie ou connexion de ces dernières aux électrodes existantes ;
- application d'un enrichisseur de terre conforme à la NF EN 62561-7 ;

Lorsque l'application de toutes les mesures ci-dessus ne permettent pas d'obtenir une valeur de résistance inférieure à 10Ω , il peut être considéré que la prise de terre de Type A assure un écoulement acceptable du courant de foudre lorsqu'elle comprend une longueur totale d'électrode enterrée d'au moins :

- 160 m pour le niveau de protection I ;
- **100 m pour les niveaux de protection II, III et IV.**

Dans tous les cas, il convient que chaque élément vertical ou horizontal ne dépasse pas 20 m de long.

La longueur nécessaire peut être une combinaison d'électrodes horizontales (longueur cumulée $L1$) et d'électrodes verticales (longueur cumulée $L2$) avec l'exigence suivante :

$$160 \text{ (respectivement } 100 \text{ m)} < L1 + 2xL2$$

6.4.2.9 Equipotentialité des prises de terres

Il convient de connecter les prises de terre au fond de fouille du bâtiment (ou aux terres des masses électriques si leur section est suffisante et si acceptées au préalable par la maîtrise d'ouvrage) à l'aide d'un conducteur normalisé (voir NF EN 62561) par un dispositif déconnectable situé de préférence dans un regard de visite comportant le symbole « *Prise de terre* ».

6.4.2.10 Condition de proximité

Les composants de la prise de terre du SPF à dispositif d'amorçage doivent être à au moins **2 m de toute canalisation métallique ou canalisation électrique enterrée** si ces canalisations ne sont pas connectées d'un point de vue électrique à la liaison équipotentielle principale de la structure.

Pour les sols dont la résistivité est supérieure à $500 \Omega \cdot m$, la distance minimum est portée à 5 m.

6.4.2.11 Tension de contact et de pas

Pour limiter le phénomène des tensions de pas et de contact à proximité des descentes, le maître d'œuvre doit prévoir l'une des solutions suivantes :

- l'isolation des conducteurs de descente est assurée pour 100 kV, sous une impulsion de choc 1,2/50 μ s, par exemple, par une épaisseur minimale de 3 mm en polyéthylène réticulé ;
- des restrictions physiques et/ou des pancartes d'avertissement afin de minimiser la probabilité de toucher les conducteurs de descente, jusqu'à 3 m.

6.4.3 Mise à la terre des canalisations

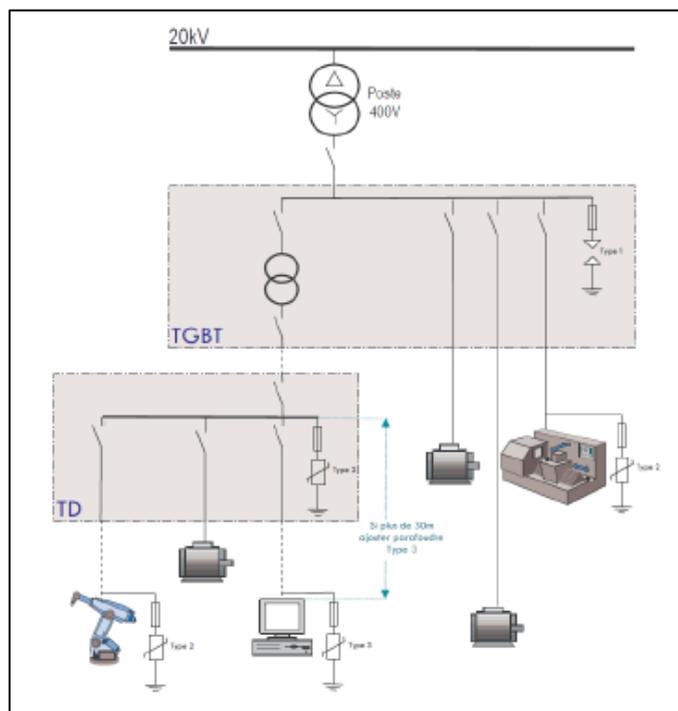
La mise en équipotentialité du site faisant partie intégrante de la protection foudre, une campagne de mesure des continuités électriques pourra être réalisée par une société spécialisée.

7. PRÉCONISATIONS - EFFETS INDIRECTS DE LA FOUDRE

Les résultats de l'analyse de risque aboutissent à une **protection obligatoire** contre les **effets indirects de niveau IV** sur le site **RVE SIEGE-FENELON-SERVANT** de **ST ANDRE – LA REUNION (97)**.

Une protection devra être mise en place :

- Au niveau de l'alimentation générale des bâtiments équipés de paratonnerres conformément aux préconisations des normes NF EN 62305 et du guide UTE C 15-443.
- Sur les Équipements Importants Pour la Sécurité.
- Sur les canalisations conductrices provenant de l'extérieur des bâtiments (équipements en toiture, réseaux électriques, ...).



Principe de protection par parafoudres

Nous préconisons :

- La mise en place de parafoudres **type 1+2** au niveau du **TGBT Existant** et au niveau de **l'alimentation de la plateforme hors froid**,
- La mise en place d'un parafoudre **type 2** au niveau de :
 - o Coffret alimentation détection incendie,
- La mise en place de **parafoudres téléphoniques** au niveau des différentes lignes de télécommunication :
 - o Ensemble des lignes d'arrivée ORANGE sur le répartiteur télécom.

7.1 Protection des courants forts

7.1.1 Détermination des caractéristiques des parafoudres type I et I + II

Ces protections sont conçues pour être utilisées sur des installations où le « risque foudre » est très important, notamment en présence de paratonnerre sur le site. Ces parafoudres doivent être soumis aux essais de classe I, caractérisés par des injections d'ondes de courant de type 10/350 µs, représentatives du courant de foudre généré lors d'un impact direct.

Pour le dimensionnement des parafoudres de **TYPE 1**, la norme NF EN 62305 -1 précise que lorsque le courant de foudre s'écoule à la terre, il se divise en 2 :

- ⇒ 50 % vers les prises de terre ;
- ⇒ 50 % dans les éléments conducteurs et les réseaux pénétrant dans la structure.

Calcul du courant I_{imp} des parafoudres de type 1 (et type 1+2) :

Le courant I_{imp} est le courant que doit pouvoir écouler le parafoudre de type 1 sans être détruit.

Les parafoudres protégeant les lignes extérieures doivent avoir une tenue en courant compatible avec les valeurs maximales de la partie de courant de foudre qui va s'écouler à travers ces lignes.

Il dépend de :

- la moitié du courant crête du coup de foudre défini dans la NF EN 62305-1 (donné dans le tableau ci-dessous en fonction du niveau de protection).

Premier choc court			Niveau de protection			
Paramètres du courant	Symbole	Unité	I	II	III	IV
Courant crête	I	kA	200	150	100	

Tableau n° 2 : Valeurs du courant de foudre direct I_{imp} maxi

- du nombre de pôles.

Ce courant est donné par la formule suivante :

$$I_{imp} = \frac{0,5}{n \times m} \times I_{imp \text{ max}}$$

Où n est le nombre total des éléments conducteurs enterrés et m le nombre total des éléments conducteurs aériens.

Suivant les informations fournies :

Régime de neutre : TT

Pour le n : lignes de puissance + lignes téléphoniques + tuyauteries métalliques,
Pour le m : absence de ligne aérienne,

Dans notre cas : n+m=5

Calcul le plus défavorable (0,5/5) x 100 = **10 kA**

La norme impose un minimum de **12,5 kA**.

On retrouve ainsi les résultats suivants :

Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TT**
- Tension maximale en régime permanent : **Uc = 400V**
- Courant maximum de décharge (onde 10/350 μ s) : **I_{imp} = 12,5 kA**
- Niveau de protection : **Up = 1,5 kV pour un type 1+2**

Ces parafoudres doivent être accompagnés d'un dispositif de déconnexion.

7.1.2 Détermination des caractéristiques des parafoudres type II

Ces protections sont destinées à être installées à proximité des équipements sensibles. Ces parafoudres sont soumis à des tests en onde de courant 8/20 μ s (essais de classe II).

Ces parafoudres de type II sont à placer en **coordination** avec les parafoudres de type I (type I+II) implantés en amont.

En cas d'absence d'armoire divisionnaire à proximité des équipements à protéger, des coffrets parafoudre devront être installés.

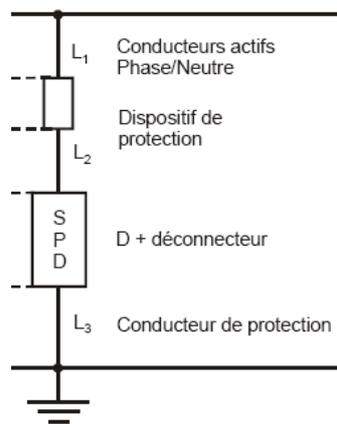
Caractéristiques :

- Régime de neutre : **TT**
- Tension maximale en régime permanent **Uc = 230/400V**
- Courant nominal de décharge (onde 8/20 μ s) **In = 5 kA**
- Courant maximum de décharge (onde 8/20 μ s) **I_{max} = 10 kA**
- Niveau de protection **Up = 1,5 kV**

7.1.3 Raccordement

Les parafoudres seront raccordés au niveau du jeu de barres principal de l'armoire.

Le raccordement devra être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible afin de réduire la surface de boucle générée par le montage des câbles phases, neutre et PE. La longueur cumulée de conducteurs parallèles de raccordement du parafoudre au réseau devra être **strictement inférieure à 0,50 m (L1+L2+L3)**.



La mise en œuvre doit être réalisée conformément au guide UTE C 15-443.

7.1.4 Dispositif de déconnexion

Il est prévu un dispositif de protection contre les courants de défaut et les surintensités (Fusibles HPC, disjoncteurs...). Ce dispositif sera dimensionné par l'installateur (**note de calculs à l'appui**). **Afin de privilégier la continuité des installations électriques**, les dispositifs de protection des parafoudres respecteront **les règles de sélectivité**.

Le dispositif de protection devra permettre une bonne tenue aux chocs de foudre, ainsi qu'une résistance aux courants de court-circuit adaptée et devra garantir la protection contre les contacts indirects après destruction du parafoudre. Une signalisation par voyant mécanique indique le défaut et/ou un contact inverseur permet d'assurer le report d'alarme à distance.

L'installateur devra dimensionner le dispositif de protection en fonction du guide INERIS « *Choix et installation des déconnecteurs pour les parafoudres BT de Type 1* » et des recommandations des fabricants de parafoudres.

7.2 Protection des lignes de télécommunication

Ces parafoudres sont structurés par les normes internationales NF EN 61643-21 et -22.

Ils sont adaptés aux exigences des différents réseaux entrant dans la structure à protéger :

- Réseau **Telecom** : protection des équipements PABX, modems, terminaux, ...
- Réseau **industriel** : protection d'automates, systèmes de télégestion, télétransmetteurs, sondes, capteurs, servomoteurs, centrales de contrôle d'accès, d'incendie, ...
- Réseau **informatique** : protection des réseaux inter-bâtiment

Le tableau E.2 de l'annexe E de la NF EN 62305 -1 donne, pour les réseaux de **communication**, les surintensités de foudre susceptibles d'apparaître lors des impacts de foudre.

Le courant impulsionnel de foudre (I_{imp} – onde 10/350 μs) des parafoudres doit être $>$ ou $=$ aux valeurs reprises ci-dessous en fonction des niveaux de protection.

Niveau de protection Np	
I-II	III-IV
I _{imp} minimum du parafoudre (en kA) en onde 10/350 μs	
2	1

Pour les réseaux écrantés, ces valeurs peuvent être réduites d'un facteur 0,5.

Pour la **sélection** de ces parafoudres, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- Caractéristiques de la ligne à protéger : ISDN, ADSL
- Nombre de lignes à protéger
- Type d'installation souhaitée : boîtier mural, répartiteur, rail DIN,...
- Ergonomie : modules débrochables.

Des parafoudres courants faibles devront être installés au niveau des arrivées France Télécom.

Pour ce faire, le maître d'ouvrage devra donner à l'installateur le nombre et les caractéristiques des lignes à protéger (type de signal, tension, ...), sans quoi ces protections ne pourront être chiffrées et installées.

8. PREVENTION DU PHENOMENE ORAGEUX

Cette étude évoque également l'aspect prévention vis-à-vis des risques foudre en présence de personnel exposé aux orages ou lors de manipulation de produits et/ou matériels dangereux.

Selon l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié, « les enregistrements des agressions de la foudre sont datés et si possible localisés sur le site », et « tous les événements survenus dans l'installation de protection foudre (... coup de foudre...) sont consignés dans le carnet de bord ».

Pour permettre de manière fiable de faire évacuer les zones ouvertes, le système d'alerte, à l'approche d'un front orageux, peut-être :

- soit un service local de détection des orages et/ou fronts orageux par réseau national METEOFRANCE,



- soit un système local de détection par moulin à champ type Détektstorm ou équivalent.



En effet, lors de l'approche ou de la formation d'une cellule orageuse, le champ électrostatique au sol varie de façon importante (de 150 V/m à 15kV/m en période orageuse).

Un dispositif (moulin à champ) mesure localement cette variation et informe le décideur sur la façon de gérer cette situation à risque.

Une fiche d'enregistrement pour chaque appel sera remplie et les datations du début et de fin d'alerte précisées. Une procédure sera alors mise en place et tout dépotage interdit jusqu'à la levée de l'alerte.

Cette procédure d'alerte foudre devra être régulièrement effectuée (nombre important de fiches remplies par an) par liaison téléphonique rendant pratiquement nulle la probabilité d'inflammation de zones explosibles sur l'aire de déchargement.

Ces fiches remplies régulièrement apporteront une bonne traçabilité des événements utiles lors d'investigations nécessaires après d'éventuels dysfonctionnements rencontrés. En cas de sinistres graves, ces éléments apportent une aide précieuse lors d'une enquête administrative ou judiciaire.

Conclusion :

Un système de détection d'orages alertant l'arrivée potentielle de la foudre n'est pas nécessaire selon l'ARF. Néanmoins une procédure demandant d'arrêter les dépotages en période orageuse serait opportune.

9. REALISATION DES TRAVAUX

La mise en œuvre des préconisations doit être réalisée par une société spécialisée et agréée



« Installation de paratonnerres et parafoudres ».

La qualité de l'installation des systèmes de protection est essentielle pour assurer une efficacité de la protection foudre. L'entreprise devra fournir son attestation Qualifoudre à la remise de son offre.

La marque Qualifoudre :

La marque QUALIFOUDRE identifie les sociétés compétentes dans le domaine de la foudre. Elle est attribuée depuis 2004 aux fabricants, aux bureaux d'études, aux installateurs et aux vérificateurs d'installations de protection.

Le label QUALIFOUDRE permet aux professionnels de la foudre de répondre aux exigences réglementaires de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 11 mai 2015.

10. VERIFICATIONS DES INSTALLATIONS

10.1 Vérification initiale

Dès la réalisation d'une installation de protection contre la foudre, une vérification finale destinée à s'assurer que l'installation est conforme aux normes doit être faite avant 6 mois et comporter :

- Nature, section et dimensions des organes de capture et de descente,
- Cheminement de ces différents organes,
- Fixation mécanique des conducteurs,
- Respect des distances de séparation,
- Existence de liaisons équipotentielles,
- Valeurs des résistances des prises de terre (par le maître d'œuvre),
- Etat de bon fonctionnement des têtes ionisantes pour les PDA (éventuels),
- Interconnexion des prises de terre entre elles.
- Vérification des parafoudres (câblage, section, ...).

Pour certaines, ces vérifications sont visuelles. Pour les autres, il faudra s'assurer des continuités électriques par des mesures (maître d'œuvre).

Le maître d'œuvre devra, au préalable, mettre à la disposition de l'inspecteur réalisant la vérification le dossier d'ouvrage exécuté (D.O.E.) correspondant aux travaux réalisés par ses soins : cheminements des liaisons de masses, implantation des parafoudres dans les armoires respectant toutes les recommandations de l'Etude Technique.

10.2 Vérifications périodiques

La NF EN 62 305-3 prévoit des vérifications périodiques en fonction du niveau de protection à mettre en œuvre sur la structure à protéger en présence de protection extérieure :

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

NOTE. Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.
Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

D'après NF EN 62 305-3

Les intervalles entre vérifications donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le cas du site **RVE SIEGE-FENELON-SERVANT** de **ST ANDRE – LA REUNION (97)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

Chaque vérification périodique doit faire l'objet d'un rapport détaillé reprenant l'ensemble des constatations et précisant les mesures correctives à prendre. Lorsqu'une vérification périodique fait apparaître des défauts dans le système de protection contre la foudre, il convient d'y remédier dans les meilleurs délais afin de maintenir l'efficacité optimale du système de protection contre la foudre.

Note importante :

Les parafoudres sont des composants passifs que l'on finit souvent par oublier et sont rarement intégrés dans les opérations de maintenance des installations électriques.

Comment savoir si une surcharge ou des amorçages trop fréquents n'ont pas eu d'incidences sur le bon fonctionnement des parafoudres installés ?

Si une démarche de vérification est mise en place, elle devra comporter une mission de contrôle de l'état des modules à l'aide de valise test (valise CHECKmaster ou équivalent) avec affichage des résultats des essais et raccordement par interface sur imprimante et PC pour exploiter les données et les incorporer au dossier « maintenance foudre ».

10.3 Vérifications supplémentaires

Dans le cadre de l'application de la norme NF EN 62305-3, des vérifications supplémentaires des installations de protection contre la foudre peuvent être réalisées suite aux événements suivants :

- Travaux d'agrandissement du site,
- Forte période orageuse dans la région,
- Impact sur les installations protégées (procédure de vérification des compteurs de coups de foudre et établissement d'un historique),
- Impossibilité d'installer un système de comptage efficace, dès qu'un doute existe après une activité locale orageuse,
- Perturbations sur des contrôles/commandes ont été constatées, alors une vérification de l'état des dispositifs de protection contre les surtensions est nécessaire.

Toutes ces vérifications devront être annotées dans la Notice de Vérification et Maintenance fournie. Il conviendra de la compléter pour la partie parafoudre, une fois que l'installation sera terminée.

11. TABLEAU DE SYNTHESE

Installations/ Equipements	Préconisations (effets directs et indirects)	Obligation	Optimisation
<u>I.E.P.F.</u> ATELIERS PAM/ECRANS/ CABLES	<u>Installation Extérieure de Protection Foudre</u> Installation d'un SPF de niveau IV, conformément au § 6 de cette Etude Technique,	X	
<u>I.I.P.F.</u> TGBT et plateforme hors froid	<u>Installation Intérieure de Protection Foudre</u> Mise en place de parafoudres type 1+2 de niveau IV : onde 10/350 µs, conformément au § 7 de cette étude technique.	X	
Tableaux divisionnaires et installations sensibles	Protection par parafoudres type 2 (caractéristiques : onde 8/20 I _{max} 10 kA et U _p < 1,5 kV) conformément au § 7 de cette étude technique :	X	
Lignes de télécommunication, report d'alarme et ligne secours	Protection par parafoudres courant faible adaptés, conformément au § 7 de cette étude technique.	X	
Ensemble du site	Campagne de mesure des continuités électriques		X
Prévention Personnel	Procédure à respecter en période orageuse, alerte foudre : - soit par un système autonome local type moulin à champ, Détektstorm ou équivalent - soit par un abonnement annuel à un service national de détection de front orageux, avertissant les services concernés que le risque d'orage sur la zone est élevé (Météorage). - Télé comptage (Météorage)		X X
(en cas de travaux)	Vérification initiale des travaux (REC) Vérification périodique Visuelle Vérification périodique Complète	X X X	

Notre étude est construite sur la base que les installations (électriques, structurelles, mises à la terre, ...) sont conformes aux normes et législations en vigueur, qu'elles sont vérifiées et maintenues en état par le maître d'ouvrage.

NOTA :

« Une installation de protection contre la foudre, conçue et installée conformément aux présentes normes, ne peut assurer la protection absolue des structures, des personnes et des biens, et de l'Environnement. Néanmoins, l'application de celles-ci doit réduire de façon significative les risques de dégâts dus à la foudre sur les équipements, les structures et les hommes ».

ANNEXE 1

Note de calcul distance de séparation

CALCUL DE LA DISTANCE DE SEPARATION

CALCUL de la DISTANCE de SEPARATION s

Niveau de protection	IV
----------------------	----

Coefficient Ki	0,04
----------------	------

Nombre de conducteurs de descente	2
-----------------------------------	---

Coefficient Kc	0,75
----------------	------

Coefficient Km Air	1
Coefficient Km Béton, Briques	0,5

Coefficient l	24 m
---------------	------

PDA

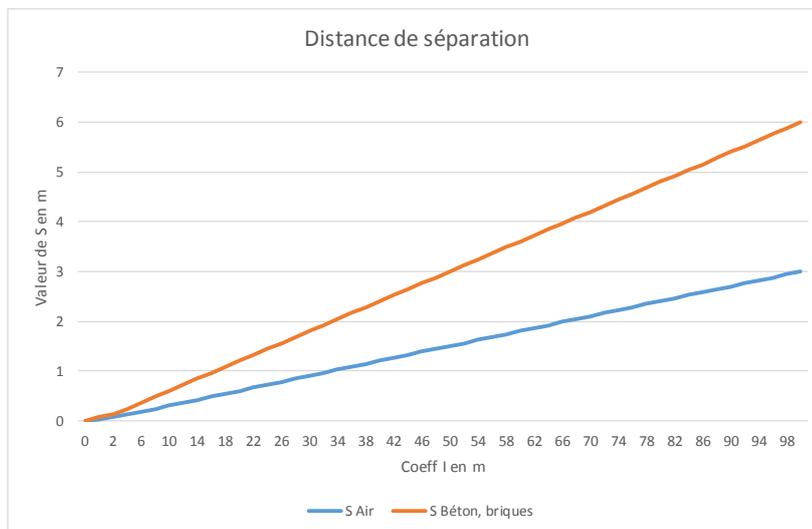
Niveau de protection	Ki
I	0,08
II	0,06
III	0,04
IV	0,04

Nombre de conducteurs de descente	Kc
1	1
2	0,75
3	0,6
4 et +	0,41

Matériau	Km
Air	1
Béton, Briques	0,5

Calcul de S Air max	0,720 m
Calcul de S Béton, Briques max	1,440 m

$$s = k_i \frac{k_c}{k_m} l$$



NOTA: La distance de séparation est la distance minimale pour laquelle il n'y a pas formation d'étincelle dangereuse entre un conducteur de descente écoulant le courant de foudre et une masse conductrice voisine liée la terre. Pour qu'il y ait isolement au sens des étincelles dangereuses, il faut que la distance d séparant le système de protection contre la foudre de l'élément conducteur considéré, soit supérieur à s.

ANNEXE 2

Notice de Vérification et de Maintenance

1. ORDRES DES VERIFICATIONS

1.1 Procédure de vérification

Le but des vérifications est de s'assurer que le système est conforme aux normes en vigueur.

Elles comprennent la vérification de la documentation technique, les vérifications visuelles, les vérifications complètes et la documentation de ces inspections.

1.2 Vérification de la documentation technique

Il y a lieu de vérifier la documentation technique totalement, pour s'assurer de la conformité aux normes en vigueur et de la cohérence avec les schémas d'exécution.

1.3 Vérifications visuelles

Il convient d'effectuer des vérifications visuelles pour s'assurer que :

- la conception est conforme aux normes NF EN 62305 et NF C 17102,
- le Système de Protection Foudre est en bon état,
- les connexions sont serrées et les conducteurs et bornes présentent une continuité,
- aucune partie n'est affaiblie par la corrosion, particulièrement au niveau du sol,
- les connexions visibles de terre sont intactes (opérationnelles),
- tous les conducteurs visibles et les composants du système sont fixés et protégés contre les chocs et à leur juste place,
- aucune extension ou modification de la structure protégée n'impose de protection complémentaire,
- aucun dommage du système de protection des parafoudres et des fusibles n'est relevé,
- l'équipotentialité a été réalisée correctement pour de nouveaux services intérieurs à la structure depuis la dernière inspection et les essais de continuité ont été effectués,
- les conducteurs et connexions d'équipotentialité à l'intérieur de la structure sont en place et intacts,
- les distances de séparation sont maintenues,
- l'inspection et les essais des conducteurs et des bornes d'équipotentialité, des écrans, du cheminement des câbles et des parafoudres ont été contrôlés et testés.

1.4 Vérifications complètes

La vérification complète et les essais des SPF comprennent une inspection visuelle complétée par :

- le contrôle des têtes des paratonnerres à dispositif d'amorçage selon les recommandations du fabricant ;
- les essais de continuité des parties non visibles lors de la vérification initiale et qui ne peuvent être contrôlées par vérification visuelle ultérieurement ;
- les valeurs de résistance de la prise de terre. Il convient d'effectuer des mesures de terre isolées ou associées et d'enregistrer les valeurs dans un rapport de vérification du SPF.

a) La résistance de chaque électrode de terre et si possible, la résistance de la prise de terre complète.

Il convient de mesurer chaque prise de terre locale à partir de la borne d'essai en position ouverte (mesure isolée).

Si la valeur de la résistance globale de la prise de terre excède 10Ω , un contrôle est effectué pour vérifier que la prise de terre soit conforme.

Si la valeur de la résistance de la prise de terre s'est sensiblement accrue, des recherches sont effectuées pour en déterminer les raisons et prendre les mesures nécessaires.

Pour les prises de terre dans des sols rocailleux, il convient de se conformer au chapitre E.5.4.3.5 de la norme NF EN 62305. La valeur de 10Ω n'est pas applicable dans ce cas.

b) Les résultats des contrôles visuels des connexions des conducteurs et jonctions ou leur continuité électrique.

Si la prise de terre n'est pas conforme à ces exigences ou si le contrôle de ces exigences n'est pas possible, faute d'informations, il convient d'améliorer la prise de terre par des électrodes complémentaires ou par l'installation d'un nouveau réseau de terre.

1.5 Documentation de la vérification

Le carnet de bord joint en chapitre 5, retrace l'historique des vérifications périodiques destinées à l'inspecteur, et comporte la nature des vérifications (mesure de continuité, de la résistance des terres, vérification à la suite d'un accident, type de vérification : visuelle ou complète), ainsi que les méthodes d'essai et les résultats des données obtenues.

Il est recommandé que l'inspecteur élabore un rapport qui sera conservé avec les rapports de conceptions, de maintenances et de vérifications antérieurs.

Il convient que le rapport de vérification du Système de Protection Foudre comporte les informations suivantes :

- les conditions générales des conducteurs de capture et des autres composants de capture
- le niveau général de corrosion et de la protection contre la corrosion ;
- la sécurité des fixations des conducteurs et des composants ;
- les mesures de la résistance de la prise de terre ;
- les écarts par rapport aux normes ;

- la documentation sur les modifications et les extensions du système et de la structure. De plus, les schémas d'installation et de conception ont lieu d'être revus ;
- les résultats des essais effectués.

2. MAINTENANCE

Il convient de vérifier régulièrement le SPF afin de s'assurer qu'il n'est pas détérioré et qu'il continue à satisfaire aux exigences pour lesquelles il a été conçu. Il convient que la conception d'un SPF détermine la maintenance nécessaire et les cycles de vérification conformément au Tableau suivant.

Niveau de protection	Inspection visuelle (année)	Inspection complète (année)	Inspection complète des systèmes critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

NOTE Pour les structures avec risque d'explosion, une inspection complète est suggérée tous les 6 mois. Il convient d'effectuer des essais une fois par an.

Une exception acceptable à l'essai annuel peut être un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des mesures de prise de terre en diverses saisons.

Tableau 1 : Périodicité selon le niveau de protection.

Les intervalles entre inspections donnés dans le tableau ci-dessus s'appliquent dans le cas où il n'existe pas de texte réglementaire de juridiction. Or, pour le site **RVE - SIEGE-FENELON-SERVANT de ST ANDRE – LA REUNION (97)**, l'arrêté du 4 octobre 2010 précise que la vérification visuelle doit être réalisée tous les ans et la vérification complète tous les deux ans.

2.1 Remarques générales

Les composants du SPF perdent de leur efficacité au cours des ans en raison de la corrosion, des intempéries, des chocs mécaniques et des impacts de foudre.

Il y a lieu que l'inspection et la maintenance soient faites par un organisme agréé **Qualifoudre**.

Pour effectuer la maintenance et les vérifications du système de protection, il convient de coordonner les deux programmes, vérification et maintenance.

La maintenance d'un système de protection est importante même si le concepteur du SPF a pris des précautions particulières pour la protection contre la corrosion et a dimensionné les composants en fonction de l'exposition particulière contre les dommages de la foudre et les intempéries, en complément des exigences des normes NF EN 62 305 et NF C 17102.

Il convient que les caractéristiques mécaniques et électriques d'un système de protection soient maintenues toute la durée de sa vie afin de satisfaire aux exigences des normes.

Si des modifications sont effectuées sur le bâtiment ou sur l'équipement, ou si sa vocation est modifiée, il peut être nécessaire de modifier le système de protection.

Si une vérification montre que des réparations sont nécessaires, celles-ci seront exécutées sans délai et ne peuvent être reportées à la révision suivante.

2.2 Procédure de maintenance

Le site RVE - SIEGE-FENELON-SERVANT de ST ANDRE – LA REUNION (97) doit établir des programmes de vérifications périodiques pour tous les SPF.

La fréquence des procédures de maintenance dépend :

- de la dégradation liée à la météorologie et à l'environnement ;
- de l'exposition au danger de foudre ;
- du niveau de protection donné à la structure.

Une inspection visuelle est obligatoire tous les ans et une inspection complète doit être faite tous les deux ans.

Le carnet de bord comporte un programme de maintenance, listant les vérifications de manière que la maintenance soit régulièrement suivie et comparée avec les vérifications antérieures.

Le programme de maintenance comporte les informations suivantes :

- vérification de tous les conducteurs et composants du SPF ;
- vérification de la continuité électrique de l'installation ;
- mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre ;
- vérification des parafoudres ;
- re-fixation des composants et des conducteurs ;
- vérification de l'efficacité du système après modifications ou extensions de la structure et de ses installations.

2.3 Documentation de maintenance

Il convient que des enregistrements complets soient effectués lors des procédures de maintenance et qu'ils comportent les actions correctives prises ou à prendre.

Ces enregistrements fournissent des moyens d'évaluation des composants et de l'installation du SPF.

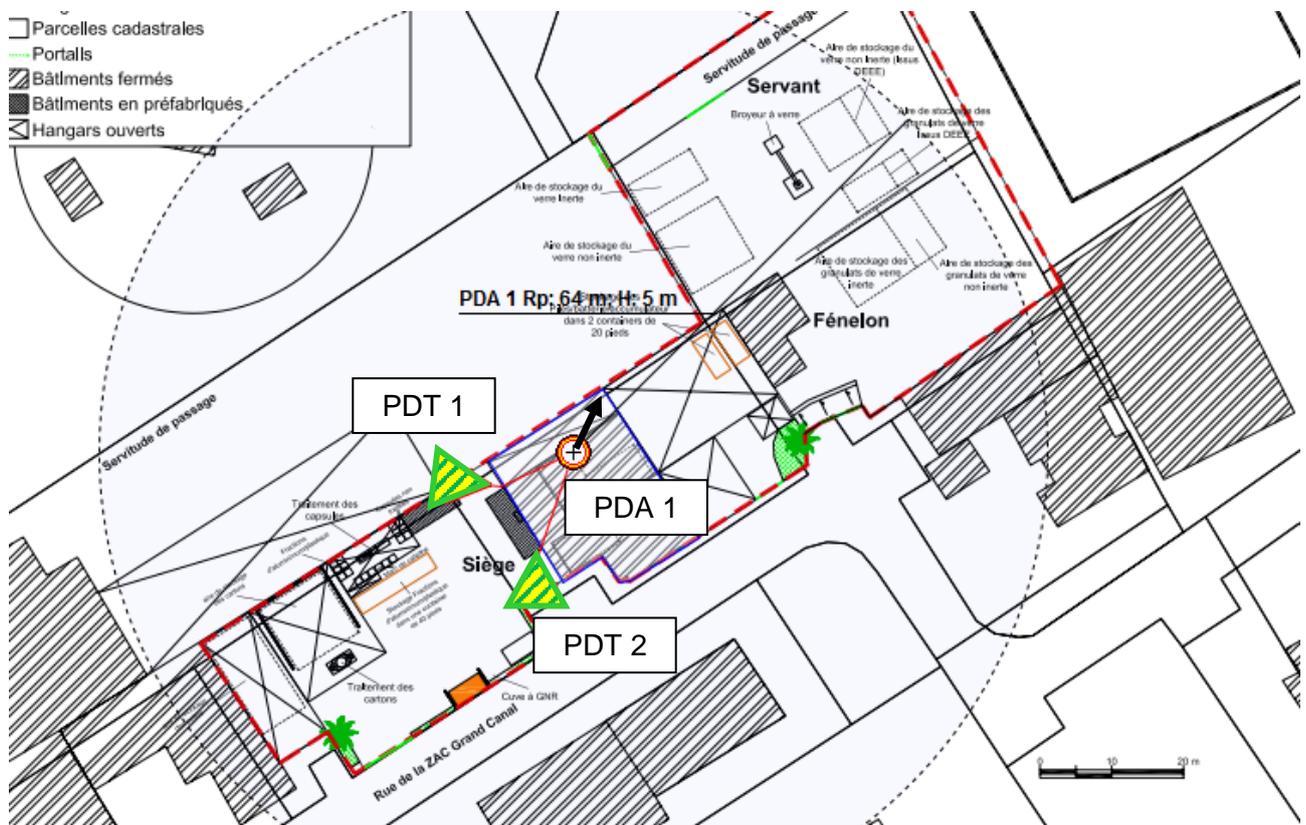
Il convient que ces enregistrements servent de base pour la révision et la modernisation des programmes de maintenance du SPF et qu'ils soient conservés avec les rapports de conception et de vérification.

3. DESCRIPTION DES SPF

3.1 Installations Extérieures de Protection contre la foudre (I.E.P.F)

3.1.1 Implantation des dispositifs de capture

Le schéma d'implantation des PDA avec leur rayon de protection est représenté ci-après.



Plan n°2 : Rayon de protection du paratonnerre

Légende :			
	Rayon de protection 64,2 m		PDA sur mât de 5 m
	Prise de terre à créer		Conducteur de descente à créer

3.1.2 Caractéristiques des dispositifs de capture

	PDA 1
Avance à l'amorçage	60 µs
Hauteur	6 m
Niveau de protection	4
Rayon de protection	64,2 m

3.2 Installations Intérieures de Protection contre la Foudre (I.I.P.F)

Caractéristiques des parafoudres à mettre en œuvre :

Parafoudres

Localisation	Type (I, II, ou III)	U_p (kV)	I_n (kA)	I_{imp} (kA)
TGBT entrepôt	I+II	1,5	/	12,5
Plateforme hors froid	I+II	1,5	/	12,5
TD détection incendie	II	1,5	5	/
Ligne télécom	III			

4. NOTICE DE VERIFICATION

4.1 Notices de vérification des Paratonnerres à Dispositif d'Amorçage (PDA)

➤ **Description de l'équipement à vérifier :**

Le PDA est un type de dispositif actif de capture de la foudre. Il est relié à la terre par deux circuits de descente. La partie contrôlée selon cette notice est comprise entre la pointe de l'élément de capture et la connexion au conducteur de descente. La mention du fabricant est généralement indiquée sur le produit.

➤ **Document de référence :**

Norme NF C 17-102 de septembre 2011

➤ **Matériel utilisé :**

Matériel de test de la partie active (tête) spécifique selon chaque fabricant.

➤ **Compétence particulière pour le vérificateur :**

Habilitation à vérifier des installations de protection contre la foudre délivrée par une société reconnue compétente dans le domaine de la protection contre la foudre : Qualifoudre ou F2C

➤ **Conditions d'accès particuliers :**

- plan de prévention,
- l'accès aux toitures doit faire l'objet d'une procédure particulière,
- l'accès dans les zones non équipées de protection collective est réservé à des personnes formées aux travaux en hauteur.

➤ **Critères de conformité : Le PDA est conforme s'il satisfait à l'ensemble des critères suivants :**

- le PDA doit être en bon état,
- le nombre de conducteurs de descente est conforme,
- les conducteurs de descente sont correctement fixés au PDA,
- la tête active est fonctionnelle selon les procédures propres à chaque fabricant.

➤ **Mode opératoire : la vérification initiale comprend les étapes suivantes :**

- 1) vérifier que le PDA domine d'au moins 2 mètres l'ensemble de la zone protégée,
- 2) vérifier que le nombre de conducteurs de descente respecte les critères de la norme,
- 3) vérifier la bonne fixation mécanique du conducteur de descente au PDA,
- 4) vérifier la continuité électrique entre le PDA et le conducteur de descente.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDA 1
Etape 1	
Etape 2	
Etape 3	

➤ **Pour la vérification périodique, les vérifications de la situation du PDA et du nombre de descente sont complétées par :**

- 5) un contrôle fonctionnel de la tête active (test approprié selon constructeur), si impossibilité de les tester in situ, les retourner au laboratoire pour test avec certificat à l'appui,
- 6) un contrôle de la bonne fixation mécanique du mât sur l'installation et du PDA sur le mât.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDA 1
Etape 5	
Etape 6	

Commentaires :

4.2 Notice de vérification des conducteurs de descente

➤ Description de l'équipement à vérifier

Conducteur de descente reliant le système de protection foudre à la prise de terre. La partie contrôlée est comprise entre l'élément de capture et la borne de coupure.

➤ Documents de référence

Norme NF EN 62 305-3 de décembre 2006.
Norme NF C 17-102 de septembre 2011.

➤ Matériel utilisé

Ohmmètre et jumelles.

➤ Compétence particulière pour le vérificateur

Habilitation à vérifier des installations de protection contre la foudre délivrée par une société reconnue compétente dans le domaine de la protection contre la foudre : Qualifoudre ou F2C

➤ Conditions d'accès particulières :

- plan de prévention,
- l'accès aux toitures doit faire l'objet d'une procédure particulière,
- l'accès dans les zones non équipées de protection collective est réservé à des personnes formées aux travaux en hauteur.

➤ Critères de conformité : Le conducteur de descente est conforme s'il satisfait à l'ensemble des critères suivants :

- le conducteur doit être en bon état,
- le conducteur doit être correctement fixé,
- le cheminement du conducteur doit respecter les règles de l'art.

➤ Mode opératoire : La vérification initiale comprend les étapes suivantes :

- 1) vérifier la fixation du conducteur (nombre de fixations suffisant),
- 2) vérification de la section et du type de matériau,
- 3) vérification du cheminement du conducteur,
- 4) vérifier que le bas de la descente est muni d'un joint de contrôle et d'un fourreau de protection contre les chocs mécaniques sur une hauteur de 2 mètres,
- 5) vérifier l'enregistrement du compteur de coups de foudre monté sur la descente,
- 6) indication de la conformité ou non du conducteur dans une fiche de contrôle.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDA 1	
Descente	1	2
Etape 1		
Etape 2		
Etape 3		
Etape 4		
Etape 5		
Etape 6		

- Pour la vérification périodique, les vérifications de la section et du type de matériau (étape 2) sont remplacées par une inspection de l'état de corrosion.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDA 1	
Descente	1	2
Etape 1		
Etape 2		
Etape 3		
Etape 4		
Etape 5		
Etape 6		

Commentaires :

4.3 Notice de vérification des prises de terre

➤ Description de l'équipement à vérifier

Les prises de terre peuvent être constituées par :

- des conducteurs normalisés, d'une longueur de 8 mètres, disposés en patte d'oie et enfouis horizontalement à au moins 50 cm de profondeur,

Ou

- d'un ensemble de plusieurs piquets de terre verticaux disposés en ligne ou en triangle espacés de 2 mètres environ et reliés entre eux par un conducteur normalisé.

➤ Documents de référence

Norme NF EN 62 305-3 de décembre 2006.

Norme NF C 17-102 de septembre 2011.

➤ Matériel utilisé

Mesureur de terre type Telluromètre, outillage pour l'ouverture du joint de contrôle et mètre.

➤ Compétence particulière pour le vérificateur

Habilitation à vérifier des installations de protection contre la foudre délivrée par une société reconnue compétente dans le domaine de la protection contre la foudre : Qualifoudre ou F2C

➤ Conditions d'accès particulières :

Plan de prévention.

➤ Critères de conformité : La prise de terre est conforme si elle satisfait à l'ensemble des critères suivants :

- la valeur de résistance de la prise de terre (déconnectée de la terre du bâtiment) doit être inférieure ou égale à 10 Ω (obligation pour PDA),
- les éléments visibles sont en bon état et sont correctement fixés,
- la section des conducteurs est conforme à la norme listée dans les documents de référence.

➤ **Mode opératoire : La vérification initiale comprend les étapes suivantes :**

- 1) inspection visuelle des éléments visibles (section, état et fixation des éléments),
- 2) mesure de la prise de terre avec le joint de contrôle ouvert,
- 3) report du résultat de la vérification dans une fiche de contrôle.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDT 1 PDA 1	PDT 2 PDA 1
Etape 1		
Etape 2		
Etape 3		

➤ **La vérification périodique est identique à la vérification initiale :**

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

	PDT 1 PDA 1	PDT 2 PDA 1
Etape 1		
Etape 2		
Etape 3		

Commentaires :

4.4 Notice de vérification des parafoudres (type 1 et type 2)

➤ **Description de l'équipement à vérifier**

Le parafoudre est généralement installé dans un coffret électrique. Il est relié électriquement entre le conducteur de terre et un ou plusieurs conducteurs de distribution électrique. Il est associé à un système de protection contre les courts circuits situé en amont (disjoncteur ou fusible).

➤ **Documents de référence**

Norme NF EN 62305-4 de décembre 2006,
Guide UTE C 15-443.

➤ **Matériel utilisé**

Voltmètre.

➤ **Compétence particulière pour le vérificateur**

Habilitation à vérifier des installations de protection contre la foudre délivrée par une société reconnue compétente dans le domaine de la protection contre la foudre : Qualifoudre ou F2C

➤ **Conditions d'accès particulières :**

Plan de prévention,
Habilitation électrique H0 / B0 minimum.

➤ **Critères de conformité : Le parafoudre est conforme s'il satisfait à l'ensemble des critères suivants :**

- les caractéristiques du parafoudre sont celles prévues dans l'étude technique,
- le câblage du parafoudre et du déconnecteur respecte les règles de l'art (< 50 cm, ...),
- le déconnecteur est fermé et l'indicateur n'indique pas de défaillance.

➤ **Mode opératoire : La vérification initiale comprend les étapes suivantes :**

- 1) vérifier que les caractéristiques du parafoudre et du déconnecteur associé sont celles indiquées dans l'étude technique,
- 2) vérifier la section et la longueur des conducteurs de connexions du parafoudre à l'installation,
- 3) vérifier que le témoin de fonctionnement n'indique pas le remplacement du parafoudre,
- 4) vérifier que le déconnecteur est en état de marche.

C : Conforme ; **NC** : Non Conforme ; **SO** : Sans Objet

➤ **la vérification périodique est identique à la vérification initiale :**

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Localisation	Type (I, II, ou III)	U _p (kV)	I _n (kA)	I _{imp} (kA)	Protection	Calibre	Marque
TGBT entrepôt	I+II						
Plateforme hors froid	I+II						
TD détection incendie	II						
Ligne télécom	III						

Parafoudres

C : Conforme ; NC : Non Conforme ; SO : Sans Objet

Caractéristiques des parafoudres mis en œuvre :

Parafoudres

Localisation	Type (I, II, ou III)	U_p (kV)	I_n (kA)	I_{imp} (kA)	Protection	Calibre	Marque
TGBT entrepôt	I+II						
Plateforme hors froid	I+II						
TD détection incendie	II						
Ligne télécom	III						

Commentaires :

5. CARNET DE BORD



N° 071179534036
Niveau C

**INSTALLATIONS DE PROTECTION
CONTRE LA Foudre
CARNET DE BORD**

Raison sociale : _____

Adresse de l'Établissement :

CARNET DE BORD

Ce carnet de bord est la trace de l'historique de l'installation de protection foudre et doit être tenu à jour sous la responsabilité du Chef d'Établissement.

Il doit rester à la disposition des Agents des Pouvoirs Publics chargés du contrôle de l'Établissement.

Il ne peut sortir de l'Établissement ni être détruit lorsqu'il est remplacé par un autre carnet de bord.

Renseignements sur l'Etablissement

Nature de l'activité :

N° de classification INSEE :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Classement de l'Etablissement à la date du : ; Type : ; Catégorie :

à la date du : ; Type : ; Catégorie :

Pouvoirs Publics exerçant le contrôle de l'Etablissement :

Inspection {
 Du {
 Travail {

Commission {
 De {
 Sécurité {

DREAL {
 {
 {

Personne responsable de la surveillance des installations :

NOM	QUALITE	DATE D'ENTREE EN FONCTION

HISTORIQUE DES INSTALLATIONS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

I - DEFINITION DES BESOINS DE PROTECTION CONTRE LA Foudre

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
07/08/2017	Analyse du Risque Foudre	RG CONSULTANT	R. MORJARET 071179534036

II – ETUDE TECHNIQUE DES PROTECTIONS ET NOTICE DE CONTROLE ET DE MAINTENANCE

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE
09/08/2017	Etude technique foudre	RG Consultant	R. MORJARET 071179534036

Les installations de protection sont décrites dans le rapport initial, leurs modifications sont signalées dans les rapports suivants.

III – INSTALLATION DES PROTECTIONS

DATE DE REDACTION	INTITULE DU RAPPORT	SOCIETE	NOM DU REDACTEUR / N° QUALIFOUDRE

IV – VERIFICATIONS PERIODIQUES & MAINTENANCE

Installation Extérieure de Protection Foudre (I.E.P.F)

NATURE DE LA VERIFICATION				RESULTATS DE LA VERIFICATION		VERIFICATEUR	
Date	Type de protection	Vérification de tous les conducteurs et composants du SPF (test de l'électronique pour les PDA)	Vérification de la continuité électrique de l'installation	Mesure de la résistance de terre du système de mise à la terre	Indiquer les valeurs obtenues ou les constatations faites Référence des rapports	Actions prises ou à prendre	Nom et Qualité de la personne qui a effectué la vérification ou N° QUALIFOUDRE

Installation Intérieure de Protection Foudre (I.I.P.F)

La vérification des parafoudres type 1 et type 2 se font, tout d'abord, **visuellement** tous **les ans** (signalisation qui donne l'état du parafoudre, lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée), et la **vérification plus complète** nécessitant le démontage des parafoudres tous les **2 ans** (valise test).

La maintenance doit être faite dès qu'un parafoudre est défectueux, et dès qu'un composant ou un conducteur n'est plus ou mal fixé.

La vérification de l'efficacité du système doit être effectuée après chaque modification ou extension de la structure et de ses installations.

A) Cas des parafoudres à modules déconnectables

- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le module déconnectable hors service.
- Mettre en place un nouveau module.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation (*) des parafoudres (parafoudre en service).

(*) Signalisation qui donne l'état du parafoudre (lire la notice du constructeur pour connaître la méthode de signalisation utilisée).

B) Parafoudres non déconnectables

- Consigner l'armoire électrique (ouverture du disjoncteur général de l'armoire et des disjoncteurs secondaires).
- Ouvrir le disjoncteur associé aux parafoudres.
- Enlever le parafoudre défectueux.
- Mettre en place un nouveau parafoudre.
- Vérifier la fonction test du disjoncteur.
- Fermer le disjoncteur.
- Vérifier la signalisation des parafoudres (parafoudre en service).
- Enlever la consignation de l'armoire (fermer le disjoncteur général, réenclencher les disjoncteurs secondaires un par un).

ANNEXE 3

Lexique

Armatures d'acier interconnectées	Armatures d'acier à l'intérieur d'une structure, considérées comme assurant une continuité électrique.
Barre d'équipotentialité	Barre permettant de relier à l'installation de protection contre la foudre les équipements métalliques, les masses, les lignes électriques et de télécommunications et d'autres câbles.
Borne ou barrette de coupure	Dispositif conçu et placé de manière à faciliter les essais et mesures électriques des éléments de l'installation de protection contre la foudre.
Conducteur (masse) de référence	Système de conducteurs servant de référence de potentiel à d'autres conducteurs. On parle souvent du "zéro volt".
Conducteur d'équipotentialité	Conducteur permettant d'assurer l'équipotentialité.
Conducteur de descente	Conducteur chargé d'écouler à la terre le courant d'un coup de foudre direct. Il relie le dispositif de capture au réseau de terre.
Conducteur de protection (PE)	Conducteur destiné à relier les masses pour garantir la sécurité des personnes contre les chocs électriques.
Coup de foudre	Impact simple ou multiple de la foudre au sol.
Coup de foudre direct	Impact qui frappe directement la structure ou son installation de protection contre la foudre.
Coup de foudre indirect	Impact qui frappe à proximité de la structure et entraînant des effets conduits et induits dans et vers la structure.
Couplage	Mode de transmission d'une perturbation électromagnétique de la source à un circuit victime.
Dispositif de capture	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à capter les coups de foudre directs.
Distance de séparation	Distance minimale entre deux éléments conducteurs à l'intérieur de l'espace à protéger, telle qu'aucune étincelle dangereuse ne puisse se produire entre eux.
Effet de couronne ou Corona	Ensemble des phénomènes d'ionisation liés au champ électrique au voisinage d'un conducteur ou d'une pointe.

Effet réducteur

Réduction des perturbations HF par la proximité du conducteur victime avec la masse. L'effet réducteur est le rapport de l'amplitude de la perturbation collectée par un câble non blindé ou loin des masses à celle collectée par le même câble blindé ou installé contre un conducteur de masse.

Electrode de terre

Élément ou ensemble d'éléments de la prise de terre assurant un contact électrique direct avec la terre et dissipant le courant de décharge atmosphérique dans cette dernière.

Equipements métalliques

Éléments métalliques répartis dans l'espace à protéger, pouvant écouler une partie du courant de décharge atmosphérique tels que canalisations, escaliers, guides d'ascenseur, conduits de ventilation, de chauffage et d'air conditionné, armatures d'acier interconnectées.

Etincelle dangereuse (étincelage)

Décharge électrique inadmissible, provoquée par le courant de décharge atmosphérique à l'intérieur du volume à protéger.

Foudre

Décharge électrique aérienne, accompagnée d'une vive lumière (éclair) et d'une violente détonation (tonnerre).

Installation de Protection contre la Foudre (I.P.F.)

Installation complète, permettant de protéger une structure contre les effets de la foudre. Elle comprend à la fois une installation extérieure (I.E.P.F.) et une installation intérieure de protection contre la foudre (I.I.P.F.)

Liaison équipotentielle

Éléments d'une installation réduisant les différences de potentiels entre masse et élément conducteur.

Mode commun (MC)

Un courant de mode commun circule dans le même sens sur tous les conducteurs d'un câble. La différence de potentiels (d.d.p.) de MC d'un câble est celle entre le potentiel moyen de ses conducteurs et la masse. Le mode commun est aussi appelé mode longitudinal parallèle ou asymétrique.

Mode différentiel (MD)

Un courant de mode différentiel circule en opposition de phase sur les deux fils d'une liaison filaire, il ne se referme donc pas dans la masse. Une différence de potentiels (d.d.p.) de MD se mesure entre le conducteur signal et son retour. Le mode différentiel est aussi appelé mode normal, symétrique ou série.

Niveau de protection	Terme de classification d'une installation de protection contre la foudre exprimant son efficacité.
Parafoudre ou parasurtenseur	Dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à dériver les ondes de courant entre deux éléments à l'intérieur de l'espace à protéger, tels que les éclateurs ou les dispositifs semi-conducteurs.
Paratonnerre	Appareil destiné à préserver les bâtiments contre les effets directs de la foudre.
P.D.A	Paratonnerre équipé d'un système électrique ou électronique générant une avance à l'amorçage. Ce gain moyen s'exprime en microseconde.
Point d'impact	Point où un coup de foudre frappe la terre, une structure ou une installation de protection contre la foudre.
Prise de terre	Partie de l'installation extérieure de protection contre la foudre destinée à conduire et à dissiper le courant de décharge atmosphérique à la terre.
Régime de neutre	<p>Il caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur source et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Il est défini par deux lettres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La première indique la position du neutre par rapport à la terre : I : neutre isolé ou relié à la terre à travers une impédance T : neutre directement à la terre • La deuxième précise la nature de la liaison masse-terre : T : masses reliées directement à la terre (en général à une prise de terre distincte de celle du neutre) N : masses reliées au point neutre, soit par l'intermédiaire d'un conducteur de protection lui-même relié à la prise de terre du neutre (N-S), soit par l'intermédiaire du conducteur de neutre lui-même (N-C).
Réseau de masse	Ensemble des conducteurs d'un site reliés entre eux. Il se compose habituellement des conducteurs de protection, des bâtis, des chemins de câbles, des canalisations et des structures métalliques.
Réseau de terre	Ensemble des conducteurs enterrés servant à écouler dans la terre les courants externes en mode commun. Un réseau de terre doit être unique, équipotentiel et maillé.

Résistance de terre

Résistance entre un réseau de terre et un "point de référence suffisamment éloigné". Exprimée en Ohms (Ω), elle n'a pas, contrairement au maillage des masses, d'influence sur l'équipotentialité du site.

Surface équivalente

Surface de sol plat qui recevrait le même nombre d'impacts que la structure ou le bâtiment en question. Cette surface est toujours plus grande que la seule emprise au sol de l'ensemble à protéger. On la détermine en pratique en entourant fictivement le périmètre de cet ensemble par une bande horizontale, dont la largeur est égale à trois fois sa hauteur. Elle peut ensuite être corrigée en tenant compte des objets environnants : arbres, autres structures, susceptibles de dévier un coup de foudre vers eux.

Sur tension

Variation importante de faible durée de la tension.

Tension de mode commun

Tension mesurée entre deux fils interconnectés et un potentiel de référence (voir mode commun).

Tension différentielle

Tension mesurée entre deux fils actifs (voir mode différentiel).

Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît sur une sortie d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

TGBT

Tableau Général Basse Tension

Traceur

Predécharge progressant à travers l'air et formant un canal faiblement ionisé.

ANNEXE 3 - Pièce 8

Modélisation des flux thermiques sur le site du Siège-
Fénelon-Servant de RVE (TECHNISIM)

Société RVE – Site Siège Fénelon Servant

Modélisation de scénarios accidentels - Incendie

☞ **Commune de Saint-André** [Île de la Réunion] ☞

Rapport d'étude N°4a

N/REF : 180 620 085

	S o c i é t é E M C ²	
<i>Destinataires :</i>	476 Rue Deschanets 97440 Saint-André <i>Téléphone</i> : 02 62 21 54 71	<i>Monsieur Stéphane RAUX</i> Mèl : sremc2@orange.fr <i>Monsieur Erwann VIARD GAUDIN</i> Mèl : Evgemc2@orange.fr
<i>Date</i>	7 août 2018	

Table des matières

1.	Introduction	4
2.	Méthodologie	4
3.	Modélisation des flux thermiques générés	5
3.1.	<i>Emplacements des foyers</i>	5
3.2.	<i>Caractéristiques des foyers</i>	7
3.3.	<i>Caractéristiques des incendies</i>	9
3.4.	<i>Localisation des parois REI120</i>	9
3.1.	<i>Compatibilité des parois REI120 avec les durées des incendies</i>	11
3.2.	<i>Résultats des calculs</i>	12
3.3.	<i>Incendies généralisés</i>	20
3.1.	<i>Incendie « généralisé » du site</i>	23
4.	Proposition(s) de mesure(s) compensatoire(s)	24
5.	Synthèse des résultats	25
	Annexe N°1 : Hypothèses considérées pour caractériser les foyers	26
	Annexe N°2 : Cartographies des flux thermiques transposées sur le plan masse	28

Liste des tableaux

Tableau 1:	Caractéristiques des stockages	8
Tableau 2:	Paramètres des incendies calculés	9
Tableau 3:	Paramètres des incendies calculés à 120 minutes pour les foyers N°10 et N°13	11
Tableau 4:	Paramètres des incendies calculés à 200 minutes pour le foyer N°11	12
Tableau 4:	Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires - Aire de démantèlement des écrans – Section Siège	13
Tableau 5:	Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires - Aire de démantèlement des extincteurs – Section Servant	14
Tableau 6:	Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires – Section Siège	15
Tableau 7:	Paramètres des incendies généralisés	20
Tableau 8:	Mesure(s) compensatoire(s) proposée(s)	24

Liste des figures

Figure 1: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire de démantèlement des écrans -----	5
Figure 2: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire de démantèlement des extincteurs --	6
Figure 3: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire des stockages -----	6
Figure 4: Emplacements des parois REI120 – Section Siège-----	10
Figure 5: Emplacements des parois REI120 – Section Servant -----	11
Figure 6: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des écrans sans les parois coupe-feu -----	16
Figure 7: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des écrans avec les parois coupe-feu-----	17
Figure 8: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des extincteurs-----	18
Figure 9: Cartographies des flux thermiques -Aire de traitement des déchets de cartons et des capsules de café/thé - Section Siège -----	19
Figure 10: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé des foyers N°3 et N°6 -----	21
Figure 11: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé des foyers N°12 et N°14-----	22
Figure 12: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé de tous les foyers – SANS PAROI COUPE-FEU -----	23
Figure 13: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé de tous les foyers – AVEC PAROI COUPE-FEU-----	23

1. Introduction

L'objectif de la présente étude consiste à examiner les effets des incendies pouvant se produire au sein du site de la société RVE - Site Siège Fénelon - implantée sur le territoire de la commune de Saint-André de La Réunion.

Il s'agit de déterminer les distances des foyers délimitant les zones de dangers réglementaires, c'est-à-dire :

- **3 kW/m²** : Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine » ;
- **5 kW/m²** : Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine » mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'environnement ;
- **8 kW/m²** : Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine », mentionnée à l'article L. 515-16 du Code de l'environnement / Seuil des effets dominos et correspondant au seuil de dégâts graves sur les structures

2. Méthodologie

Les modélisations ont été réalisées à l'aide de la méthodologie FLUMILOG®, développée par l'INERIS en vue de déterminer la cinétique de l'incendie et les paramètres de la flamme. La version utilisée est la V5.2.0.

Les résultats (hauteur de flamme, émissivité de la flamme) ont ensuite été utilisés pour calculer les flux thermiques rayonnés à l'aide du modèle de la flamme solide. Ce modèle est présenté en détail dans le document de l'INERIS « **Ω2- Modélisation des feux industriels** », ainsi que dans le **Yellow Book** du TNO.

Dans ce modèle, la flamme est assimilée à la surface d'un parallélépipède.

La flamme est également assimilée à un volume géométrique simple.

La base de ce volume correspond alors à la base du feu, et sa hauteur à la hauteur pour laquelle la flamme est visible 50% du temps.

La cible est supposée exposée au rayonnement d'une flamme de géométrie constante et de pouvoir émissif homogène.

Ce modèle est un modèle stationnaire, c'est-à-dire que la cinétique de l'incendie n'est pas prise en compte.

De la même manière, les effets du bâti sur la propagation de l'incendie ne sont pas intégrés dans les calculs.

► **Remarque importante** : ce modèle majore les résultats.

3. Modélisation des flux thermiques générés

3.1. Emplacements des foyers

Les foyers considérés sont schématisés sur les planches suivantes.

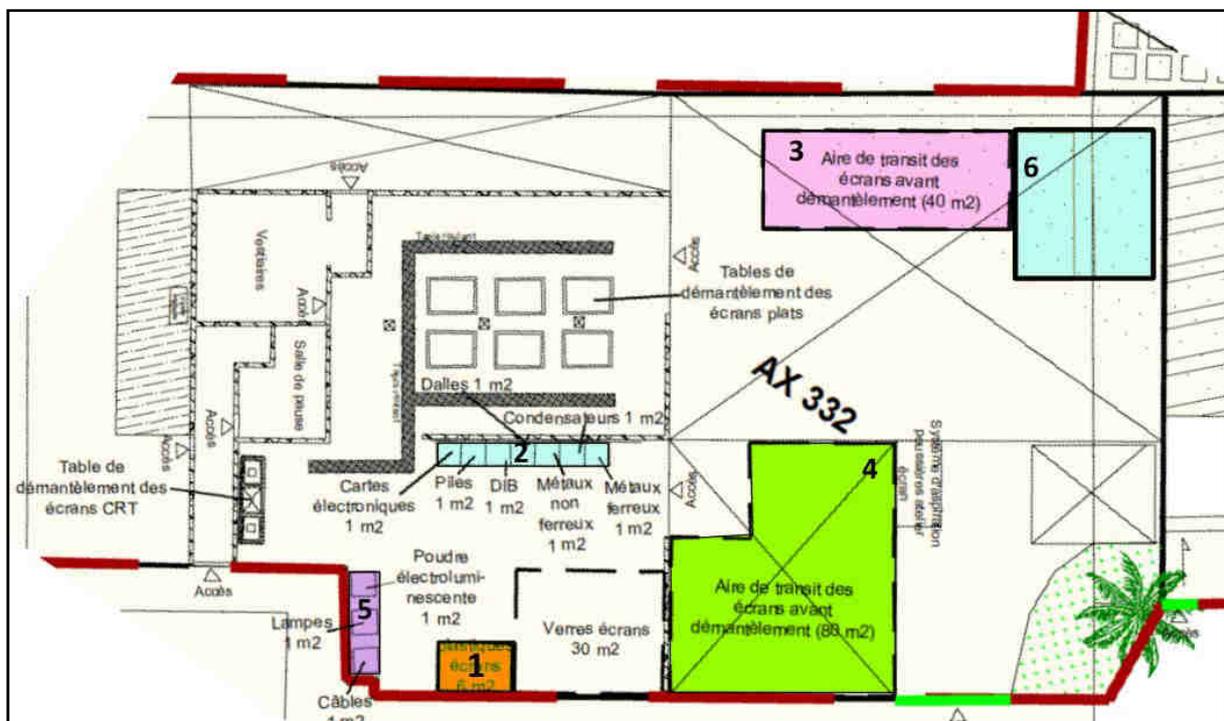


Figure 1: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire de démantèlement des écrans

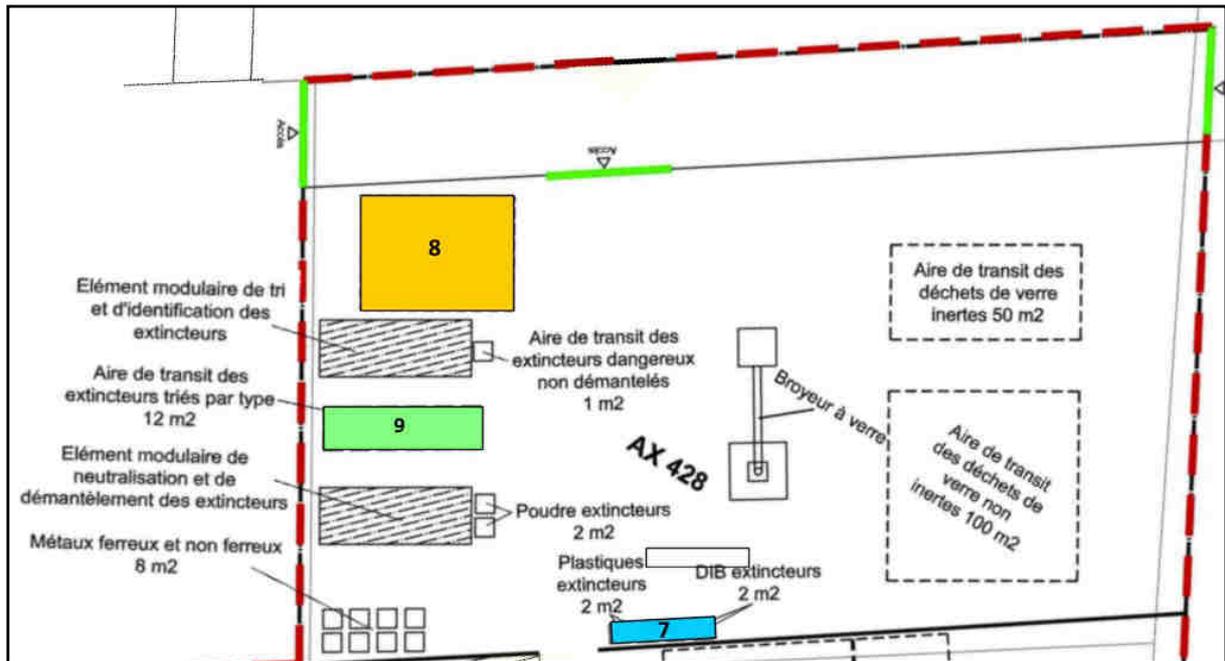


Figure 2: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire de démantèlement des extincteurs

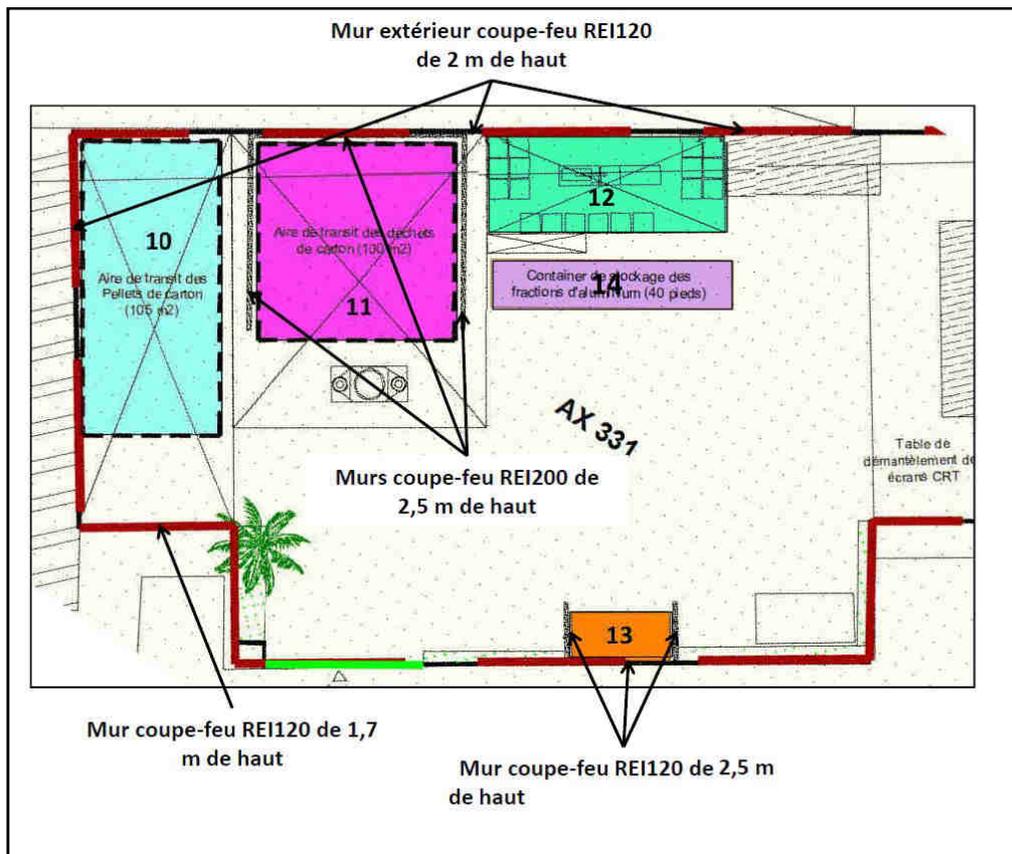


Figure 3: Foyers potentiels présents sur le site au niveau de l'aire des stockages

3.2. Caractéristiques des foyers

Pour davantage de visibilité, les caractéristiques des foyers sont reportées dans le tableau ci-après.

Les compositions des foyers sont détaillées en annexe.

Rappel : Afin de correspondre aux données d'entrée du modèle, les données fournies par le Commanditaire ont été ajustées.

Tableau 1: Caractéristiques des stockages

Foyers	Stockages	Produits	Foyer (stockage)		
			Longueur [m]	Largeur [m]	Hauteur [m]
N°1	Plastiques écrans	Plastiques avec retardateurs de flamme bromés	3,0	2,0	2,0
N°2	Stockages de 1 m ²	Cartes électroniques, Piles, DIB, Dalles, Métaux (ferreux et non ferreux), Condensateurs	6,0	1,0	1,0
N°3	Aire de transit des écrans avant démantèlement	Plastiques avec retardateurs de flamme bromés, Métaux (ferreux et non ferreux), Verres, Autres	10,0	5,0	2,0
N°4	Aire de transit des écrans avant démantèlement	Plastiques avec retardateurs de flamme bromés, Métaux (ferreux et non ferreux), Verres, Autres	8,0	10,0	2,0
N°5	Stockages de 1m ²	Lampes, Câbles (plastiques), Poudre électroluminescente	4,0	1,0	1,0
N°6	Stockage piles, batteries, accumulateurs	Piles, batteries accumulateurs	6,1	5,7	2,6
N°7	Plastiques et DIB extincteurs	Plastiques, DIB	5,4	1,0	1,0
N°8	Aire de réception des extincteurs	Acier, Plastiques, Poudre extincteur	8,0	6,0	1,0
N°9	Aire de transit des extincteurs triés par type	Acier, Plastiques, Poudre extincteur	8,1	2,5	1,0
N°10	Aire de transit des Pellets de cartons	Cartons	15,0	7,0	1,0
N°11	Aire de transit des déchets cartons	Cartons	10,0	10,0	2,0
N°12	Traitement des capsules	Plastiques, Aluminium, Cellulose	12,0	4,8	2,0
N°13	Cuve de GNR	Gasoil non routier	5,0	2,5	0,8
N°14	Stockages de Fractions dans un container	Plastiques, Aluminium	12,2	2,5	2,6

3.3. Caractéristiques des incendies

Sous les hypothèses considérées, les incendies considérés présentent les paramètres suivants :

Tableau 2: Paramètres des incendies calculés

Foyers	Durée totale de l'incendie [minutes]	Puissance maximale dégagée [MW]	Émissivité maximale de la flamme [m]	Hauteur maximale de la flamme [m]
N°1	97	0,5769	12,61	2,25
N°2	90	0,5201	13,58	1,08
N°3	67	10,95	39,35	2,88
N°4	66	14,57	32,26	2,65
N°5	52	0,5322	20,25	1,28
N°6	62	2,6319	21,81	2,94
N°7	52	0,7355	20,76	1,24
N°8	80	2,03	18,57	1,06
N°9	101	0,2741	6,15	1,02
N°10	189	8,24	27,39	1,21
N°11	227	14,38	31,03	2,60
N°12	49	6,07	20,71	2,19
N°13	201	27,50	100,44	2,46
N°14	20	0,5577	9,28	2,85

3.4. Localisation des parois REI120

Le site dispose de parois REI120. Ces dernières sont représentées graphiquement sur les figures ci-après.

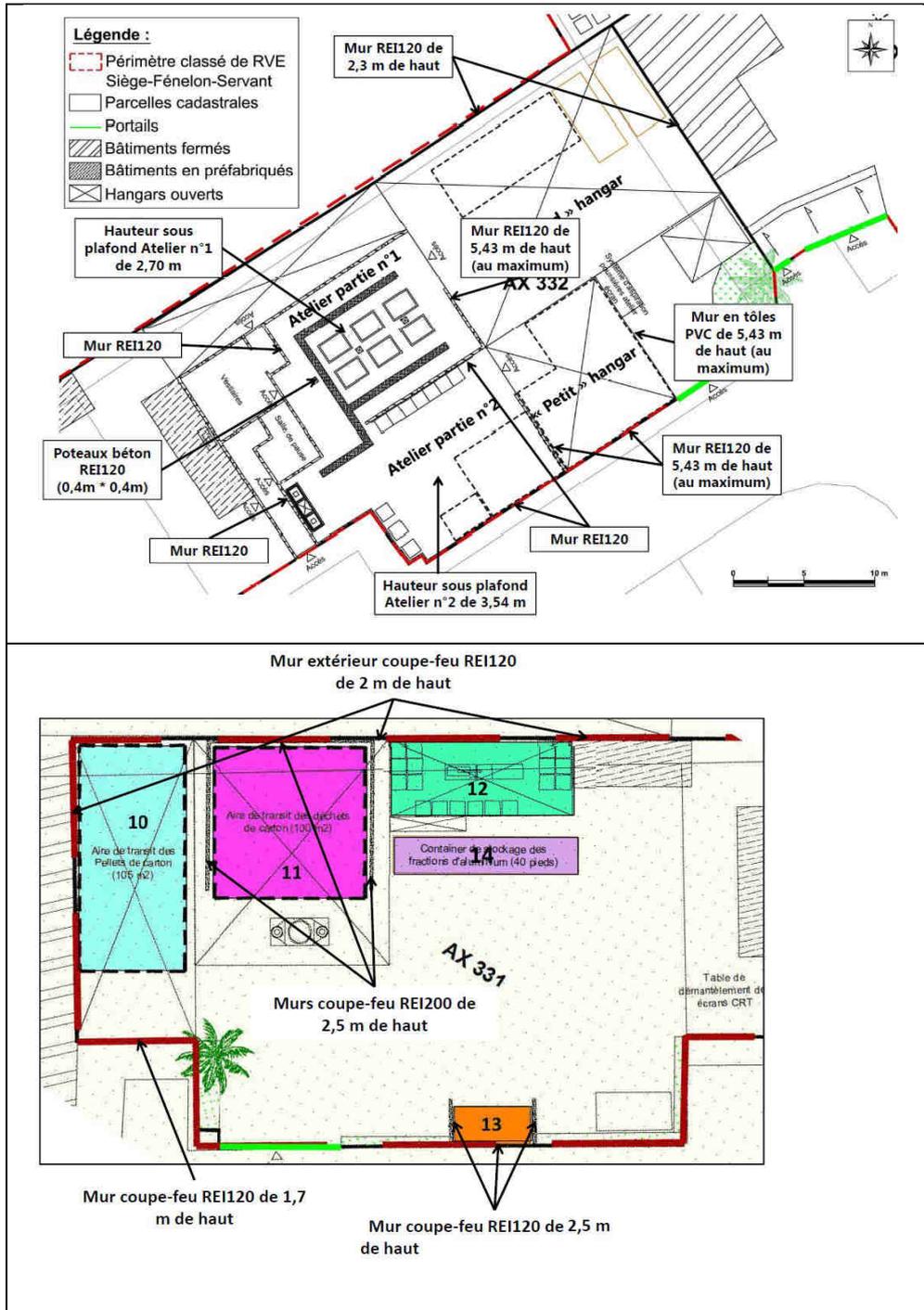


Figure 4: Emplacements des parois REI120 – Section Siège

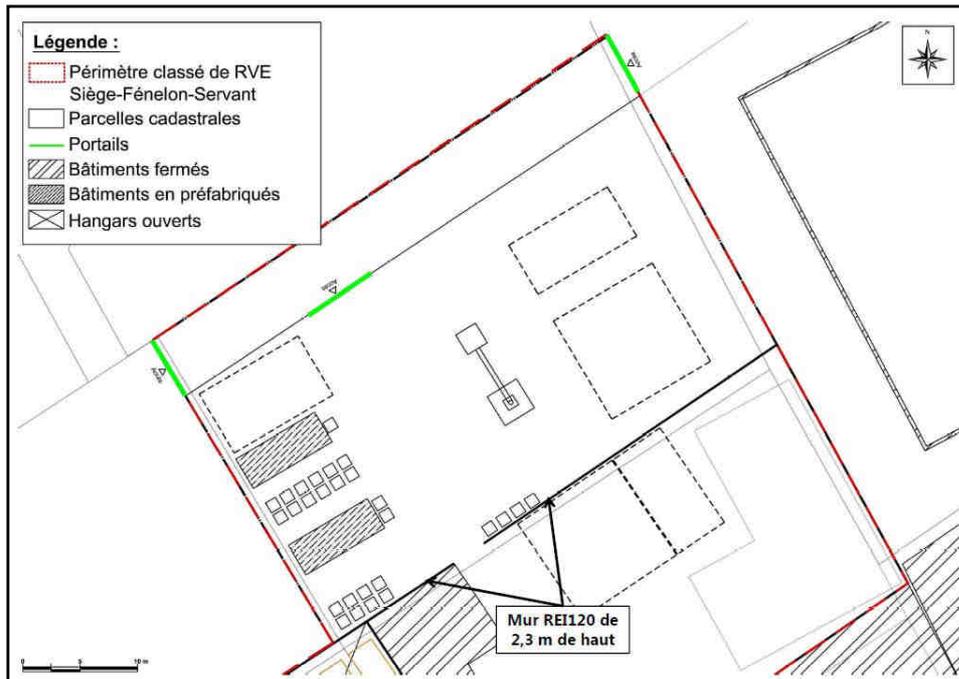


Figure 5: Emplacements des parois REI120 – Section Servant

3.1. Compatibilité des parois REI120 avec les durées des incendies

Les durées des incendies des foyers N°1 à N°9 ainsi que l'incendie des foyers N°12 et N°14 sont inférieures à 120 minutes. Les parois REI120 tiennent donc toute la durée du phénomène dangereux.

En revanche pour les foyers N°10 et N°13, les durées étant supérieures à 120 minutes, les parois céderont avant la fin de l'incendie.

Le tableau ci-après présente les paramètres de ces incendies à 120 minutes.

Tableau 3: Paramètres des incendies calculés à 120 minutes pour les foyers N°10 et N°13

Foyers	Puissance maximale dégagée [MW]	Émissivité maximale de la flamme [kW/m ²]	Hauteur maximale de la flamme [m]
N°10	8,24	27,39	1,21
N°13	27,5	100,44	2,46

Tableau 4: Paramètres des incendies calculés à 200 minutes pour le foyer N°11

Foyers	Puissance maximale dégagée [MW]	Émissivité maximale de la flamme [kW/m ²]	Hauteur maximale de la flamme [m]
N°11	14,38	31,03	2,60

Il est constaté que ces incendies sont encore en pleine puissance après 120 minutes pour les foyers N°10 et N°13.

Il en est de même pour le foyer N°11 après 200 minutes.

Aussi afin de pouvoir considérer l'impact des parois coupe-feu sur les distances de sécurité, il est recommandé de rehausser le degré REI de ces parois à :

- 200 minutes pour le foyer N°10 ;
- 240 minutes pour le foyer N°11 ;
- 240 minutes pour le foyer N°13.

3.2. Résultats des calculs

Pour davantage de clarté, les résultats des modélisations sont reportés dans le tableau ci-après.

Il s'agit de la distance maximale d'atteinte des seuils réglementaires par rapport à la paroi de la cellule considérée. C'est-à-dire que - à cette distance - le flux thermique rayonné est égal au seuil réglementaire (3/5/8 kW/m²).

Les chiffres sont donnés pour une cible de 1,8 mètre¹ au-dessus du sol, située au même niveau que les incendies.

Les résultats sont obtenus en considérant des parois REI.

¹ hauteur d'Homme

Tableau 5: Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires - Aire de démantèlement des écrans – Section Siège

Distance de la paroi considérée		FLUX THERMIQUES RAYONNES RECUS PAR LA CIBLE		
		8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
		Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
Foyer N°1	Paroi de 3,0 m	0,2 mètre	1,2 mètre	2,1 mètres
	Paroi de 3,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 2,0 m	0,2 mètre	0,9 mètre	1,6 mètre
Foyer N°2	Paroi de 6,0 m	0,3 mètre	1,1 mètre	2,0 mètres
	Paroi de 6,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 1,0 m	0,2 mètre	0,6 mètre	1,0 mètre
Foyer N°3	Paroi de 10,0 m	4,7 mètres	6,7 mètres	9,0 mètres
	Paroi de 10,0m+MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 5,0 m	3,5 mètres	5,0 mètres	6,7 mètres
Foyer N°4	Paroi de 10,0 m	3,6 mètres	5,5 mètres	7,8 mètres
	Paroi de 8,0 m	3,5 mètres	5,0 mètres	7,0 mètres
	Paroi de 8,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
Foyer N°5	Paroi de 4,0 m	1,0 mètre	2,0 mètres	2,6 mètres
	Paroi de 4,0m + MCF	Paroi de 80,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 1,0 m	0,5 mètre	1,0 mètre	1,4 mètre
	Paroi de 1,0m + MCF	Paroi de 80,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
Foyer N°6	Paroi de 6,1 m	2,0 mètres	3,5 mètres	5,2 mètres
	Paroi de 6,1m + MCF	2,0 mètres	3,4 mètres	4,9 mètres
	Paroi de 5,7m	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 5,7m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120

Tableau 6: Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires - Aire de démantèlement des extincteurs – Section Servant

DISTANCE DE LA PAROI CONSIDEREE		Flux thermiques rayonnés reçus par la cible		
		8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
		Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
Foyer N°7	Paroi de 10,0 m	1,1 mètre	2,0 mètres	3,0 mètres
	Paroi de 10,0m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
	Paroi de 1,0 m	0,6 mètre	0,9 mètre	1,4 mètre
Foyer N°8	Paroi de 8,0 m	0,2 mètre	1,0 mètre	1,9 mètre
	Paroi de 6,0 m	0,2 mètre	1,0 mètre	1,8 mètre
Foyer N°9	Paroi de 8,1 m	Non atteint	Non atteint	0,6 mètre
	Paroi de 2,5 m	Non atteint	Non atteint	0,5 mètre

Tableau 7: Résultats de l'incendie – Distances des zones réglementaires – Section Siège

DISTANCE DE LA PAROI CONSIDEREE		Flux thermiques rayonnés reçus par la cible		
		8 kW/m ²	5 kW/m ²	3 kW/m ²
		Seuil des effets létaux significatifs délimitant la « zone des dangers très graves pour la vie humaine »	Seuil des effets létaux délimitant la « zone des dangers graves pour la vie humaine »	Seuil des effets irréversibles délimitant la « zone des dangers significatifs pour la vie humaine »
Foyer N°10	Paroi de 15,0 m	1,7 mètre	2,9 mètres	4,7 mètres
	Paroi de 15,0 m + MCF*	Flux stoppés par la paroi REI200	Flux stoppés par la paroi REI200	Flux stoppés par la paroi REI200
	Paroi de 7,0 m	1,7 mètre	2,7 mètres	3,9 mètres
	Paroi de 7,0 m + MCF*	Flux stoppés par la paroi REI200	Flux stoppés par la paroi REI200	Flux stoppés par la paroi REI200
Foyer N°11	Paroi de 10,0 m	3,5 mètres	5,3 mètres	7,5 mètres
	Paroi de 10,0 m + MCF*	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240
Foyer N°12	Paroi de 12,0 m	1,5 mètre	3,2 mètres	5,3 mètres
	Paroi de 4,8 m	1,1 mètre	2,4 mètres	3,8 mètres
	Paroi de 12,0 m + MCF	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120	Flux stoppés par la paroi REI120
Foyer N°13	Paroi de 5,0 mètres	6,1 mètres	7,8 mètres	10,2 mètres
	Paroi de 2,5 mètres	4,3 mètres	5,6 mètres	7,3 mètres
	Paroi de 5,0 mètres + MCF*	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240
	Paroi de 2,5 mètres + MCF*	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240	Flux stoppés par la paroi REI240
Foyer N°14	Paroi de 12,0 mètres	Non atteint	Non atteint	2,8 mètres
	Paroi de 2,5 mètres	Non atteint	Non atteint	1,1 mètre

MCF* : Si les degrés REI sont rehaussés au niveau préconisés

Les figures suivantes présentent les cartographies des flux thermiques sur le plan du site 'avec' et 'sans' parois coupe-feu.

Pour une meilleure lisibilité, la même illustration représentée au format A3 est disponible en annexe.

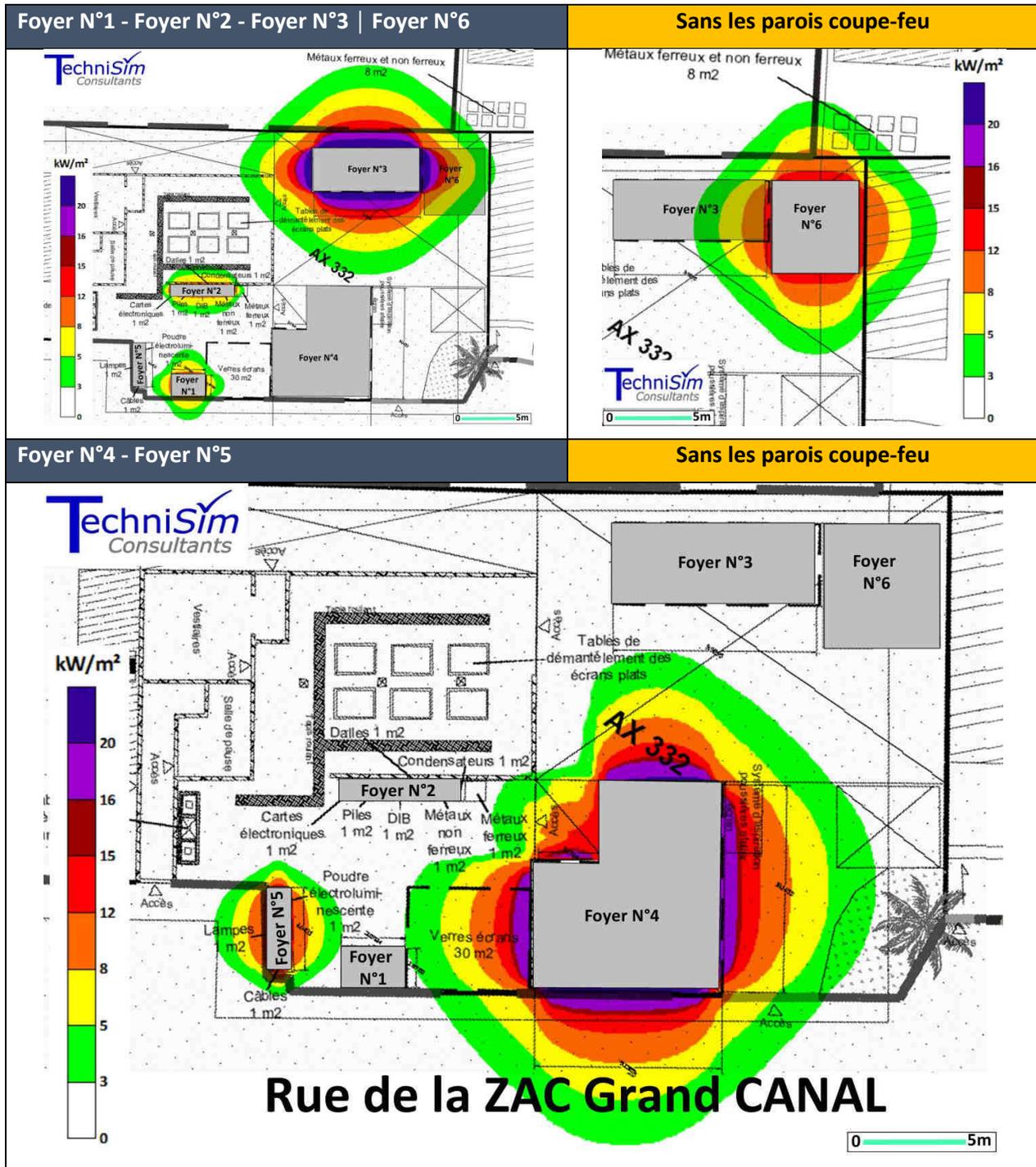


Figure 6: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des écrans sans les parois coupe-feu

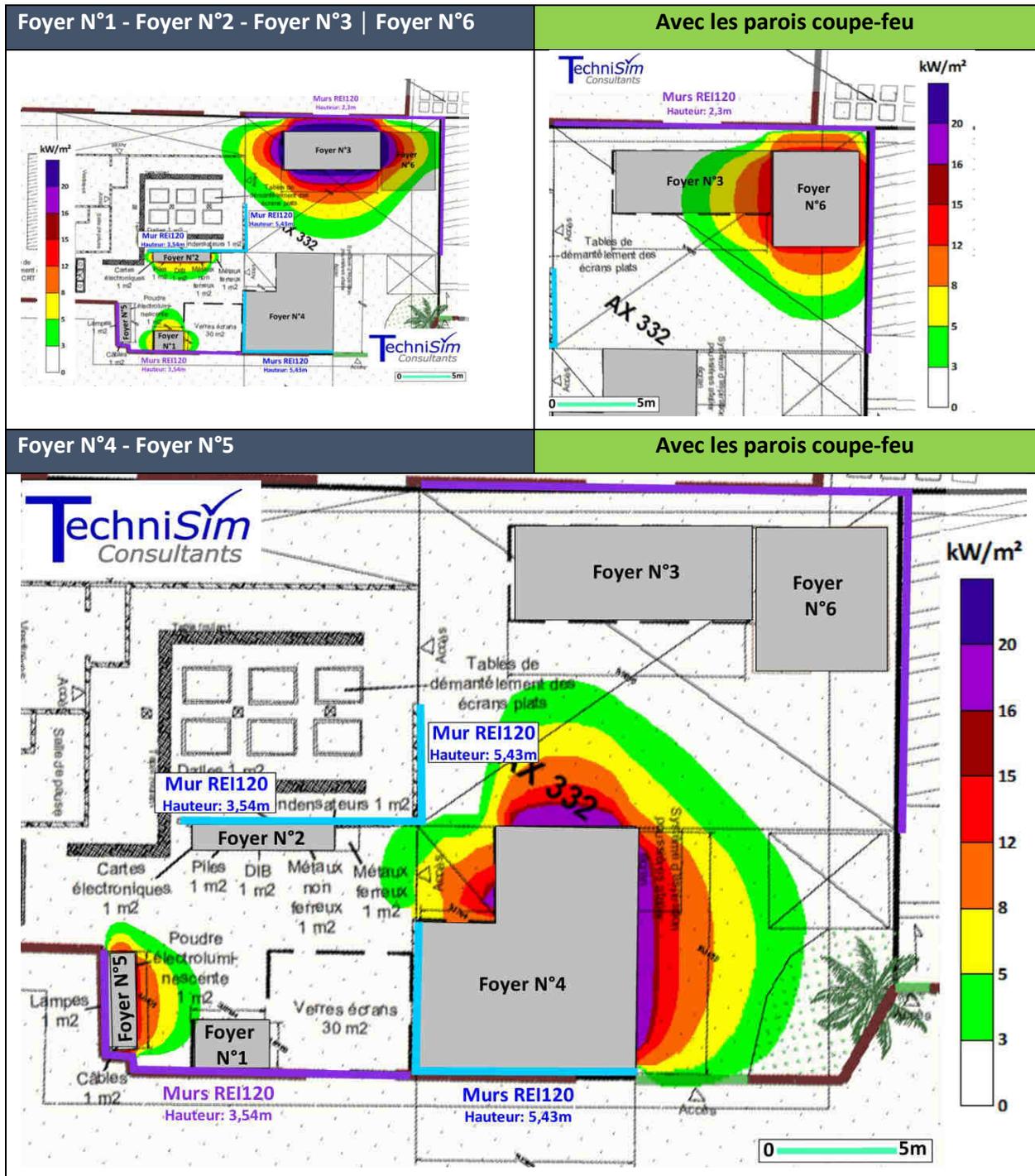


Figure 7: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des écrans avec les parois coupe-feu

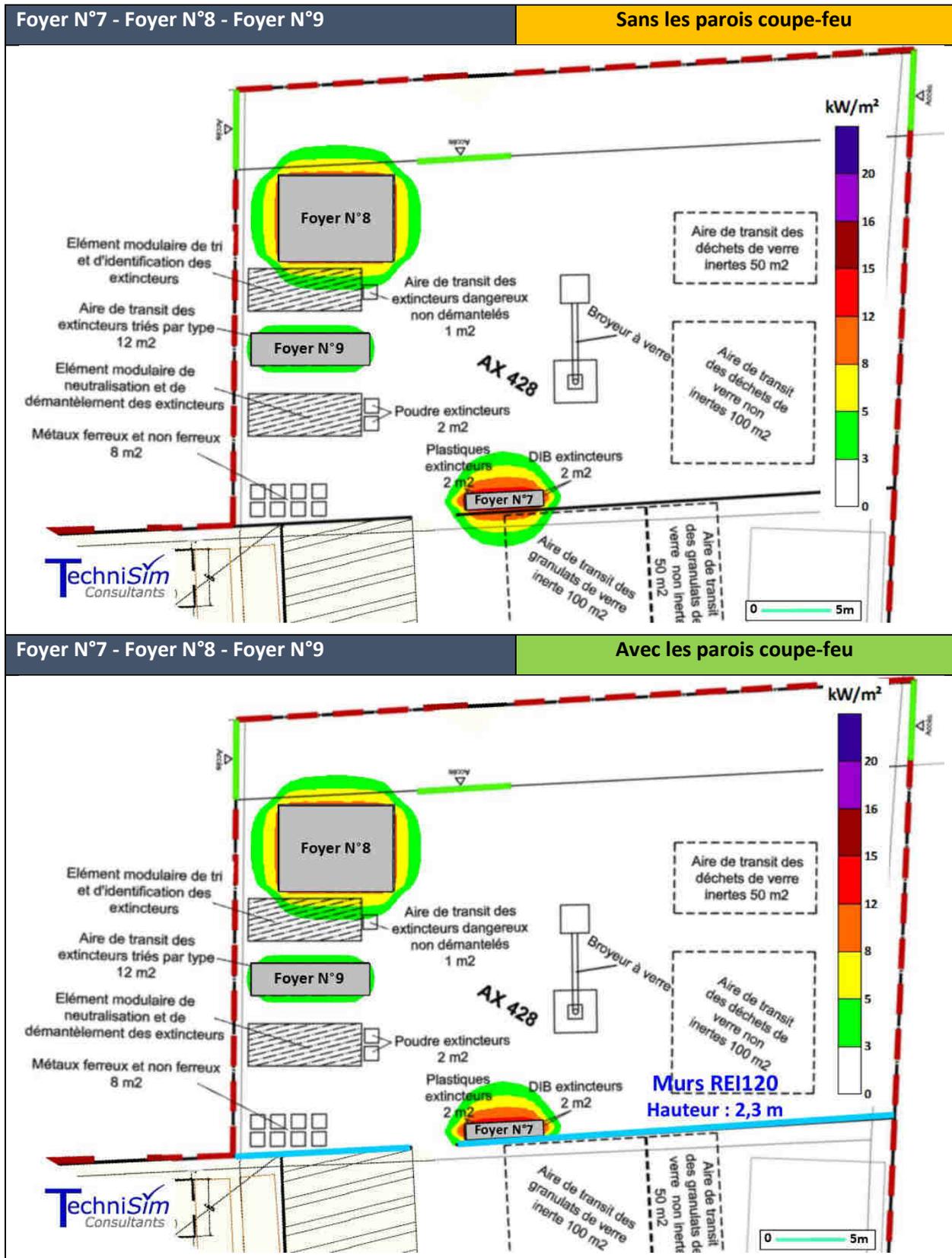


Figure 8: Cartographies des flux thermiques - Aire de démantèlement des extincteurs

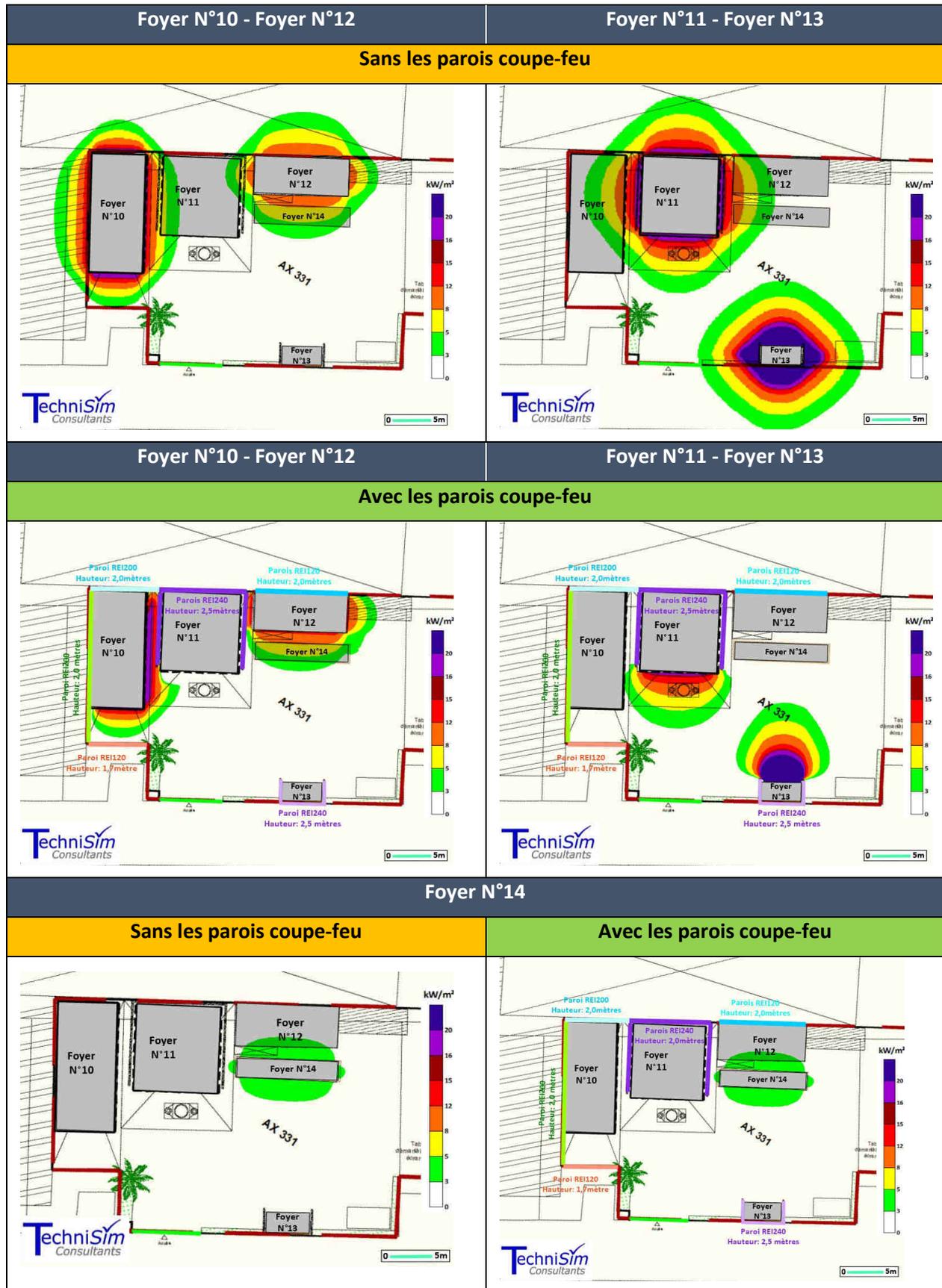


Figure 9: Cartographies des flux thermiques -Aire de traitement des déchets de cartons et des capsules de café/thé - Section Siège

Étude du risque de propagation

Pour chaque foyer, **à l'exception des foyers N°3 et N°6 et des foyers N°12 et N°14**, la zone correspondant aux effets dominos (flux thermiques rayonnés $\geq 8\text{kW/m}^2$) ne touchant aucun autre foyer, le risque de propagation peut être qualifié de négligeable.

3.3. Incendies généralisés

Il est maintenant considéré l'incendie généralisé concernant les :

- Foyers N°3 et N°6
- Foyers N°12 et N°14

Le tableau ci-après synthétise les paramètres de ces incendies.

Tableau 8: Paramètres des incendies généralisés

Foyers	Durée totale de l'incendie [minutes]	Puissance maximale dégagée [MW]	Émissivité maximale de la flamme [m]	Hauteur maximale de la flamme [m]
N°3 + N°6	77	21,88	41,27	3,61
N°12 + N°14	50	6,96	14,31	2,01

Les figures suivantes présentent les cartographies des flux thermiques sur le plan du site 'avec' et 'sans' parois coupe-feu.

Pour une meilleure lisibilité, la même illustration représentée au format A3 est disponible en annexe.

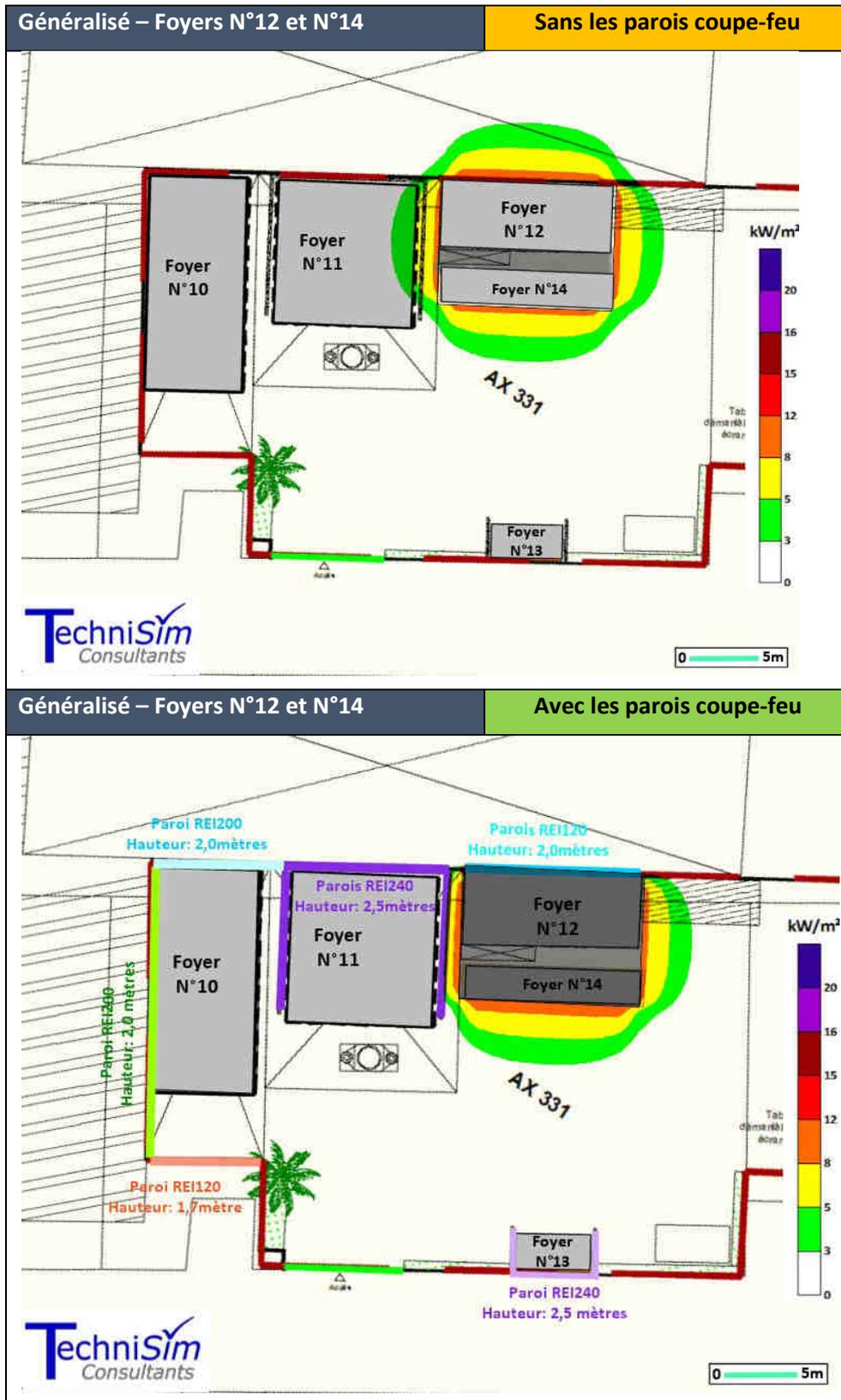


Figure 11: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé des foyers N°12 et N°14

3.1. Incendie « généralisé » du site

Les figures ci-après présentent les cartographies des flux thermiques sur le plan du site en considérant que tous les foyers.

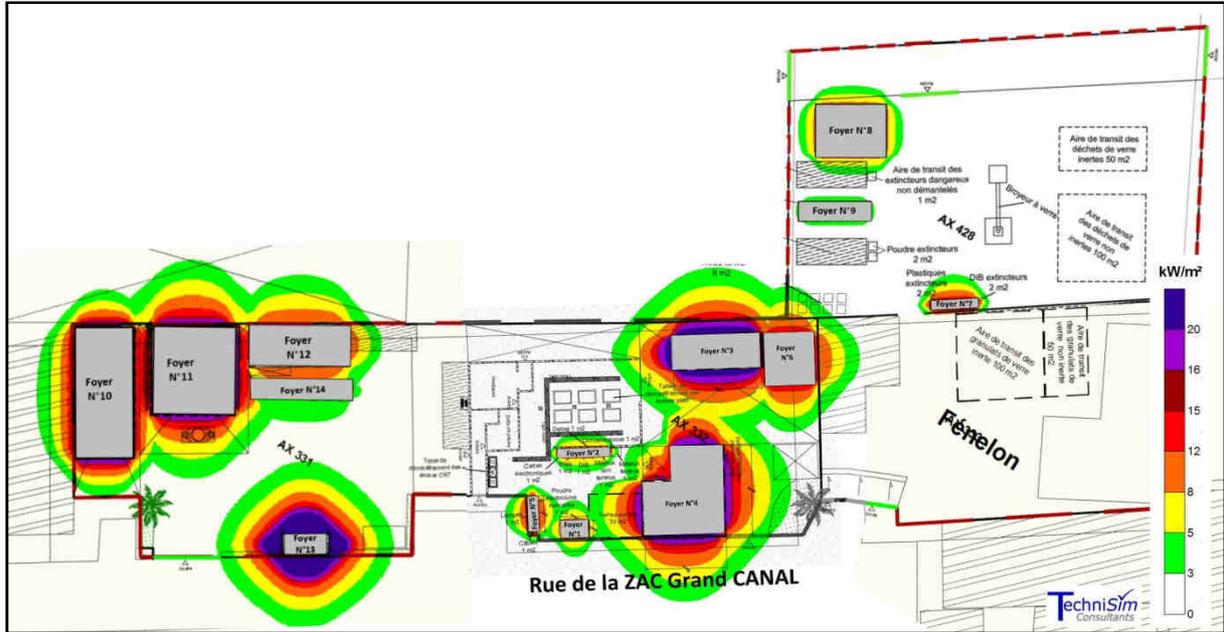


Figure 12: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé de tous les foyers – SANS PAROI COUPE-FEU

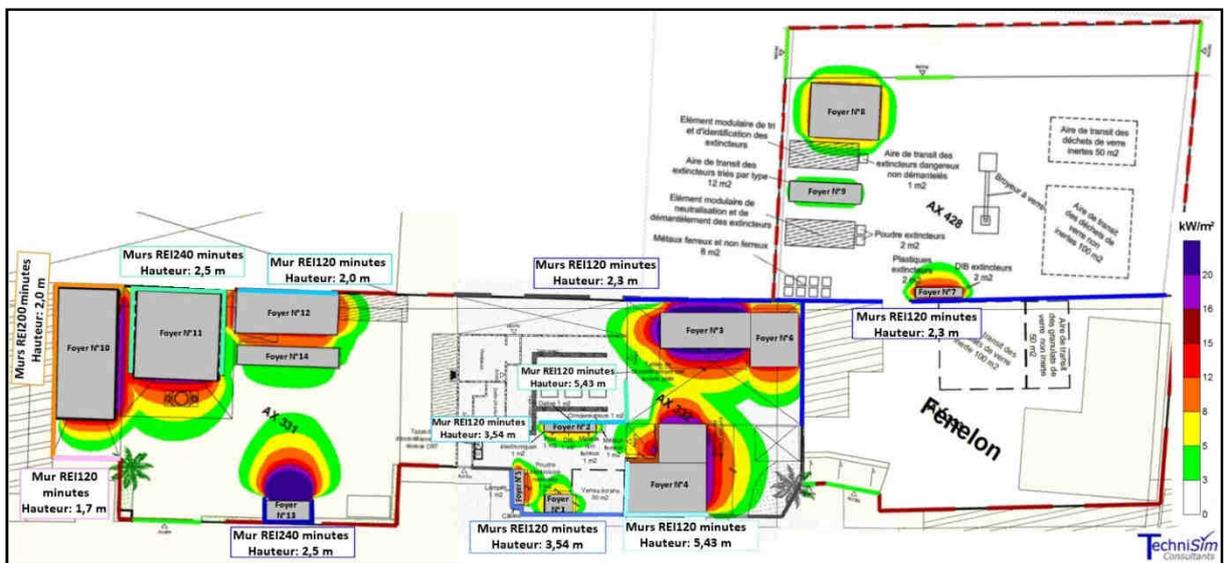


Figure 13: Cartographies des flux thermiques - Incendie généralisé de tous les foyers – AVEC PAROI COUPE-FEU

4. Proposition(s) de mesure(s) compensatoire(s)

Les mesures compensatoires proposées dans ce paragraphe ont pour objectif d'éviter que les flux thermiques réglementaires (3, 5 et 8 KW/m²) ne sortent des limites de propriété.

Les modélisations réalisées en considérant les murs REI démontrent que les hauteurs prévues sont suffisantes pour bloquer les flux thermiques rayonnés. Par conséquent, les mesures proposées ne concernent que les durées des degrés REI de ces murs.

Celles-ci sont résumées dans le tableau ci-après.

Tableau 9: Mesure(s) compensatoire(s) proposée(s)

Foyers	Mesure(s) compensatoire(s) proposée(s)
N°1	• Non nécessaire
N°2	• Non nécessaire
N°3	• Non nécessaire dans le cas de l'incendie individuel et généralisé avec le foyer N°6
N°4	• Non nécessaire
N°5	• Non nécessaire
N°6	• Non nécessaire en cas de l'incendie individuel et généralisé avec le foyer N°3
N°7	• Non nécessaire
N°8	• Non nécessaire
N°9	• Non nécessaire
N°10	• Rehausser le degré REI des parois à 200 minutes
N°11	• Rehausser le degré REI des parois à 240 minutes
N°12	• Non nécessaire
N°13	• Rehausser le degré REI des parois à 240 minutes
N°14	• Non nécessaire

5. Synthèse des résultats

L'objectif de l'étude est d'examiner les effets des incendies pouvant se produire au sein du site de la société RVE - Site Siège Fénelon Servant - implantée sur le territoire de la commune de Saint-André de La Réunion.

En considérant les mesures compensatoires les zones de dangers réglementaires restent cantonner à l'intérieur des limites de propriété.

NOTA	<i>Ces résultats ne sont valables que pour les hypothèses de travail considérées et ne sont en aucun cas transposables à d'autres scénarios.</i>
BENE	<i>L'appropriation et l'usage des résultats sont de la seule responsabilité de l'utilisateur.</i>

Annexe N°1 : Hypothèses considérées pour caractériser les foyers

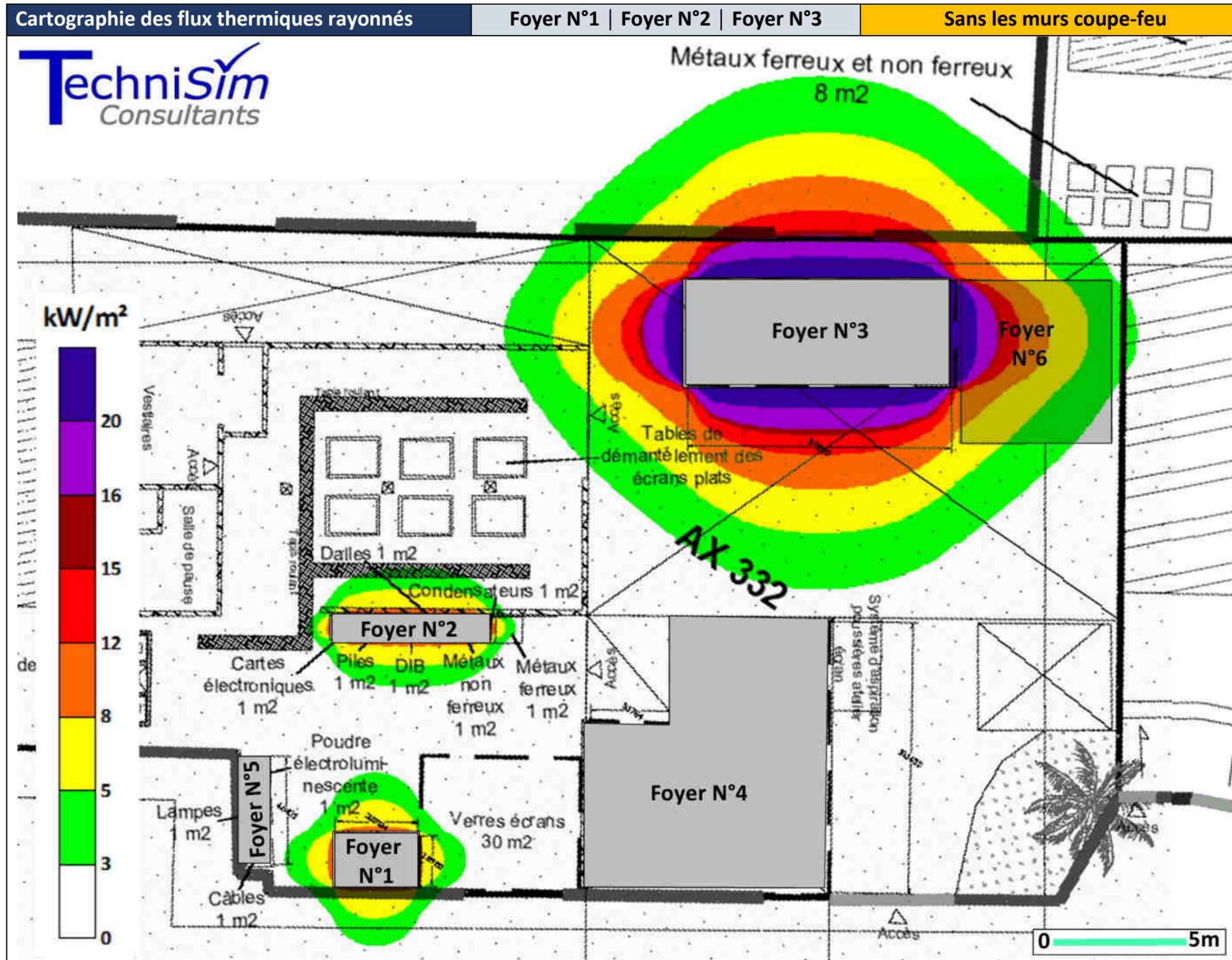
FOYERS	Stockages	Produits	Produit assimilé sous FLUMILOG	Quantité
N°1	Plastiques écrans	Plastiques avec retardateurs de flamme bromés	Caoutchouc	3 480 kg
N°2	Stockages de 1m ²	Cartes électroniques	Voir encadré ci-dessous	340 kg
		Piles		1 250 kg
		DIB	50% polyéthylène/50% carton	200 kg
		Dalles	Polyéthylène	1 250 kg
		Condensateurs	Voir encadré ci-dessous	600 kg
N°3	Aire de transit des écrans avant démantèlement	<i>Voir encadré ci-dessous</i>	Voir encadré ci-dessous	25000 kg
N°4	Aire de transit des écrans avant démantèlement	<i>Voir encadré ci-dessous</i>	Voir encadré ci-dessous	4 000 kg
N°5	Stockages de 1m ²	Lampes	Verre	200 kg
		Câbles (plastiques)	Polyéthylène	500 kg
		Poudre électroluminescente	Caoutchouc	1 000 kg
N°6	Stockage piles, batteries, accumulateurs	Métaux (52%)	Acier	20800 kg
		Manganèse (19%)	Polyéthylène	7600 kg
		Sels (12%)	Caoutchouc	4800 kg
		Matières organiques (17%)	Carton	6800 kg
N°7	Plastiques et DIB extincteurs	Plastiques	Polyéthylène	680 kg
		DIB	Carton	250 kg
N°8	Aire de réception des extincteurs	Acier (80% massique)	Acier	19200 kg
		Plastiques (10% massique)	Polyéthylène	2400 kg
		Poudre extincteur (10% massique)	Caoutchouc	2400 kg
N°9	Aire de transit des extincteurs triés par type	Acier (80% massique)	Acier	4800 kg
		Plastiques (10% massique)	Polyéthylène	600 kg
		Poudre extincteur (10% massique)	Caoutchouc	600 kg

FOYERS	Stockages	Produits	Produit assimilé sous FLUMILOG	Quantité
N°10	Aire de transit des Pellets de cartons	Cartons (pellets)	Cartons	105 m ³
N°11	Aire de transit des déchets cartons	Cartons	Cartons	80 tonnes
N°12	Traitement des capsules	Plastiques	Polyéthylène	0,41 tonne
		Marc de café	Carton	0,70 tonne
		Aluminium	Aluminium	2,15 tonnes
N°13	Cuve à gasoil non routier (GNR)	Gasoil non routier	Hydrocarbures	10 m ³
N°14	Stockages de Fractions dans un container	Plastiques	Polyéthylène	101 kg
		Aluminium	Aluminium	909 kg

Dans les simulations, les *Piles/Cartes électroniques/Condensateurs* sont assimilés à un seul produit, dont la composition massique est la suivante :
40% de polyuréthane, 30% de verre et 30% d'acier.

La composition massique retenue pour les *écrans* est la suivante :
3,1% de polyuréthane, 13,6% de polyéthylène, 16,7% d'acier, 56,3% de verre et 10,2% de plastique synthétique.

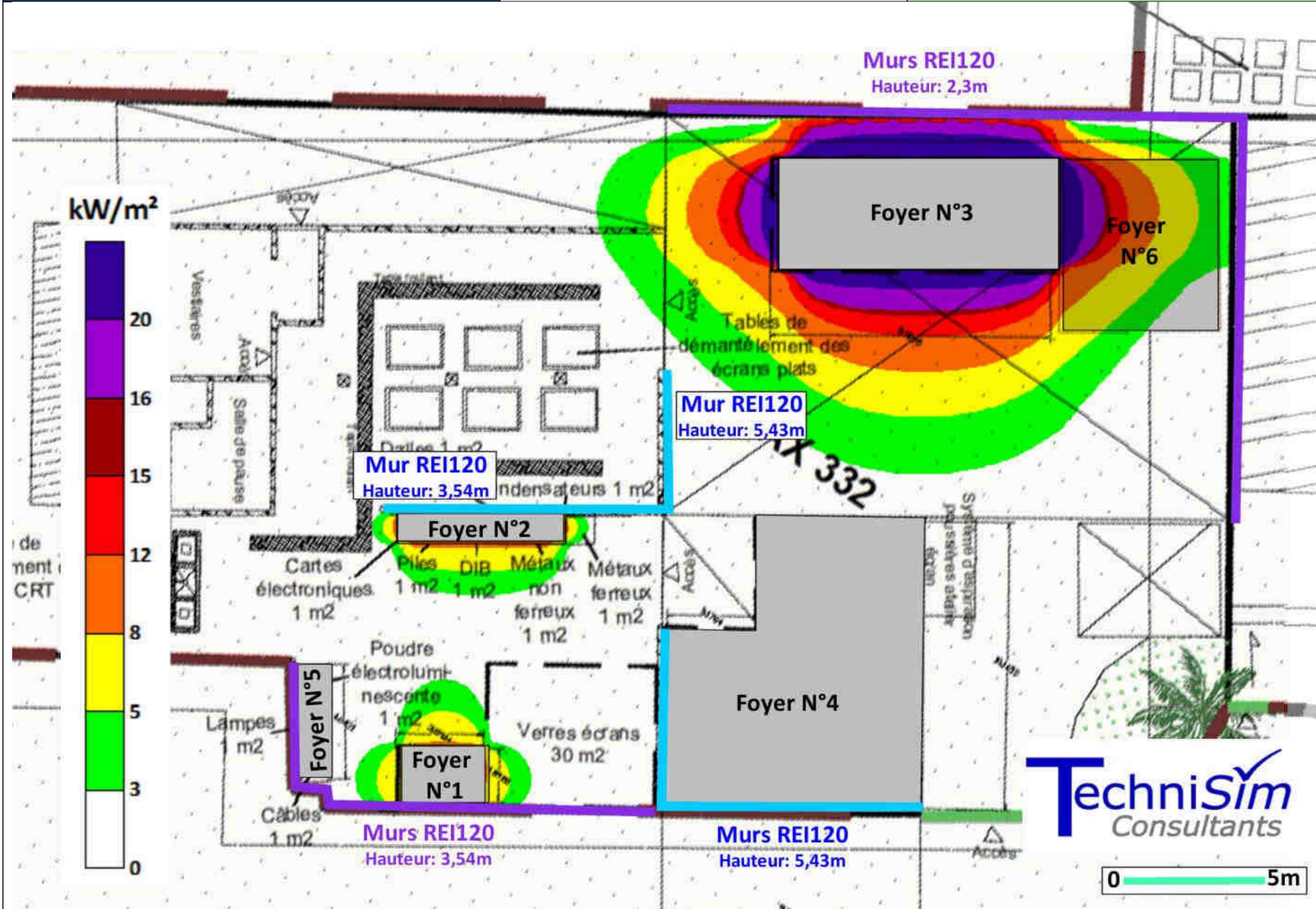
Annexe N°2 : Cartographies des flux thermiques transposées sur le plan masse



Cartographie des flux thermiques rayonnés

Foyer N°1 | Foyer N°2 | Foyer N°3

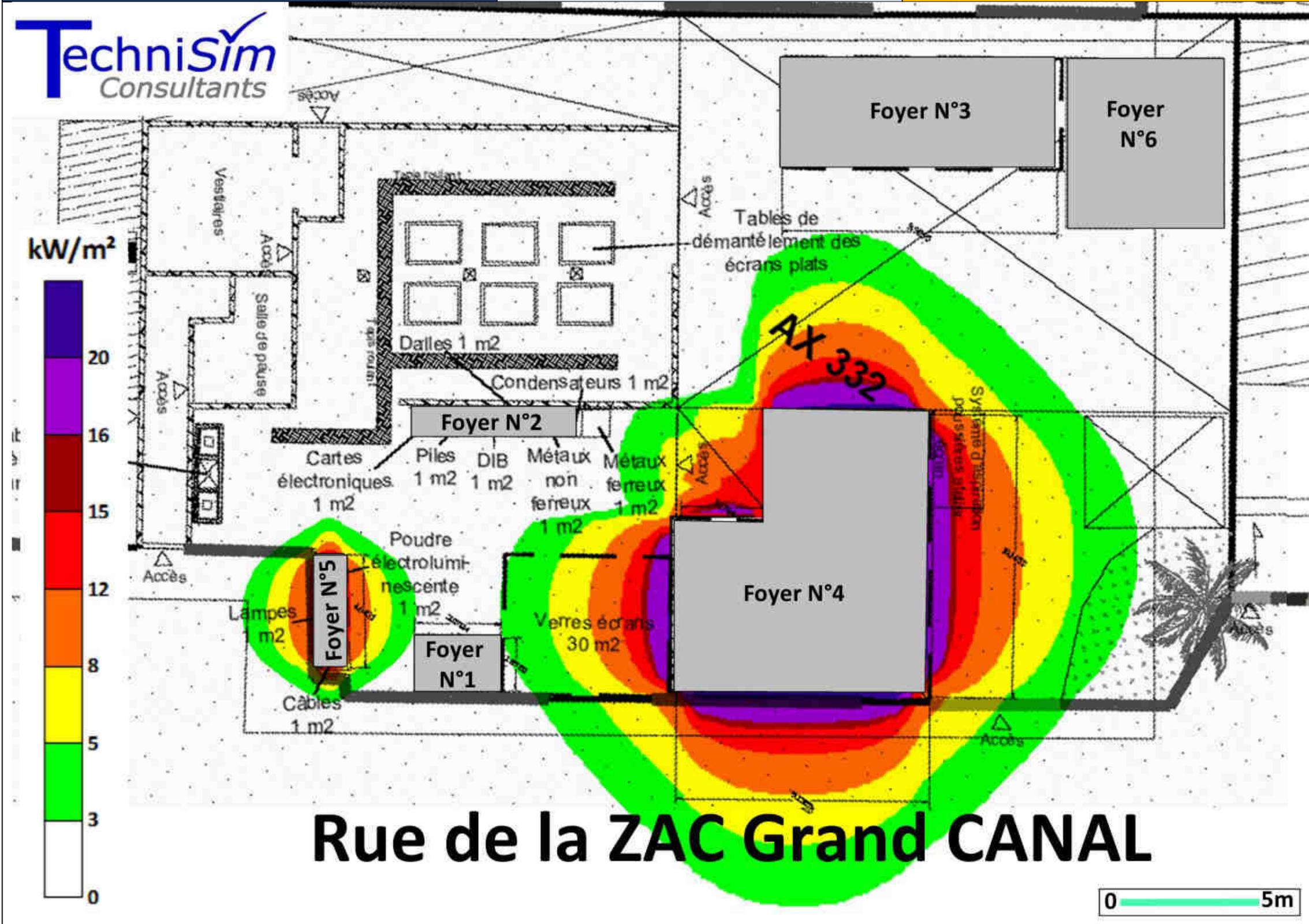
Avec les murs coupe-feu



Cartographie des flux thermiques rayonnés

Foyer N°4 | Foyer N°5

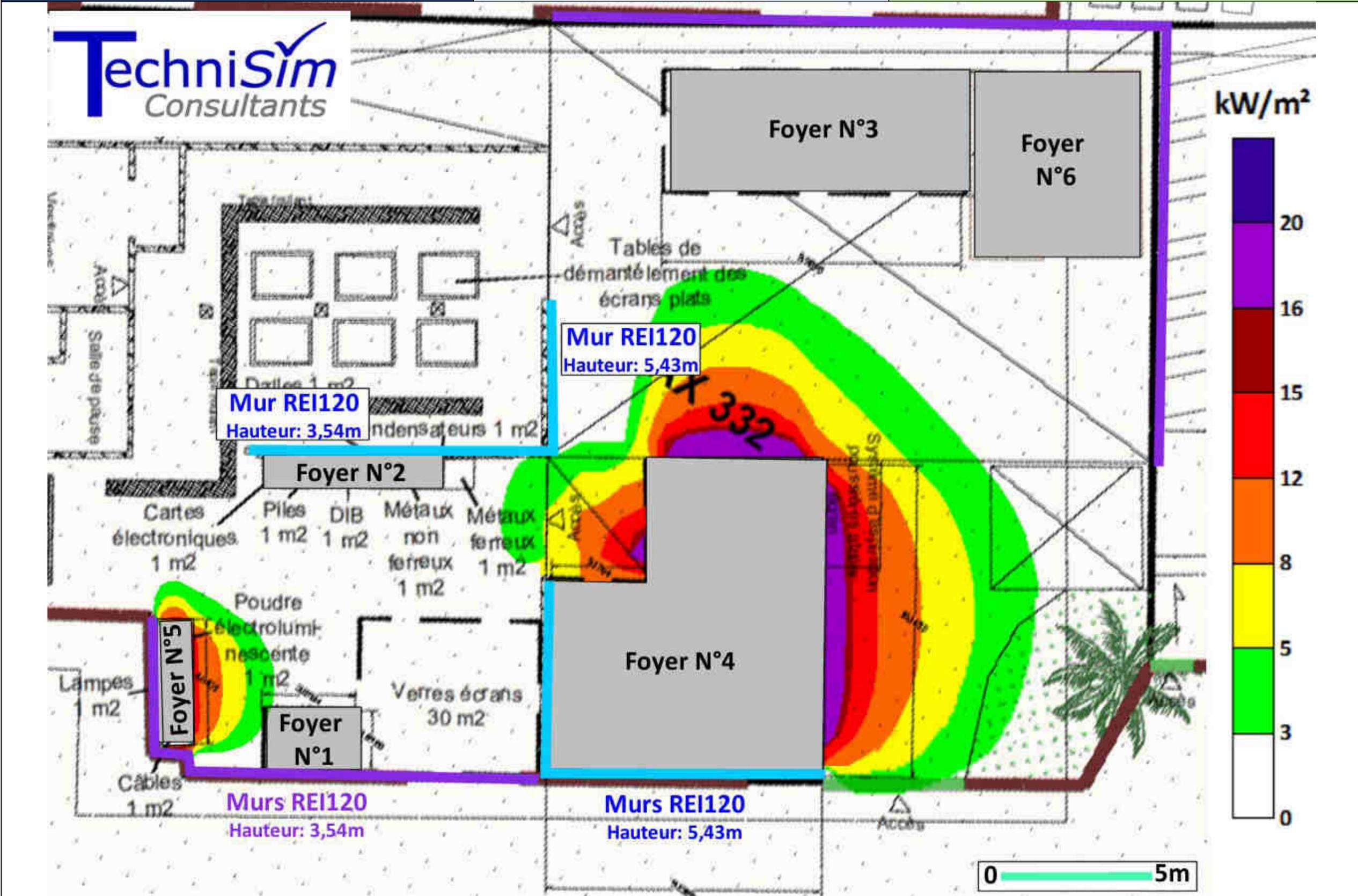
Sans les murs coupe-feu

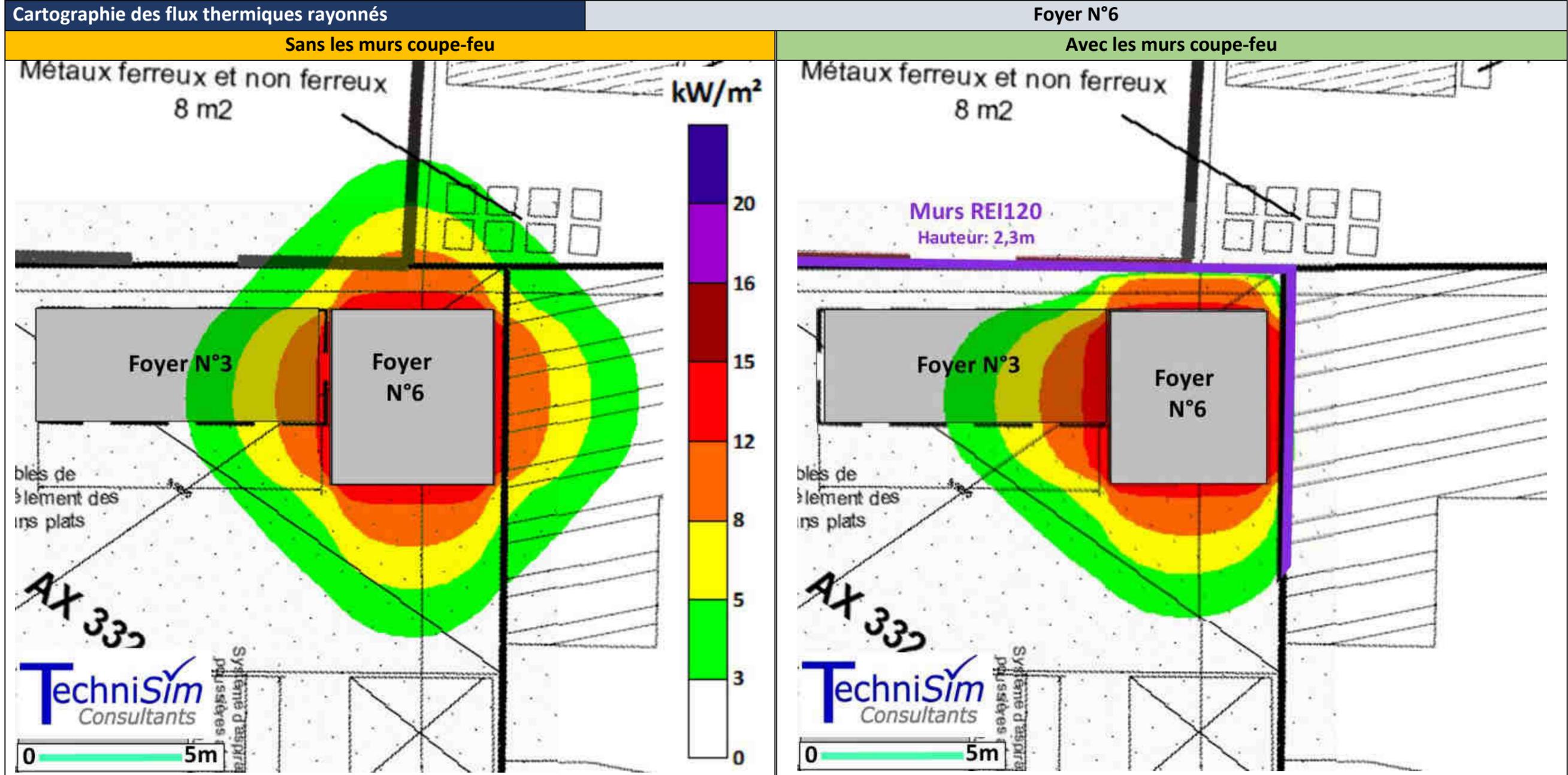


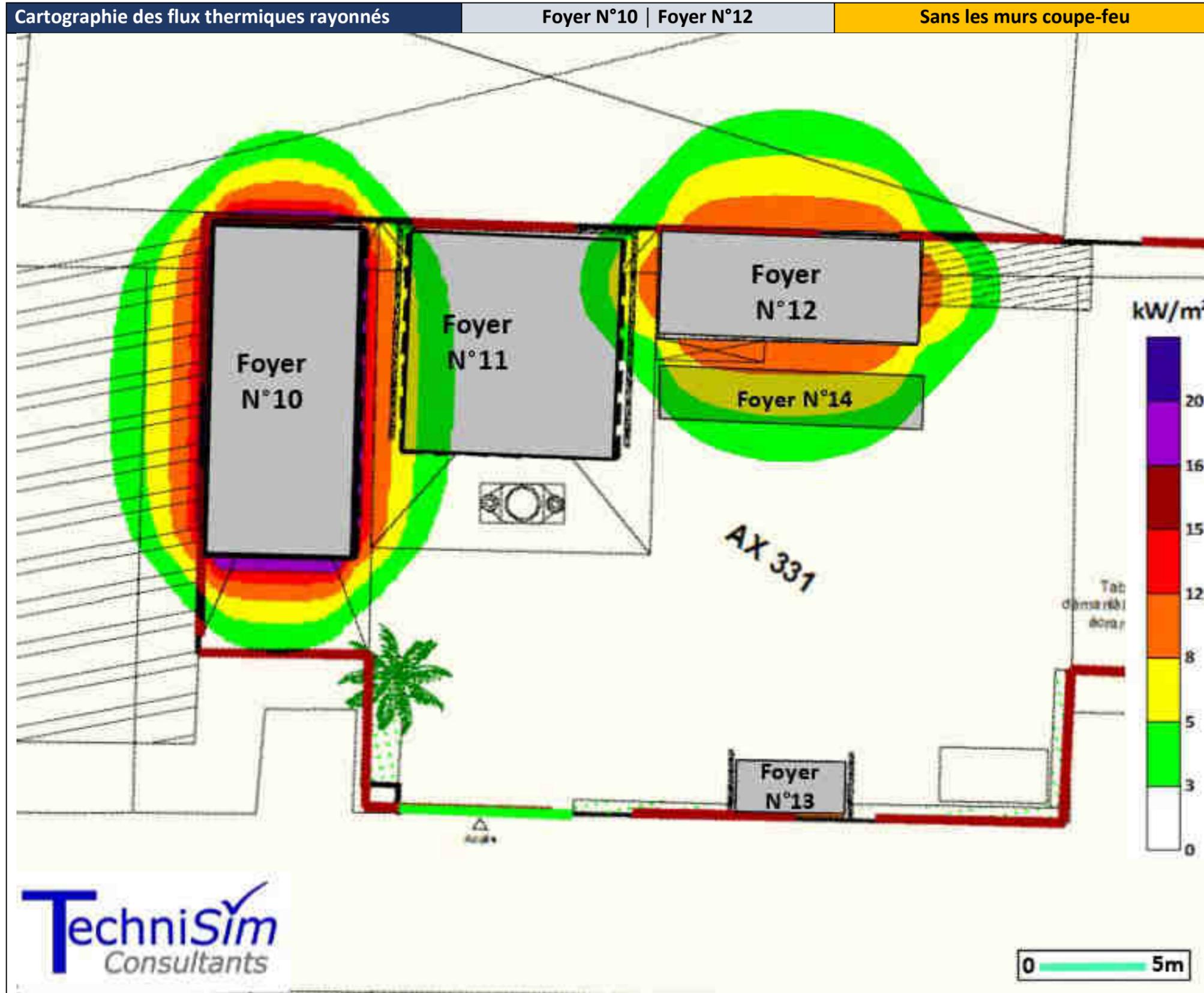
Cartographie des flux thermiques rayonnés

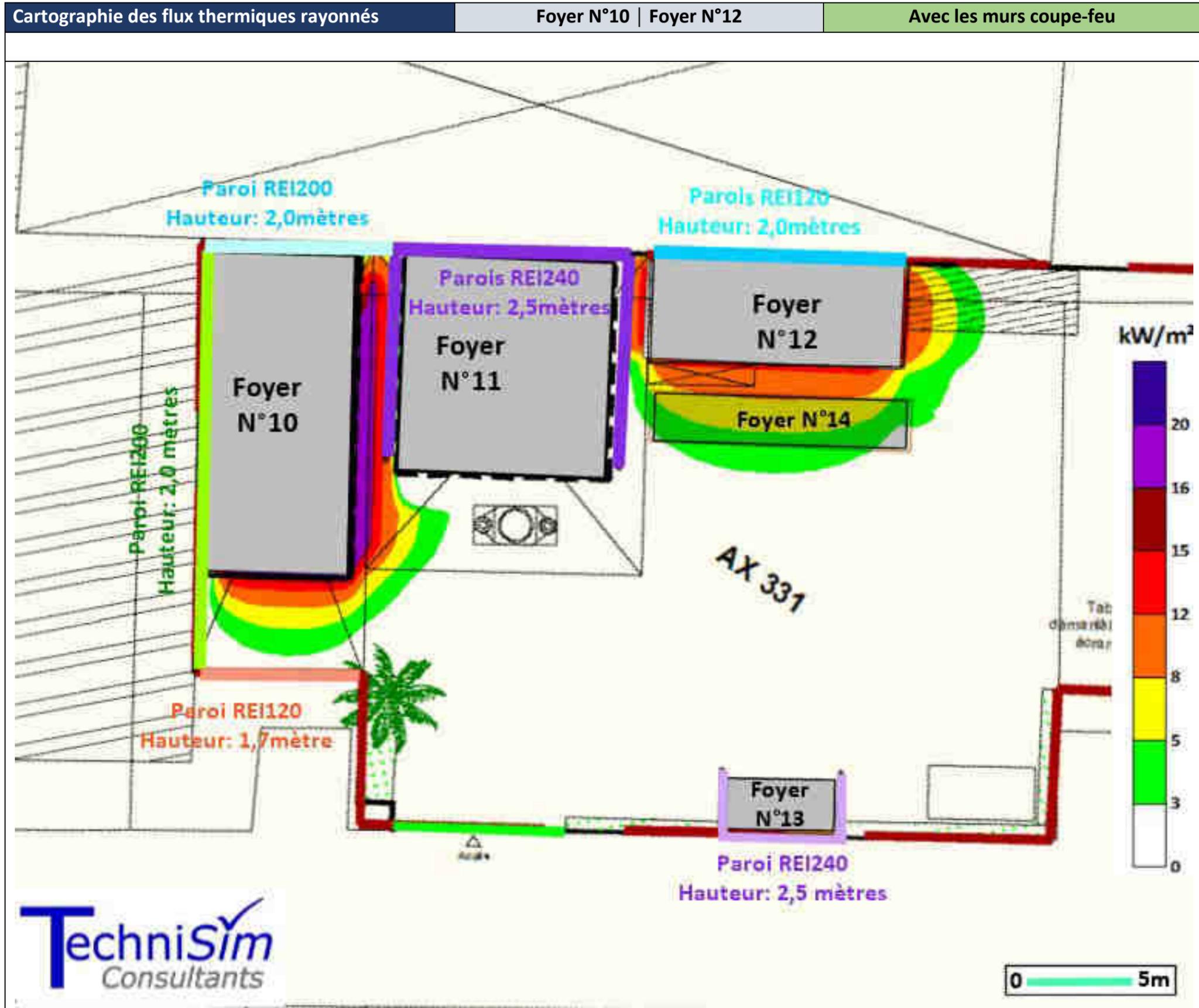
Foyer N°4 | Foyer N°5

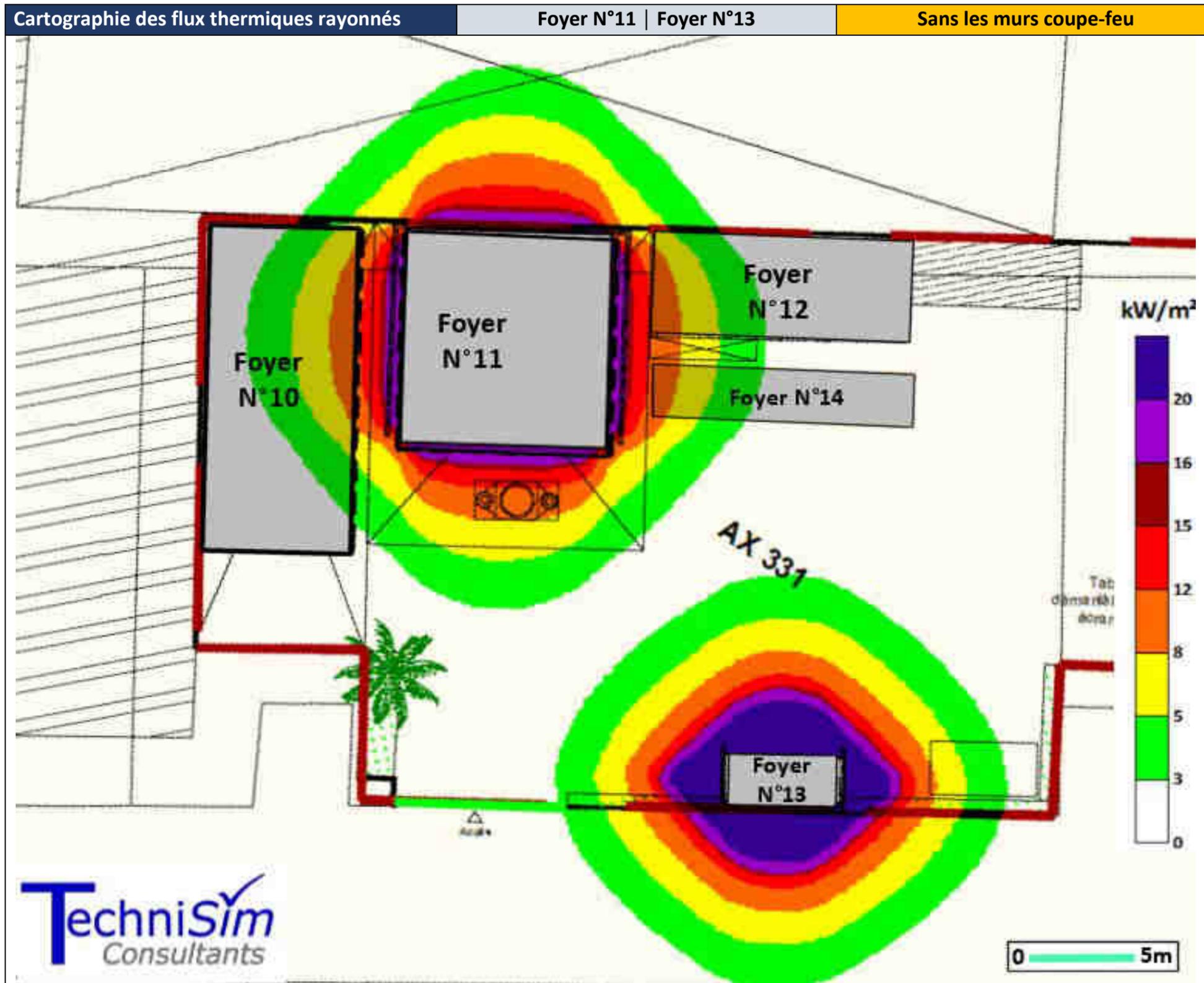
Avec les murs coupe-feu

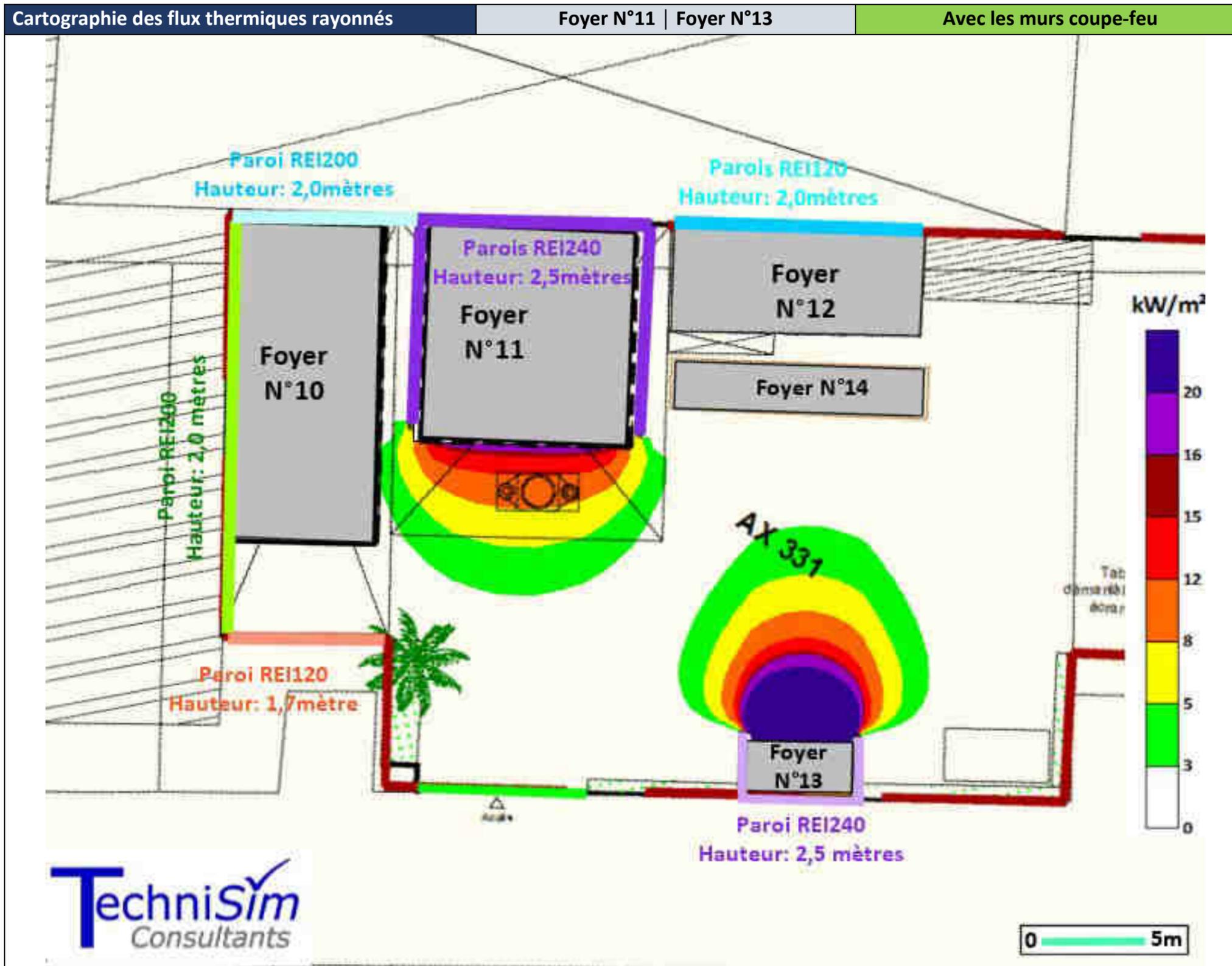


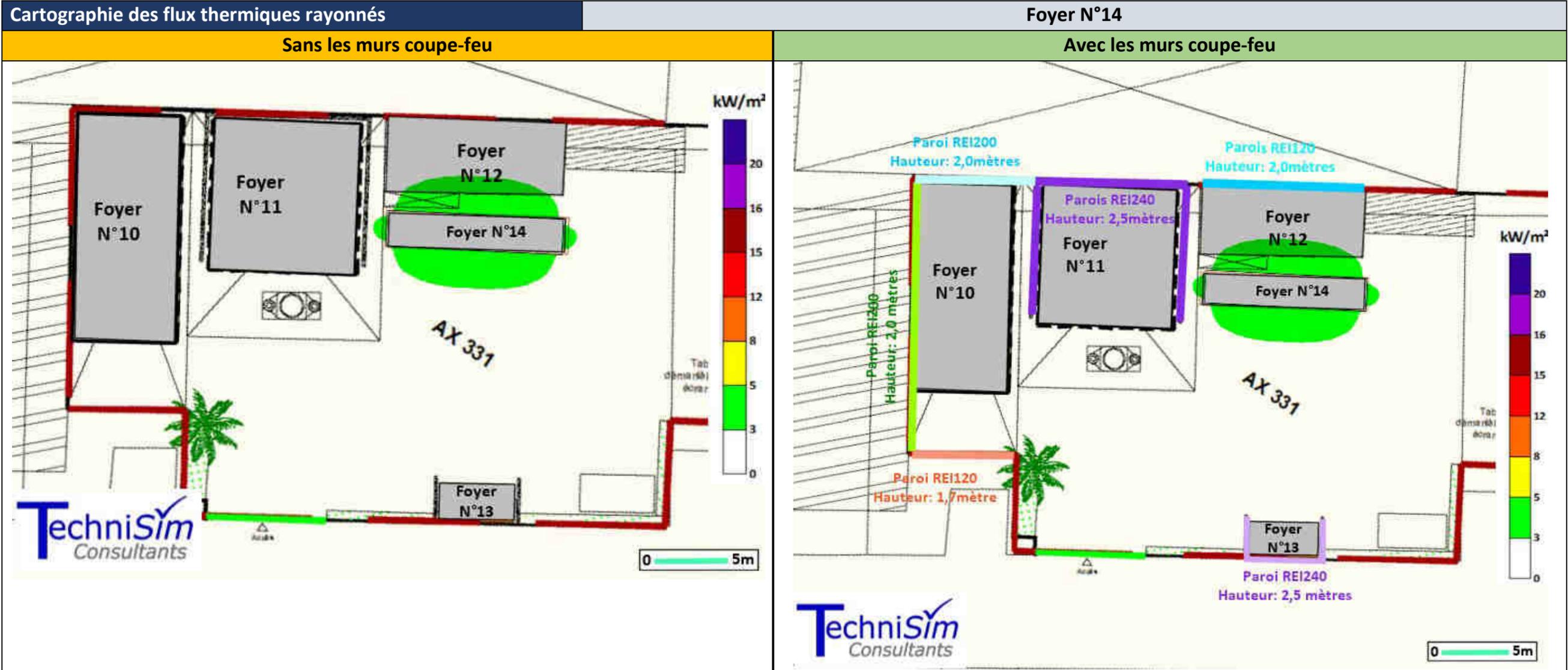








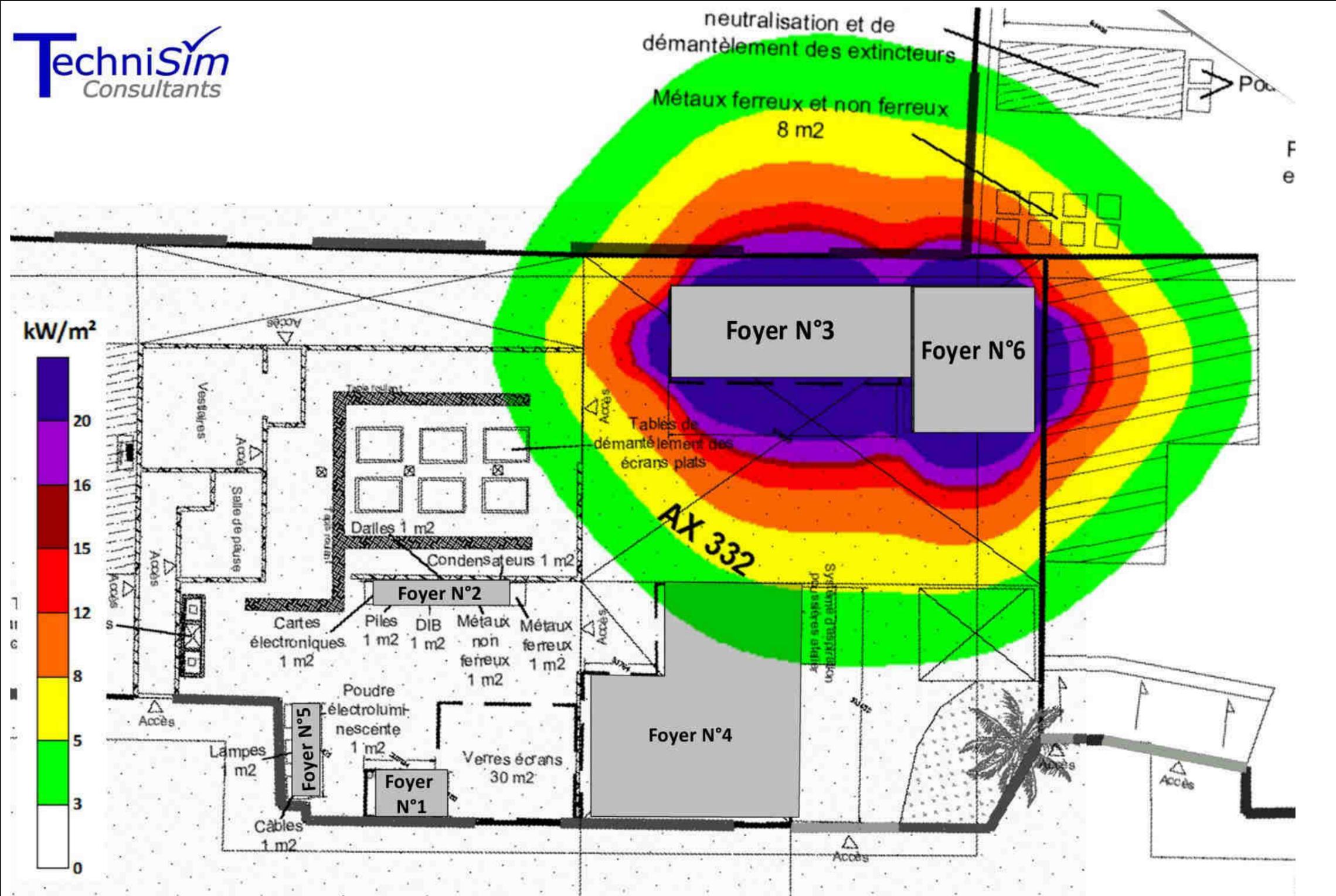




Cartographie des flux thermiques rayonnés

Généralisé – Foyer N°3 et Foyer N°6

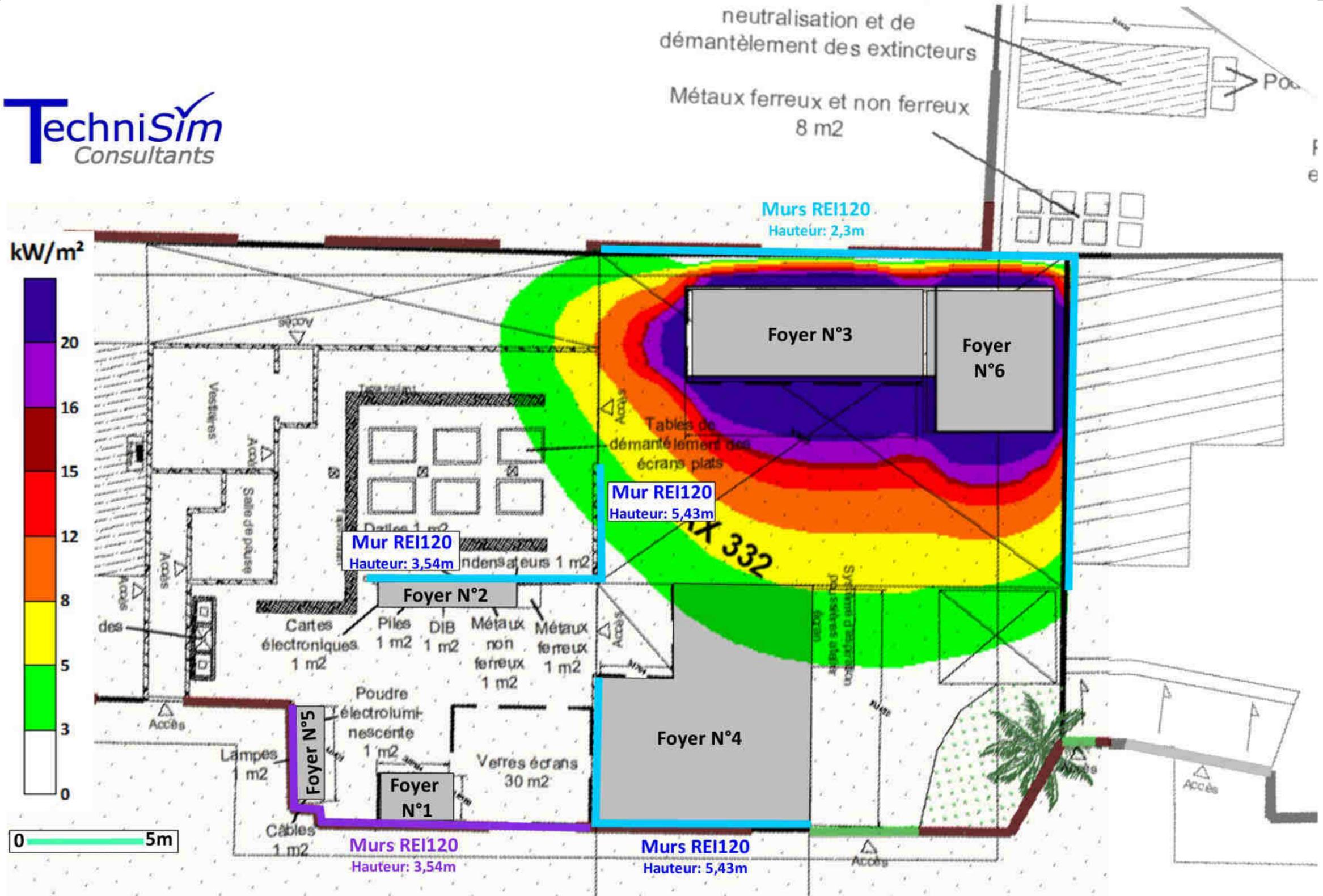
Sans les murs coupe-feu

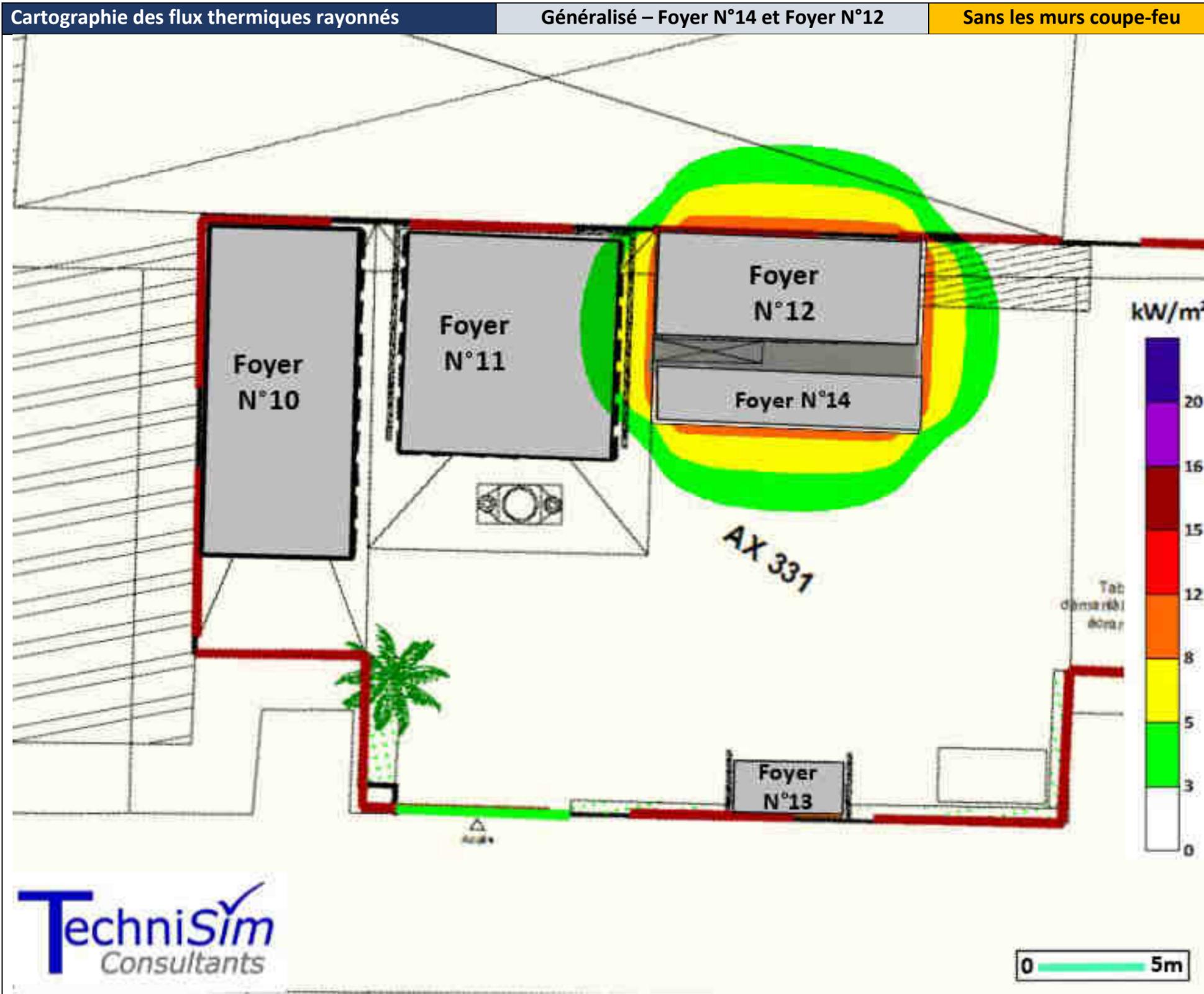


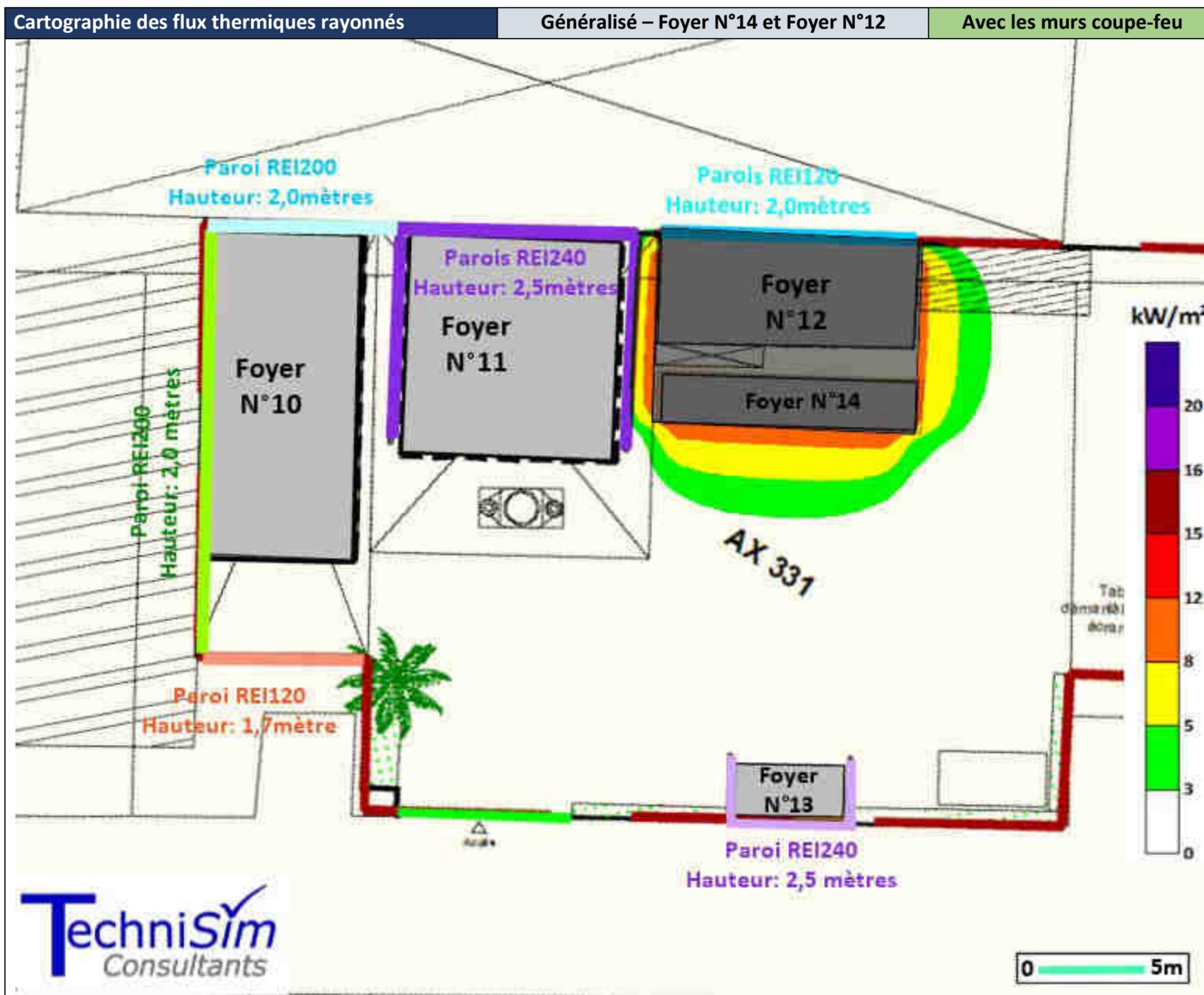
Cartographie des flux thermiques rayonnés

Généralisé – Foyer N°3 et Foyer N°6

Avec les murs coupe-feu



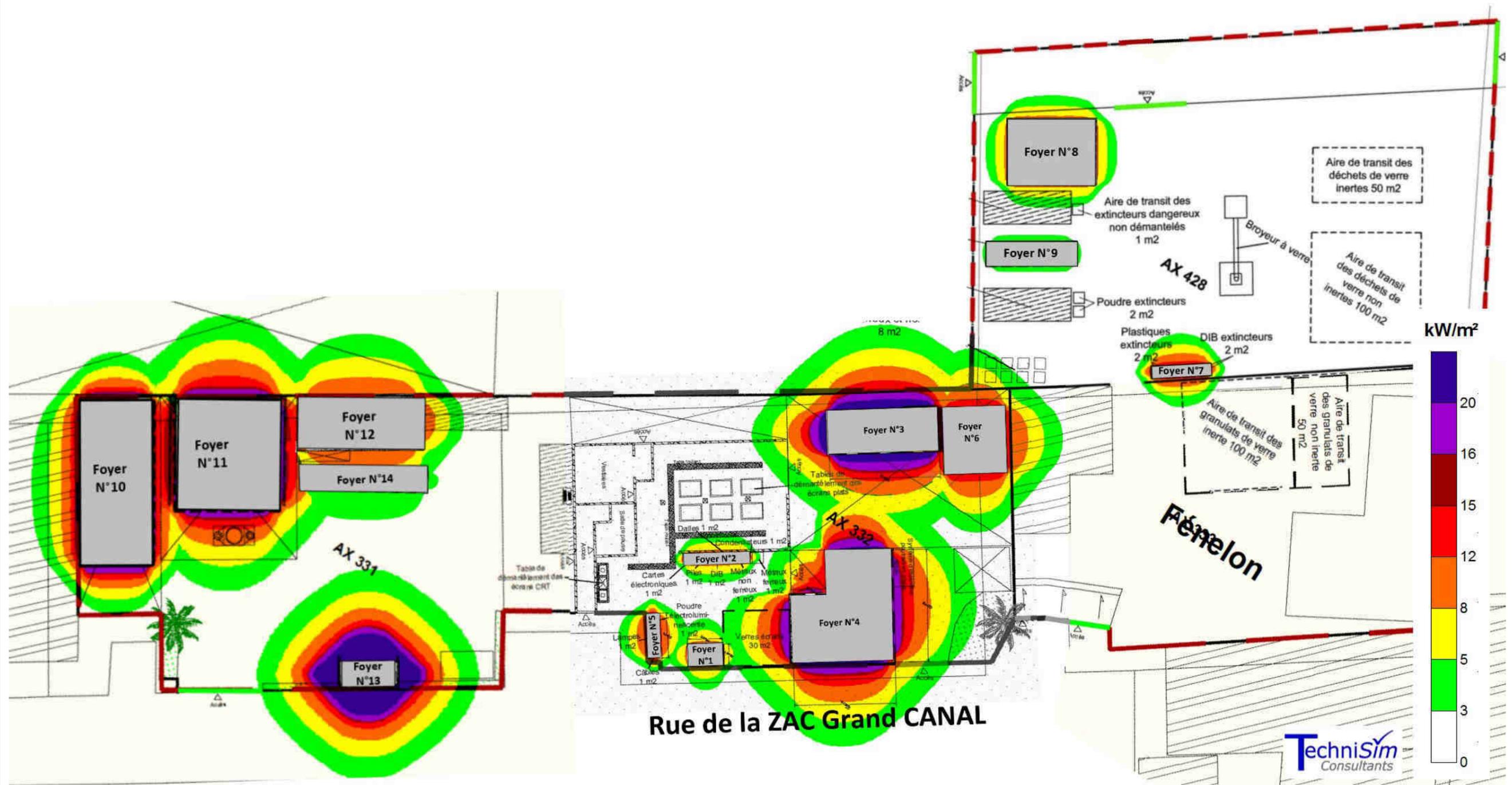




Cartographie des flux thermiques rayonnés

Tous les foyers

Sans les murs coupe-feu



Cartographie des flux thermiques rayonnés

Tous les foyers

Avec les murs coupe-feu

