

# ANNEXES



# Annexe 1. Etude de gestion des eaux pluviales

Cette annexe contient 25 pages.



LHOIST

Carrières et Chaux Balthazard & Cotte  
– La Buisse (38)

# Étude de gestion des eaux pluviales du projet biomasse (Stade faisabilité – Mission GEP0)

Rapport

Réf : CACICE212758 / RACICE04828-03

JDZ / RLA

18/10/2023




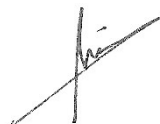



## LHOIST

### Carrières et Chaux Balthazard & Cotte – La Buisse (38)

### Étude de gestion des eaux pluviales du projet biomasse (Stade faisabilité – Mission GEP0)

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	21/06/2022	01	JD. CUZIN 	R. LABORDE 	R. LABORDE 
Rapport – Mise à jour périmètre	14/09/2023	02	JD. CUZIN 		
Rapport reprise client	18/10/2023	03	JD. CUZIN 		

GINGER BURGEAP Région Centre-Est • 19, rue de la Villette – 69425 Lyon CEDEX 03  
Tél : 04.37.91.20.50 • Fax : 04.37.91.20.69 • [burgeap.lyon@groupeginger.com](mailto:burgeap.lyon@groupeginger.com)

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACICE212758 / RACICE04828-03
Numéro d'affaire :	A57562
Domaine technique :	8_2

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>Contexte et objectifs.....</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Localisation et situation administrative du projet .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Description synthétique du projet.....</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Bilan des enjeux environnementaux et réglementaires .....</b>	<b>8</b>
	4.1 Enjeux environnementaux.....	8
	4.2 Enjeux réglementaires .....	11
<b>5.</b>	<b>Gestion des eaux pluviales du site existant.....</b>	<b>13</b>
	5.1 Présentation du dispositif existant.....	13
	5.2 Vérification du dimensionnement du bassin existant.....	14
	5.2.1 Méthodes de calcul .....	14
	5.2.2 Hypothèses de dimensionnement.....	14
	5.2.3 Volume utile théorique minimal du bassin existant.....	16
	5.2.4 Avis sur le dimensionnement du bassin actuel.....	16
<b>6.</b>	<b>Gestion des eaux pluviales du projet biomasse .....</b>	<b>17</b>
	6.1 Principe de gestion retenu .....	17
	6.2 Prédimensionnement du volume de rétention associé au projet biomasse..	18
	6.2.1 Hypothèses de dimensionnement.....	18
	6.2.2 Résultats du prédimensionnement du volume de rétention lié au projet biomasse..	18
<b>7.</b>	<b>Préconisations et recommandations importantes.....</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>20</b>

## TABLEAUX

Tableau 1 : Situation administrative du projet .....	5
Tableau 2 : Parcelles cadastrales concernées par l'opération.....	5
Tableau 3 : Synthèse des enjeux du site vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales.....	8
Tableau 4 : Synthèse des contraintes réglementaires pour la gestion des eaux pluviales.....	12
Tableau 5 : Bilan des surfaces a priori collectée vers le bassin de rétention.....	15
Tableau 6. Coefficient de Montana.....	15
Tableau 7. Volumes de rétention à mettre en place.....	16
Tableau 8. Volumes de rétention à mettre en place.....	18

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du projet sur fond IGN.....	6
Figure 2 : Localisation du projet sur fond aérien .....	6
Figure 3 : Plan masse du projet.....	7
Figure 4 : Extrait de la carte géologique n°772 de Grenoble .....	10
Figure 5 : Contexte hydrologique et prélèvements en eaux.....	11
Figure 6 : Bassin de décantation de l'usine de la Buisse .....	13
Figure 7 : Visualisation des surfaces collectées vers le bassin de rétention par typologie.....	14
Figure 8 : Principe de gestion retenu pour l'assainissement pluvial du projet .....	17

## ANNEXES

Annexe 1. Classification des missions d'AMO en gestion des eaux pluviales
Annexe 2. Détail de la méthode des pluies
Annexe 3. Application de la méthode des pluies

## 1. Contexte et objectifs

La société LHOIST exploite le site de CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD ET COTTE sur la commune de la Buisse (38). Cette usine produit de la chaux pour une capacité de production de 300 t/j à l'aide d'un four MAERZ. Actuellement, la cuisson de la chaux est réalisée au moyen de gaz naturel.

La société LHOIST projette la mise en place d'une installation de co-incinération de biomasse, en tant que combustibles dans ses installations de production de chaux, en substitution partielle du gaz naturel.

Dans ce contexte, LHOIST a missionné GINGER BURGEAP pour réaliser une étude de gestion des eaux pluviales du projet ainsi qu'un état des lieux du dimensionnement du bassin existant.

Le présent rapport, référencé PACICE06337-02, fait l'objet de l'étude en question (notice de gestion des eaux pluviales au stade de faisabilité – GEP0<sup>1</sup>). Elle a été établie par GINGER BURGEAP.

*Cette étude n'a ni pour objet le contrôle technique de la conception, de l'implantation et de la bonne exécution des ouvrages, ni le dimensionnement définitif de l'installation qui relèvent d'une mission de Maîtrise d'œuvre non incluse dans la présente prestation.*

## 2. Localisation et situation administrative du projet

L'emplacement du projet ainsi que ses caractéristiques administratives sont donnés ci-après.

**Tableau 1 : Situation administrative du projet**

Région	Rhône-Alpes Auvergne		
Département	38 – ISERE		
Commune	La Boisse (38500)		
Adresse	Chemin de Balthazard		
Zonage PLU	Zone destinée aux constructions et installations liées au fonctionnement et à l'exploitation de la carrière (UK)		
Etablissement ICPE	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui (régime déclaratif)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui (régime autorisation)
Superficie du projet (ha)	1 100 m <sup>2</sup>		

Les parcelles cadastrales concernées par l'opération chaufferie biomasse sont reportées au **Tableau 2**.

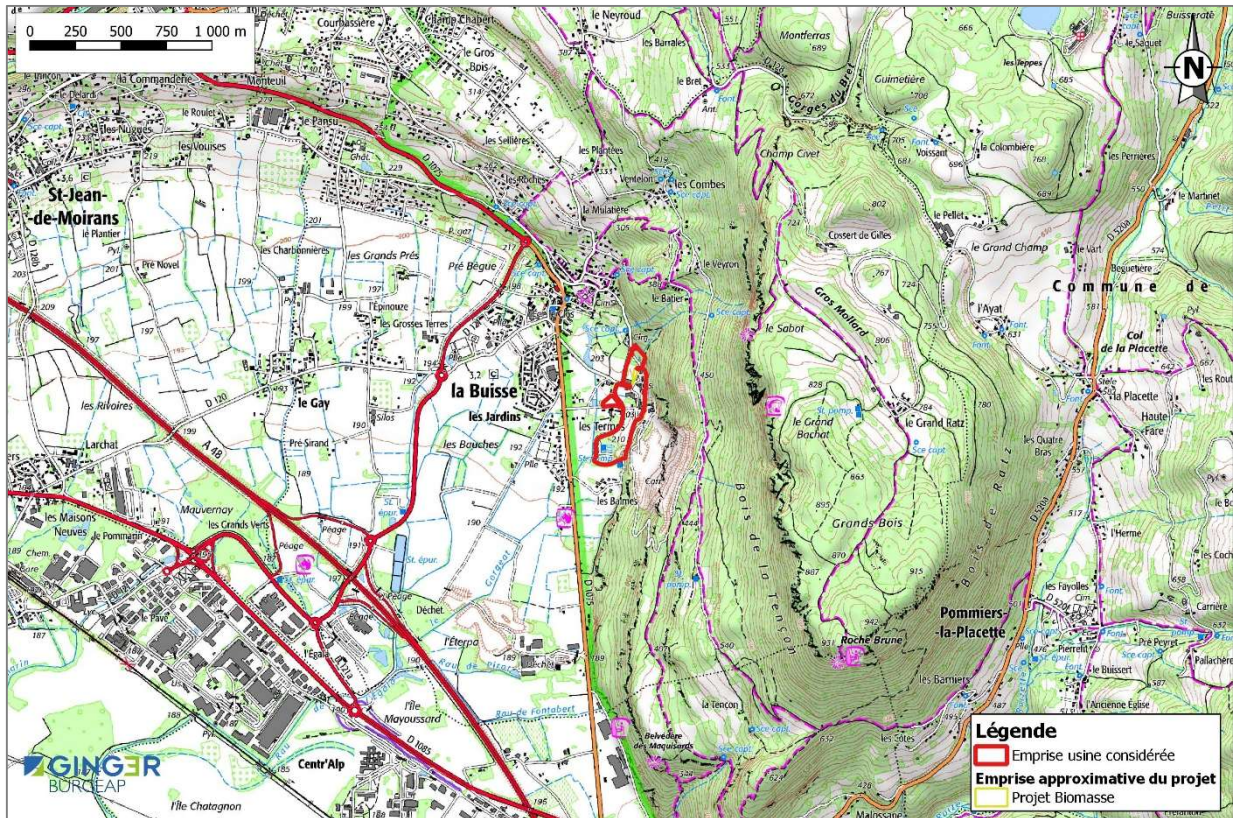
**Tableau 2 : Parcelles cadastrales concernées par l'opération**

Section	Numéro de parcelle	Superficie parcelle (m <sup>2</sup> )	Superficie projet (m <sup>2</sup> )
B	462	4 600	220
D	227	9 895	880
TOTAL	-	14 495	1 100

Source : [www.cadastre.gouv.fr](http://www.cadastre.gouv.fr).

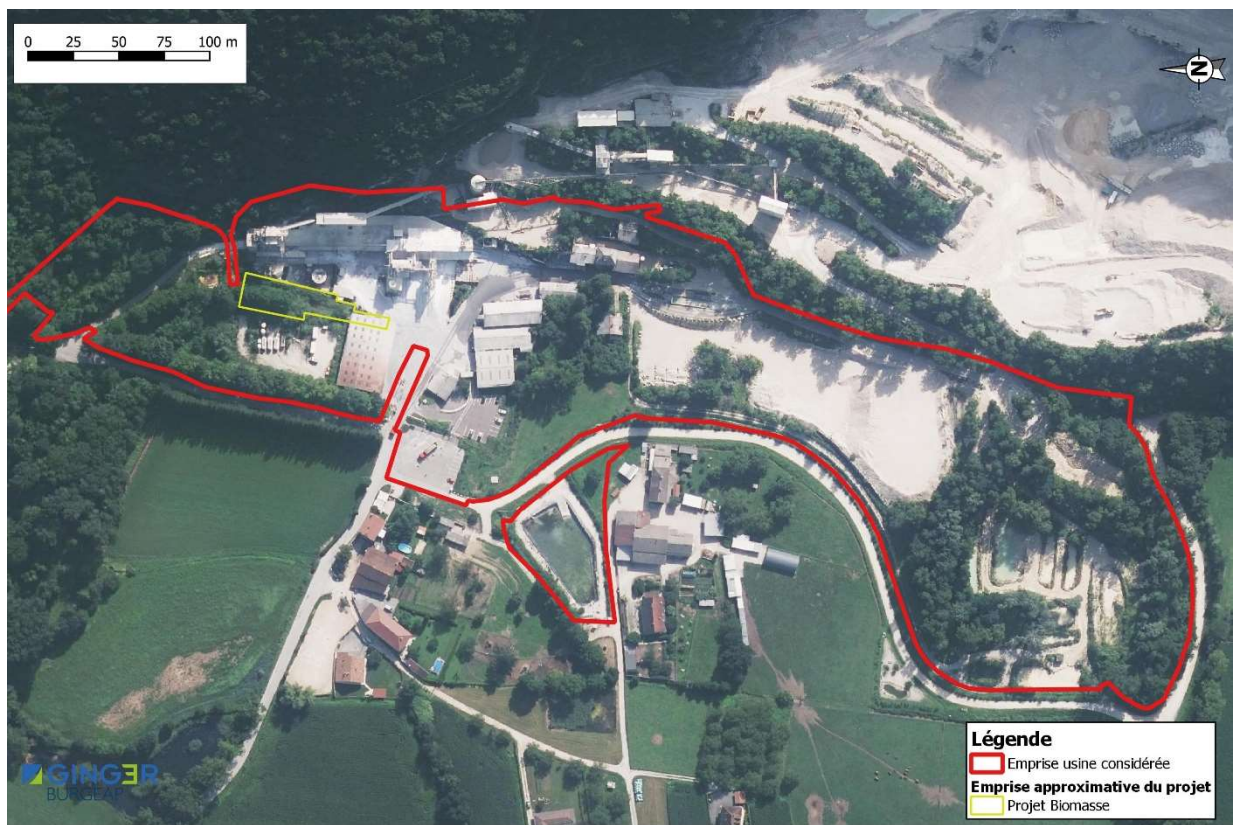
Un plan de localisation et une vue aérienne du site sont disponibles en **Figure 1** et en **Figure 2**.

<sup>1</sup> Cf. classification GINGER BURGEAP disponible en Annexe 1.



**Figure 1 : Localisation du projet sur fond IGN**

Source : GINGER BURGEAP sur couche WMS IGN.



**Figure 2 : Localisation du projet sur fond aérien**

Source : GINGER BURGEAP sur couche WMS IGN.



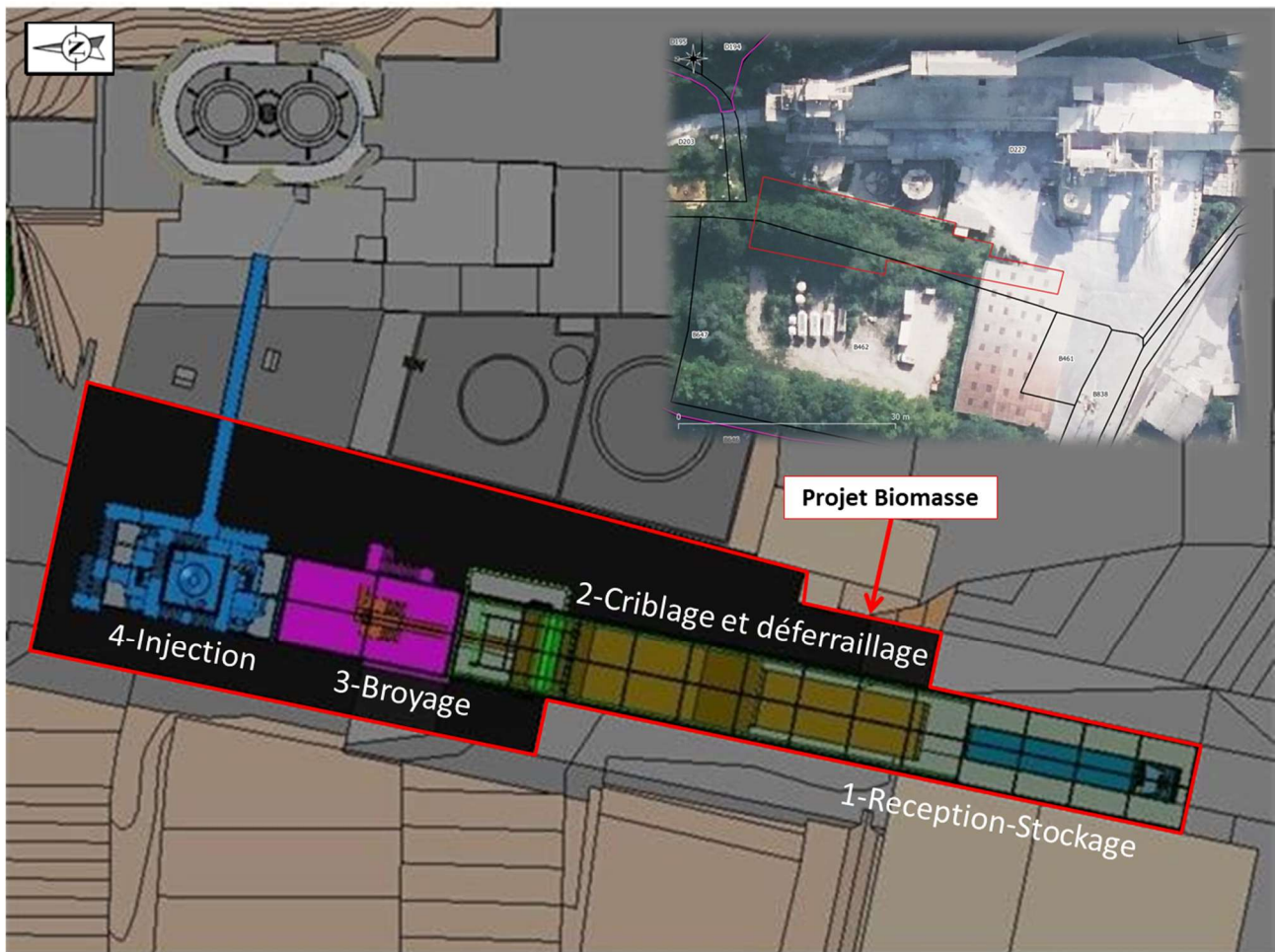
### 3. Description synthétique du projet

Le plan masse du projet est disponible en **Figure 3**.

Les travaux porteront sur l'aménagement d'une zone d'environ 1 100 m<sup>2</sup> pour l'aménagement de 4 zones :

- Une zone de réception du bois ;
- Une zone de broyage ;
- Une zone de stockage ;
- Une zone d'injection dans le four.

L'ensemble de ces usages nécessite une imperméabilisation complète du sol.



**Figure 3 : Plan masse du projet**

Source : : LHOIST avec annotations GINGER BURGEAP.

## 4. Bilan des enjeux environnementaux et réglementaires

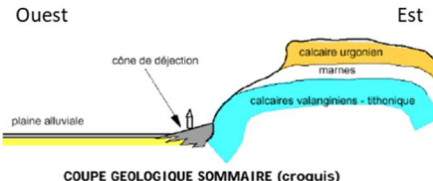
### 4.1 Enjeux environnementaux

Le **Tableau 3** présente les enjeux environnementaux du site vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales.

La légende suivante permet d'apprécier la contrainte de chaque item au regard du projet pour la gestion des eaux pluviales :

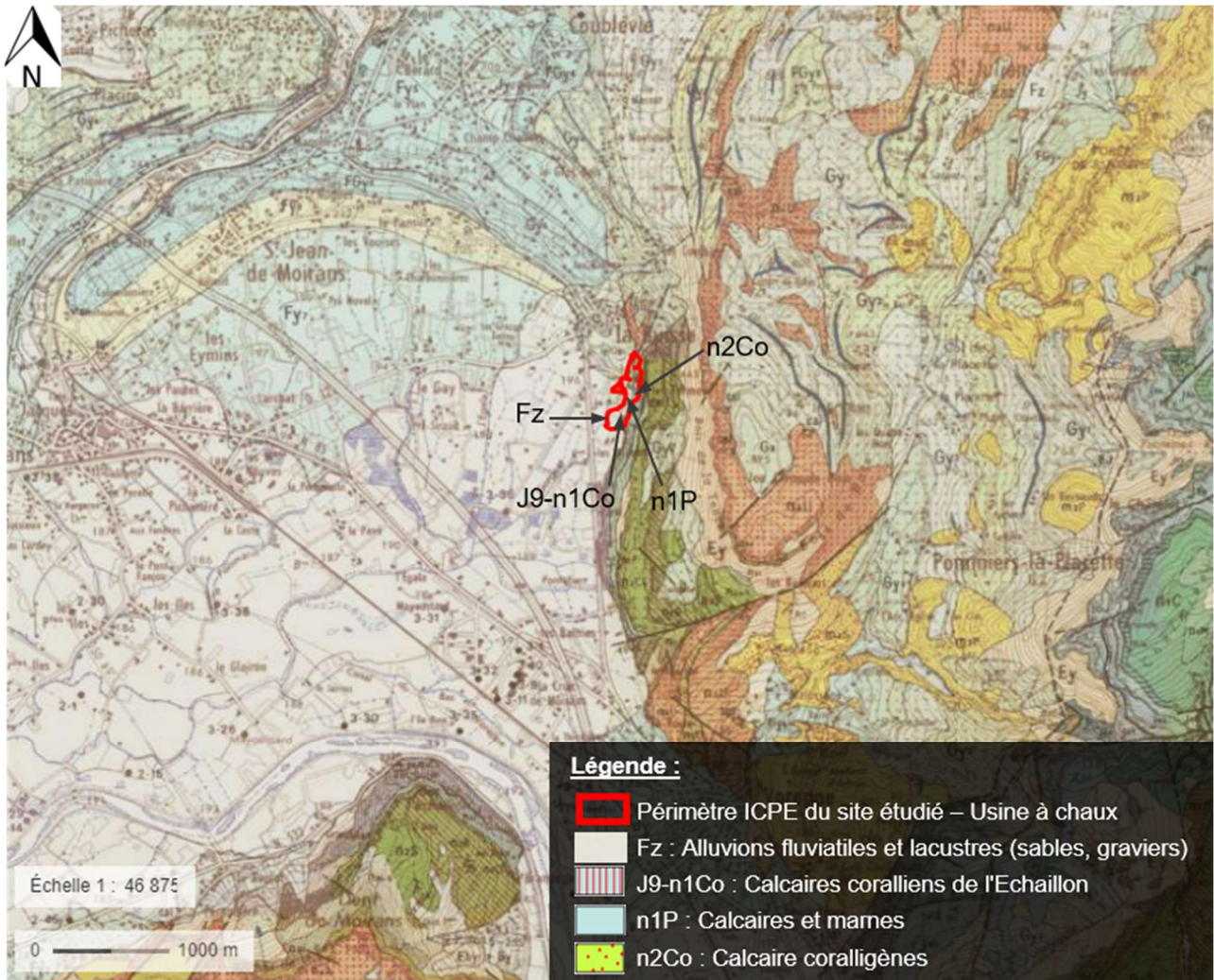
Contrainte vis-à-vis du projet	FAIBLE	MOYENNE	FORTE
--------------------------------	--------	---------	-------

**Tableau 3 : Synthèse des enjeux du site vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales**

Items	Descriptif	Contraintes pour le projet
<b>TOPOGRAPHIE</b> <i>Source : Géoportail.</i>	Pente vers le sud-est environ 10 % (cotes altimétriques de la zone de projet situés entre 201 et 206 m NGF)	<b>FAIBLE</b> (Bien que forte, la pente est orientée du bon côté du site pour une gestion des EP en aval)
<b>CONTEXTE GÉOLOGIQUE</b> <i>Source : Infoterre / Etude impact BURGEAP RACICE04557-01.</i>	Cf. Figure 4. Le site de la Buisse se situe à cheval entre la plaine alluviale et les barres de calcaire de la Montagne du Grand Ratz La zone d'étude se situe sur les cônes torrentiels de déjection (d'épandage) qui font la jonction entre les deux formations géologiques.  <p style="text-align: center;">COUPE GÉOLOGIQUE SOMMAIRE (croquis)</p> La plaine alluviale de l'Isère comporte en surface des limons peu perméables (d'épaisseur variable) reposant sur des graves perméables.	<b>Non déterminée</b>
<b>NATURE DES SOLS EN PLACE</b>	Pas de donnée disponible sur la zone de projet.	
<b>PERMÉABILITÉ DES TERRAINS</b>	Non mesurée.	
<b>POLLUTION DES SOLS</b>	Pas de donnée transmise.	
<b>HYDROGÉOLOGIE</b> <i>Source : Infoterre / ARS AURA.</i>	Projet à cheval sur deux formations : <ul style="list-style-type: none"> <li>• A l'est du site : « Formations variées de l'Avant-Pays savoyard dans BV du Rhône » référencée FRDG511.</li> </ul>	<b>MOYEN</b> (La nappe d'accompagnement de l'Isère est de par

Items		Descriptif	Contraintes pour le projet
		Formation imperméable localement aquifère. Majoritairement libre. <ul style="list-style-type: none"> <li>à l'ouest du site : « Alluvions de l'Isère aval de Grenoble » référencée FRDG313. Formation perméable. Libre.</li> </ul>	<b>sa nature peu profonde considérée comme vulnérable vis-à-vis d'une éventuelle pollution issue du site)</b>
	<b>PIEZOMETRIE</b>	Pas de données piézométriques sur la zone d'étude.  La nappe d'accompagnement de l'Isère est située à faible profondeur (entre 2 et 3 m et localement affleurante).	
	<b>SENSIBILITE DE LA NAPPE</b>	Absence de périmètre de protection de captage AEP.	
<b>HYDROGRAPHIE</b> <i>Source : Géoportail / Etude impact BURGEAP RACICE04557-01.</i>		Cf. Figure 5.  Cours d'eau identifiés à l'IGN : <ul style="list-style-type: none"> <li>L'Isère à 3km au sud du site ;</li> <li>Le Gorgeat en limite ouest du site ;</li> <li>Le Ruisseau de l'Eglat qui s'écoule globalement du nord vers le sud, à environ 800 m à l'ouest du site.</li> </ul> Le réseau hydrographique de surface dans le périmètre du site de la Buisse est également composé de petits ruisseaux, tous affluents du Gorgeat et issus de résurgences du massif karstique de la Chartreuse : <ul style="list-style-type: none"> <li>Le ruisseau de la cascade dont la source se situe en eau du massif calcaire à l'est du site ;</li> <li>Le ruisseau de la Furière qui traverse le site ;</li> <li>Le ruisseau du moulin à l'ouest du site.</li> </ul>	<b>FAIBLE</b>
<b>RISQUES</b>  <i>Source : <a href="http://www.georisques.gouv.fr">www.georisques.gouv.fr</a> / PPRI Isère aval approuvé le 29/08/2007 / PLU la Buisse</i>	<b>INONDABILITE DU SITE</b>	Site non inondable par débordement de l'Isère d'après le PPRI Isère aval approuvé le 29/08/2007.	<b>FAIBLE</b>
	<b>ALEA DU PLU</b>	Zone de projet identifiée en zone blanche de la carte des aléas du PLU. Présence d'une canalisation de GAZ au droit du projet.	<b>FAIBLE</b>
	<b>ALEA GONFLEMENT RETRAIT ARGILES</b>	Aléa moyen.	<b>FAIBLE</b>
	<b>ALEA MOUVEMENT DE TERRAIN</b>	Aucun mouvement de terrain recensé dans un rayon de 500 m.	<b>FAIBLE</b>
	<b>LIQUÉFACTION</b>	<i>Non investigué à ce stade</i>	-

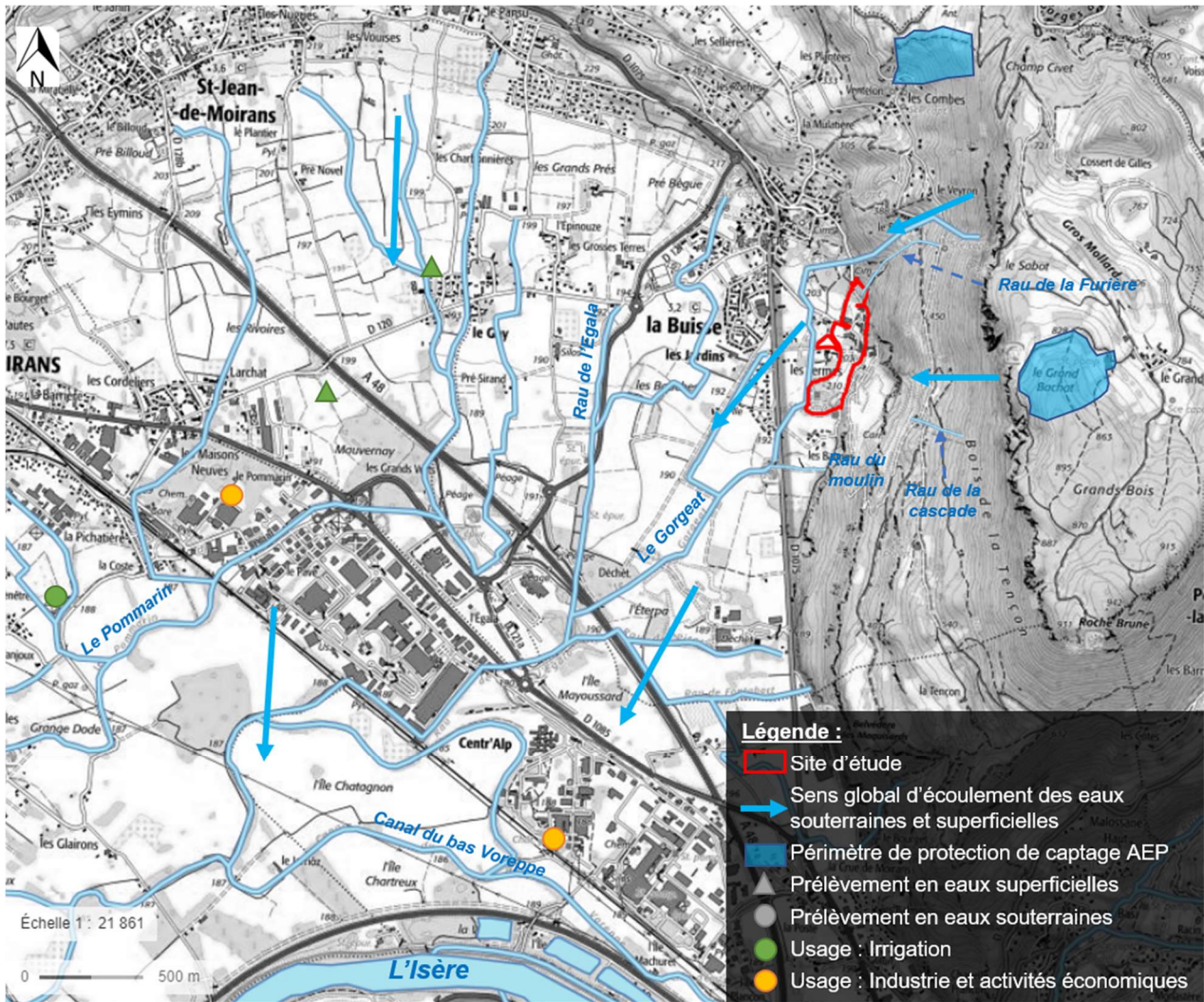
- Étude de gestion des eaux pluviales du projet biomasse (Stade faisabilité – Mission GEP0)
- 4. Bilan des enjeux environnementaux et réglementaires



**Figure 4 : Extrait de la carte géologique n°772 de Grenoble**

Source : Infoterre

- Étude de gestion des eaux pluviales du projet biomasse (Stade faisabilité – Mission GEP0)
- 4. Bilan des enjeux environnementaux et réglementaires






**Figure 5 : Contexte hydrologique et prélèvements en eaux**

Source : ARS Auvergne-Rhône-Alpes et BNPE

## 4.2 Enjeux réglementaires

Le **Tableau 4** page suivante présente les contraintes réglementaires qui s'appliquent au projet vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales.

**Tableau 4 : Synthèse des contraintes réglementaires pour la gestion des eaux pluviales**

Document de référence		Item	Réglementation					
A l'échelle nationale (Grand bassin versant) 	<b>SDAGE<sup>2</sup> Rhône Méditerranée 2022-2027</b>	Disposition 5A-04 « éviter, réduire et compenser l'impact des nouvelles surfaces imperméabilisées »	Tout projet doit viser a minima la <b>transparence hydraulique de son aménagement vis-à-vis du ruissellement des eaux pluviales</b> en favorisant l'infiltration ou la rétention à la source (noues, bassins d'infiltration, chaussées drainantes, toitures végétalisées, etc.). →L'infiltration est privilégiée dès lors que la nature des sols le permet et qu'elle est compatible avec les enjeux sanitaires et environnementaux du secteur (protection de la qualité des eaux souterraines, protection des captages d'eau potable...), à l'exception des dispositifs visant à la rétention des pollutions.					
A l'échelle régionale (bassin versant local)	<b>SAGE<sup>3</sup></b>	-	Pas de SAGE en vigueur sur la zone de projet.					
	<b>PPRI Isère aval</b>	Zonage	<input type="checkbox"/> Zone d'interdiction (R)	<input type="checkbox"/> Zone des contraintes particulières (Bi1)	<input type="checkbox"/> Zone de contraintes faibles (Bi2)	<input type="checkbox"/> Périmètre crue historique (Bi3)	<input type="checkbox"/> Risque de remontée de nappe (Bir)	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Zone blanche</b>
		Prescriptions	La zone blanche n'est pas sujette à prescriptions.					
	<b>DUP Captage eau</b>	Pas de captage avec DUP sur le secteur						
A l'échelle de la commune 	<b>PLU<sup>4</sup> de la ville de la Buisse approuvé le 21/12/2017</b>	Zonage PLU	Zone destinée aux constructions et installations liées au fonctionnement et à l'exploitation de la carrière (UK)					
		Gestion des eaux pluviales	En zone UK, conformément à l'arrêté d'autorisation usine et carrière, les eaux pluviales seront : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit exclusivement gérées à la parcelle,</li> <li>• Soit par des ouvrages techniques de gestion de l'eau ; Sous réserve de leurs caractéristiques propres, d'une emprise au sol suffisante et des contraintes de fonctionnement, les ouvrages techniques de gestion de l'eau (bassin de rétention ou d'infiltration) et leurs abords doivent faire l'objet d'un aménagement paysager à dominante végétale contribuant à leur insertion.</li> </ul>					
		Zonage pluvial	Les bases de dimensionnement de la rétention à mettre en place doivent tenir compte de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La norme EN 752.2 qui recommande une période de retour des pluies de 30 ans pour les centres villes, 20 ans en zone résidentielle, 10 ans en zone rurale.</li> <li>• Pour les opérations de plus de 4000 m<sup>2</sup> de surface de plancher, un débit de fuite de 7l/s/ha imperméabilisé,</li> <li>• Pour les autres aménagements, un débit de fuite équivalent au débit actuel pour une pluie d'occurrence annuelle.</li> </ul>					
A l'échelle du site 	<b>Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter du 25/07/2002 (AP n°2002-07978)</b>	Collecte des effluents	Les réseaux de collecte des effluents séparent les eaux pluviales et les eaux non polluées des diverses catégories d'eaux polluées.					
		Traitement des eaux pluviales	Les eaux de ruissellement provenant des aires susceptibles de recevoir accidentellement des hydrocarbures, des produits chimiques et autres polluants, doivent être traitées avant rejet par des dispositifs capables de retenir ces produits (séparateur d'hydrocarbures, bassin de décantation).					
		Conditions de rejet	Les rejets directs ou indirects dans les eaux souterraines sont interdits					
		<b>Arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter du 11/02/2004 (AP n°2004-1286)</b>	Rejets d'eau dans le milieu naturel	Les eaux autorisées pour un rejet vers le milieu naturel sont les suivantes : eaux d'exhaure, eaux pluviales et eaux de nettoyage. Les eaux doivent respecter les propriétés physico-chimiques prescrites dans l'arrêté (T°>30°C, 5,5<pH<8,5, etc.). Le rejet est autorisé dans le ruisseau du Moulin.				
Autres	<b>Code civil</b>	Article 640	Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement.					
		Article 681	Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin.					

Source : GINGER BURGEAP.

<sup>2</sup> Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

<sup>3</sup> Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

<sup>4</sup> Plan Local d'Urbanisme.

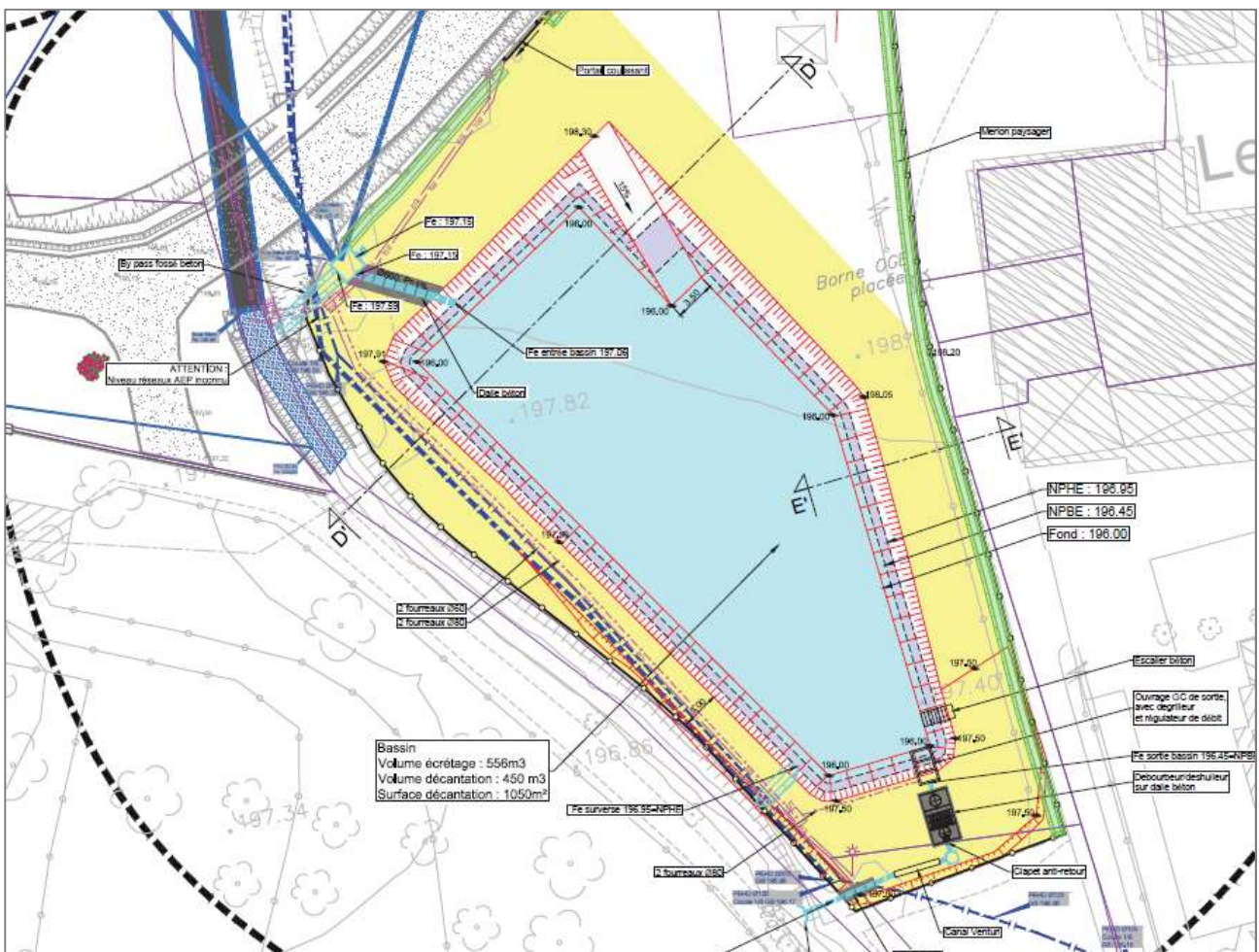
## 5. Gestion des eaux pluviales du site existant

### 5.1 Présentation du dispositif existant

Le site dispose de réseaux existants séparatifs pour l'assainissement des eaux sanitaires et celui des eaux pluviales.

Les eaux usées sanitaires sont raccordées au réseau de la commune.

Les eaux pluviales sont dirigées vers un bassin de décantation/rétention localisé au Sud-Ouest du site, puis passent par un déshuileur avant d'être rejetées dans le milieu naturel (ruisseau du Moulin affluent du ruisseau du Gorgeat). En cas de suspicion de pollution ou d'incendie, les eaux sont isolées dans le bassin de décantation/rétention via la fermeture d'une vanne spécifique (V3) en sortie d'ouvrage.



**Figure 6 : Bassin de décantation de l'usine de la Buisse**

Source : LHOIST, Plan B&C\_La Buisse\_DCE\_PHASE 2\_A2.

D'après le plan précédent, le volume du bassin est donné pour 556 m<sup>3</sup> en écrêtage (= rétention) et 450 m<sup>3</sup> en volume de décantation (= volume mort).

## 5.2 Vérification du dimensionnement du bassin existant

Ce chapitre vise à vérifier le dimensionnement du bassin existant par rapport à la réglementation actuelle.

### 5.2.1 Méthodes de calcul

Conformément au memento technique 2017 de l'ASTEE<sup>5</sup> sur la conception et le dimensionnement des systèmes de gestion des eaux pluviales, nous retenons la **méthode des pluies** pour dimensionner le volume de rétention nécessaire à la bonne gestion des eaux de ruissellement. Le volume à stocker est donné par la formule :

$$\Delta V = V_{\text{précipité}} - V_{\text{vidangé}}$$

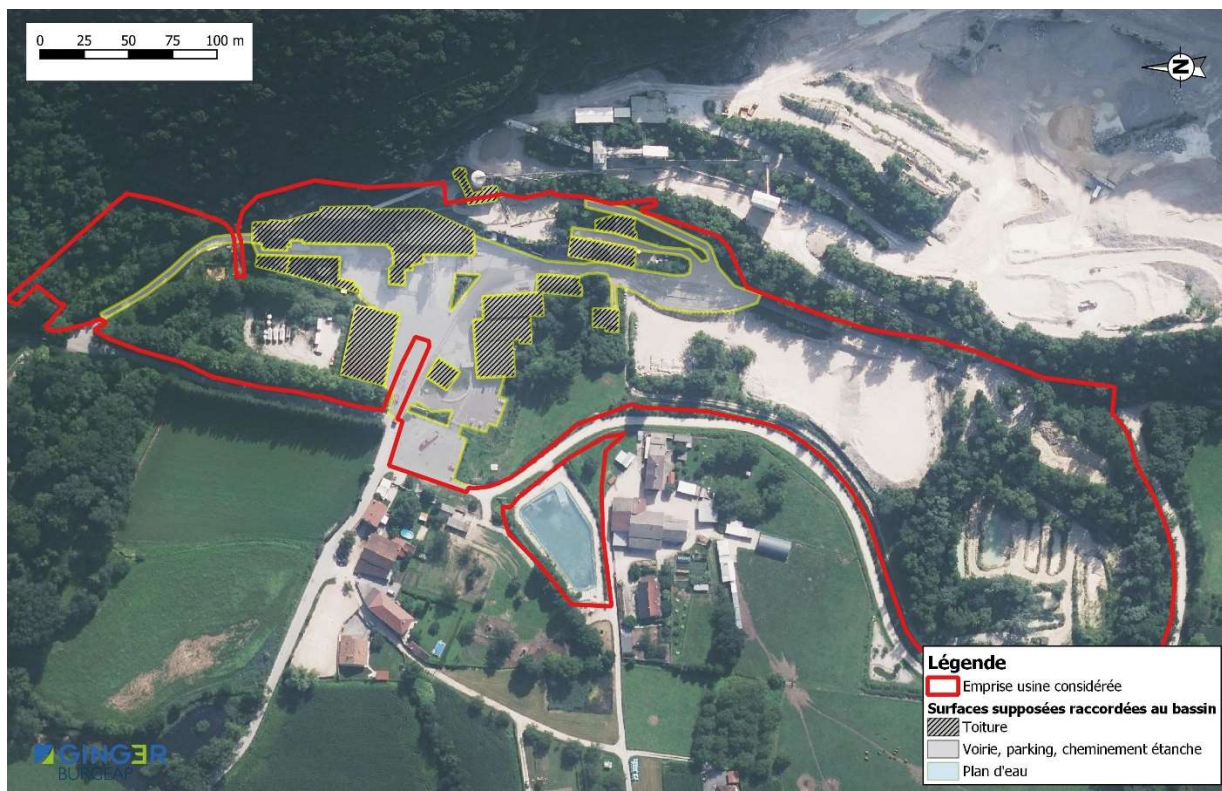
Avec :

- $V_{\text{précipité}} = a * t^{(1-b)} * Sa * 10$ : volume entrant dans l'ouvrage en m<sup>3</sup> ;
- t : durée de la pluie en min ;
- Sa : surface active en ha (fonction du coefficient de ruissellement projet) ;
- a et b = coefficient de Montana fonction de la pluviométrie ;
- $V_{\text{vidangé}} = 60 * Qs * t$ : volume de fuite en m<sup>3</sup> ;
- Qs : débit d'infiltration en m<sup>3</sup>/s ;
- t : durée de la pluie en min.

### 5.2.2 Hypothèses de dimensionnement

#### ► Bilan des surfaces brutes et des surfaces actives en situation existante

La figure suivante permet de visualiser approximativement les surfaces actuelles collectées vers le bassin de rétention existant.



**Figure 7 : Visualisation des surfaces collectées vers le bassin de rétention par typologie**






Source : GINGER BURGEAP.

<sup>5</sup> ASTEE : Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement.



Le **Tableau 5** page suivante présente le bilan de ces surfaces brutes et actives<sup>6</sup> par typologie.

**Tableau 5 : Bilan des surfaces a priori collectée vers le bassin de rétention**

Type de surface		Surface brute (m <sup>2</sup> )	Coefficient d'apport (%)	Surface active (m <sup>2</sup> )
	Toitures imperméables	7 650	100	7 650
	Voies de desserte imperméables (enrobé ou équivalent)	10 770	90	9 593
	Voirie, ou stationnement perméable (pavés drainants, stabilisé, etc.)	0	50	0
	Espace vert pleine terre	0	15	0
	Bassin / Ouvrage de gestion des EP	1 520	100	1 520
<b>Total</b>		<b>20 050</b>	<b>93</b>	<b>18 863</b>

Source : GINGER BURGEAP. Les coefficients d'apport sont issus de notre expérience en matière de ruissellement.

La surface active collectée vers le bassin de rétention existant est d'environ 18 863 m<sup>2</sup>.

### ► Choix de l'occurrence de pluie

Une **pluie d'occurrence 10 ans** est retenue pour le dimensionnement des ouvrages en considérant l'application du PLU en zone rurale.

### ► Coefficients de Montana

Les coefficients de Montana qui ont été utilisés pour appliquer la méthode des pluies sont issus de l'analyse statistique sur les données enregistrées pendant 36 ans à la **station Météo France de l'aéroport de St Geoirs (38)**.

Le tableau ci-après présente les valeurs de coefficients de Montana retenues dans le cas de cette étude.

**Tableau 6. Coefficient de Montana**

COEFFICIENTS DE MONTANA				
T	6 min à 30 min		30 min à 24 h	
	a	b	a	b
<b>10 ans</b>	282,0	0,528	528,0	0,672
<b>100 ans</b>	318,0	0,439	1039,0	0,689

Source : Météo France. Indicatif station : 38384001, alt : 384 m., lat : 45°21'48"N, lon : 05°18'48"E. Issues des données enregistrées entre 1971 et 2007.

La formule de Montana qui permet, de manière théorique, de relier une quantité de pluie  $h(t)$  recueillie au cours d'un épisode pluvieux avec sa durée  $t$  est :  $h(t) = a \times t^{(1-b)}$ .

<sup>6</sup> La surface active est définie comme la somme des surfaces par typologie, pondérée par un coefficient d'apport unitaire, propre à chaque type de surface. La surface active correspond à la part de la pluie qui ruissèle.

### ► Débit de fuite

Le **débit de rejet doit être limité à 7 litres/seconde par hectare aménagé** (sur la base du zonage pluvial du PLU bien que non valable sur le secteur de la carrière).

Le débit de fuite du bassin existant ne devrait donc pas excéder 14 l/s (surface raccordée de 20 050 m<sup>2</sup>).

### 5.2.3 Volume utile théorique minimal du bassin existant

A partir des hypothèses présentées ci-avant, le volume de rétention minimal utile dont doit disposer le bassin est de 850 m<sup>3</sup> comme le montre le tableau suivant.

**Tableau 7. Volumes de rétention à mettre en place**

Objet	Paramètres	Valeur	Unité
Bassin versant intercepté	Nature des zones collectées	Zones imperméables du site ICPE	-
	Surface active	18 863	m <sup>2</sup>
Vidange/Exutoire du bassin	Mode de vidange retenu	Gravitaire	-
	Exutoire	Ruisseau du Moulin après passage dans bassin confinement existant	-
	Débit de fuite (7 l/s/ha)	<b>14,2</b>	<b>l/s</b>
Dimensionnement ouvrage	Période de retour de dimensionnement	10	ans
	<b>Volume de rétention minimal utile calculé à partir de la méthode des pluies – cf. Annexe 3</b>	<b>850</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
	Type ouvrage retenu	Bassin rétention étanche	-
	Durée de vidange (conseillé <24h)	17	h

Source : GINGER BURGEAP.

Le détail des calculs est donné en **Annexe 3**.

### 5.2.4 Avis sur le dimensionnement du bassin actuel

→Le bassin actuel semble sous dimensionné par rapport au besoin induit par la réglementation actuelle (850 m<sup>3</sup> requis contre 556 m<sup>3</sup> disponible).

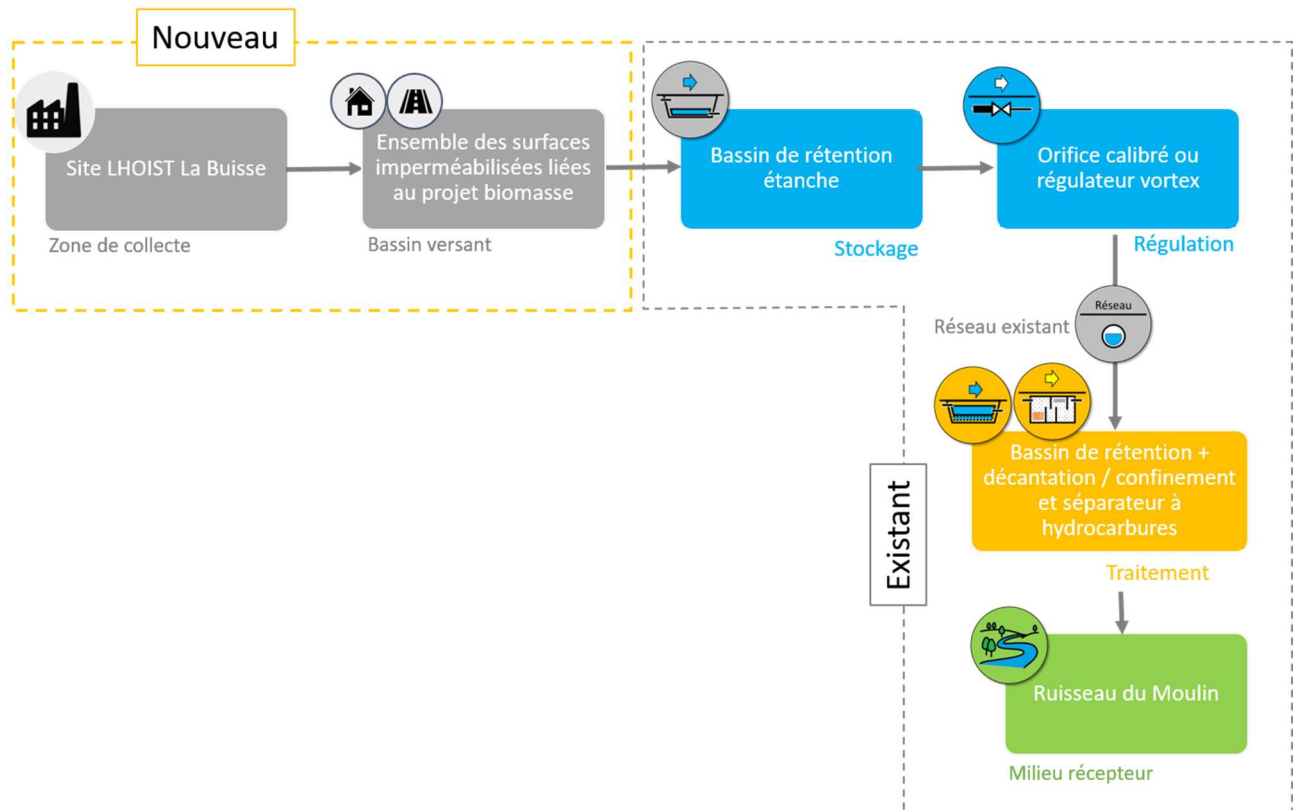
Toutefois, rappelons qu'à l'époque de sa création, le bassin avait été dimensionné sur la base d'un débit de fuite de 40 l/s bien supérieur au seuil prescrit par le PLU actuel.

## 6. Gestion des eaux pluviales du projet biomasse

### 6.1 Principe de gestion retenu

Le mode de gestion envisagé pour gérer les eaux pluviales issues du ruissellement sur la zone qui accueillera le projet biomasse est la **rétenion dans l'ouvrage existant (après augmentation de sa capacité) avant rejet régulé** vers le milieu naturel (ruisseau du Moulin).

Le principe de gestion des eaux pluviales du projet est illustré en Figure 8.



**Figure 8 : Principe de gestion retenu pour l'assainissement pluvial du projet**

Source : GINGER BURGEAP.

## 6.2 Prédimensionnement du volume de rétention associé au projet biomasse

### 6.2.1 Hypothèses de dimensionnement

#### ► Bilan des surfaces brutes et des surfaces actives en situation projet

La surface active du projet biomasse représente 1 100 m<sup>2</sup> (100% de la surface du projet sera imperméabilisée).

#### ► Choix de l'occurrence de pluie

Une **pluie d'occurrence 10 ans** est retenue pour le dimensionnement des ouvrages en considérant l'application du PLU en zone rurale.

#### ► Débit de fuite

Le **débit de rejet sera limité à 7 litres/seconde par hectare aménagé** (sur la base du zonage pluvial du PLU bien que non valable sur le secteur de la carrière) avec un minimum porté à 1 l/s pour des raisons de faisabilité technique.

Le débit de fuite retenu pour la rétention des eaux pluviales du projet biomasse sera par conséquent de 1 l/s.

### 6.2.2 Résultats du prédimensionnement du volume de rétention lié au projet biomasse

A partir des hypothèses présentées ci-avant, le volume de rétention à mettre en place pour tamponner les eaux pluviales du projet biomasse est donné dans le tableau suivant.

Le détail des calculs est donné en **Annexe 3**.

**Tableau 8. Volumes de rétention à mettre en place**

Objet	Paramètres	Valeur	Unité
Bassin versant intercepté	Nature des zones collectées	Zone biomasse	-
	Surface active	1 100	m <sup>2</sup>
Vidange/Exutoire du bassin	Mode de vidange retenu	Gravitaire	-
	Exutoire	Ruisseau du Moulin après passage dans bassin confinement existant	-
	Débit de fuite (7 l/s/ha avec valeur plancher à 1 l/s)	<b>1</b>	<b>l/s</b>
Dimensionnement ouvrage	Période de retour de dimensionnement	10	ans
	<b>Volume de rétention calculé à partir de la méthode des pluies – cf. Annexe 3</b>	<b>51</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
	Type ouvrage retenu	Bassin rétention étanche	-
	Durée de vidange (conseillé <24h)	19	h

Source : GINGER BURGEAP.

Dans le cas où les effluents liés au projet biomasse étaient traités seuls, il conviendrait de mettre en place un volume de rétention de 51 m<sup>3</sup> régulé à 1 l/s pour la gestion des eaux de ruissellement.

## 7. Préconisations et recommandations importantes

### ► En matière de conception et de réalisation

Il est communément reconnu que **la conception et la réalisation des ouvrages de gestion des eaux pluviales doivent être particulièrement soignées**, et ce, à tous les stades (ESQ, AVP, APD, PRO, DCE, VISA...).

### ► En matière d'entretien

Un curage fréquent des bouches d'injection, regards et avaloirs est nécessaire pour éviter le colmatage des ouvrages.

Un curage occasionnel est nécessaire sur l'ouvrage de rétention et le dispositif de régulation.

## 8. Conclusion

La société LHOIST projette la mise en place d'une installation de co-incinération de biomasse, en tant que combustibles dans ses installations de production de chaux, en substitution partielle du gaz naturel.

Dans ce contexte, LHOIST a missionné GINGER BURGEAP pour réaliser une étude de gestion des eaux pluviales du projet ainsi qu'un état des lieux du dimensionnement du bassin existant.

### ► Avis sur l'existant

Les eaux pluviales des surfaces imperméabilisées du site sont dirigées vers un bassin de décantation/rétention localisé au Sud-Ouest du site, puis passent par un déshuileur avant d'être rejetées dans le milieu naturel (ruisseau du Moulin affluent du ruisseau du Gorgeat). En cas de suspicion de pollution ou d'incendie, les eaux sont isolées dans le bassin de décantation/rétention via la fermeture d'une vanne spécifique (V3) en sortie d'ouvrage.

D'après les plans fournis par le maître d'ouvrage, le volume du bassin est donné pour 556 m<sup>3</sup> en écrêtage (= rétention) et 450 m<sup>3</sup> en volume de décantation (= volume mort).

**Le bassin actuel semble sous dimensionné par rapport au besoin induit par la réglementation actuelle (850 m<sup>3</sup> requis contre 556 m<sup>3</sup> disponible sur la base d'une pluie décennale et d'un débit de rejet limité à 7 l/s/ha raccordé).**

Toutefois, rappelons qu'à l'époque de sa création, le bassin avait été dimensionné sur la base d'un débit de fuite de 40 l/s bien supérieur au seuil prescrit par le PLU actuel.

### ► Dimensionnement du supplément lié au projet

Le mode de gestion envisagé pour gérer les eaux pluviales issues du ruissellement sur la zone qui accueillera le projet biomasse est la rétention dans l'ouvrage existant (après augmentation de sa capacité) avant rejet régulé vers le milieu naturel (ruisseau du Moulin).

Une **pluie d'occurrence 10 ans** est retenue pour le dimensionnement des ouvrages en considérant l'application du PLU en zone rurale.

Le prédimensionnement de l'ouvrage de rétention a été réalisé par application de la méthode des pluies.

Il conduit à recommander le traitement de l'ensemble des eaux pluviales (projet + existant) dans un bassin de rétention unique de 901 m<sup>3</sup> utile minimum régulé à 15 l/s maximum. Ce bassin unique sera obtenu en modifiant le bassin existant en surélevant son contour de façon à augmenter le volume admissible.

# ANNEXES



# **Annexe 1. Classification des missions d'AMO en gestion des eaux pluviales**

Cette annexe contient 1 page.



## ► Description des prestations type d'AMO en gestion des eaux pluviales et leurs limites

Le tableau ci-dessous présente les détails et limites de prestations par typologie de mission proposées par GINGER BURGEAP. A noter que cette classification est le résultat de l'expérience acquise sur les missions de GINGER BURGEAP sur la thématique des eaux pluviales, elle n'a donc pas de portée normative mais elle répond d'expérience aux besoins des acteurs de l'aménagement et de la construction. Cette liste n'est pas exhaustive des missions que GINGER BURGEAP peut proposer sur cette thématique.

Code	Titre, objectifs et rendu	Détails, options et limites de la prestation
GEP0	<p><b>Pack AMO Faisabilité-Esquisse (stade Permis de construire)</b> Fournir un principe de gestion des eaux pluviales compatible avec la réglementation en vigueur. Fournir si besoin la pièce demandée dans le cadre de la demande de permis de construire (ou de permis d'aménager).</p> <p><u>Rendus :</u> - Notice de faisabilité "gestion des eaux pluviales du projet" au stade faisabilité/études préliminaires - Attestation PPRNi "zone blanche" (le cas échéant)</p>	<p>- <b>Enquête documentaire</b> des contraintes environnementales (topo., géol., hydrogéol., hydrologie) et réglementaires (PLU ou PLU-H, AEP, SAGE, SDAGE, PPRNi, etc.) - <b>Proposition de principe de gestion des eaux pluviales adapté</b> au stade FAISABILITE : &gt; Définition des zones productrices de ruissellement (quantité, qualité) &gt; Etude de faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle &gt; Typologie d'ouvrages envisageables avec prédimensionnement - <b>Contacts nécessaires</b> avec les services intéressés de la collectivité (sauf réunion) - <b>Recommandations sur les investigations complémentaires</b> à mener - Réalisation d'essais d'infiltration (si précisé dans le devis) - Animation d'ateliers de travail avec la MOA/MOE (si précisé dans le devis)</p> <p><u>Prestations non incluses :</u> - Dossiers réglementaires (dossier loi sur l'eau, porter à connaissance, etc.)</p>
GEP1	<p><b>Pack AMO Avant-Projet (AVP)</b> Confirmer le choix et le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales, au stade de l'Avant-projet (AVP) et fournir une contribution au chiffrage des solutions retenues. L'objectif est d'alimenter techniquement le travail de la Maîtrise d'œuvre au stade AVP.</p> <p><u>Rendus :</u> - Notice AVP de gestion des eaux pluviales du projet - Chiffrage des aménagements de gestion des eaux pluviales</p>	<p>- <b>Conception du système de gestion des eaux pluviales</b> sur la base du principe retenu en mission GEP0, au stade de l'Avant-projet (AVP) : &gt; Définition des principaux ouvrages de collecte-dépollution-stockage-vidange &gt; Dimensionnement des ouvrages structurants, avec coupes et vues en plan (si précisé dans le devis) &gt; Chiffrage estimatif des ouvrages de gestion des eaux pluviales - <b>Réunion(s) de travail</b> pour intégrer les propositions au projet (ex. : travail collaboratif avec le VRD et/ou le paysagiste) (<i>nombre de réunions défini dans le devis</i>) - Réalisation d'essais d'infiltration (si précisé dans le devis)</p> <p><u>Limites de prestations :</u> - Pas d'essais d'infiltration - Pas de production graphique (plans, coupes, etc.), à charge de l'équipe de conception (architecte, VRD, paysagiste, etc.)</p>
GEP2	<p><b>Pack AMO Projet (PRO)</b> <b>Actualiser le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales et préciser techniquement les modes d'alimentation et de vidange</b> des ouvrages au stade PRO. Intégrer également le volet dépollution et lutte contre la pollution accidentelle par des propositions de mesures.</p> <p><u>Rendus :</u> - Note d'analyse PRO - Notice PRO de gestion des eaux pluviales du projet (le cas échéant)</p>	<p>- Conception du système de gestion des eaux pluviales sur la base des éléments de la mission GEP1, au stade Projet (PRO) : &gt; Actualisation du dimensionnement des principaux ouvrages de stockage avec la méthode des pluies - Réunion(s) de travail avec la Maîtrise d'œuvre (<i>nombre de réunions défini dans le devis</i>) - Dimensionnement des principaux ouvrages de collecte des eaux pluviales et de régulation par la méthode superficielle (si précisé dans le devis) - Choix et dimensionnement des ouvrages de dépollution (si précisé dans le devis)</p> <p><u>Limites de prestations :</u> - Pas d'essais d'infiltration - Pas de production graphique (plans, coupes, etc.), à charge de l'équipe de conception (architecte, VRD, paysagiste, etc.)</p>
GEP3	<p><b>Pack AMO direction de l'exécution du ou des contrats de travaux (DET)</b> <b>Vérifier la cohérence technique entre les documents d'exécution et les éléments du Dossier de Consultation des Entreprises</b>, en lien avec le système de gestion des eaux pluviales du projet.</p> <p><u>Rendus :</u> - Note d'analyse DET</p>	<p>- Analyse des plans et coupes du dossier d'exécution (EXE) - Réunions de travail avec la Maîtrise d'œuvre et les entreprises (<i>nombre de réunions défini dans le devis</i>)</p> <p><u>Limites de prestations :</u> - Pas d'essais d'infiltration - Pas de reprise de dimensionnement des ouvrages - Pas de production graphique (plans, coupes, etc.), à charge de l'équipe de conception (architecte, VRD, paysagiste, etc.)</p>
DLE	<p><b>Pack AMO Dossier loi sur l'eau (DLE)</b> Elaborer le dossier loi sur l'eau, rubrique 2.1.5.0 au titre du code de l'environnement, en régime de déclaration.</p> <p><u>Rendus :</u> - Dossier de déclaration loi sur l'eau (version informatique et 4 exemplaires papier) - Courrier d'accompagnement type</p>	<p>- Elaboration du dossier de déclaration loi sur l'eau comprenant les 6 pièces, dont les éléments graphiques, conformément à la loi sur l'eau (codifiée aux articles L.214-1 à 6 du code de l'environnement) - Livraison du dossier loi sur l'eau en version informatique et papier, ainsi que le courrier d'accompagnement type</p> <p><u>Limites de prestations :</u> - Pas de réalisation de dossier en régime de demande d'autorisation - Pas d'autre rubrique traitée que la rubrique 2.1.5.0</p>

## **Annexe 2. Détail de la méthode des pluies**

Source : GINGER BURGEAP

Cette annexe contient 1 page.

La méthode des pluies est une méthode de calcul qui permet d'intégrer les caractéristiques de la pluviométrie locale (données statistiques Météo-France) et balaie l'ensemble des épisodes pluvieux de 6 minutes à 24 heures afin de dimensionner l'ouvrage en fonction de l'épisode pluvieux le plus pénalisant.

Pour mémoire, les hypothèses propres à l'application de cette méthode sont les suivantes :

- le débit de fuite (rejet au milieu naturel par infiltration) de chaque ouvrage est considéré comme constant ;
- le transfert de la pluie aux ouvrages est considéré comme instantané ;
- les évènements pluvieux qui conduisent au dimensionnement du volume de chaque ouvrage sont indépendants.

### 1. Construction de la courbe enveloppe des précipitations :

Pour la durée de retour choisie, à partir de la formule précédente, il faut construire la courbe donnant le volume maximal (en ordonnée) en fonction de la durée de l'intervalle de temps considéré (en abscisse).

Cette courbe donne ainsi pour différentes durées de pluies envisagées, le volume maximal probable pour la durée de retour retenue, soit :

$$V_{\text{précipité}} = a * t^{(1-b)} * Sa * 10$$

Avec  $V_{\text{précipité}}$  : volume entrant dans l'ouvrage en m<sup>3</sup>,  
t : durée de la pluie en min,  
Sa : surface active en ha (fonction du coefficient de ruissellement projet),  
a et b = coefficient de Montana fonction de la pluviométrie

### 2. Construction de la courbe de vidange de l'ouvrage :

Le volume de fuite, ici égal au volume d'infiltration, s'exprime par la relation suivante :

$$V_{\text{vidangé}} = 60 * Q_s * t$$

Avec :

- $Q_s$  : débit d'infiltration (en m<sup>3</sup>/s),
- t : durée de la pluie en min.

### 3. Détermination du volume de rétention :

L'équation de conservation du volume est résolue graphiquement en remarquant que le volume maximum à stocker dans la retenue  $\Delta V$  est égale à l'écart maximum entre les deux courbes.

Cet écart maximum est obtenu lorsque la tangente de la courbe représentant l'évolution des apports maximaux dans le bassin est égale à la pente de la droite représentant le volume évacué en fonction du temps.

Le volume maximal de la retenue est alors :  $V = \Delta V$

## **Annexe 3. Application de la méthode des pluies**

Source : GINGER BURGEAP

Cette annexe contient 4 pages.

**Calcul du volume de stockage d'eaux pluviales par la Méthode des Pluies (selon IT77 et la Ville et son assainissement)**

Auteur : RLA (MaJ 15/05/2018)

Cellules en couleur bordeaux à renseigner obligatoirement.

Réf. contrat : A57562 / CACICE212758 - Entreprise LHOIST La Buisse (38)

Dimensionnement des systèmes d'infiltration/rétention des eaux pluviales de la centrale biomasse

**1. Surface collectée par l'ouvrage :**

Surface totale interceptée $S_T$ :	20 230 m <sup>2</sup>	(2.03 ha)
Surface active $S_A$ :	18 863 m <sup>2</sup>	(1.89 ha)
Coefficient d'apport moyen C :	93%	
Type d'occupation :	Industrie	

**2. Pluviométrie (coefficients de Montana) :**

Station météorologique :	GRENOBLE-ST GEOIRS
Occurrence de pluie T :	10 ans
<b>Coefficients de Montana :</b>	
Coefficient a :	528.000
Coefficient b :	0.672
Domaine de validité, de :	30 min
à :	1 440 min

**3. Mode de vidange :**

Débit de fuite max. spécifique :	7.0 l/s/ha
Surface appliquée ( $S_T$ ou $S_A$ ) :	18 863 m <sup>2</sup> (1.89 ha)
Débit de fuite plancher $Q_{pl}$ :	0 l/s ("0" si aucun)
Débit de fuite max. autorisé $Q_f$ :	14.16 l/s
Vitesse d'infiltration K :	0.00E+00 m/s (0 cm/jour)
Vitesse d'infiltration $K_{1/2}$ :	0.00E+00 m/s (0 cm/jour)
Surface d'infiltration $S_{inf}$ :	0 m <sup>2</sup>
Débit d'infiltration $Q_{inf}$ :	0.00 l/s (0 m3/h)
Débit de vidange global $Q_{vid}$ :	14.16 l/s
Débit de fuite spécifique $q_s$ :	2.70 mm/h

**4. Calcul du volume à stocker :**

Pas de temps de calcul :	15 min
Volume à stocker V :	<b>850 m<sup>3</sup></b> soit 46 l/m <sup>2</sup> imp.
Temps de vidange $t_{vid}$ :	<b>0.7 jours</b> soit 17 h
Hauteur max. à stocker :	45 mm

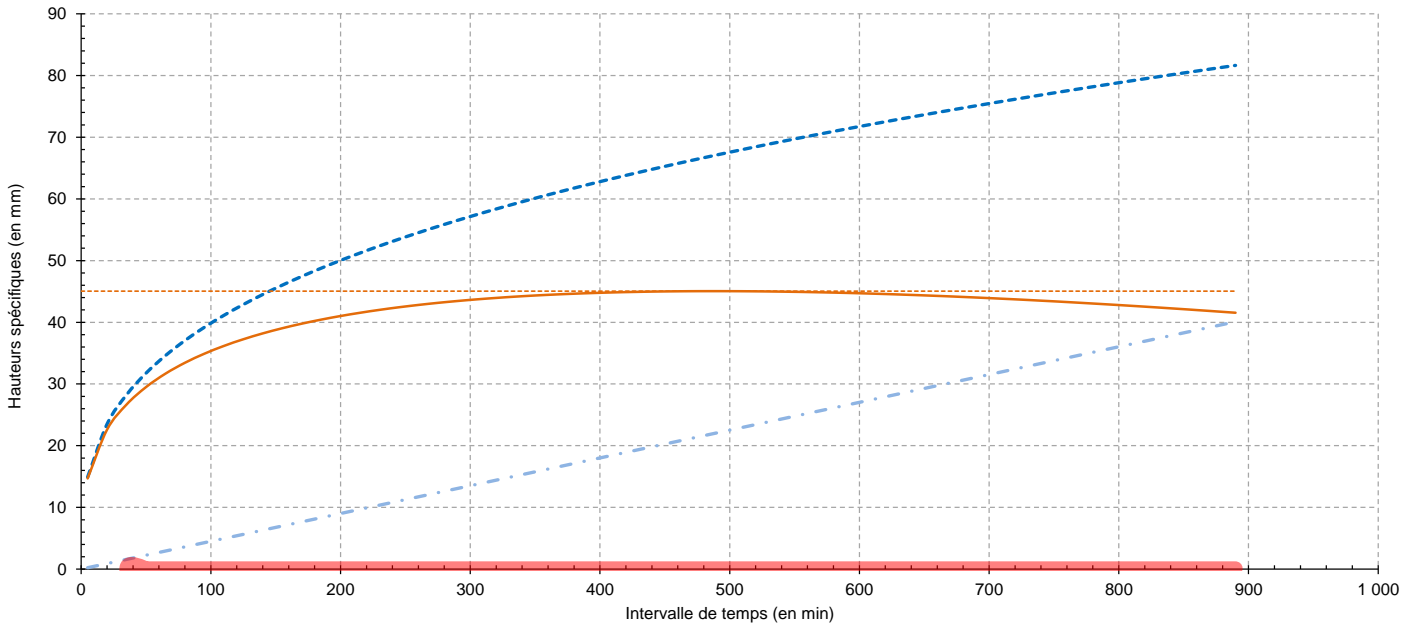
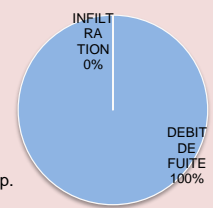
**5. Caractéristiques du volume maximal :**

Durée de l'épisode $dim^{nt}$ :	485 min	soit 8.1 h
Cumul pluviométrique :	67 mm	
Volume ruisselé :	1 262 m <sup>3</sup>	
Volume vidangé :	412 m <sup>3</sup>	
(infiltration + débit de fuite)		

**BILAN FEUILLE DE CALCULS :**

$S_T$ =	20 230 m <sup>2</sup>
$S_A$ =	18 863 m <sup>2</sup>
T =	10 ans
$Q_f$ =	14.16 l/s
$Q_{inf}$ =	0 l/s
$Q_{vid}$ =	14 l/s
<b>V =</b>	<b>850 m<sup>3</sup></b> soit 46 l/m <sup>2</sup> imp.
<b><math>t_{vid}</math> =</b>	<b>0.7 jours</b> soit 17 h

**Détail des volumes vidangés**



--- Hauteur d'eau précipitée    - - - Hauteur d'eau évacuée    — Hauteur d'eau à stocker    - - - Hauteur max. à stocker    — Domaine de validité de a et b

**Formules pour la Méthode des pluies :**

$$q_s = 360 \frac{Q_s}{S_A}$$

$$V = 10 \Delta h_{max}(q_s, T, k \Delta t) S_A$$

(référence : la Ville et son assainissement, § 8.2.3.1 page 311 et suivantes, CERTU, juin 2003)

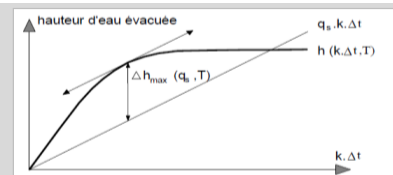


Tableau de détails des calculs itératifs

$k$	$k\Delta t$		$h(T, k\Delta t)$	$q_s$	$q_s k\Delta t$	$q_{s(i/f)} k\Delta t$	$q_{s(fuite)} k\Delta t$	$h(T)$	$V(T)$	$V_s(T)$
Itération	Intervalle de temps		Hauteur précipitée	Débit de fuite spécifique	Hauteur évacuée...	... par infiltration	... par débit de fuite	Hauteur à stocker	Volume à stocker	Volume spécifique
-	id	min h	mm	mm/h	mm	mm	mm	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha imp.
1	5	0.1	15	2.7	0	0	0	15	277	147
2	20	0.3	24	2.7	1	0	1	23	426	226
3	35	0.6	28	2.7	2	0	2	27	503	267
4	50	0.8	32	2.7	2	0	2	29	556	295
5	65	1.1	35	2.7	3	0	3	32	597	317
6	80	1.3	37	2.7	4	0	4	33	631	334
7	95	1.6	39	2.7	4	0	4	35	659	349
8	110	1.8	41	2.7	5	0	5	36	682	362
9	125	2.1	43	2.7	6	0	6	37	703	373
10	140	2.3	45	2.7	6	0	6	38	721	382
11	155	2.6	46	2.7	7	0	7	39	736	390
12	170	2.8	47	2.7	8	0	8	40	750	398
13	185	3.1	49	2.7	8	0	8	40	763	404
14	200	3.3	50	2.7	9	0	9	41	774	410
15	215	3.6	51	2.7	10	0	10	42	784	415
16	230	3.8	52	2.7	10	0	10	42	793	420
17	245	4.1	53	2.7	11	0	11	42	800	424
18	260	4.3	55	2.7	12	0	12	43	808	428
19	275	4.6	56	2.7	12	0	12	43	814	432
20	290	4.8	57	2.7	13	0	13	43	820	435
21	305	5.1	57	2.7	14	0	14	44	825	437
22	320	5.3	58	2.7	14	0	14	44	829	440
23	335	5.6	59	2.7	15	0	15	44	833	442
24	350	5.8	60	2.7	16	0	16	44	836	443
25	365	6.1	61	2.7	16	0	16	45	839	445
26	380	6.3	62	2.7	17	0	17	45	842	446
27	395	6.6	63	2.7	18	0	18	45	844	447
28	410	6.8	63	2.7	18	0	18	45	846	448
29	425	7.1	64	2.7	19	0	19	45	847	449
30	440	7.3	65	2.7	20	0	20	45	848	450
31	455	7.6	66	2.7	20	0	20	45	849	450
32	470	7.8	66	2.7	21	0	21	45	850	450
→ 33	485	8.1	67	2.7	22	0	22	45	850	451
34	500	8.3	68	2.7	23	0	23	45	850	450
35	515	8.6	68	2.7	23	0	23	45	849	450
36	530	8.8	69	2.7	24	0	24	45	849	450
37	545	9.1	70	2.7	25	0	25	45	848	450
38	560	9.3	70	2.7	25	0	25	45	847	449
39	575	9.6	71	2.7	26	0	26	45	846	448
40	590	9.8	71	2.7	27	0	27	45	844	448
41	605	10.1	72	2.7	27	0	27	45	843	447
42	620	10.3	73	2.7	28	0	28	45	841	446
43	635	10.6	73	2.7	29	0	29	44	839	445
44	650	10.8	74	2.7	29	0	29	44	837	444
45	665	11.1	74	2.7	30	0	30	44	834	442
46	680	11.3	75	2.7	31	0	31	44	832	441
47	695	11.6	75	2.7	31	0	31	44	829	440
48	710	11.8	76	2.7	32	0	32	44	827	438
49	725	12.1	76	2.7	33	0	33	44	824	437
50	740	12.3	77	2.7	33	0	33	44	821	435
51	755	12.6	77	2.7	34	0	34	43	818	433
52	770	12.8	78	2.7	35	0	35	43	814	432
53	785	13.1	78	2.7	35	0	35	43	811	430
54	800	13.3	79	2.7	36	0	36	43	807	428
55	815	13.6	79	2.7	37	0	37	43	804	426
56	830	13.8	80	2.7	37	0	37	42	800	424
57	845	14.1	80	2.7	38	0	38	42	796	422
58	860	14.3	81	2.7	39	0	39	42	792	420
59	875	14.6	81	2.7	39	0	39	42	788	418
60	890	14.8	82	2.7	40	0	40	42	784	415

**Calcul du volume de stockage d'eaux pluviales par la Méthode des Pluies (selon IT77 et la Ville et son assainissement)**

Auteur : RLA (MaJ 15/05/2018)

Cellules en couleur bordeaux à renseigner obligatoirement.

Réf. contrat : A57562 / CACICE212758 - Entreprise LHOIST La Buisse (38)

Dimensionnement des systèmes d'infiltration/rétention des eaux pluviales de la centrale biomasse

**1. Surface collectée par l'ouvrage :**

Surface totale interceptée $S_T$ :	1 100 m <sup>2</sup>	(0.11 ha)
Surface active $S_A$ :	1 100 m <sup>2</sup>	(0.11 ha)
Coefficient d'apport moyen C :	100%	
Type d'occupation :	Industrie	

**2. Pluviométrie (coefficients de Montana) :**

Station météorologique :	GRENOBLE-ST GEOIRS
Occurrence de pluie T :	10 ans
<b>Coefficients de Montana :</b>	
Coefficient a :	528.000
Coefficient b :	0.672
Domaine de validité, de :	30 min
à :	1 440 min

**3. Mode de vidange :**

Débit de fuite max. spécifique :	7.0 l/s/ha
Surface appliquée ( $S_T$ ou $S_A$ ) :	1 100 m <sup>2</sup> (0.11 ha)
Débit de fuite plancher $Q_{pl}$ :	0 l/s ("0" si aucun)
Débit de fuite max. autorisé $Q_f$ :	0.77 l/s
Vitesse d'infiltration K :	2.00E-08 m/s (1 cm/jour)
Vitesse d'infiltration $K_{1/2}$ :	1.00E-08 m/s (1 cm/jour)
Surface d'infiltration $S_{inf}$ :	0 m <sup>2</sup>
Débit d'infiltration $Q_{inf}$ :	0.00 l/s (0 m3/h)
Débit de vidange global $Q_{vid}$ :	0.77 l/s
Débit de fuite spécifique $q_s$ :	2.52 mm/h

**4. Calcul du volume à stocker :**

Pas de temps de calcul :	15 min
Volume à stocker V :	51 m <sup>3</sup> soit 47 l/m <sup>2</sup> imp.
Temps de vidange $t_{vid}$ :	0.8 jours soit 19 h
Hauteur max. à stocker :	47 mm

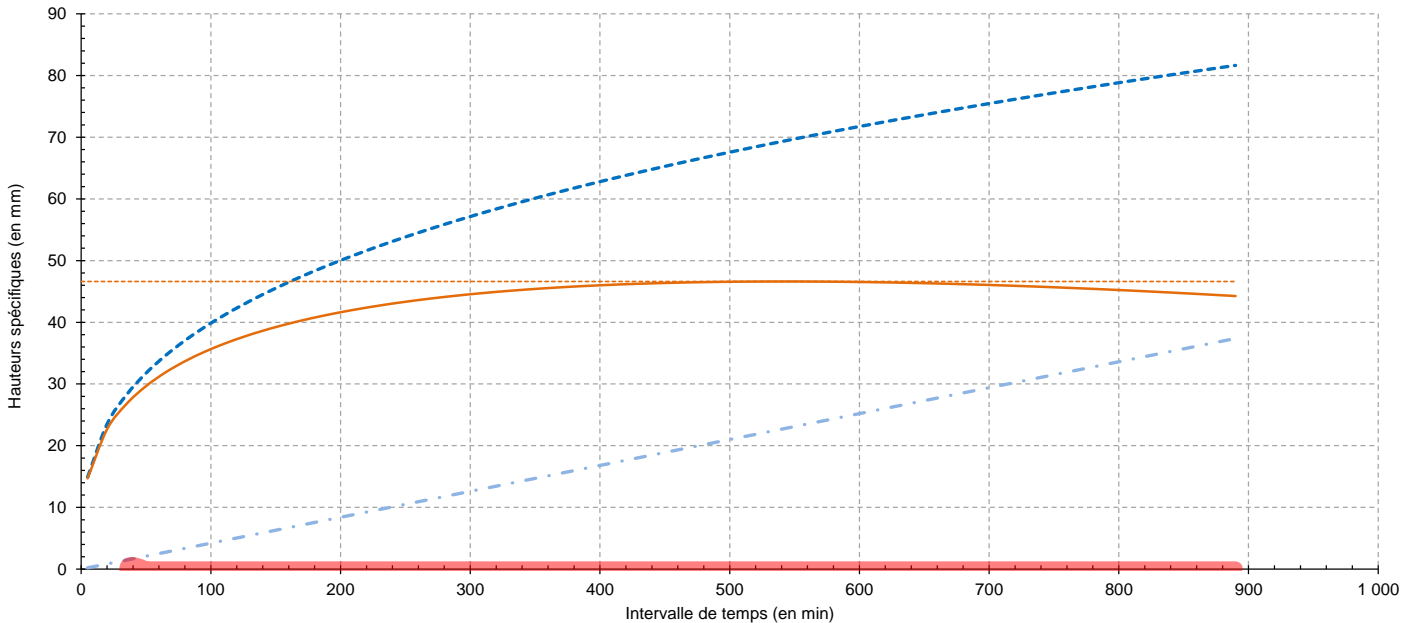
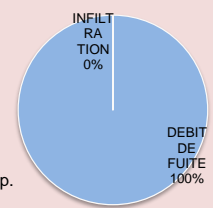
**5. Caractéristiques du volume maximal :**

Durée de l'épisode $dim^{nt}$ :	545 min	soit 9.1 h
Cumul pluviométrique :	70 mm	
Volume ruisselé :	76 m <sup>3</sup>	
Volume vidangé :	25 m <sup>3</sup>	
(infiltration + débit de fuite)		

**BILAN FEUILLE DE CALCULS :**

$S_T$ =	1 100 m <sup>2</sup>
$S_A$ =	1 100 m <sup>2</sup>
T =	10 ans
$Q_f$ =	0.77 l/s
$Q_{inf}$ =	0 l/s
$Q_{vid}$ =	1 l/s
<b>V =</b>	<b>51 m<sup>3</sup></b> soit 47 l/m <sup>2</sup> imp.
<b><math>t_{vid}</math> =</b>	<b>0.8 jours</b> soit 19 h

**Détail des volumes vidangés**



--- Hauteur d'eau précipitée    - - - Hauteur d'eau évacuée    — Hauteur d'eau à stocker    - - - Hauteur max. à stocker    — Domaine de validité de a et b

**Formules pour la Méthode des pluies :**

$$q_s = 360 \frac{Q_s}{S_A}$$

$$V = 10 \Delta h_{max}(q_s, T, k \Delta t) S_A$$

(référence : la Ville et son assainissement, § 8.2.3.1 page 311 et suivantes, CERTU, juin 2003)

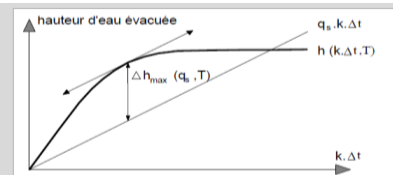


Tableau de détails des calculs itératifs

$k$	$k\Delta t$		$h(T, k\Delta t)$	$q_s$	$q_s k\Delta t$	$q_{s(i/f)} k\Delta t$	$q_{s(fuite)} k\Delta t$	$h(T)$	$V(T)$	$V_s(T)$
Itération	Intervalle de temps		Hauteur précipitée	Débit de fuite spécifique	Hauteur évacuée...	... par infiltration	... par débit de fuite	Hauteur à stocker	Volume à stocker	Volume spécifique
-	id	min	h	mm	mm/h	mm	mm	mm	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /ha imp.
1	5	0.1	15	2.5	0	0	0	15	16	147
2	20	0.3	24	2.5	1	0	1	23	25	227
3	35	0.6	28	2.5	1	0	1	27	29	268
4	50	0.8	32	2.5	2	0	2	30	33	297
5	65	1.1	35	2.5	3	0	3	32	35	319
6	80	1.3	37	2.5	3	0	3	34	37	337
7	95	1.6	39	2.5	4	0	4	35	39	352
8	110	1.8	41	2.5	5	0	5	37	40	365
9	125	2.1	43	2.5	5	0	5	38	41	376
10	140	2.3	45	2.5	6	0	6	39	42	386
11	155	2.6	46	2.5	7	0	7	40	43	395
12	170	2.8	47	2.5	7	0	7	40	44	403
13	185	3.1	49	2.5	8	0	8	41	45	410
14	200	3.3	50	2.5	8	0	8	42	46	416
15	215	3.6	51	2.5	9	0	9	42	46	422
16	230	3.8	52	2.5	10	0	10	43	47	427
17	245	4.1	53	2.5	10	0	10	43	48	432
18	260	4.3	55	2.5	11	0	11	44	48	436
19	275	4.6	56	2.5	12	0	12	44	48	440
20	290	4.8	57	2.5	12	0	12	44	49	443
21	305	5.1	57	2.5	13	0	13	45	49	446
22	320	5.3	58	2.5	13	0	13	45	49	449
23	335	5.6	59	2.5	14	0	14	45	50	452
24	350	5.8	60	2.5	15	0	15	45	50	454
25	365	6.1	61	2.5	15	0	15	46	50	456
26	380	6.3	62	2.5	16	0	16	46	50	458
27	395	6.6	63	2.5	17	0	17	46	51	460
28	410	6.8	63	2.5	17	0	17	46	51	461
29	425	7.1	64	2.5	18	0	18	46	51	462
30	440	7.3	65	2.5	18	0	18	46	51	463
31	455	7.6	66	2.5	19	0	19	46	51	464
32	470	7.8	66	2.5	20	0	20	46	51	465
33	485	8.1	67	2.5	20	0	20	47	51	465
34	500	8.3	68	2.5	21	0	21	47	51	466
35	515	8.6	68	2.5	22	0	22	47	51	466
36	530	8.8	69	2.5	22	0	22	47	51	466
→ 37	545	9.1	70	2.5	23	0	23	47	51	466
38	560	9.3	70	2.5	24	0	24	47	51	466
39	575	9.6	71	2.5	24	0	24	47	51	466
40	590	9.8	71	2.5	25	0	25	47	51	466
41	605	10.1	72	2.5	25	0	25	47	51	465
42	620	10.3	73	2.5	26	0	26	46	51	465
43	635	10.6	73	2.5	27	0	27	46	51	464
44	650	10.8	74	2.5	27	0	27	46	51	463
45	665	11.1	74	2.5	28	0	28	46	51	463
46	680	11.3	75	2.5	29	0	29	46	51	462
47	695	11.6	75	2.5	29	0	29	46	51	461
48	710	11.8	76	2.5	30	0	30	46	51	460
49	725	12.1	76	2.5	30	0	30	46	50	459
50	740	12.3	77	2.5	31	0	31	46	50	458
51	755	12.6	77	2.5	32	0	32	46	50	456
52	770	12.8	78	2.5	32	0	32	46	50	455
53	785	13.1	78	2.5	33	0	33	45	50	454
54	800	13.3	79	2.5	34	0	34	45	50	452
55	815	13.6	79	2.5	34	0	34	45	50	451
56	830	13.8	80	2.5	35	0	35	45	49	449
57	845	14.1	80	2.5	35	0	35	45	49	448
58	860	14.3	81	2.5	36	0	36	45	49	446
59	875	14.6	81	2.5	37	0	37	44	49	444
60	890	14.8	82	2.5	37	0	37	44	49	443



## **Annexe 2. Calcul de la hauteur de cheminée**

Cette annexe contient 15 pages.



# CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

## PJ02 – Annexe 2 de l'étude d'impact – Calculs théoriques des conditions de rejet du nouveau rejet du site

Rapport

Réf : CACICE212758 / RACICE04895-03

GRB / JPT

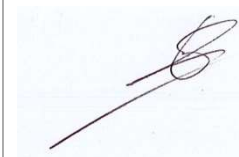
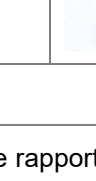

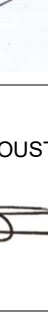
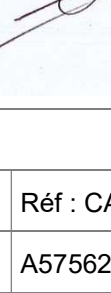

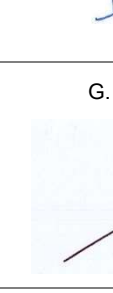
16/10/2023



## CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

PJ02 – Annexe 2 de l'étude d'impact – Calculs théoriques des conditions de rejet du nouveau rejet du site

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	16/10/2023	01	G. BENASSI 	JP. LENGLET 	JP. LENGLET 
Rapport retour DREAL	18/08/2023	02	A. DAVOUST 	G. BENASSI 	JP. LENGLET 
Rapport reprise client	18/10/2023	03	G. BENASSI 		

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACICE212758 / RACICE04895-03
Numéro d'affaire :	A57562
Domaine technique :	IC06

GINGER BURGEAP Agence Centre-Est  
 19, rue de la Villette – 69425 Lyon CEDEX 03  
 Tél : 04.37.91.20.50 • burgeap.lyon@groupeginger.com

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Identification du rejet.....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Calculs des conditions particulières de rejet (hauteur et vitesse) .....</b>	<b>6</b>
3.1	Article 52 de l'arrêté 02/02/1998 (modifié par arrêté du 15/02/2000, article 5)..	6
3.2	Article 53 de l'arrêté 02/02/1998 (modifié par arrêté du 15/02/2000, article 6)..	8
3.3	Article 54 de l'arrêté du 2 février 1998.....	10
3.4	Article 55 de l'arrêté du 2 février 1998 (prise en compte de cheminées dépendantes) .....	11
3.4.1	Détermination des cheminées dépendantes .....	11
3.4.2	Hauteur minimale théorique tenant compte de la dépendance .....	12
3.5	Article 56 de l'arrêté du 2 février 1998 (prise en compte des bâtiments obstacles).....	15
3.6	Article 57 de l'arrêté du 2 février 1998.....	16
<b>4.</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>16</b>

## TABLEAUX

Tableau 1.	Caractéristiques physiques du rejet à l'atmosphère considéré.....	5
Tableau 2.	Concentrations et flux maximums instantanés pour les polluants émis à l'atmosphère par le futur rejet.....	7
Tableau 3.	Concentrations moyennes annuelles de 2022 sur la station Voiron Urbain .....	9
Tableau 4.	Calcul des valeurs de s .....	9
Tableau 5.	Hauteur de cheminée minimale calculée selon les polluants émis .....	10
Tableau 6.	Hauteurs et distances des cheminées .....	12
Tableau 7.	Détermination de la dépendance des cheminées .....	12
Tableau 8.	Caractéristiques physiques du rejet à l'atmosphère sur le four à chaux.....	13
Tableau 9.	Calcul des valeurs de s .....	14
Tableau 10.	Hauteur de cheminée minimale du groupe de cheminées dépendantes.....	14

## FIGURES

Figure 1 :	Localisation des rejets canalisés.....	5
Figure 2 :	Rejets canalisés .....	11

## 1. Introduction

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE exploite sur la commune de la Buisse en Isère (38) une usine de production de chaux vive. Le four à chaux de l'usine est alimenté par du gaz.

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE souhaite désormais coïncinérer de la biomasse en substitution partielle au gaz. L'élaboration de ce projet nécessite de réaliser un dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE).

Dans le cadre de ce projet un broyeur équipé d'un dépoussiéreur sera mis en place pour la préparation de la biomasse / Bois B avant injection dans le four.

La cheminée du dépoussiéreur est l'objet du présent rapport.

L'objectif du présent rapport est de déterminer la hauteur et la vitesse minimale de ce rejet conformément à l'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. Cela permettra alors de déterminer si la hauteur et la vitesse envisagée pour le rejet est conforme à la réglementation.

## 2. Identification du rejet

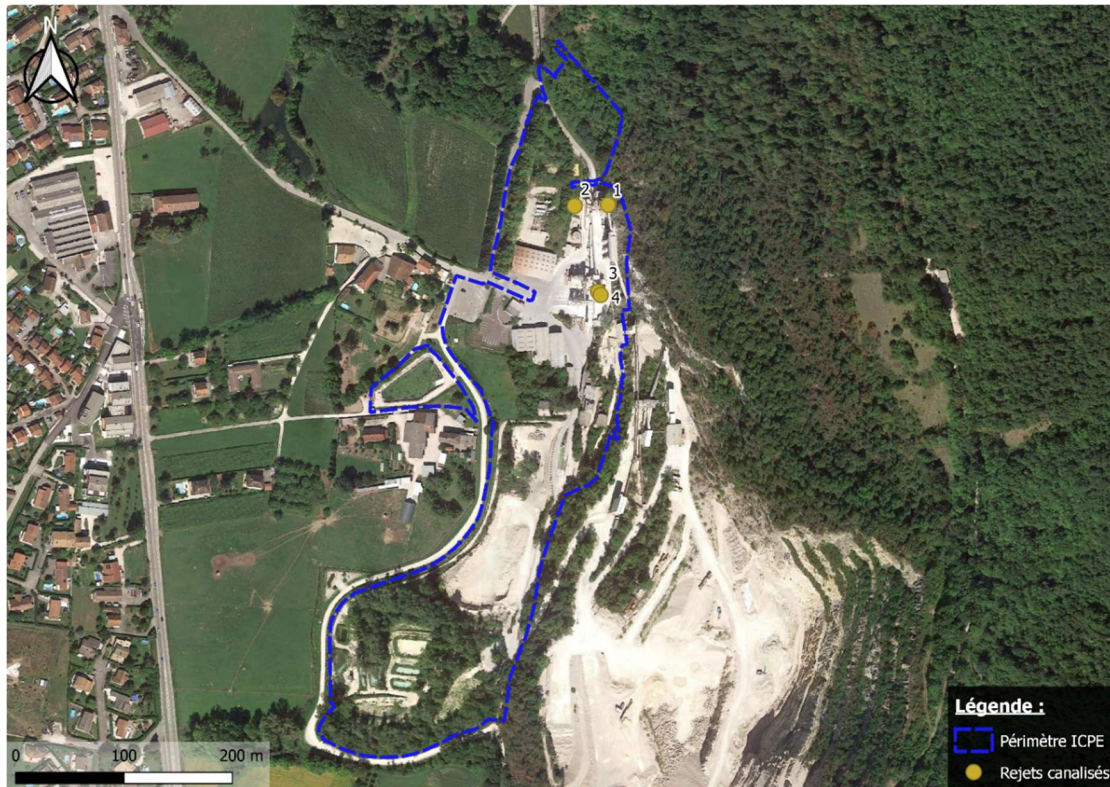
Selon les données fournies par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE, le rejet à l'atmosphère d'une hauteur de 31 m est situé au niveau du futur broyeur, au Nord du site. Les caractéristiques physiques de ce rejet sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1. Caractéristiques physiques du rejet à l'atmosphère considéré**

Rejet	Hauteur (m)	Diamètre externe (mm)	Surface (m <sup>2</sup> )	Température des rejets (°C)	Vitesse d'éjection gaz (m/s)	Débit <sup>1</sup> (m <sup>3</sup> /h)	Débit normalisé <sup>2</sup> (Nm <sup>3</sup> /h)
Dépoussiéreur	31	500	0.2	Ambiant	20	14 831	14 137

La localisation du rejet est présentée dans la figure ci-dessous :

**Figure 1 : Localisation des rejets canalisés**



Le rejet « Dépoussiéreur », objet du présent rapport, est représenté par le numéro 2. Le numéro 1 correspond au rejet « four à chaux », le numéro 3 correspond au rejet « broyage chaux » et le numéro 4 correspond au rejet « UF ». Ces rejets seront pris en compte au moment du calcul de dépendance des cheminées par rapport au rejet « Dépoussiéreur » (cf. paragraphe 3.4).

<sup>1</sup> Les débits ont été calculés à partir des vitesses et des diamètres de rejet fournis par LHOIST

<sup>2</sup> Le débit normalisé est le débit exprimé dans les conditions normales de température et de pression (0°C et 1 atm). Il a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Débit}_{\text{normalisé}} (\text{Nm}^3/\text{h}) = \text{Débit}_{\text{réel}} (\text{m}^3/\text{h}) \times \frac{273}{273 + T_{\text{rej}}^{\circ}}$$

### 3. Calculs des conditions particulières de rejet (hauteur et vitesse)

La méthodologie de calcul des conditions particulières de rejet (hauteur et vitesse) est définie dans :

- L'arrêté de 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation : articles 52 à 57 du chapitre VI (Conditions de rejet) – section II (Dispositions particulières aux rejets à l'atmosphère) ;
- L'arrêté du 15 février 2000 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 : articles 5 et 6.

#### 3.1 Article 52 de l'arrêté 02/02/1998 (modifié par arrêté du 15/02/2000, article 5)

##### **Article 52 de l'arrêté du 2 février 1998** (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 5)

*La hauteur de la cheminée (différence entre l'altitude du débouché à l'air libre et l'altitude moyenne du sol à l'endroit considéré) exprimée en mètres est déterminée, d'une part, en fonction du niveau des émissions de polluants à l'atmosphère, d'autre part, en fonction de l'existence d'obstacles susceptibles de gêner la dispersion des gaz.*

*Cette hauteur, qui ne peut être inférieure à 10 mètres, est fixée par l'arrêté d'autorisation conformément aux articles 53 à 56 ci-après ou déterminée au vu des résultats d'une étude des conditions de dispersion des gaz adaptée au site.*

*Cette étude est obligatoire pour les rejets qui dépassent l'une des valeurs suivantes :*

- 200 kg/h d'oxydes de soufre ;
- 200 kg/h d'oxydes d'azote ;
- 150 kg/h de composés organiques ou 20 kg/h dans le cas de composés visés à l'annexe III ;
- 50 kg/h de poussières ;
- 50 kg/h de composés inorganiques gazeux du chlore ;
- 25 kg/h de fluor et composés du fluor ;
- 10 kg/h de métaux énumérés au a du 8° de l'article 27 ;
- 50 kg/h de métaux énumérés au b du 8° de l'article 27 ;
- 100 kg/h de métaux énumérés au c du 8° de l'article 27 ;
- 500 kg/h de métaux énumérés au d du 8° de l'article 27.

*Elle est également obligatoire dans les vallées encaissées ainsi que lorsqu'il y a un ou des immeubles de hauteur supérieure à 28 mètres à proximité de l'installation.*

*Dans le cas d'un rejet d'une (ou de) substance(s) susceptible(s) de s'accumuler dans le sol telle(s) que les métaux, l'étude doit en sus examiner les effets dus à cette accumulation en tenant notamment compte des dépôts antérieurs éventuels et de la durée de vie potentielle de l'installation.*

Conformément à l'arrêté en vigueur, la hauteur du rejet ne sera donc pas inférieure à 10 mètres, ce qui est le cas pour le projet de cheminée au niveau du nouveau dépoussiéreur.

Afin de déterminer la méthodologie à employer pour déterminer la hauteur du rejet du nouveau dépoussiéreur, les flux des différentes substances émises ont été calculés à partir des concentrations à l'émission fournies par LHOIST :

**Tableau 2. Concentrations et flux maximums instantanés pour les polluants émis à l'atmosphère par le futur rejet**

Paramètres	Unités	Nouvelle cheminée
Débit normalisé	Nm <sup>3</sup> /h	14 137
<b>Concentrations à l'émission</b>		
Poussière	mg/Nm <sup>3</sup>	10
<b>Flux à l'émission en heure</b>		
Poussière	kg/h	0,14

Au regard des flux des différentes substances ou famille de substances émises, il n'est pas nécessaire de réaliser une étude des conditions de dispersion des gaz adaptée au site pour déterminer les hauteurs du nouveau rejet. Elle sera donc déterminée, dans les paragraphes suivants, selon les articles 53 à 56.



### 3.2 Article 53 de l'arrêté 02/02/1998 (modifié par arrêté du 15/02/2000, article 6)

#### Article 53 de l'arrêté du 2 février 1998 (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 6)

On calcule d'abord la quantité pour chacun des principaux polluants

$$s = k \cdot \frac{q}{C_m}$$

où :

- $k$  est un coefficient qui vaut 340 pour les polluants gazeux et 680 pour les poussières ;
- $q$  est le débit théorique instantané maximal du polluant considéré émis à la cheminée exprimé en kilogrammes par heure ;
- $C_m$  est :
  - la concentration maximale du polluant considérée comme admissible au niveau du sol du fait de l'installation exprimée en milligrammes par mètre cube normal,
  - égale à  $C_r - C_o$  où :

- $C_r$  est une valeur de référence donnée par le tableau ci-dessous

Polluant	Valeur de $C_r$
Oxydes de soufre	0,15
Oxydes d'azote	0,14
Poussières	0,15
Acide chlorhydrique	0,05
Composés organiques visés au a) du 7° de l'article 27	1,00
Composés organiques visés au b) du 7° de l'article 27	0,05
Plomb	0,0005
Cadmium	0,0005

- et où  $C_o$  est la moyenne annuelle de la concentration mesurée au lieu considéré.  
En l'absence de mesures de la pollution,  $C_o$  peut être prise forfaitairement de la manière suivante :

Zone	Oxydes de soufre	Oxydes d'azote	Poussières
Zone peu polluée	0,01	0,01	0,01
Zone moyennement urbanisée ou industrialisée	0,04	0,05	0,04
Zone très urbanisée ou très industrialisée	0,07	0,10	0,08

Pour les autres polluants, en l'absence de mesure,  $C_o$  pourra être négligée.

On détermine ensuite  $S$  qui est égal à la plus grande des valeurs de  $s$  calculées pour chacun des principaux polluants.

### ► Débit théorique instantané maximal : $q$

Les débits théoriques instantanés maximaux  $q$  pris en compte dans le calcul de la quantité  $s$  sont ceux présentés dans le Tableau 2 du paragraphe 3.1.

### ► Concentration maximale $C_m$

#### ► Valeur de référence $C_r$

Les valeurs de référence  $C_r$  prises en compte sont celles définies dans l'article 53 de l'arrêté du 2 février 1998.

#### ► Concentration moyenne annuelle $C_o$

Pour les NO<sub>x</sub>, le SO<sub>2</sub> ainsi que les poussières, les données retenues vont être celles de la station ATMO Auvergne-Rhône-Alpes « Voiron Urbain ». La station de type périurbaine est située à 4,4 km du site et est la plus représentative. C'est également la seule station des alentours qui mesure les NO<sub>x</sub>. Cette station mesure le dioxyde d'azote, le monoxyde d'azote, l'ozone ainsi que les PM10. Nous avons alors récupéré les moyennes annuelles de l'année 2022 (dernière année en date représentative des niveaux de bruit de fond en pollution), et nous obtenons les niveaux suivants :

**Tableau 3. Concentrations moyennes annuelles de 2022 sur la station Voiron Urbain**

Station de mesures	Monoxyde d'azote (µg/m <sup>3</sup> )	Dioxyde d'azote (µg/m <sup>3</sup> )	Ozone (µg/m <sup>3</sup> )	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )
Voiron Urbain	3,2	14,1	48,4	15,1

### ► Calculs des valeurs de $s$ et détermination de $S$

**Tableau 4. Calcul des valeurs de  $s$**

Polluants	Type	k	$C_r$ (mg/m <sup>3</sup> )	$C_o$ (mg/m <sup>3</sup> )	$C_m$ (mg/m <sup>3</sup> )	$q$ (kg/h)	$s$
Poussières	Poussières	680	0,15	0,08	0,07	0,14	<b>1 373</b>

On retient donc  $S = 1\ 373$ .

### 3.3 Article 54 de l'arrêté du 2 février 1998

**Article 54 de l'arrêté du 2 février 1998** (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 6)

La hauteur de la cheminée, exprimée en mètres, doit être au moins égale à la valeur  $h_p$  ainsi calculée :

$$h_p = s^{1/2} \times (R \times \Delta T)^{-1/6}$$

Où :

- $s$  est défini à l'article précédent,
- $R$  est le débit de gaz exprimé en mètres cubes par heure et compté à la température effective d'éjection des gaz,
- $\Delta T$  est la différence exprimée en kelvin entre la température au débouché de la cheminée et la température moyenne annuelle de l'air ambiant. Si  $\Delta T$  est inférieure à 50 kelvins on adopte la valeur de 50 pour le calcul.

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des paramètres pris en compte dans le calcul de la hauteur de la cheminée étudiée ainsi que la hauteur calculée. La température moyenne annuelle de l'air ambiant prise en compte, 13,1°C (soit 286,25°K), est issue de la fiche climatologique de La Buisse (source météo France 1987-2010).

**Tableau 5. Hauteur de cheminée minimale calculée selon les polluants émis**

Rejet	S retenu	R (m <sup>3</sup> /h)	T moyenne rejet (°K)	ΔT avec air ambiant (°K)	hp (m)
Dépoussiéreur	13 733	14 831	286,3	50	<b>3,9</b>

La hauteur de cheminée recommandée  $h_p$  est inférieure à la hauteur envisagée de la cheminée dépoussiéreur.

La hauteur envisagée de la cheminée du dépoussiéreur ne montre alors, à ce stade, pas de non-conformité dans les conditions d'utilisation décrites.

### 3.4 Article 55 de l'arrêté du 2 février 1998 (prise en compte de cheminées dépendantes)

**Article 55 de l'arrêté du 2 février 1998** (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 6)

*Si une installation est équipée de plusieurs cheminées ou s'il existe dans son voisinage d'autres rejets des mêmes polluants à l'atmosphère, le calcul de la hauteur de la cheminée considérée est effectué comme suit :*

*Deux cheminées  $i$  et  $j$ , de hauteurs respectivement  $h_i$  et  $h_j$  calculées conformément à l'article 54, sont considérées comme dépendantes si les trois conditions suivantes sont simultanément remplies :*

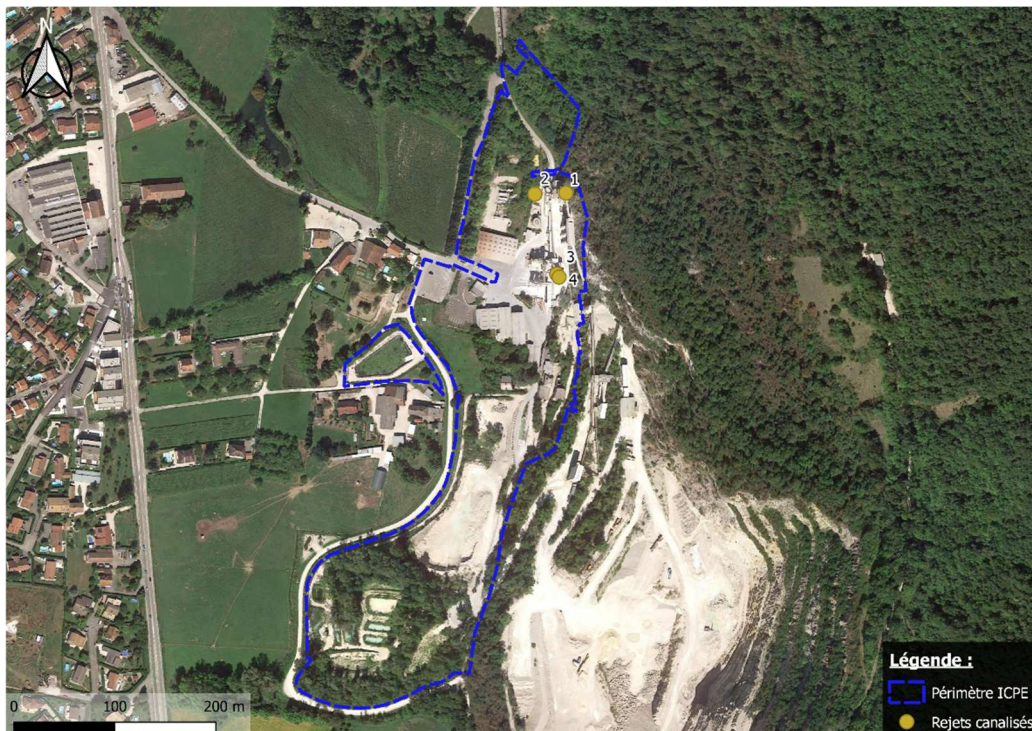
- *Condition 1 : la distance entre les axes des deux cheminées est inférieure à la somme :  $(h_i + h_j + 10)$  (en mètres),*
- *Condition 2 :  $h_i$  est supérieure à la moitié de  $h_j$ ,*
- *Condition 3 :  $h_j$  est supérieure à la moitié de  $h_i$ .*

*On détermine ainsi l'ensemble des cheminées dépendantes de la cheminée considérée dont la hauteur est au moins égale à la valeur de  $h_p$  calculée pour le débit massique total de polluant considéré et le débit volumique total des gaz émis par l'ensemble de ces cheminées.*

#### 3.4.1 Détermination des cheminées dépendantes

La figure ci-après présente les différents rejets présents sur le site.

Figure 2 : Rejets canalisés



Le rejet « Dépoussiéreur », objet du présent rapport, est représenté par le numéro 2. Le numéro 1 correspond au rejet « four à chaux », le numéro 3 correspond au rejet « broyage chaux » et le numéro 4 correspond au rejet « UF ».

Les hauteurs et les distances des cheminées par rapport à la cheminée « Dépoussiéreur » sont présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 6. Hauteurs et distances des cheminées**

Cheminé	Hauteur (en m)	Distance par rapport au rejet « Dépoussiéreur » (en m)
Four à chaux	30	34,2
Broyage chaux	20	77
UF	15	80

Le tableau ci-dessous présente le calcul de dépendance entre les cheminées.

**Tableau 7. Détermination de la dépendance des cheminées**

Cheminée « dépoussiéreur »		Cheminée du four à chaux		Distance (d) entre axes (m)	hi+hj+10 (m)	d<(hi+hj+10) ?	hi>(hj/2)	hj>(hi/2)	Cheminées dépendantes ?
hi (m)	hi/2 (m)	hj (m)	hj/2 (m)						
31	15,5	30	15	34,2	71	Oui	Oui	Oui	Oui
Cheminée « dépoussiéreur »		Cheminée du Broyage chaux		Distance (d) entre axes (m)	hi+hj+10 (m)	d<(hi+hj+10) ?	hi>(hj/2)	hj>(hi/2)	Cheminées dépendantes ?
hi (m)	hi/2 (m)	hj (m)	hj/2 (m)						
31	15,5	20	10	77	61	Non	Oui	Oui	Non
Cheminée « dépoussiéreur »		Cheminée du UF		Distance (d) entre axes (m)	hi+hj+10 (m)	d<(hi+hj+10) ?	hi>(hj/2)	hj>(hi/2)	Cheminées dépendantes ?
hi (m)	hi/2 (m)	hj (m)	hj/2 (m)						
31	15,5	15	7,5	80	56	Non	Oui	Non	Non

On détermine ainsi un groupe de rejets dépendants : cheminée « dépoussiéreur » et cheminée du four à chaux.

### 3.4.2 Hauteur minimale théorique tenant compte de la dépendance

Pour chaque groupe de rejets dépendants définis précédemment, on recalcule la hauteur minimale théorique  $h_p$ , du rejet selon la méthodologie de l'article 54 en considérant le débit massique et le débit volumique total des gaz émis par l'ensemble des cheminées dépendantes.

Les caractéristiques de la cheminée du « four à chaux » sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 8. Caractéristiques physiques du rejet à l'atmosphère sur le four à chaux**

Caractéristiques générales		Four à chaux
Hauteur	m	30
Diamètre externe	mm	800
Surface	m <sup>2</sup>	0,50
Température des rejets	°C	100
Vitesse d'éjection gaz	m/s	25
Débit <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	54 652
Débit normalisé <sup>4</sup>	Nm <sup>3</sup> /h	40 000

Le tableau ci-dessous présente le calcul du s pour la cheminée « four à chaux » :

<sup>3</sup> Les débits ont été calculés à partir des vitesses et des diamètres de rejet fournis par LME

<sup>4</sup> Le débit normalisé est le débit exprimé dans les conditions normales de température et de pression (0°C et 1 atm). Il a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Débit}_{\text{normalisé}} (\text{Nm}^3/\text{h}) = \text{Débit}_{\text{réel}} (\text{m}^3/\text{h}) \times \frac{273}{273 + T_{\text{rejet}}^{\circ}}$$

**Tableau 9. Calcul des valeurs de s**

Polluants	Type	k	Cr (mg/m <sup>3</sup> )	Co (mg/m <sup>3</sup> )	Cm (mg/m <sup>3</sup> )	q (kg/h)	s
Poussières	Poussières	680	0.15	0.08	0.07	0.40	3 886
SO <sub>2</sub>	Gazeux	340	0.15	0.07	0.08	8.00	34 000
NO <sub>x</sub>	Gazeux	340	0.14	0.1	0.04	14.00	<b>119 000</b>
COV nm	Gazeux	340	0.05	0	0.05	1.20	8 160
CO	Gazeux	340	1	0	1	4.00	1 360
PCDD/F	Poussières	680	0.15	0	0.15	4.00E-09	1.81E-05
HCl	Gazeux	340	0.05	0	0.05	0.40	2 720
HF	Gazeux	340	1	0	1	0.04	14
NH <sub>3</sub>	Gazeux	340	1	0	1	1.20	408
HAP	Poussières	680	1	0	1	4.00E-03	3
Cadmium	Poussières	680	0.0005	0	0.0005	2.00E-03	2 720
Plomb	Poussières	680	0.0005	0	0.0005	2.00E-02	27 200
Hg	Poussières	680	1	0	1	2.00E-03	1

Pour la cheminée « dépoussiéreur », on retient donc S = **119 000**.

Pour rappel, le S retenu pour un groupe de rejet correspond à l'addition des S retenus pour les membres de ce groupe.

Aussi, le  $\Delta T$  correspond au plus petit  $\Delta T$  des membres du groupe de rejet. En l'occurrence, le  $\Delta T$  du rejet du four à chaux est de 87 alors que celui du « dépoussiéreur » est de 50. C'est donc ce dernier qui sera retenu pour la suite des calculs.

**Tableau 10. Hauteur de cheminée minimale du groupe de cheminées dépendantes**

Rejets dépendants	S retenu	R (m <sup>3</sup> /h)	$\Delta T$ avec air ambiant (°K)	hp (m)
« Dépoussiéreur » + Four à chaux	120 373	69 483	50	28,2

Pour rappel, la hauteur envisagée de la cheminée « dépoussiéreur » est de 31 mètres et correspond à une hauteur satisfaisante en tenant compte de la dépendance entre cette cheminée et la cheminée « four à chaux ».

### 3.5 Article 56 de l'arrêté du 2 février 1998 (prise en compte des bâtiments obstacles)

#### Article 56 de l'arrêté du 2 février 1998 (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 6)

*S'il y a dans le voisinage des obstacles naturels ou artificiels de nature à perturber la dispersion des gaz, la hauteur de la cheminée est corrigée comme suit :*

- on calcule la valeur  $h_p$  définie à l'article 54, en tenant compte des autres rejets lorsqu'il y en a, comme indiqué à l'article 55 ;
- on considère comme obstacles les structures et les immeubles, et notamment celui abritant l'installation étudiée, remplissant simultanément les conditions suivantes :
  - ils sont situés à une distance horizontale (exprimée en mètres) inférieure à  $10 h_p + 50$  de l'axe de la cheminée considérée ;
  - ils ont une largeur supérieure à 2 mètres ;
  - ils sont vus de la cheminée considérée sous un angle supérieur à  $15^\circ$  dans le plan horizontal ;
- soit  $h_i$  l'altitude (exprimée en mètres et prise par rapport au niveau moyen du sol à l'endroit de la cheminée considérée) d'un point d'un obstacle situé à une distance horizontale  $d_i$  (exprimée en mètres) de l'axe de la cheminée considérée, et soit  $H_i$  défini comme suit :
  - si  $d_i$  est inférieure ou égale à  $2 h_p + 10$ ,  $H_i = h_i + 5$  ;
  - si  $d_i$  est comprise entre  $2 h_p + 10$  et  $10 h_p + 50$ ,  $H_i = 5/4 (h_i + 5) (1 - d_i/[10 h_p + 50])$
- soit  $H_p$  la plus grande des valeurs  $H_i$  calculées pour tous les points de tous les obstacles définis ci-dessus ;

*La hauteur de la cheminée est supérieure ou égale à la plus grande des valeurs  $H_p$  et  $h_p$ .*

#### ► Détermination des obstacles à prendre en compte

La hauteur  $h_p$  de la cheminée déterminée précédemment est de 28,2 m, d'où  $10h_p+50 = 332$  m.

Dans notre cas, seul le bâtiment du broyeur, sur lequel est présent le rejet du dépoussiéreur :

Bâtiments	Largeur bât (m)	Hauteur h bât (m)	Distance d à la cheminée (m)	Largeur > 2 m ?	d < 10 $h_p$ +50	Vu de la cheminée considérée sous un angle supérieur à $15^\circ$ dans le plan horizontal
Bâtiment Broyeur	3,99	18,15	-	Oui	Oui	Non

**Le bâtiment identifié n'est alors pas considéré comme un obstacle.**



### 3.6 Article 57 de l'arrêté du 2 février 1998

**Article 57 de l'arrêté du 2 février 1998** (Modifié par Arrêté 2000-02-15 art. 6)

*La vitesse d'éjection des gaz en marche continue maximale est au moins égale à 8 m/s si le débit d'émission de la cheminée considérée dépasse 5 000 m<sup>3</sup>/h, 5 m/s si ce débit est inférieur ou égal à 5 000 m<sup>3</sup>/h.*

Selon les informations fournies par LHOIST, la vitesse d'éjection des gaz de la cheminée « dépoussiéreur » est de 20,0 m/s ce qui est bien supérieur à la valeur réglementaire de 8 m/s.

La vitesse d'éjection de la cheminée « dépoussiéreur » est supérieure à la vitesse minimale d'éjection des gaz fixée à 8 m/s par l'article 57 de l'arrêté du 02 février 1998 selon les informations transmises par Carrières et Chaux Balthazard & Cotte.

## 4. Conclusions

Conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 02 février 1998, la hauteur de la nouvelle cheminée a été calculée en prenant en compte les autres rejets à proximité et les éventuels obstacles.

La hauteur minimale du rejet « dépoussiéreur » de l'usine LHOIST à La Buisse (38) ainsi déterminée est de 28,2 m. Cette valeur est inférieure à la hauteur envisagée de la cheminée (31 m), qui est donc conforme à l'exigence réglementaire.

La hauteur envisagée pour la cheminée « dépoussiéreur » est conforme à l'exigence réglementaire.

## **Annexe 3. Volet acoustique**

Cette annexe contient 18 pages.

# Hear me.

## ÉTUDE D'IMPACT DU PROJET BIOMASSE DE L'USINE LHOIST DE LA BUISSE (38)

RA-21191-02-F - 14/09/2023



**SIXsense**  
Engineering

# ÉTUDE D'IMPACT DU PROJET BIOMASSE DE L'USINE LHOIST DE LA BUISSE (38)

RA-21191-02-F - 14/09/2023

## Synthèse

Le présent rapport présente les résultats de l'étude d'impact acoustique du projet biomasse de l'usine LHOIST de La Buisse.

Sur la base des données techniques disponibles et des mesures de suivi réglementaire du site :

- ▶ L'impact acoustique du projet est négligeable aux points de contrôle par rapport aux niveaux sonores actuels (écart supérieure à 15 dB(A)).
- ▶ En limite de propriété et en ZER, aucun dépassement des seuils réglementaires n'est constaté.
- ▶ Sur la base des données d'entrée disponibles à ce stade et des hypothèses complémentaires prises en compte, aucune mesure de réduction n'est nécessaire.



Évaluation de la prestation

## Sommaire

1	Introduction .....	3
2	Étude d'impact .....	6
3	Conclusion .....	11

## Annexes

<u>A1</u>	Extrait de l'arrêté préfectoral .....	12
<u>A2</u>	État initial acoustique .....	15
<u>A3</u>	Extrait des plans du projet .....	17
<u>A4</u>	Données d'émission acoustique .....	19

## Rédaction

Giovanni FAROTTO

## Approbation

Alexis BIGOT

### Sixense Engineering

22-24 rue Lavoisier – Bâtiment A – 1<sup>er</sup> étage – 92000 NANTERRE – France  
Tél. 01 55 17 20 83

[www.sixense-group.com](http://www.sixense-group.com) - [environnement@sixense-group.com](mailto:environnement@sixense-group.com)

SAS au capital de 273 174 Euros – SIRET SIEGE : 392 367 041 00200 – RCS de Nanterre – APE 7112 B

# 1 INTRODUCTION

## 1.1. OBJET DE L'ÉTUDE

Un projet d'une installation Biomasse est à l'étude pour l'usine LHOIST de La Buisse. Le projet consiste à remplacer les combustibles fossiles alimentant le four par de la biomasse bois afin de limiter les émissions de CO<sub>2</sub>.

Ce rapport présente les résultats de l'étude d'impact acoustique du projet sur la base des données disponibles à ce stade (phase AVP).

## 1.2. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

L'usine LHOIST de La Buisse est soumise aux exigences de son arrêté préfectoral du 11/02/2004, qui définit à l'article 14 « Bruits et vibrations » les prescriptions suivantes :

- D'une émergence maximale, dans les zones à émergence réglementée, de :

Période	Niveau de bruit ambiant > 35 dB(A) et ≤ 45 dB(A)	Niveau de bruit ambiant > 45 dB(A)
<b>Diurne (7h–22h)</b>	6 dB(A)	5 dB(A)
<b>Nocturne (22h–7h)</b>	4 dB(A)	3 dB(A)

Le mode de calcul de l'émergence<sup>1</sup> est donné par l'arrêté du 23 janvier et dépend de la différence entre les indicateurs acoustiques  $L_{Aeq}$  et  $L_{50}$ <sup>2</sup>.

- D'un niveau sonore maximal en limite du site permettant le respect de l'émergence définie ci-dessus et ne dépassant pas dans tous les cas :

Période	Niveau sonore maximal
<b>Diurne (7h–22h)</b>	65 dB(A)
<b>Nocturne (22h–7h)</b>	60 dB(A)

Un extrait de l'arrêté préfectoral et une synthèse de l'arrêté du 23 janvier 1997 sont données en annexe 1.

<sup>1</sup> L'émergence est définie comme la différence entre les niveaux de bruit équivalents installation en marche (niveau de bruit ambiant) et installation arrêtée (niveau de bruit résiduel).

<sup>2</sup> Niveau de pression acoustique dépassé pendant 50 % du temps. Indicateur qui permet de s'affranchir des sources de bruit intermittentes, comme les passages isolés de véhicules.

## 1.3. CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Le fonctionnement des installations projetées est décrit ci-dessous par étape. Toutes les installations sont considérées en fonctionnement continu jour et nuit.

### 1.3.1. Réception et stockage de bois

Des camions à fonds mouvant viennent déverser le produit dans une cellule de stockage à plat équipée d'un système de râteau permettant de ramener le produit vers l'équipement d'extraction.

Le système d'extraction est composé de vis permettant d'alimenter le système de transport par redler (convoyeur à chaîne étanche), vers les trémies tampons.

Une circulation de 1 à 2 camion(s) par jour est estimée, limitée à la période diurne (pas de camions de nuit).

### 1.3.2. Criblage et déferrailage

Un crible à disques, en sortie de redler, permet d'éliminer les éléments volumineux imbroyables qui sont réceptionnés dans une benne dédiée.

Un tambour magnétique permet de récupérer les déchets ferreux, qui sont collectés dans une autre benne.

### 1.3.3. Broyage primaire

Un SAS alvéolaire est placé en amont du broyeur pour réguler l'air.

Un broyeur à marteaux, pour chaque ligne, permet de réduire la sciure à une granulométrie de 0/20mm environ.

### 1.3.4. Injection

Un cyclofiltre et un transport pneumatique permettent les fonctions de filtre et transport.

Le bois broyé est transporté via un redler (ou un transport pneumatique). Des vis d'extraction et collectrices permettent d'alimenter des trémies destinées à l'injection finale.

Le four dispose de 2 cuves de 18 lances chacune, dont 10 alimentées au bois. Pour l'alimentation de chaque cuve, 2 trémies pesées d'injection sont installées avec 10 vis d'injection chacune. Chaque vis d'injection permet l'alimentation d'une lance de four.

Le transport de la biomasse entre les vis et les lances se fait par transport pneumatique grâce à des soufflantes.

## 1.4. ÉTAT INITIAL ACOUSTIQUE

L'état initial acoustique pour le projet est établi, pour les zones à émergence réglementée historiques (PF5 à PF8), sur la base des résultats des campagnes de suivi réglementaire du site, en se basant sur les 5 dernières campagnes de mesure, de 2011, 2014, 2017, 2020, 2021.

La campagne de mesures de 2021, impacté par des niveaux sonores anormalement élevés en raison de forts écoulements d'eau, sera exclue de l'analyse. Les valeurs de référence pour l'état initial seront calculées sur la base de la moyenne des valeurs mesurées sur les différentes campagnes.

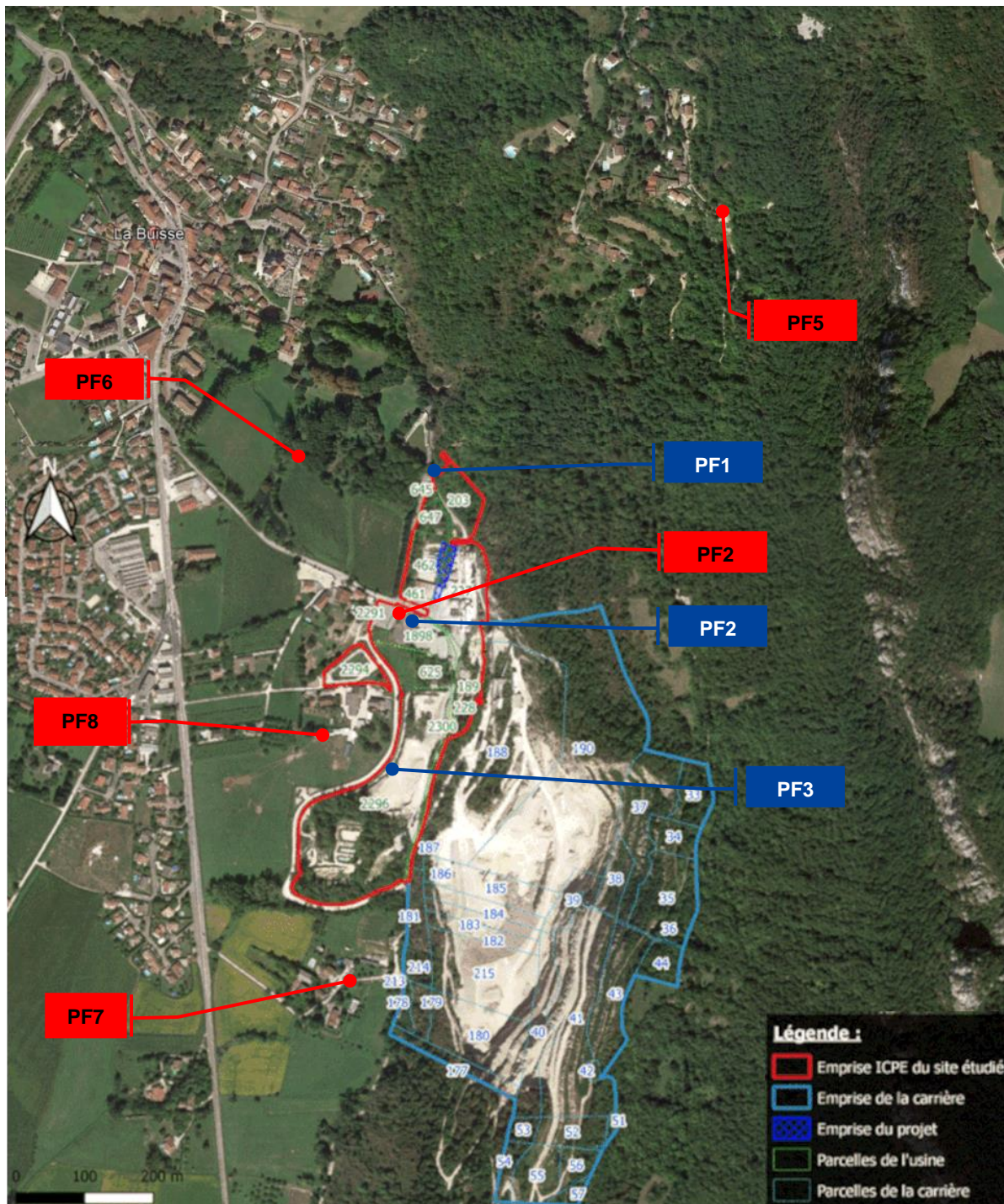
Une analyse complémentaire d'émergence est présentée pour le point PF2, compte tenu des habitations à proximité immédiate de la limite de propriété. Pour ce point, les valeurs du bruit résiduel sont issues de la campagne de 2020 (fiche d'analyse détaillé en annexe 2).

Concernant les points de contrôle en limite de propriété, les valeurs mesurées en janvier 2021 seront retenues pour l'état initial.

Le détail de ces analyses est donné dans le tableau en annexe 2.

La planche ci-dessous présente le site dans son environnement ainsi que la localisation des points de contrôle.

Planche 1 - Localisation du site et des points de mesure



Légende	
<span style="color: red;">●</span>	Point de mesure en ZER
<span style="color: blue;">●</span>	Point de mesure en limite de propriété

# 2 ÉTUDE D'IMPACT

## 2.1. DONNÉES D'ENTRÉE

Les données d'entrée sont issues du tableau des puissances électriques installées (version du 14/02/2022), indiquant la liste des équipements installés par secteur / bâtiment et les relatives quantités et puissances électriques et du plan synoptique 15078 (annexe 3).

Selon les informations disponibles dans les plans du projet, les équipements techniques sont installés dans une série de bâtiments. Concernant les caractéristiques de l'enveloppe de ces bâtiments, un bardage simple a été pris en compte pour le bâtiment de réception du bois et un bardage insonorisé sur toute la hauteur ainsi qu'en toiture pour les bâtiments de déferrailage, broyage et injection. Des ouvertures, sans portes, ont été également considérées sur les parois verticales des bâtiments, sur la base de hypothèses suivantes :

- ▶ Une ouverture de 3\*3 m sur la façade Sud du bâtiment réception.
- ▶ Deux ouvertures de 3\*3 m chacune sur la façade Est du bâtiment broyage.
- ▶ Une ouverture de 3\*3 m sur la façade Est du bâtiment injection.

À partir de notre base de données interne pour des équipements similaires, nous avons estimé le niveau de puissance acoustique de chaque élément, la puissance acoustique de l'ensemble de chaque groupe d'éléments et le niveau sonore moyen calculé à l'intérieur de chaque local.

Le détail de ces données est résumé dans le tableau en annexe 4.

## 2.2. MODÈLE ACOUSTIQUE

Le calcul d'impact acoustique est réalisé à l'aide de la plate-forme de calcul CadnaA (version 2021 MR 1).

Ce logiciel, développé par la société DATAKUSTIK, permet de calculer la propagation sonore dans l'environnement (selon la norme ISO 9613), en prenant en compte les différents paramètres influant sur cette propagation : topographie du site, effets d'obstacles naturels ou artificiels, nature du sol, statistiques de vent en direction...

Il permet de calculer en octave des niveaux sonores en des points récepteurs ou d'établir des cartes de bruit en contribution des sources sonores modélisées, sur la base d'un maillage de points de calculs prédéfini puis optimisé.

Les installations sont modélisées comme de sources sonores surfaciques distribuées sur les parois, les ouvertures et les toitures des bâtiments.

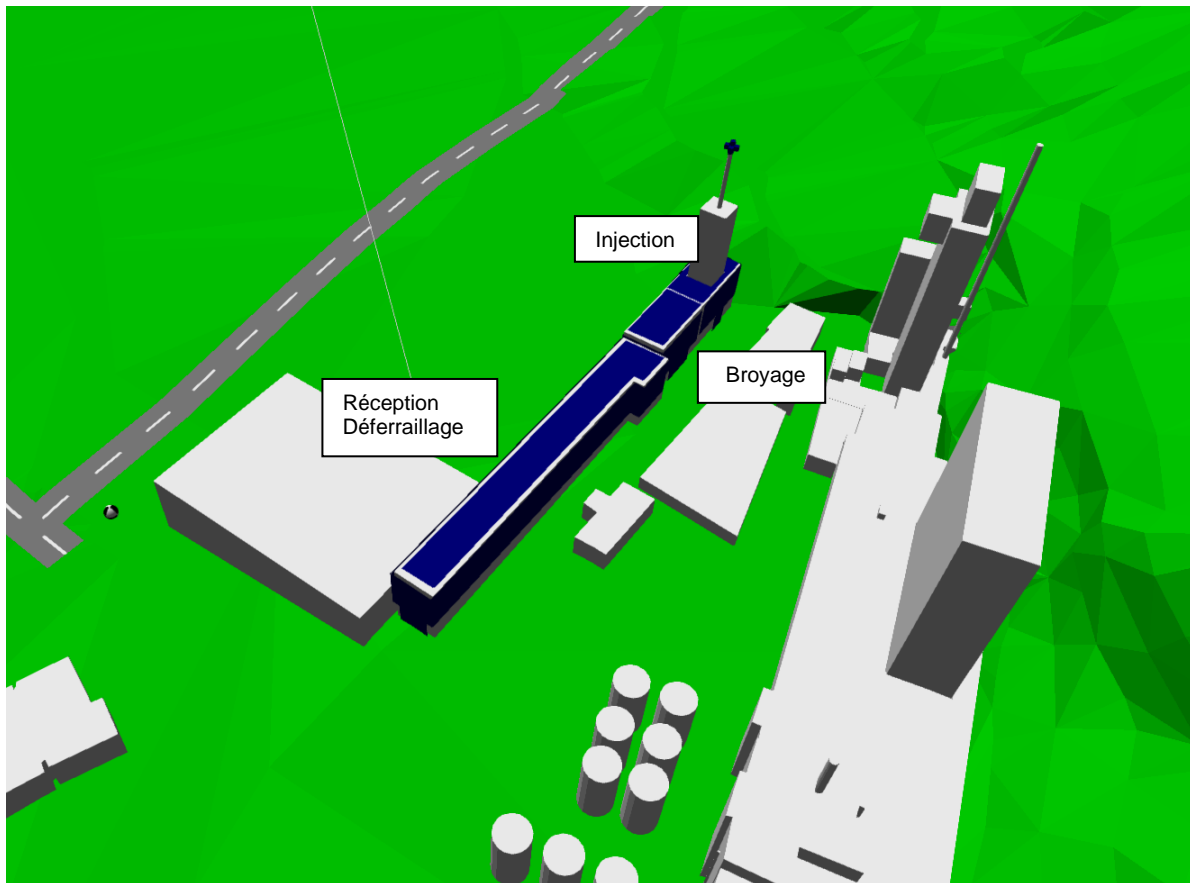
La circulation des camions a été modélisée à l'aide de sources sonores de type « route », selon la norme NMPB08 (NF S 31-133 : 2011), avec une estimation de 4 camions / jour, avec une vitesse limitée à 30 km/h.

Les installations existantes ont été modélisées simplement pour leur encombrement. Aucune source sonore n'a été prise en compte pour le site existant.



La figure suivante illustre une vue 3D du modèle.

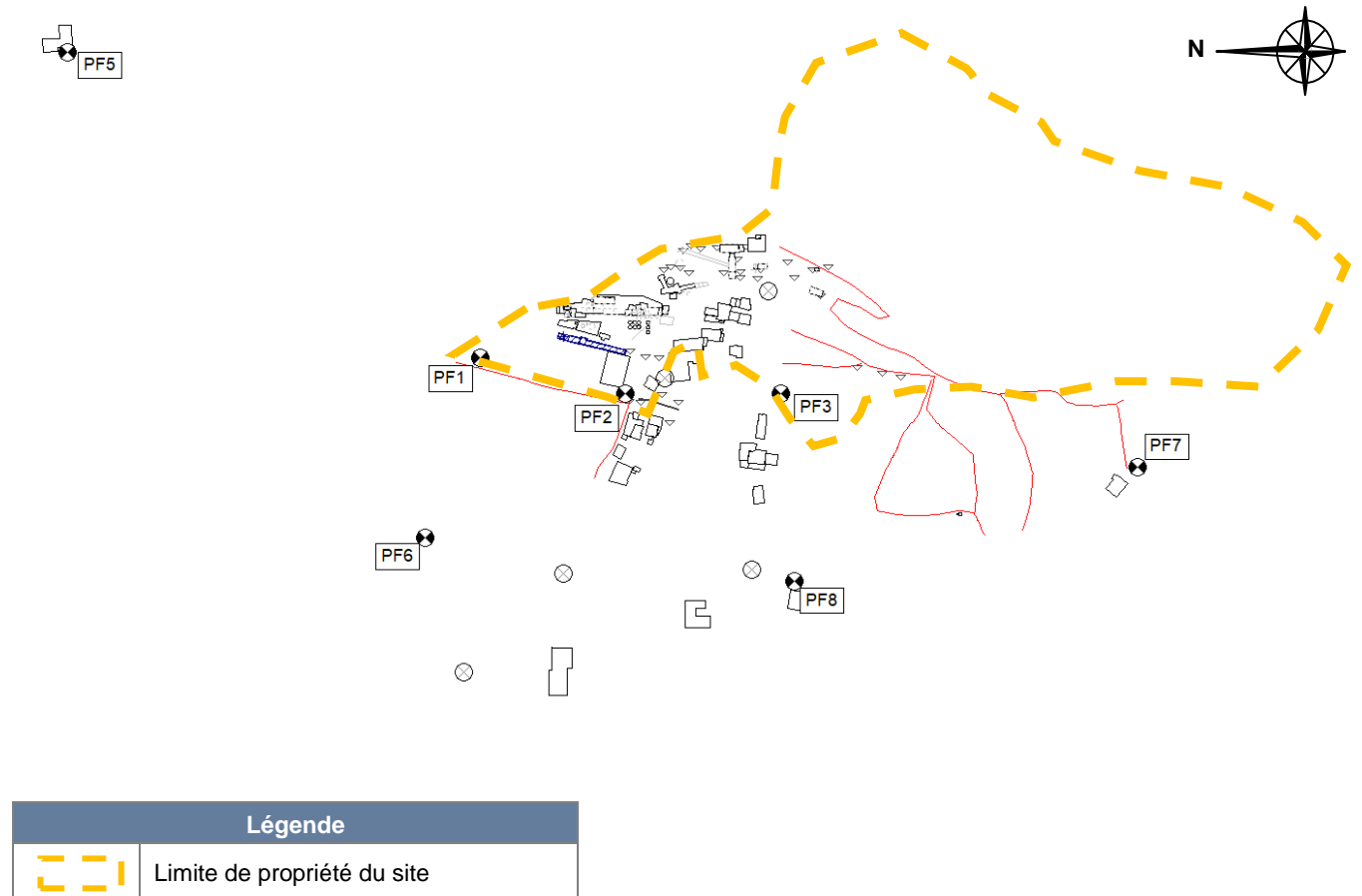
Planche 2 - Vue 3D Sud-Est



## 2.3. POINTS DE CALCUL

La planche suivante illustre les points de calcul retenus pour l'analyse de l'impact acoustique du projet. Les points ont été numérotés de la même manière que les points de mesure du bruit, et sont positionnés aux mêmes endroits.

Planche 3 - Points de calcul



## 2.4. RÉSULTATS DE CALCUL

### 2.4.1. Analyse en ZER

Le tableau suivant présente les résultats de calcul pour tous les points de calcul en ZER, avec l'analyse d'émergence qui en découle. La valeur du bruit ambiant futur est calculée comme somme logarithmique de la contribution sonore des activités modélisées et du bruit ambiant actuel. Les émergences sont calculées par rapport au bruit résiduel. Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

Planche 4 - Résultats et analyse réglementaire en ZER

Réf.	Période	Contribution calculée	Niveau sonore ambiant actuel	Niveau sonore résiduel	Niveau sonore ambiant futur calculé	Émergence sonore calculée	Émergence admissible	Dépassement d'émergence
PF5	Jour	22,0	46,5	45,5	46,5	1,0	5,0	Aucun
	Nuit	22,0	41,5	41,0	41,5	0,5	4,0	Aucun
PF6	Jour	27,0	50,0	48,5	50,0	1,5	5,0	Aucun
	Nuit	27,0	46,0	45,0	46,0	1,0	3,0	Aucun
PF7	Jour	20,0	49,0	47,0	49,0	2,0	5,0	Aucun
	Nuit	20,0	42,5	44,5	42,5	Nulle	4,0	Aucun
PF8	Jour	26,0	52,0	52,5	52,0	Nulle	5,0	Aucun
	Nuit	26,0	47,5	48,0	47,5	Nulle	3,0	Aucun
PF2	Jour	39,5	53,5	47,0	53,5	6,5	5,0	+ 1,5
	Nuit	39,5	50,0	46,0	50,0	4,0	3,0	+ 1,0

#### Commentaires :

- ▶ La contribution sonore du projet est négligeable par rapport aux niveaux sonores résiduels et aux niveaux sonores ambiant (écart de plus de 15 dB(A)). Les niveaux sonores ambiant futurs restent inchangés par rapport à la situation existante, en tous points de contrôle.
- ▶ Concernant le point PF2, des légers dépassements d'émergence sont calculés pour les périodes jour et nuit. Pour rappel, ce point ne fait pas l'objet d'un contrôle d'émergence dans les campagnes de suivi de l'impact acoustique de l'usine. De plus, ces dépassements dépendent du fonctionnement de l'usine existante. Ils pourront faire l'objet d'une analyse spécifique, indépendante du projet de biomasse.
- ▶ En conclusion, sur la base des hypothèses retenues, l'impact acoustique du projet est négligeable par rapport à celui de l'usine existante et n'engendre aucun dépassement du critère d'émergence aux points de contrôle en ZER.

## 2.4.2. Analyse en limite de propriété

Le tableau suivant présente les résultats de calcul pour tous les points de calcul en limite de propriété, avec l'analyse d'émergence qui en découle. La valeur du bruit ambiant futur est calculée comme somme logarithmique de la contribution sonore des activités modélisées et du bruit ambiant actuel. Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

**Planche 5** - Résultats et analyse réglementaire en limite de propriété

Ref.	Période	Niveau sonore en dB(A)				Dépassement
		Contribution calculée	Ambiant actuel	Ambiant futur calculé	Limite autorisée	
PF1	Jour	35,5	53,5	53,5	65,0	Aucun
	Nuit	35,5	51,0	51,0	60,0	Aucun
PF2	Jour	39,5	63,5	63,5	65,0	Aucun
	Nuit	39,5	55,0	55,0	60,0	Aucun
PF3	Jour	29,0	57,0	57,0	65,0	Aucun
	Nuit	29,0	54,5	54,5	60,0	Aucun

### Commentaires :

- ▶ La contribution sonore du projet est négligeable par rapport aux niveaux sonores résiduels et aux niveaux sonores ambiant (écart de plus de 15 dB(A)). Les niveaux sonores ambiant futurs restent inchangés par rapport à la situation existante.
- ▶ La situation réglementaire reste inchangée et aucun dépassement des limites autorisées n'est constaté.

# 3 CONCLUSION

Cette étude présente les résultats de l'étude d'impact acoustique du projet biomasse du site LHOIST de La Buisse (39).

Les niveaux sonores de référence sont issus des campagnes de mesures acoustiques effectuées entre 2011 et 2020.

Les données d'entrée du projet en phase AVP ont été mises à disposition sous a forme de descriptif des installation, plan de synthèse, synoptique et liste des puissances installées. Sur la base de l'analyse de ces données et de notre base de données interne, nous avons estimé les puissances acoustiques des installations.

Les résultats de l'étude, montrent que :

- ▶ L'impact acoustique du projet est négligeable aux points de contrôle par rapport aux niveaux sonores actuels (écart supérieure à 15 dB(A)).
- ▶ En limite de propriété et en ZER, aucun dépassement des seuils réglementaires attribuable au projet n'est constaté.
- ▶ Sur la base des données d'entrée disponibles à ce stade et des hypothèses complémentaires prises en compte, aucune mesure de réduction n'est nécessaire.

Cette étude d'impact acoustique n'est pas une étude de conception. Les données, hypothèses et les résultats ici présentés devront faire l'objet de vérification et mise à jour en phase de conception.

# A1 Extrait de l'arrêté préfectoral

## 14.1 Bruits

14.1.1. Les installations sont construites, équipées et exploitées de façon à ce que leur fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solide susceptible de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou de constituer une nuisance pour celui-ci.

14.1.2 Les prescriptions de l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997 sont applicables. Les niveaux de bruit admissibles en limite de propriété et les émergences admissibles dans les zones à émergence réglementée, ainsi que la périodicité et l'emplacement des mesures, sont fixés dans le tableau suivant.

### 14.1.3 VALEURS LIMITES

Les émissions sonores engendrées par l'ensemble des activités exercées à l'intérieur de l'établissement, y compris celles des véhicules et engins ne doivent pas dépasser les valeurs définies dans le tableau suivant :

PERIODE	NIVEAUX DE BRUIT ADMISSIBLES EN LIMITE DE PROPRIETE	VALEUR ADMISSIBLE DE L'EMERGENCE DANS LES ZONES A EMERGENCE REGLEMENTEE	
		bruit ambiant entre 35 et 45 dBA	bruit ambiant supérieur à 45 dBA
Jour : 7h à 22h sauf dimanches et jours fériés	65 dBA	6	5
Nuit : 22h à 7 h ainsi que les dimanches et jours fériés	60 dBA	4	3

14.1.4 – Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'établissement et susceptibles de constituer une gêne pour le voisinage sont conformes à la réglementation en vigueur et notamment aux dispositions du décret n° 95-79 du 23 janvier 1995.

14.1.5 – L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs sonores, haut-parleurs,...) gênant pour le voisinage est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention et au signalement d'incidents graves ou d'accidents ou la sécurité des personnes.

### 14.1.6 – CONTROLES DES EMISSIONS SONORES

- Une cartographie des bruits sera établie afin de déterminer les sources sonores.

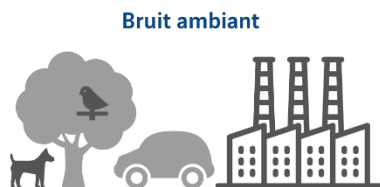
- Une mesure du niveau de bruit et de l'émergence doit être effectuée au moins tous les 3 ans par une personne ou un organisme qualifié choisi après accord de l'inspecteur des installations classées.
- Cette mesure doit être effectuée selon la méthode fixée à l'annexe de l'arrêté ministériel du 23.01.1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement.

Elle sera effectuée en limite de propriété et dans les zones à émergence réglementée.

## Synthèse de l'arrêté du 23 janvier 1997

Respect d'un critère d'émergence dans les Zones à Emergence Réglementée (ZER), variable en fonction de la période et du niveau de bruit ambiant.

**L'émergence est définie comme la différence entre les niveaux de bruit ambiant et niveaux de bruit résiduel :**



**Exigences en limite de propriété :**

Niveaux de bruit en limite de propriété de l'installation industrielle, fixés par la loi. Ils permettent de respecter les limites d'émergence en ZER. Ces niveaux ne doivent pas excéder :



**JOUR**  
70dB(A)



**NUIT**  
60dB(A)

Sauf si le bruit résiduel est supérieur à cette limite.

Niveau de bruit ambiant	Emergence admissible entre 7h et 22h, sauf dimanches et jours fériés	Emergence admissible entre 22h et 7h, ainsi que les dimanches et jours fériés
Entre 35 dB(A) et 45 dB(A) inclus	6 dB(A)	4 dB(A)
> 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

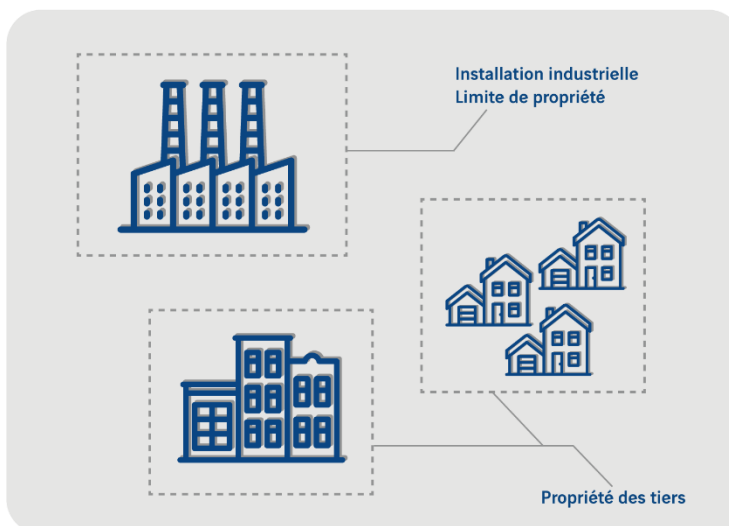
**Zones à émergence réglementée (ZER) :**

- Habitations existantes
- Zones constructibles
- Futures habitations construites en zones constructibles

**Définition des indicateurs de niveaux de bruit :**

- $L_{Aeq}$  : niveau sonore équivalent sur la période de mesure, moyenne du bruit mesuré.
- $L_{50}$  : niveau acoustique fractile, dépassé pendant au moins 50% de la période de mesure.

Si  $(L_{Aeq} - L_{50}) > 5$  dB(A), on retient l'indicateur  $L_{50}$ .  
Sinon, c'est le  $L_{Aeq}$  qui est retenu.



**Particularités :**

- Prise en compte des tonalités marquées.
- Si l'arrêté d'autorisation concerne la modification d'une installation existant au 1er juillet 1997, dont la limite de propriété se situe à moins de 200m des ZER, il peut prévoir que les valeurs admissibles d'émergence ne s'appliquent qu'au-delà d'une distance donnée de la limite de propriété. Cette distance ne peut excéder 200m.
- Conformité aux dispositions en vigueur concernant les véhicules de transport, matériels de manutention et engins de chantiers.
- Utilisation d'appareils de communication par voie acoustique uniquement pour la prévention et la sécurité.
- Mesures effectuées conformément à l'annexe de l'arrêté (se référant à la norme NFS 31-010)



# A2 État initial acoustique


Le tableau ci-dessous présente l'évolution des niveaux sonores depuis 2011 pour les 4 points de mesure en ZER.

Les valeurs de 2021 sont exclues de l'analyse en raison des phénomènes parasites trop importants. Les valeurs sont arrondies à 0,5 dB(A).

		Niveau sonore $L_{Aeq}$ en dB(A)					Moyenne retenue
		2011	2014	2017	2020	2021	
<b>PF5</b>							
Ambiant	Usine jour	44,5	46,5	45,0	50,0	55,5	46,5
	Usine nuit	41,5	41,0	42,5	41,0	55,0	41,5
Résiduel	Jour	45,5	45,0	45,5	46,5	55,5	45,5
	Nuit	39,5	41,0	42,5	40,5	55,0	41,0
<b>PF6</b>							
Ambiant	Usine jour	49,0	51,5	48,5	50,5	52,0	50,0
	Usine nuit	46,5	44,5	46,5	45,5	48,5	46,0
Résiduel	Jour	48,5	46,0	50,0	49,0	53,0	48,5
	Nuit	46,0	44,0	45,0	44,0	48,0	45,0
<b>PF7</b>							
Ambiant	Usine jour	50,5	47,5	48,0	50,0	49,0	49,0
	Usine nuit	46,5	39,0	41,5	42,0	41,0	42,5
Résiduel	Jour	47,0	46,5	46,0	49,0	50,5	47,0
	Nuit	46,0	42,5	45,0	43,5	41,0	44,5
<b>PF8</b>							
Ambiant	Usine jour	52,5	51,0	52,0	52,5	52,5	52,0
	Usine nuit	49,5	45,5	47,0	47,5	47,5	47,5
Résiduel	Jour	54,0	51,0	52,5	52,0	52,0	52,5
	Nuit	51,0	46,0	47,0	48,5	47,0	48,0

Résultats des mesures en limite de propriété de janvier 2020.

Ref.	Période	Niveau sonore ambiant en dB(A)
PF1	Jour	52,5
	Nuit	51,0
PF2	Jour	59,0
	Nuit	52,0
PF3	Jour	55,5
	Nuit	52,5

	<b>Fiche de présentation des résultats de mesures</b>	
	Selon la norme NFS-31-010	
	Référence réglementaire en vigueur :	Arrêté du 23 janvier 1997

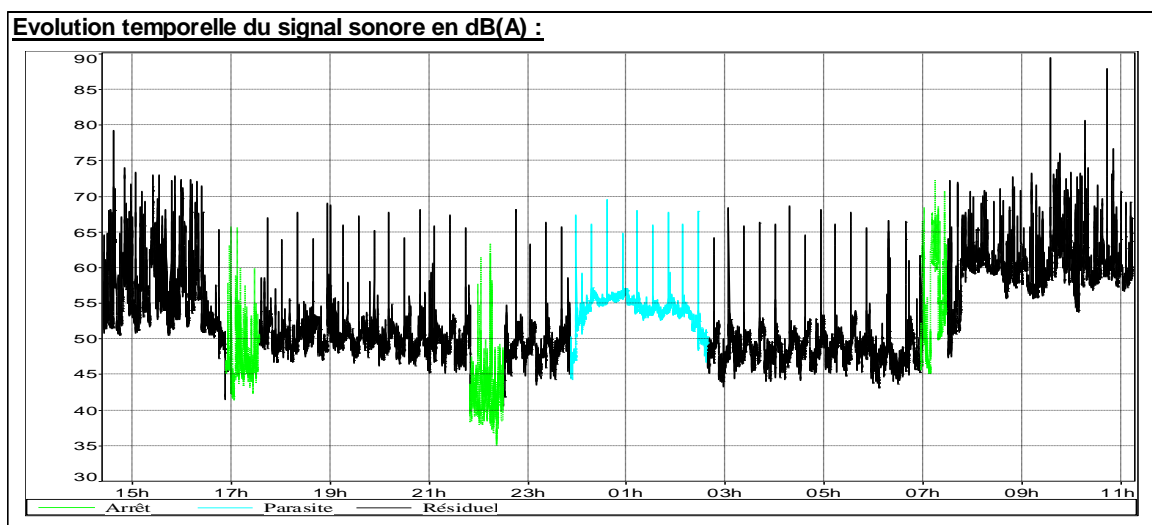
<h1>PF2</h1>	<p><i>Emplacement</i> : Ldp Ouest, portail  <i>Adresse</i> : LHOIST          38500 La Buisse</p> <p><i>Exposition</i> : Champ libre  <i>Hauteur</i> : 1,5m  <i>GPS</i> : 45,3303°N 5,62534°E</p>
<b>Bruit résiduel (installations à l'arrêt)</b>	

**Protocole de mesures :**

<i>Intervenant</i> : FORESTIER Maxime	<i>Période de mesures</i> : Du mercredi 22 janvier 2020 à 14:20
<i>Sonomètre</i> : Solo18	au jeudi 23 janvier 2020 à 11:18
<i>Mesures</i> : En continu - LAeq courts (≤10s)	

**Résultats de mesures en dB(A) :**

Périodes	Météo	LAeq	L95	L90	L50	L10	L5
Diurne		<b>56,4</b>	41,3	42,6	<b>47,0</b>	60,7	64,1
Nocturne		<b>45,8</b>	37,9	38,6	<b>42,4</b>	47,4	49,0



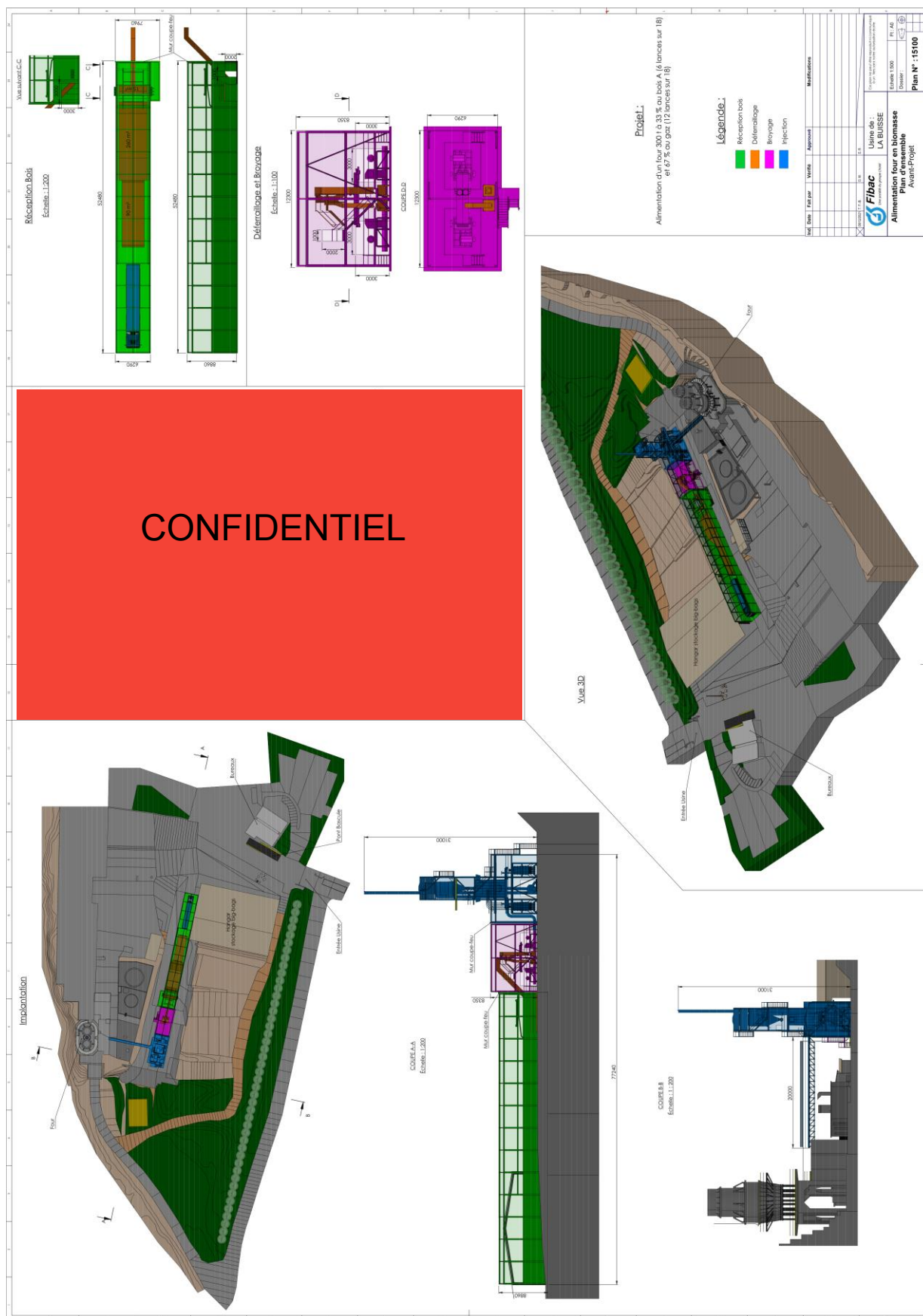
**Ecoute active sur site :**

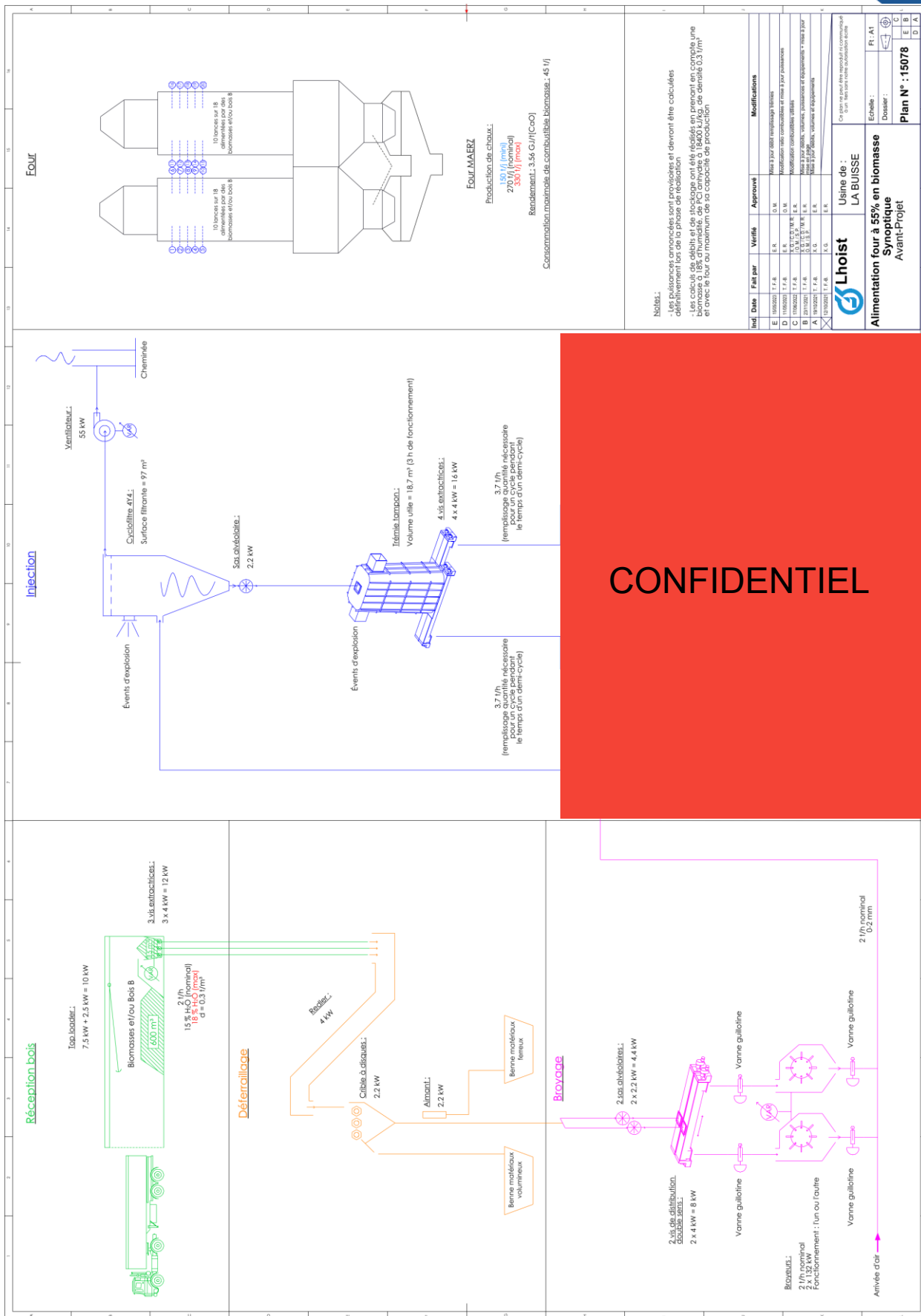
Sources de bruit	Jour	Nuit
Cascade	+	+
Trafic routier	++	++

**Légende :** +++ : Très Perceptible   ++ : Perceptible   + : Peu Perceptible   NP : Non Perceptible

**Indices retenus : LAeq pour la période diurne, L50 pour la période nocturne**

# A3 Extrait des plans du projet





# A4 Données d'émission acoustique

ZONE	ÉQUIPEMENT	Q.té	Lw unitaire dB(A)	Lw installation dB(A)	Lp intérieur dB(A)
RÉCEPTION / STOCKAGE	Top loader	1	85	96	85
	Vis extractrice	3	75		
DÉFERRAILLAGE	Redler	1	80	96	85
	Crible	1	95		
	Aimant	1	85		
BROYAGE	Sas alvéolaire	2	85	99	90
	Vis de distribution double sens	2	75		
	Vanne guillotine	2	75		
	Broyeur (1/2 en fonctionnement)	2	95		
	Vanne guillotine (1/2 en fonctionnement)	2	75		
INJECTION	Cyclofiltre	1	90	100	92
	Ventilateur	1	90		
	Cheminées (avec silencieux)	1	80		
	Sas alvéolaire	1	85		
	Vis extractrice (silo tampon)	4	75		
	Vanne papillon	2	75		
	Filtre (1 manche)	2	80		
	Vis injection	12	75		
	Ventilateurs pour vis d'injection	2	80		
	Vanne à manchon	12	75		
	Ventilateurs pour surpresseurs	2	85		
	Surpresseur (1/2 en fonctionnement)	2	95		

## **Annexe 4. Volet Sanitaire**

Cette annexe contient 150 pages.



# CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

## PJ04 – Annexe 4 de l'étude d'impact – Volet sanitaire

Rapport

Réf : CACICE212758/ RACI04733-03

AMBE / CV / OL


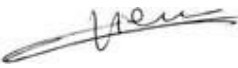




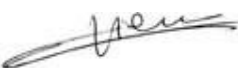
18/10/2023



## CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Lieu-dit « Les thermes », La Buisse (38)

PJ04 – Annexe 4 de l'étude d'impact – Volet sanitaire

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	22/07/2022	01	A. BERTRAND 	C. VIENNE 	O. LLONGARIO 
Rapport retour DREAL	17/08/2023	02	A. BERTRAND 	C. VIENNE 	
Rapport reprise client	18/10/2023	03	A. BERTRAND 	C. VIENNE 	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACICE212758/ RACI04733-03
Numéro d'affaire :	A57562
Domaine technique :	IC06



# SOMMAIRE

<b>RESUME TECHNIQUE .....</b>	<b>7</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>10</b>
<b>1. Étape 1 : Évaluation des émissions atmosphériques liées au projet....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Localisation du projet CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD &amp; COTTE .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Activités du site et du projet .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Caractérisation des émissions atmosphériques du projet.....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Rejets canalisés existants .....	13
1.3.2 Rejets canalisés associés au projet .....	14
1.3.3 Émissions diffuses et fugitives du projet .....	20
1.3.4 Synthèse des émissions atmosphériques du projet .....	20
<b>2. Étape 2 : Évaluation des enjeux et des voies d'exposition .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Délimitation de la zone d'étude.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Contexte environnemental .....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Conditions météorologiques.....	23
2.2.2 Topographie et rugosité .....	25
<b>2.3 Caractérisation des populations et des usages.....</b>	<b>26</b>
2.3.1 Description de la population .....	26
2.3.2 Occupation des sols .....	30
2.3.3 Synthèse des populations et des usages concernés .....	33
<b>2.4 Choix des substances d'intérêt .....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Potentiel de transfert.....	34
2.4.2 Toxicité des composés.....	34
2.4.3 Traceurs de risque .....	37
2.4.4 Traceurs d'émission .....	38
<b>2.5 Conceptualisation de l'exposition .....</b>	<b>39</b>
2.5.1 Les sources de danger.....	39
2.5.2 Les voies d'exposition .....	39
2.5.3 Cibles et durée d'exposition .....	39
2.5.4 Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel .....	39
<b>3. Étape 3 : Évaluation de l'état des milieux – site existant .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1 Objectifs .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Caractérisation des milieux.....</b>	<b>43</b>
3.2.1 Substances et milieux pertinents.....	43
3.2.2 Localisation des points de mesure .....	45
3.2.3 Données existantes.....	46
3.2.4 Surveillance par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes .....	46
3.2.5 Surveillance des retombées atmosphériques.....	46
3.2.6 Campagne de mesures complémentaires.....	48
<b>3.3 Evaluation de la compatibilité des milieux .....</b>	<b>49</b>
3.3.1 Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation.....	50
3.3.2 Evaluation de la compatibilité des milieux.....	53
<b>4. Étape 4 : Evaluation prospective des risques sanitaires – site futur ....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 Identification des dangers.....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 Évaluation des relations dose-réponse .....</b>	<b>57</b>
4.2.1 Les valeurs toxicologiques de référence .....	57
4.2.2 Choix des VTR .....	58
<b>4.3 Évaluation des niveaux d'expositions par modélisation .....</b>	<b>60</b>
4.3.1 Substances retenues .....	60
4.3.2 Estimation des concentrations dans les milieux d'exposition .....	60
4.3.3 Calcul des niveaux d'exposition .....	67
<b>4.4 Caractérisation des risques sanitaires .....</b>	<b>68</b>

4.4.1	Méthodologie de calcul des risques .....	68
4.4.2	Caractérisation des risques pour les effets à seuil .....	69
4.4.3	Caractérisation des risques pour les effets sans seuil .....	73
<b>4.5</b>	<b>Synthèse de l'évaluation des risques .....</b>	<b>75</b>
<b>4.6</b>	<b>Comparaison aux valeurs de gestion .....</b>	<b>76</b>
<b>4.7</b>	<b>Discussion des incertitudes.....</b>	<b>77</b>
4.7.1	Evaluation des émissions de l'installation .....	77
4.7.2	La modélisation atmosphérique .....	77
4.7.3	Choix des substances d'intérêt retenues .....	78
4.7.4	Spéciation des HAP et des métaux.....	79
4.7.5	Valeurs toxicologiques de référence .....	80
4.7.6	Durée d'exposition .....	82
4.7.7	Non prise en compte du bruit de fond .....	84

<b>CONCLUSIONS .....</b>	<b>85</b>
--------------------------	-----------

## TABLEAUX

Tableau 1 : Emissions de poussières par les broyeurs existants .....	13
Tableau 2 : Substances mesurées en sortie de cheminée du four en fonctionnement actuel.....	13
Tableau 3 : Caractéristiques des rejets canalisés retenus.....	15
Tableau 4 : Détail des mélanges des combustibles envisagés dans le cadre du projet.....	16
Tableau 5 : VLE (mg/m <sup>3</sup> ) retenus pour les différents mélanges.....	16
Tableau 6 : Répartition des COVNM.....	18
Tableau 7 : Répartition des métaux.....	19
Tableau 8 : Répartition des HAP .....	20
Tableau 9 : Synthèse des flux retenus pour l'étude de risques du projet biomasse.....	21
Tableau 10. Chiffres clés des communes de l'aire rapprochée .....	28
Tableau 11. Nombre d'ERP sensibles dans un rayon de 3 km autour du site.....	29
Tableau 12 : Usages des milieux .....	33
Tableau 13 : Toxicité des composés.....	36
Tableau 14 : Synthèse des traceurs de risque retenus.....	38
Tableau 15 : Valeur de référence disponibles pour les traceurs d'émissions .....	38
Tableau 16 : Voies de transfert considérées en fonction des usages identifiés, pour les composés rejetés à l'atmosphère .....	40
Tableau 17 : Substances et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux .....	44
Tableau 18 : Description des points de mesures .....	45
Tableau 19 : Concentrations PM10 / NO <sub>2</sub> sur la station ATMO de Voiron (µg/m <sup>3</sup> ).....	46
Tableau 20 : Résultats de la surveillance des retombées de poussières (mg/m <sup>2</sup> /j) autour du site.....	47
Tableau 21 : Paramètres météorologiques relevés au cours de la campagne de mesure.....	49
Tableau 22 : Concentrations mesurées (µg/m <sup>3</sup> ) dans l'air ambiant .....	50
Tableau 23 : Comparaison des résultats aux valeurs de référence – sols superficiels .....	52
Tableau 24 : Comparaison des milieux dégradés aux valeurs de gestion.....	53
Tableau 25 : Valeurs de gestion pour les sols .....	54
Tableau 26 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM (MEDD, 2007).....	55
Tableau 27 : Quantification partielle des risques pour les milieux dégradés ou pour les composés dans l'air ne présentant pas de valeur de gestion.....	55
Tableau 28 : Quantification partielle des risques pour les composés dans le sol ne présentant pas de valeur de gestion. ....	55
Tableau 29 : Synthèse des VTR retenues.....	59
Tableau 30 : Paramètres utilisés dans ADM5 pour la modélisation.....	61
Tableau 31 : Description des points récepteurs .....	63
Tableau 32 : Concentrations Modélisées aux points récepteurs – sources futures (µg/m <sup>3</sup> ).....	64
Tableau 33 : Concentrations Modélisées aux points récepteurs – broyeurs existants (µg/m <sup>3</sup> ) .....	64

Tableau 34 : Retombées atmosphériques modélisées aux points récepteurs ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ).....	65
Tableau 35 : Synthèse des organes cibles critiques .....	69
Tableau 36 : Quotients de danger par substance au récepteur R4 .....	71
Tableau 37 : Quotients de danger par substance au récepteur R4 .....	72
Tableau 38 : Excès de risque individuel par substance au récepteur R4 .....	73
Tableau 39 : Excès de risque individuel par substance au récepteur R4 .....	74
Tableau 40 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire .....	75
Tableau 41 : Comparaison des valeurs modélisées au point récepteur le plus impacté avec les valeurs guides.....	76
Tableau 42 : Représentativité des données relatives à la quantification des émissions de l'installation .....	77
Tableau 43 : Qualité des données d'entrée du modèle.....	78
Tableau 44 : Comparaison des répartitions des métaux théoriques du projet et celles mesurées existantes en rejet du four .....	79
Tableau 45 : Comparaison des répartitions des métaux théoriques du projet et celles mesurées existantes en rejet du four .....	79
Tableau 46. Listes des traceurs de risques majeurs de l'activité du site – Inhalation .....	80
Tableau 47. Listes des traceurs de risques majeurs de l'activité du site – Ingestion .....	81
Tableau 48 : Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour (population rurale).....	82

## FIGURES

Figure 1 : Localisation du site.....	12
Figure 2 : Localisation des rejets canalisés.....	15
Figure 3 : Rose des vents du site 2020 - 2022.....	24
Figure 4 : Températures et Précipitations moyennes.....	24
Figure 5 : Relief de la zone.....	25
Figure 6 : Rugosité de la zone.....	26
Figure 7 : Communes limitrophes au site d'étude .....	27
Figure 8: Localisation des zones habitées les plus proches .....	28
Figure 9 : Localisation des ERP dans un rayon de 3 km autour du site .....	29
Figure 10 : Occupation des sols .....	30
Figure 11 : Zones de culture.....	31
Figure 12 : Localisation des exploitations agricoles .....	32
Figure 13 : Localisation des sites industriels de la zone .....	33
Figure 14 : Schéma conceptuel.....	41
Figure 15 : Étapes et critères de l'IEM .....	43
Figure 16 : Localisation des points de mesures IEM.....	45
Figure 17 : Réseau de surveillance des retombées de poussières autour du site.....	47
Figure 18 : Localisation des points récepteurs du modèle .....	62
Figure 19 : Concentrations atmosphériques modélisées en NOx ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	66
Figure 20 : Concentrations atmosphériques modélisées en PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	66

## ANNEXES

- Annexe 1. Flux détaillés par source en kg/an
- Annexe 2. Choix des traceurs de risque
- Annexe 3. Méthodologie de la campagne de mesures complémentaires
- Annexe 4. Fiches de Prélèvement
- Annexe 5. PV d'analyse
- Annexe 6. Valeurs de référence
- Annexe 7. Principaux généraux de calculs d'IEM
- Annexe 8. Présentation du logiciel ADMS
- Annexe 9. Hypothèses et détails des calculs des doses d'exposition

## RESUME TECHNIQUE

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE exploite sur la commune de la Buisse en Isère (38) une usine de production de chaux vive. Le four à chaux de l'usine est alimenté par du gaz .

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE souhaite désormais co-incinérer de la biomasse et du bois B en substitution partielle au gaz. L'élaboration de ce projet nécessite de réaliser un dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE).

Dans ce cadre, GINGER BURGEAP a été mandaté par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE pour réaliser entre autres, le volet sanitaire du dossier selon la démarche intégrée définie dans le guide de l'INERIS d'août 2013 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées », conforme à la [circulaire du 9 août 2013](#) relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Afin d'atteindre les objectifs fixés et de répondre aux demandes de la DREAL, les outils méthodologiques ont été appliqués dans 4 étapes successives :

- Évaluation des émissions de l'installation ;
- Évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- Évaluation de l'état des milieux ;
- Évaluation prospective des risques sanitaires

### Évaluation des émissions de l'installation

Les rejets canalisés (le four, et les dépoussiéreurs des broyeurs existants et futurs) ont été considérés. Les flux annuels sont estimés à partir des VLE du scénario de fonctionnement le plus majorant en termes d'émissions.

### Évaluation des enjeux et conceptualisation de l'exposition

Le site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE est implanté dans une zone rurale, avec peu d'activités industrielles. Les premières habitations se situent à moins de 100 m des limites du site.

La description des dangers potentiels présentés par les polluants émis par le site et l'identification des relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers propres à ces polluants nous a conduits au choix des substances traceurs d'intérêt sanitaire.

Les substances, présentant des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR), et retenues en traceurs de risque sont les suivantes :

- Benzène ;
- Ethylbenzène ;
- Xylène ;
- Ammoniac ;
- Formaldéhyde ;
- Acétaldéhyde
- Naphtalène ;
- Antimoine ;
- Arsenic ;
- Cadmium ;
- Cobalt ;
- Cuivre ;
- Manganèse ;
- Mercure ;
- Nickel ;
- Plomb ;
- Vanadium ;
- Chrome VI ;
- Benzo(a)pyrène eq. ;
- Dioxines et Furanes ;
- Acide Chlorhydrique ;
- Acide Fluorhydrique.

Ces traceurs seront intégrés dans les calculs de risques sanitaires. Deux voies d'exposition ont été étudiées : inhalation et ingestion en relation avec les milieux air, sols, végétaux, et animaux.

En complément des traceurs de risques précédemment retenus, les poussières, les NO<sub>x</sub> et le SO<sub>2</sub> ont été retenus comme traceurs d'émissions. Ces polluants ne disposent pas de VTR, mais des valeurs de gestion. Les niveaux modélisés seront comparés à ces valeurs de gestion.

### Évaluation de l'état des milieux

La campagne de mesures menée par GINGER BURGEAP en complément de la surveillance annuelle des retombées de poussières a permis de mettre en évidence :

- Pour le milieu « air » que :
  - Une dégradation du milieu est observée pour les PM10, le Xylène, le Formaldéhyde, l'Acétaldéhyde, le NO<sub>2</sub>, le NH<sub>3</sub> et l'HCl sur un ou plusieurs points de la zone d'étude ;
  - Pour ces substances, l'état des milieux est compatible avec les usages identifiés ;
- Pour le milieu « sol » que :
  - Une dégradation du milieu est observée pour le Manganèse, le Nickel, le Vanadium, l'Antimoine, le Cobalt, l'Arsenic, le Cuivre, l'Acénaphthylène, le Phénanthrène, le Benzo(b)fluoranthène, le Benzo(k)fluoranthène, le Benzo(a)pyrène, le Dibenz(ah)anthracène, et l'Indénopyrène, les Dioxines et Furanes pour un ou plusieurs points de la zone d'étude.
  - L'état des milieux est compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des substances mesurés à l'exception de l'Arsenic pour lequel les niveaux mesurés conduisent à une incertitude quant à la compatibilité du milieu. Néanmoins, nous notons que les niveaux mesurés demeurent dans la gamme des niveaux de référence en France.

### Évaluation des risques sanitaires

L'étude a ainsi permis de montrer que les risques sanitaires chroniques induits par les rejets atmosphériques du projet sont non significatifs pour les riverains présents autour des futures installations, selon le fonctionnement retenu basé sur les Valeurs Limites à l'Emission du scénario de fonctionnement les plus majorant. Il est admis que le site ne fonctionnera pas en continu selon ce scénario, mais fonctionnera aussi une partie du temps avec les autres scénarii moins émissifs.

Le risque sanitaire est principalement lié à l'inhalation de Manganèse, d'Arsenic, et de HCl pour les effets à seuil, de Benzène et de Chrome VI pour les effets sans seuil, et à l'ingestion de Dioxines pour les effets à seuil et d'Arsenic pour les effets sans seuil.

Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Inhalation
Effets à seuil	R4	QD sommé maximum	0.05
		Déterminants du risque	Mn, As, HCl
Effets sans seuil	Adultes R4	ERI sommé maximum	9.2E-07
		Déterminant du risque	Cr VI, Benzène

Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Ingestion
Effets à seuil	Enfants R4	QD sommé maximum	0.13
		Déterminants du risque	Dioxines
Effets sans seuil	Vie Entière R4	ERI sommé maximum	3.9E-08
		Déterminants du risque	As

La prise en compte de la pollution de fond, déterminée lors de l'évaluation de l'état des milieux, n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de cette évaluation prospective du risque sanitaire, tout comme les différentes hypothèses retenues (quantification des émissions, choix des substances, valeurs toxicologiques de référence, ...).

## Introduction

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE exploite sur la commune de la Buisse en Isère (38) une usine de production de chaux vive. Le four à chaux de l'usine est alimenté par du gaz.

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE souhaite désormais co-incinérer de la biomasse et du bois B en substitution partielle au gaz. L'élaboration de ce projet nécessite de réaliser un dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE).

Dans ce cadre, GINGER BURGEAP a été mandaté par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE pour réaliser entre autres, le volet sanitaire du dossier selon la démarche intégrée définie dans le guide de l'INERIS d'août 2013 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées », conforme à la [circulaire du 9 août 2013](#) relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Le volet sanitaire de l'étude d'impact définie par l'article 122-5 du Code de l'environnement vise à apprécier les effets (impacts) potentiellement induits par une installation en activité ou en projet sur la santé des populations voisines.

### Ce volet sanitaire portera sur les installations modifiées par le projet.

L'analyse des effets sur la santé s'intègre dans le cadre d'une démarche intégrée IEM<sup>1</sup>/EQRS<sup>2</sup> qui vise à apporter des éléments d'appréciation pour la gestion des émissions de l'installation classée et de son impact sur l'environnement. Elle a pour objectifs :

- d'identifier les principales substances émises par l'installation ;
- d'identifier les principales voies de transfert de ces substances dans l'environnement et les éventuels mécanismes de contamination des populations ;
- d'identifier les zones particulièrement impactées et les enjeux à surveiller (école, zone de baignade ou de pêche, etc.).

Afin d'atteindre les objectifs fixés, les outils méthodologiques sont appliqués dans 4 étapes successives :

- **Étape 1** : évaluation des émissions de l'installation ;
- **Étape 2** : évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- **Étape 3** : évaluation de l'état des milieux ;
- **Étape 4** : évaluation prospective des risques sanitaires.

L'évaluation (quantitative) des émissions de l'installation Carrières et Chaux Balthazard & Cotte est l'étape préalable et indispensable à l'étude d'impact de l'installation (**étape 1**). Elle consiste à décrire toutes les sources de composés présentes sur l'installation et à caractériser leurs émissions, pour un fonctionnement normal [sur la base des valeurs limites à l'émission \(VLE\)](#), pour les émissions atmosphériques (canalisées et diffuses).

L'évaluation des enjeux et des voies d'exposition (**étape 2**) permet d'établir le schéma conceptuel de l'exposition des cibles aux émissions des installations concernées par le site, à travers les relations entre :

- Sources de pollution et substances émises ;
- Les différents milieux et vecteurs de transfert ;
- Les cibles dans les milieux d'exposition identifiées à partir des usages recensés.

<sup>1</sup> IEM : Interprétation de l'état des milieux

<sup>2</sup> EQRS : Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires



L'évaluation de l'état actuel des milieux autour de l'installation (**étape 3**) doit permettre de fixer des priorités pour la suite de l'étude et pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel. Cette étape se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation et des travaux de modélisation de l'impact des sources.

Enfin, l'impact sanitaire sera évalué au travers de calculs de risques (**étape 4**).

Les principaux documents utilisés pour mener à bien cette étude sont :

- La circulaire du 9 Août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation
- Le guide de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées d'août 2013 mise à jour en Septembre 2021 » ;
- Le guide méthodologique de l'Institut National d'Etudes des Risques Industriels et Sanitaires (INERIS) « Evaluation des risques sanitaires dans l'étude d'impact des installations classées » de juin 2003 ;
- Le guide de l'InVS, 2000 - Analyse du volet sanitaire des études d'impact (guide de lecture) ;
- Le guide du MEDD, 2007 - La démarche d'Interprétation d'Etat des Milieux ;
- Le guide de l'INERIS « Surveillance dans l'air autour des installations classées - retombées des émissions atmosphériques - Impact des activités humaines sur les milieux et la santé » de 2016 mis à jour en Décembre 2021;
- La note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

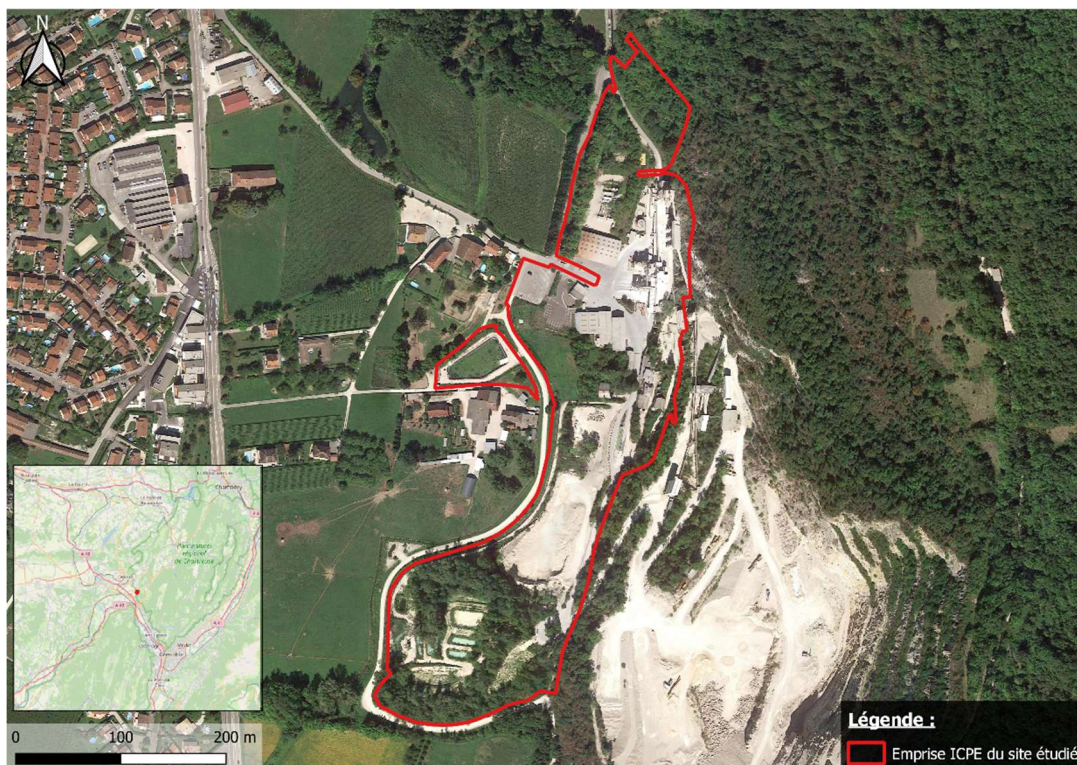
## 1. Étape 1 : Évaluation des émissions atmosphériques liées au projet

La caractérisation des émissions est une étape préalable et indispensable à l'étude d'impact du projet. Elle consiste à décrire toutes les sources d'émissions atmosphériques (diffuses et canalisées) considérées dans l'étude et à les caractériser.

### 1.1 Localisation du projet CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE

Le site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE est situé sur la commune de la Buisse dans le département de l'Isère (38). La localisation du site est présentée sur la figure ci-après.

Figure 1 : Localisation du site



### 1.2 Activités du site et du projet

La production de la chaux est assurée actuellement par 1 four de type Maerz fonctionnant au gaz.

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE souhaite désormais co-incinérer de la biomasse et du bois B en substitution partielle au gaz. Par ailleurs dans le cadre de ce projet un broyeur équipé d'un dépoussiéreur sera mis en place pour la biomasse et le bois B.

### 1.3 Caractérisation des émissions atmosphériques du projet

Les données, fournies par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE concernent l'identification et la localisation des rejets atmosphériques.

### 1.3.1 Rejets canalisés existants

Notons que les activités liées à l'exploitation de la carrière sont hors périmètre de la demande d'autorisation.

Les émissions canalisées correspondent aux rejets dans l'atmosphère à l'aide de toute sorte de conduite, canalisation ou tuyauterie. Par conduite, canalisation ou tuyauterie on entend que le diamètre équivalent est raisonnablement inférieur à la longueur de cette conduite.

Les points de rejets atmosphériques canalisés du site dans son fonctionnement actuel sont :

- Le four à chaux en fonctionnement gaz : dont le combustible évoluera dans le projet ;
- Le broyeur secondaire pour la chaux ;
- Le broyeur UF pour la chaux.

Ces rejets font l'objet d'un suivi annuel réglementaire. Les flux annuels d'émissions estimés d'après les mesures de ANECO en 2021 sont présentés dans les tableaux ci-après.

Notons que le HF et les dioxines n'ont pas fait l'objet de mesures conformément à l'arrêté préfectoral du site qui spécifie que « dans le cas d'un fonctionnement au gaz, les paramètres dioxines et furannes, HF, HCl, COT, et métaux, ne sont pas obligatoirement mesurés. »

Les durées de fonctionnement en 2021, retenues pour calculer les flux annuel pour l'ensemble des sources, est de 8 600 heures.

**Tableau 1 : Emissions de poussières par les broyeurs existants**

Rejet	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Flux annuel (kg/an)*	VLE (mg/m <sup>3</sup> )
Broyeur Secondaire	13 710	5.46	644	10
Broyeur UF	10 190	0.91	80	10

\*D'après un fonctionnement de 8 600 heures/an

Source : ANECO, 2021. 216030 E/1

**Tableau 2 : Substances mesurées en sortie de cheminée du four en fonctionnement actuel**

Substance	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Flux annuel (kg/an)*	VLE (mg/m <sup>3</sup> )
<b>Débit (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>33 070</b>		
CO	11.7	3 328	150
NOx	36.6	10 409	100
Poussières <sup>3</sup>	1.7	483	10
COVNM (Benzène)	0.037	10.5	30
HCl	0.12	34.1	10
Cr	0.0022	0.63	
Cu	0.0034	0.97	
Mn	0.01165	3.31	

<sup>3</sup> Ces poussières seront considérées comme des poussières de diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm (PM2.5).

Substance	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Flux annuel (kg/an)*	VLE (mg/m <sup>3</sup> )
Ni	0.002371	0.67	
Pb	0.00263	0.75	
Se	0.00061	0.17	
Sn	0.00122	0.35	
Te	0.000079	0.02	
V	0.000614	0.17	
Zn	0.065511	18.63	
Hg	0.00012	0.03	
Naphtalène	0.001	0.97	
Phénanthrène	0.0008	3.31	
			-

Source : ANECO, 2021. 216030 E/1

Notons que les flux de PCDD et HF ne sont pas mesurés. La mesure de SO<sub>2</sub> était inférieure à la limite de détection.

### 1.3.2 Rejets canalisés associés au projet

Dans le cadre du projet « Biomasse », le four fonctionnera avec un mélange de combustibles (Biomasse, Déchets de type Bois B, et du Gaz). Le projet prévoit également un nouveau rejet : un broyeur pour la biomasse (cf Tableau ci-après).

Le fonctionnement des broyeurs existants n'est pas amené à évoluer.

Le plan suivant localise le four à chaux et nouveaux broyeur ainsi que la localisation des broyeurs existants.

**Figure 2 : Localisation des rejets canalisés**



Les caractéristiques des sources canalisées sont reportées ci-après. Conformément aux informations renseignées par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE, un fonctionnement continu a été considéré.

**Tableau 3 : Caractéristiques des rejets canalisés retenus**

Rejet	Hauteur émission (m)	Diamètre du rejet (m)	Fréquence de fonctionnement (h/an)	Température en rejet (°C)	Vitesse d'émission (m/s)	Débit (Nm <sup>3</sup> /h)
Four à chaux	30	0.8	8600	100	25	40 000
Broyeur Biomasse	31	0.5	8600	Ambiant	20	14 137

Source : Carrières et Chaux Balthazard & Cotte d'après des mesures sur sites existants

Le site prévoit d'utiliser les 3 combustibles (Déchet Bois B, Biomasse, et Gaz) en différentes proportions. Les différents mélanges susceptibles d'être utilisés sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 4 : Détail des mélanges des combustibles envisagés dans le cadre du projet**

Mélange	Proportion de Déchets de Bois B (%)	Proportion de Biomasse (%)	Proportion de Gaz (%)
A (Actuel)	-	-	100
B	-	55	45
C	55	-	45
D	35	20	45
E	-	33	67
F	33	-	67
G	17	17	67

Les flux des différentes substances rejetées à l'atmosphère des rejets canalisés dans le cadre du projet seront estimés à partir des valeurs limites d'émissions (VLE). Les VLE de chacun des mélanges ont été constituées par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE :

- Pour le four à chaux : en se basant sur l'arrêté préfectoral en vigueur pour le site en fonctionnement 100 % gaz et les VLE de l'arrêté Ministériel de 20 Septembre 2002.

Notons également qu'il n'existe pas de VLE pour les HAP dans les arrêtés précités. Les HAP sont pourtant émis lors de processus de combustion de bois ; ils sont également mesurés lors des contrôles annuels des rejets du four en fonctionnement 100 % gaz (Tableau 2). Nous avons donc choisis de les retenir dans le cadre de l'ERS. La VLE retenue est celle de l'arrêté du 15/07/2019 relatif aux chaudières<sup>4</sup>.

**Tableau 5 : VLE (mg/m<sup>3</sup>) retenus pour les différents mélanges**

Substance	Mélange B	Mélange C	Mélange D	Mélange E	Mélange F	Mélange G
<b>VLE construites par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD &amp; COTTE</b>						
Poussières totales	10					
CO	343	95	185	266	117	191
Substances organiques à l'état de gaz ou vapeur en COT	30	19	23	30	24	27
NO <sub>x</sub> (*)	<b>200</b> (vs.320)	155	<b>200</b> (vs. 215)	<b>200</b> (vs. 232)	133	182
SO <sub>x</sub>	50	50	50	50	50	50
HCl	10					

<sup>4</sup> La combustion de bois génère des HAP. En l'absence de VLE et dans une hypothèse majorante, il a été choisi de retenir les HAP malgré tout et de considérer la VLE d'activités en lien avec la combustion de bois

Substance	Mélange B	Mélange C	Mélange D	Mélange E	Mélange F	Mélange G
HF			1			
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V			0.5			
Cd + Tl			0.05			
Hg			0.05			
PCDD/Fs			0.1*10 <sup>-6</sup> ITEQ mg/Nm <sup>3</sup>			
<b>VLE retenues de façon complémentaire</b>						
HAP			0.1			

\*La MTD 45 (tableau 9, PJ57) au titre de l'astérisque 3 donne, dans le cas d'utilisation de la biomasse, un NEA-MTD à 500 mg/Nm<sup>3</sup>. Au regard des conclusions de l'étude des risques sanitaires, l'exploitant propose de limiter la VLE maximale à 200 mg/Nm<sup>3</sup> en sortie du four

- Pour les dépoussiéurs : Arrêté du 23 Mai 2006 2012 relatif aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de de la rubrique 2260.

### ► Répartition des COVnm

En l'absence de mesures de spéciation de COV, nous nous sommes appuyés sur des données bibliographiques<sup>5</sup> qui nous ont permises de répartir les émissions totales de COVnm entre les 20 principaux COV émis par une chaudière biomasse industrielle. Cette décomposition est détaillée dans le tableau ci-après<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> C. Geng, W. Yang, X. Sun, et al., *Emission factors, ozone and secondary organic aerosol formation potential of volatile organic compounds emitted from industrial biomass boilers*, (2019) Journal of Environmental Sciences, <https://doi.org/10.1016/j.jes.2019.03.012>.

<sup>6</sup> Les 20 COV spécifiés ici représentaient dans les travaux de Geng et al. (2019) 70 % des COV totaux émis. La répartition présentée ici est la répartition des 20 COV ramenée à un total de 100 %.

**Tableau 6 : Répartition des COVNM**

COVNM	Proportion
Ethane	3.6%
Propane	2.7%
Éthylène	1.8%
Isoprène	12.6%
Benzène	7.2%
Éthylbenzène	1.8%
m+p xylène	5.4%
Diethylbenzene	8.1%
Formaldéhyde	10.8%
Acétaldéhyde	5.4%
Acétone	9.0%
Butanal	1.8%
Benzaldéhyde	5.4%
Valeraldehyde	5.4%
Hexanal	3.6%
Nonanal	6.3%
Décanal	1.8%
Glyoxal	1.8%
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	3.6%
CCl <sub>3</sub> F	1.8%

### ► Répartition des métaux

La répartition des métaux a été déterminée sur la base d'une étude réalisée par l'ADEME sur les émissions moyennes de chaudières biomasse<sup>7</sup>. Le tableau suivant présente cette répartition. Nous discuterons en incertitude de cette répartition vis-à-vis de la répartition pour un fonctionnement 100 % gaz, et l'influence sur les calculs de risques.

<sup>7</sup> ADEME, Evaluation des performances énergétiques et environnementales des chaufferies biomasse, Août 2014



**Tableau 7 : Répartition des métaux**

	Composé	Proportion		Composé	Proportion
<b>Cd + Tl</b>	Cd	66 %	<b>Sb+Cr +Co+Cu+As+Mn+N i+V+Pb</b>	Sb	1.2%
	Tl	34 %		C	1.8%
		Cu		4.4%	
		As		1.9%	
		Mn		47.2%	
		Pb		41.2%	
		V		0.6%	
		Ni		1.2%	
		Co		0.5%	

La contribution du Cr VI au Cr total a été estimée d'après la même étude, dans laquelle la moyenne des mesures de Cr VI représente 19 % du Cr total.

### ► Répartition des HAP

La répartition des HAP a été déterminée sur la base d'une étude réalisée sur une chaudière biomasse<sup>8</sup>. Le tableau suivant présente cette répartition.

Les composés de la famille des HAP présentent une toxicité variable d'une substance à l'autre. Concernant les HAP, la position de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) dans différents ouvrages ou publications et celle de l'US-EPA est de considérer que le Benzo(a)pyrène (B(a)P) a valeur d'indicateur pour les HAP potentiellement cancérigènes, qui ont plus de 3 noyaux aromatiques. Différentes possibilités sont laissées à l'initiative de l'évaluateur de risque, en particulier celle de recourir à la méthode des équivalents toxiques<sup>9</sup> (méthode proposée par l'OMS) et de considérer l'ensemble des HAP comme du B(a)P. C'est la méthode retenue dans le cadre de cette étude.

A l'instar des métaux, cette répartition des HAP vis-à-vis des mesures pour un fonctionnement 100 % gaz sera discuté en incertitudes.

<sup>8</sup> K.L. Bignal, S. Langrige & J.L. Zhou, *Release of polycyclic aromatic hydrocarbons, carbon monoxide and particulate matter from biomass combustion in a wood-fired boiler under various boiler conditions*, (2008).

<sup>9</sup> Les facteurs d'équivalence toxique ou « toxic equivalent factor (TEF) » sont des coefficients de pondération qui expriment la toxicité relative de chaque substance (appelée congénère) de manière individuelle par rapport à la substance de référence de la famille. Ces coefficients de pondération se fondent sur les similarités structurales entre les molécules et l'hypothèse d'un mécanisme d'action commun.

**Tableau 8 : Répartition des HAP**

HAP	Proportion	Facteur Equivalent Toxique
Naphtalène	54%	-
Acénaphthylène	6.3%	0.001
Acénaphène	0.9%	0.001
Fluorène	2.3%	0.001
Phénanthrène	16%	0.001
Anthracène	1.1%	0.01
Fluoranthène	6%	0.001
Pyrène	3.4%	0.001
Benzanthracene	0.2%	0.1
Chrysene	0.3%	0.01
Benzo(b)fluoranthène	2.9%	0.1
Benzo(k)fluoranthène	2.6%	0.1
Benzo(a)pyrène	0.6%	1
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	2%	0.1
Dibenz(a,h)anthracène	0.1%	1
Benzo(g,h,i)perylene	1.3%	0.01

### 1.3.3 Émissions diffuses et fugitives du projet

Les émissions diffuses sont des émissions qui peuvent provenir de différentes parties du site. Ceci implique donc une notion d'échelle géographique ou géométrique. Les émissions diffuses sont souvent caractérisées par des hauteurs, des températures ou des vitesses d'émissions faibles. Leurs caractéristiques induisent une dispersion moindre et des distances d'impact réduites. Les concentrations et dépôts atmosphériques associés peuvent donc être plus importants en proximité immédiate de la source considérée. Les émissions diffuses peuvent être surfaciques, volumiques ou fugitives.

Dans le cadre de cette étude, ces émissions correspondent aux zones de stockage de bois du site qui sont susceptibles de conduire à l'envol de poussières. Ces zones sont localisées dans des espaces semi-ouverts (hangar fermé avec une ouverture pour les camions). **Dans ce contexte, on considère les émissions diffuses négligeables.** Elle ne seront pas considérées dans la suite de l'étude.

### 1.3.4 Synthèse des émissions atmosphériques du projet

L'évaluation quantitative des risques sanitaires ne portera uniquement sur les émissions des activités modifiées par le projet (Four et le broyeur « Biomasse »). Les émissions de poussières par les broyeurs existants et leur impact sur leur environnement seront évalués au travers de l'IEM.

Les émissions totale du site retenues dans le cadre de cette étude sont les émissions du mélange B – mélange avec les VLE les plus élevées. Cette approche constitue ainsi une approche majorante. Il est attendu que le site ne soit pas en continue en fonctionnement avec ce scénario B - majorant.

Les émissions sont synthétisées dans le tableau ci-après. Les émissions sources par sources sont précisées en Annexe 1.

**Tableau 9 : Synthèse des flux retenus pour l'étude de risques du projet biomasse**

Substance	Unité	Flux annuel
CO	t/an	118
NOx	t/an	68
Poussières <sup>10</sup>	t/an	16
COVNM	t/an	10
SO <sub>2</sub>	t/an	17
PCDD/Fs	kg/an	0.00003
HCl	kg/an	3 440
HF	kg/an	344
Ethane	kg/an	372
Propane	kg/an	283
Ethylène	kg/an	186
Isoprène	kg/an	1301
Benzène	kg/an	744
Ethylbenzène	kg/an	186
M+p xylène	kg/an	558
Diethylbenzène	kg/an	833
Formaldéhyde	kg/an	1115
Acétaldéhyde	kg/an	558
Acétone	kg/an	929
Butanal	kg/an	186
Benzaldéhyde	kg/an	558
Valéraldéhyde	kg/an	558
Héxanal	kg/an	372
Nonanal	kg/an	654
Décanal	kg/an	186
Glyoxal	kg/an	186

<sup>10</sup> En l'absence d'information sur la taille, ces poussières seront modélisées comme des poussières de diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm (PM2.5) et à 10 µm (PM10).

Substance	Unité	Flux annuel
Dichlorodifluorométhane	kg/an	372
Trichlorofluorométhane	kg/an	186
Naphtalène	kg/an	19
Benzo(a)pyrène eq.	kg/an	0.5
Cr VI	kg/an	0.60
V	kg/an	1.0
Cr	kg/an	3.09
Mn	kg/an	81.2
Co	kg/an	0.8
Ni	kg/an	2.1
Cu	kg/an	7.6
As	kg/an	3.3
Cd	kg/an	11.4
Sb	kg/an	2.0
Tl	kg/an	5.8
Pb	kg/an	71
Hg	kg/an	17.20

## 2. Étape 2 : Évaluation des enjeux et des voies d'exposition

L'évaluation doit être adaptée au contexte environnemental et populationnel de l'installation pour que la gestion le soit aussi. En ce sens, cette étape consiste à recenser et analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, en particulier sur les populations et les usages des milieux.

A partir de ces informations, le schéma conceptuel a pour objectif de préciser les relations entre :

- les sources d'émissions atmosphériques et les substances émises (voir chapitre précédent) ;
- les différents milieux et vecteurs de transfert ;
- les usages et les populations exposées.

### 2.1 Délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude correspond dans une première approche au périmètre d'affichage retenu pour l'enquête publique d'un rayon de 3 km autour de l'installation (rayon d'affichage maximum retenu selon les rubriques de la nomenclature).

### 2.2 Contexte environnemental

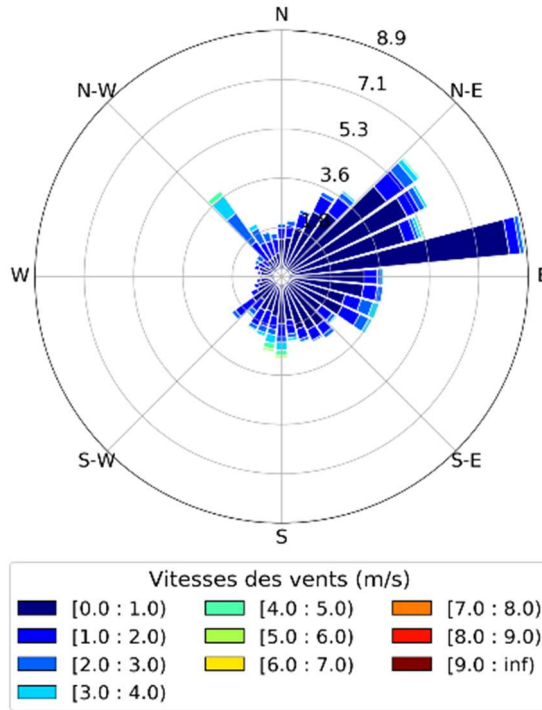
#### 2.2.1 Conditions météorologiques

La localisation des zones d'impact des émissions, ainsi que les variations temporelles des concentrations dans l'air et/ou des dépôts atmosphériques qui en résultent, sont influencées par l'interaction entre les émissions atmosphériques, la météorologie et la topographie du site.

La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets dans l'atmosphère. La direction et la vitesse du vent, la température de l'air et la stabilité atmosphérique sont des grandeurs physiques qui permettent de bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère. Les directions et vitesses de vent sont des paramètres essentiels dans la dispersion atmosphérique. Les directions de vent déterminent la trajectoire des panaches. Les vitesses de vent et la nébulosité influent sur la dilution du panache.

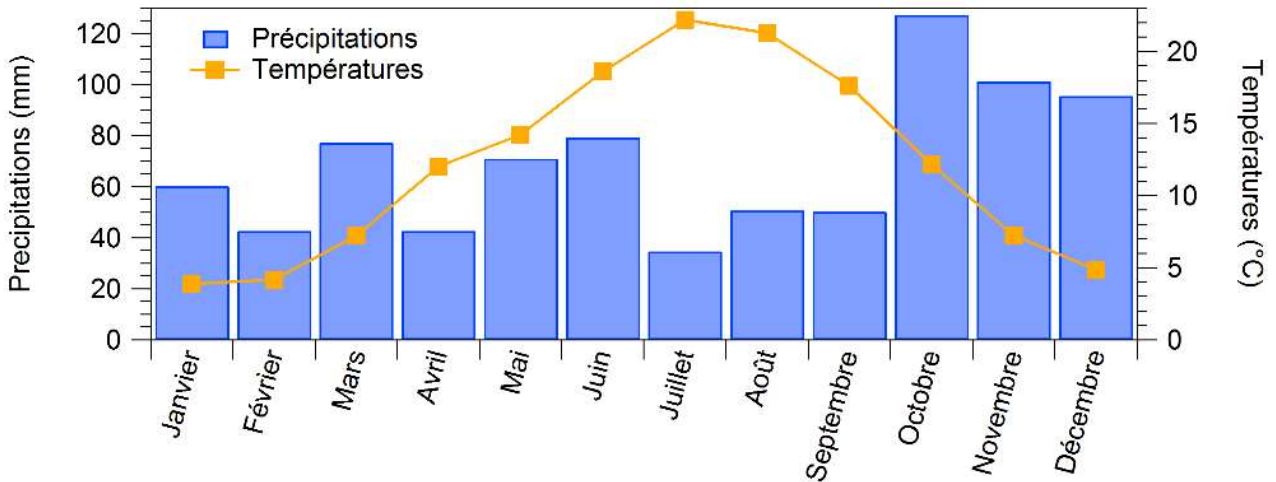
La rose des vents 2020 – 2022 du site est présentée sur la figure ci-après. Les vents proviennent majoritairement du secteur Est. Les vents sont principalement faibles à calmes.

**Figure 3 : Rose des vents du site 2020 - 2022**



Source : Station Météo du site, données quart-horaire converties en données horaires

**Figure 4 : Températures et Précipitations moyennes**



Source : Station Météo France, St-Geoirs

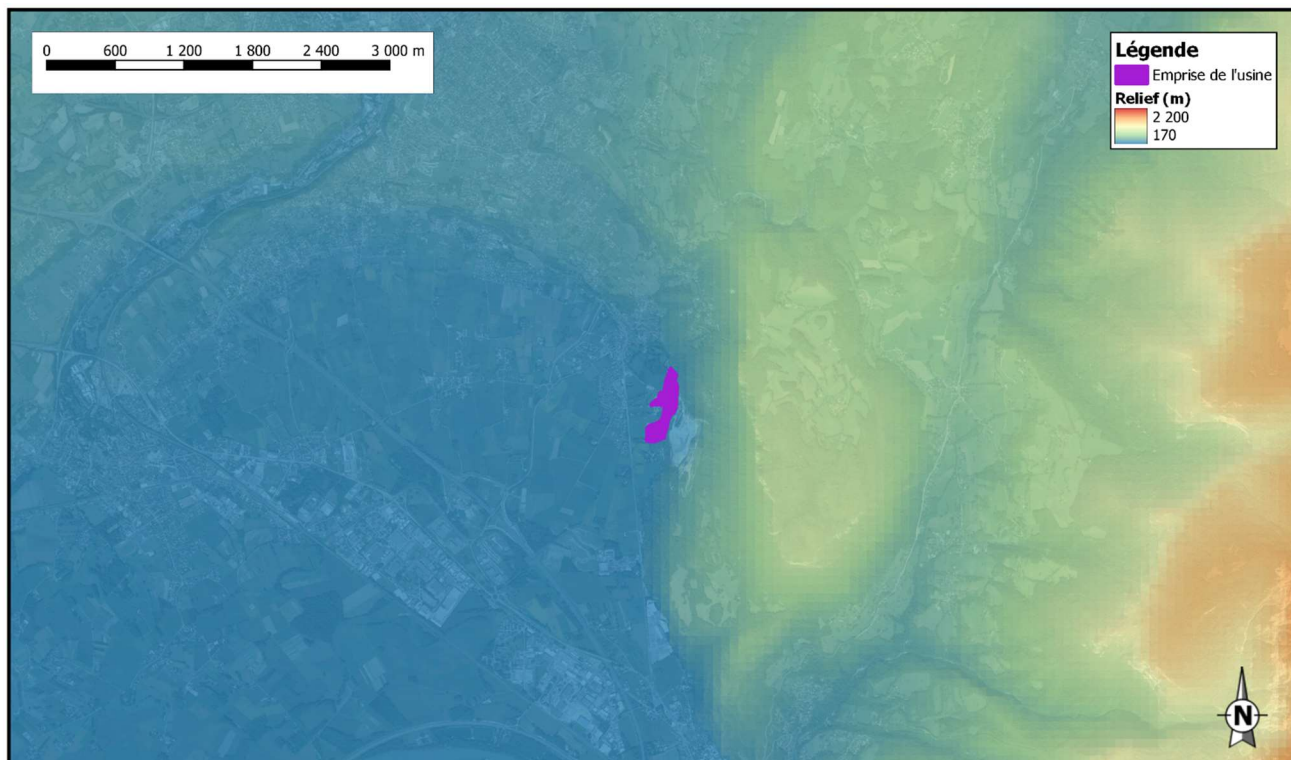
Les températures moyennes sur la zone évoluent entre 3.8 et 22.2 °C, avec des maxima atteints en juillet/août. Le cumul des précipitations est de 834 mm de pluie avec les mois d'octobre à décembre les plus humides.

## 2.2.2 Topographie et rugosité

Le relief peut fortement influencer les champs de vent et de turbulence, et donc la répartition en surface des concentrations de polluants. La topographie de la zone va ainsi influencer la dispersion atmosphérique des polluants.

Le site est situé dans la vallée du massif de la Chartreuse à l'Est. La zone d'étude présente ainsi un relief fortement marqué.

Figure 5 : Relief de la zone

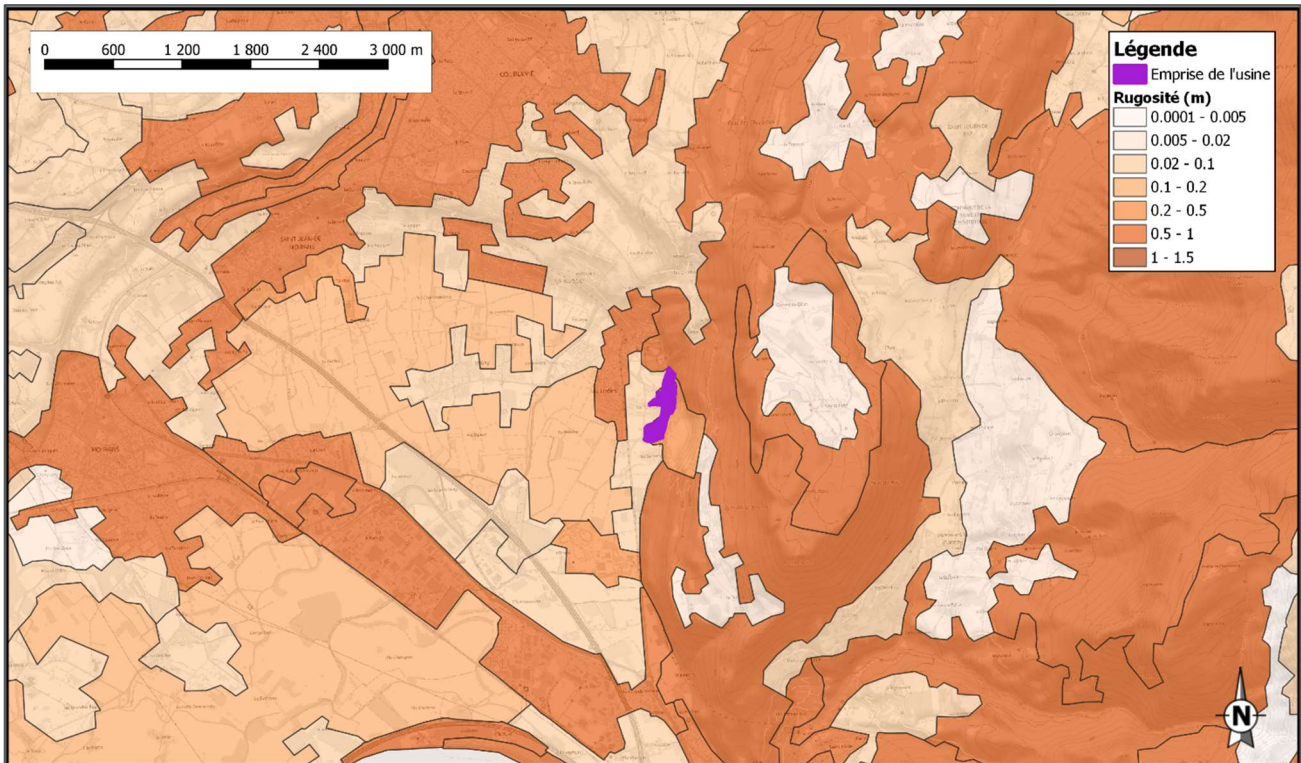


Source : IGN

La nature des sols, pouvant influencer la progression des panaches, elle a été caractérisée grâce à un paramètre de rugosité. Ce paramètre, couramment utilisé dans les modèles de dispersion atmosphérique, représente la nature rugueuse des obstacles occupant le sol. Il a la dimension d'une longueur variant entre  $10^{-3}$  mètres (surface désertique) et environ 1.5 mètre pour les sols urbains les plus denses.

La figure suivante illustre la rugosité utilisée sur le domaine pour cette étude.

**Figure 6 : Rugosité de la zone**



Source : Corine Land Cover

## 2.3 Caractérisation des populations et des usages

### 2.3.1 Description de la population

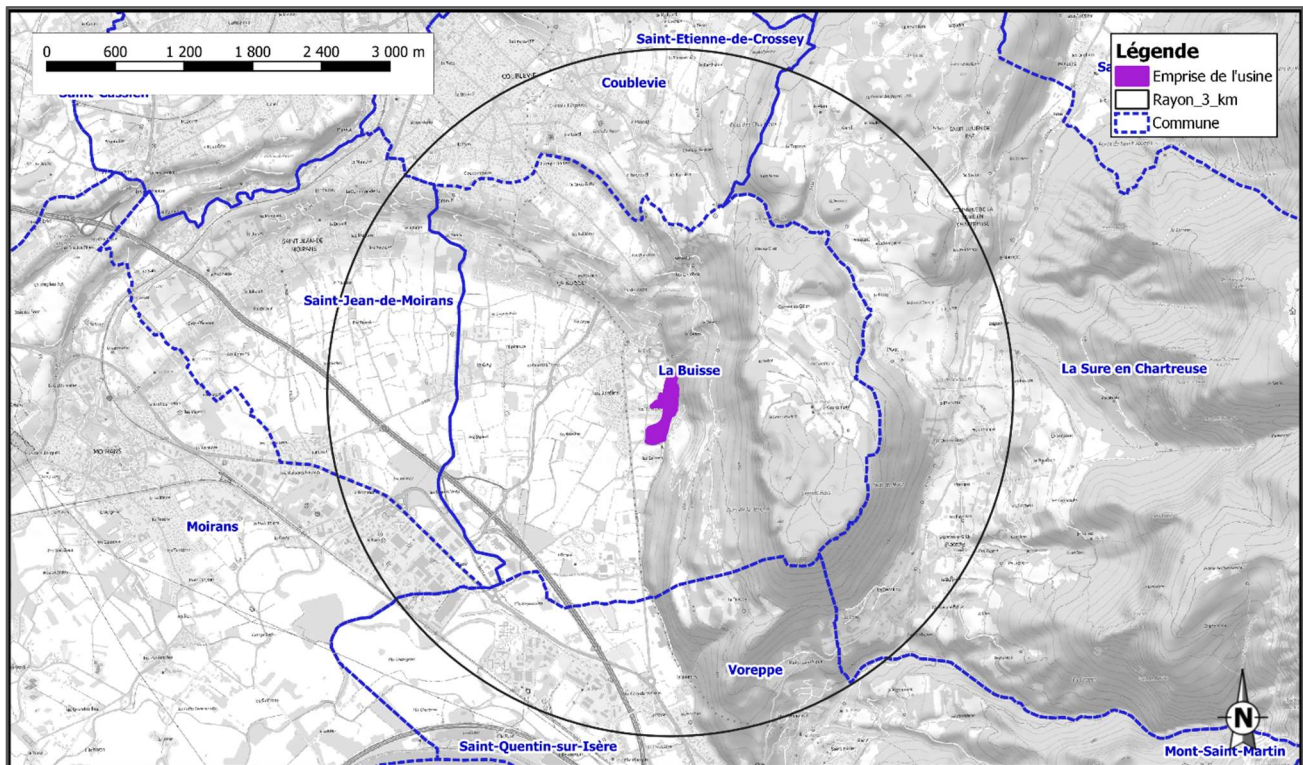
#### 2.3.1.1 Population générale

La zone d'étude regroupe les principaux centres de population et autres enjeux d'importance locale. Elle permet à la fois de considérer les zones d'impact maximales théoriques au vu des conditions de rejets et les principaux milieux à protéger.

Le site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE étudié dans ce rapport est situé sur la commune de La Buisse dans le département de l'Isère (38).



**Figure 7 : Communes limitrophes au site d'étude**



Les autres communes avoisinantes sont :

- Saint-Jean-de-Moirans ;
- Coublevie ;
- La Sure-en-Chartreuse ;
- Voreppe ;
- Moirans.

A partir des données INSEE (recensement de la population en 2018), nous décrivons les populations en termes d'effectif total, de répartition par tranche d'âge et par sexe pour les communes situées dans la zone d'étude et citées précédemment.

L'effectif cumulé de ces communes est de 29 647 habitants avec :

- Un taux d'habitants de moins de 15 ans de 19 % (comparable au niveau national – 18 %) ;
- Un taux d'habitants de plus de 60 ans de 23.9 % (comparable au niveau national – 27 %) ;
- 90.8 % de la population réside toute l'année sur ces communes (contre 82% sur le France entière) ;
- 64.5 % de la population habite dans une maison et est susceptible d'avoir un jardin.

Le tableau suivant présente les chiffres clés de l'INSEE relatifs à la population sur les communes retenues dans l'aire d'étude :

**Tableau 10. Chiffres clés des communes de l'aire rapprochée**

Commune	Nb d'habitants en 2018	Habitants de moins de 15 ans (%)	Habitants de plus de 60 ans (%)	Densité (hab/km <sup>2</sup> )	Résidences principales (%)	Maisons (%)	Appartements (%)
La Buisse	3 189	21.5	19.3	276.6	91.7	73.9	25.8
St-Jean-de-Moirans	3 543	21.3	20.1	551.0	93.4	71.4	26.3
Coublevie	5 026	19.7	26.9	712.9	92.5	77.0	22.7
La Sure en Chartreuse	985	15.6	22.3	35.5	90.1	91.7	7.5
Voreppe	9 229	17.6	28.3	322.1	90.0	56.3	41.9
Moirans	7 675	18.6	26.4	382.6	89.5	56.8	41.6
<b>Total</b>	<b>29 647</b>	<b>19.0</b>	<b>23.9</b>	<b>380.1</b>	<b>90.8</b>	<b>64.5</b>	<b>34.1</b>

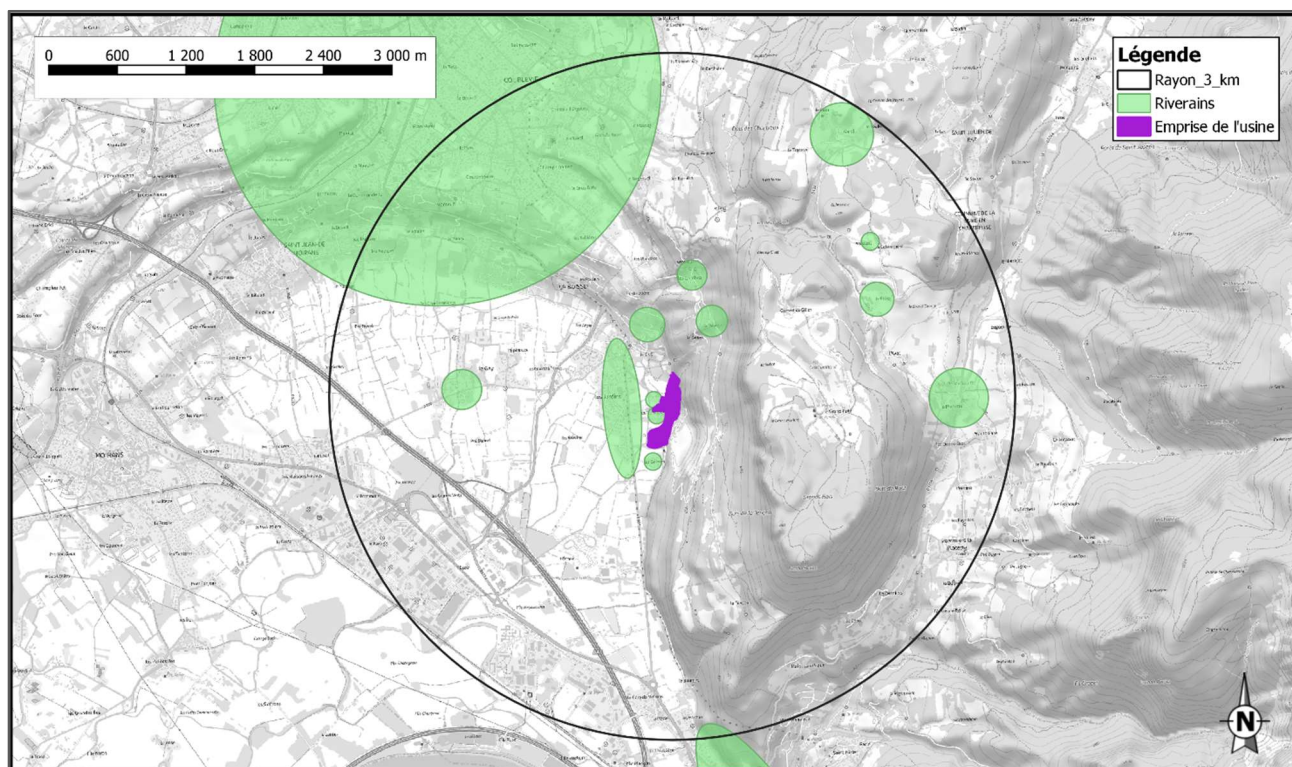
Source : INSEE, 2018

### 2.3.1.2 Riverains du site, ERP et populations sensibles

La figure ci-après recense les zones habitées et les riverains les plus proches du site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE.

La principale zone habitée se situe au Nord-Est du site, à environ 2 km sur les communes de Coublevie et Voiron. Des hameaux sont néanmoins localisés à proximité immédiate du site, à moins de 100 m des limites au Sud et Sud-Est.

**Figure 8: Localisation des zones habitées les plus proches**



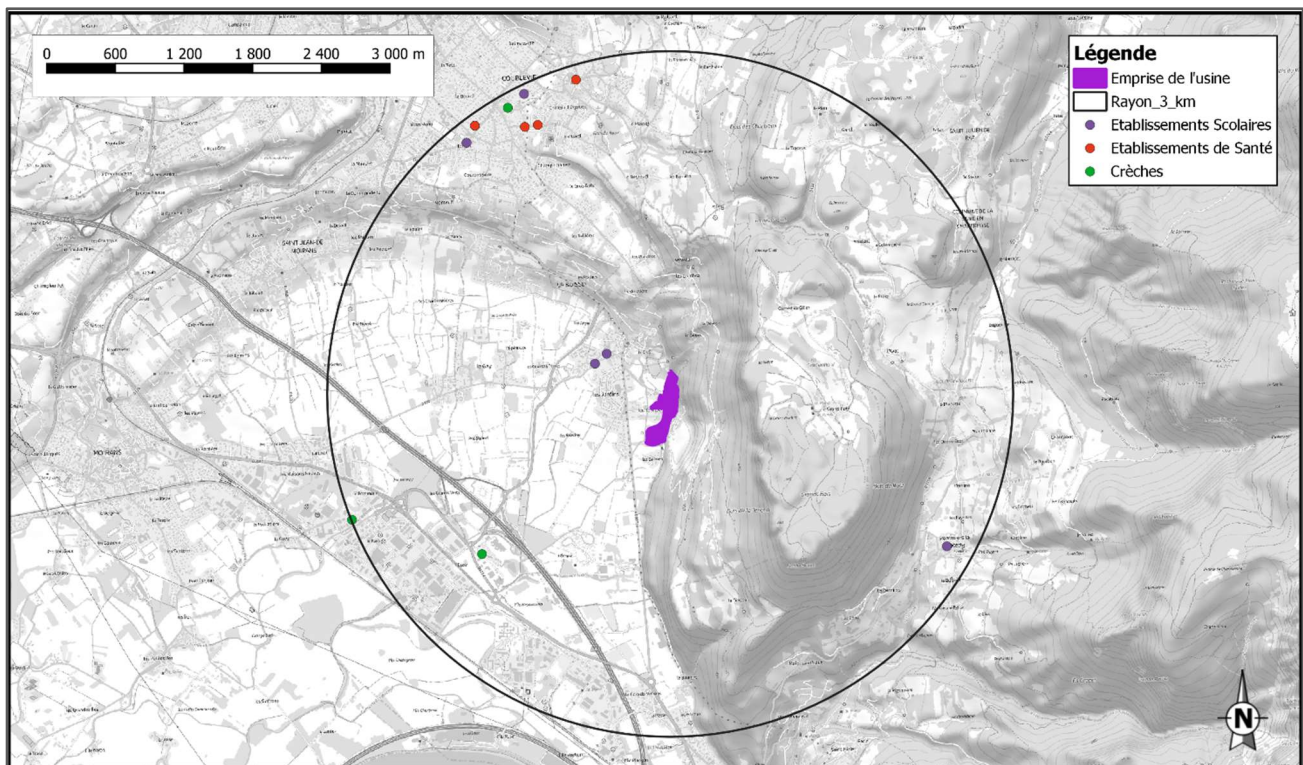
Le tableau suivant établit la liste des établissements situés à proximité du site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE pouvant recevoir des populations dites « sensibles » (compte tenu de leur âge et de leur état de santé) à savoir écoles maternelles et primaires, crèches, et établissements de santé.

**Tableau 11. Nombre d'ERP sensibles dans un rayon de 3 km autour du site**

Commune	Ecoles	Crèches	Etablissements de santé
Coublevie	2	1	6
La Buisse	2	1	-
Moirans	-	1	-
La-Sure-en-Chartreuse	1	-	-

La localisation des ERP les plus proches du site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE est représentée sur la figure suivante.

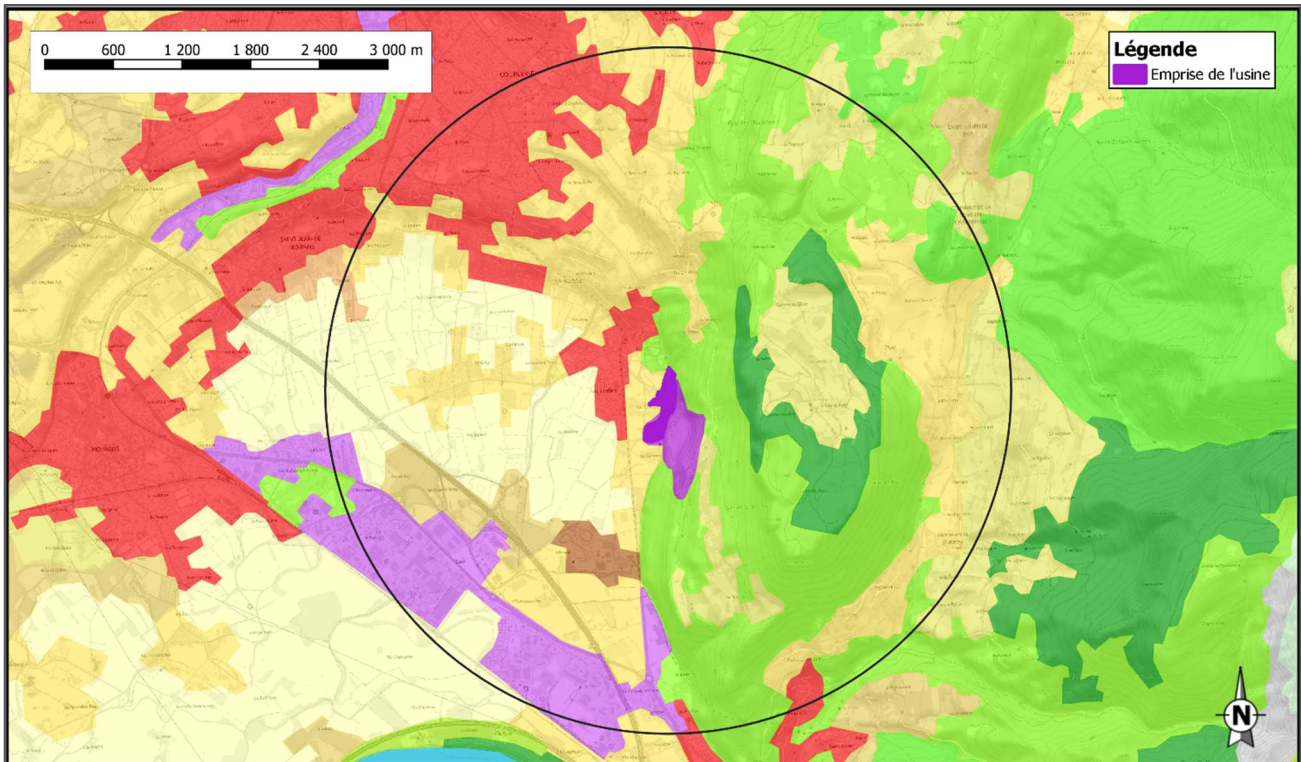
**Figure 9 : Localisation des ERP dans un rayon de 3 km autour du site**



### 2.3.2 Occupation des sols

L'occupation des sols de la zone d'étude est présentée sur la carte suivante. Le site se situe au droit d'une carrière, représenté au violet sur la carte. Il est fermé à l'Est et au Sud par un massif montagneux recouverts de feuillus et de conifères. Au Nord-Ouest, se situe un tissu urbain dense, tandis qu'à l'Ouest, de nombreuses parcelles agricoles occupent le sol.

Figure 10 : Occupation des sols



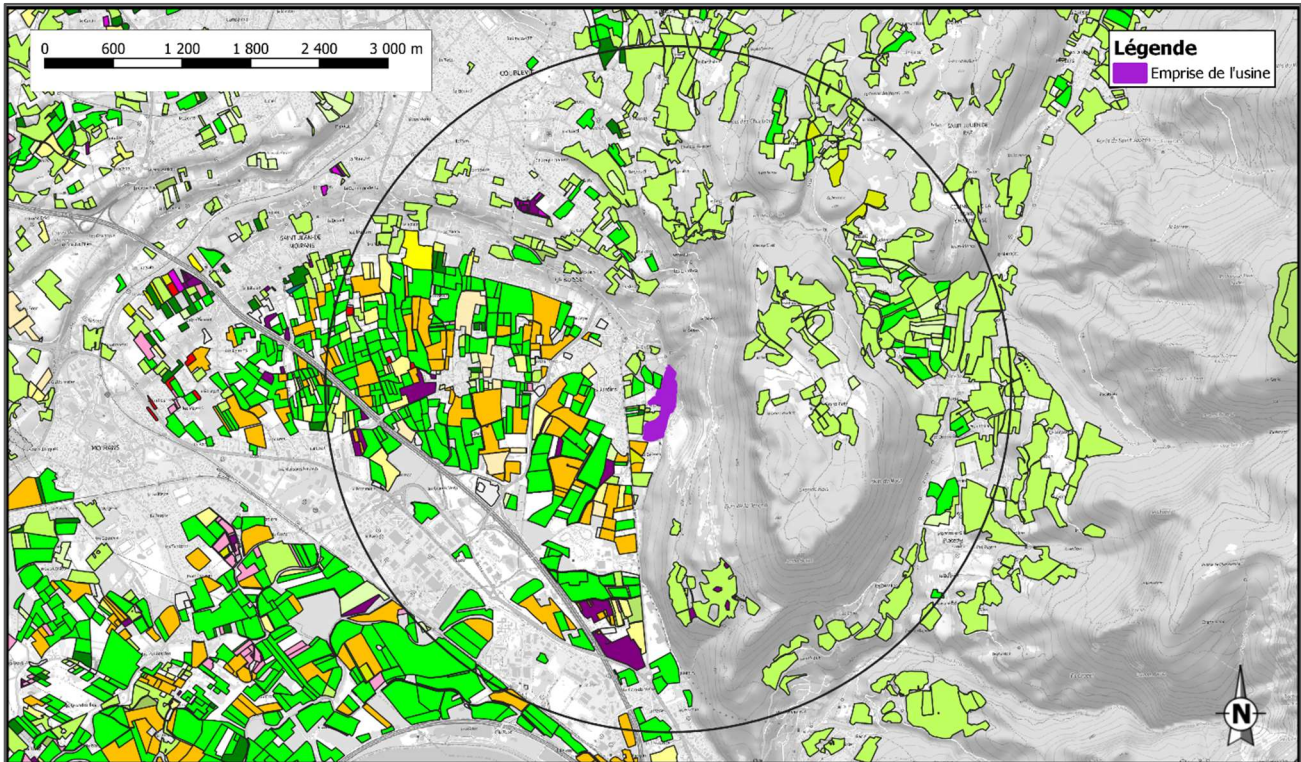
Légende		
111 - Tissu urbain continu	222 - Vergers et petits fruits	332 - Roches nues
112 - Tissu urbain discontinu	223 - Oliveraies	333 - Végétation clairsemée
121 - Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole	334 - Zones incendiées
122 - Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	241 - Cultures annuelles associées à des cultures permanentes	335 - Glaciers et neiges éternelles
123 - Zones portuaires	242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes	411 - Marais intérieurs
124 - Aéroports	243 - Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	412 - Tourbières
131 - Extraction de matériaux	244 - Territoires agroforestiers	421 - Marais maritimes
132 - Décharges	311 - Forêts de feuillus	422 - Marais salants
133 - Chantiers	312 - Forêts de conifères	423 - Zones intertidales
141 - Espaces verts urbains	313 - Forêts mixtes	511 - Cours et voies d'eau
142 - Equipements sportifs et de loisirs	321 - Pelouses et pâturages naturels	512 - Plans d'eau
211 - Terres arables hors périmètres d'irrigation	322 - Landes et broussailles	521 - Lagunes littorales
212 - Périmètres irrigués en permanence	323 - Végétation sclérophylle	522 - Estuaires
213 - Rizières	324 - Forêt et végétation arbustive en mutation	523 - Mers et océans
221 - Vignobles	331 - Plages, dunes et sable	

Source : Corine Land Cover

### 2.3.2.1 Zones de culture et d'élevage

Comme le montre la figure ci-dessous quelques zones de cultures sont présentes dans l'environnement du site concerné. Les parcelles agricoles qui entourent le site sont principalement des cultures de céréales (Maïs notamment).

Figure 11 : Zones de culture

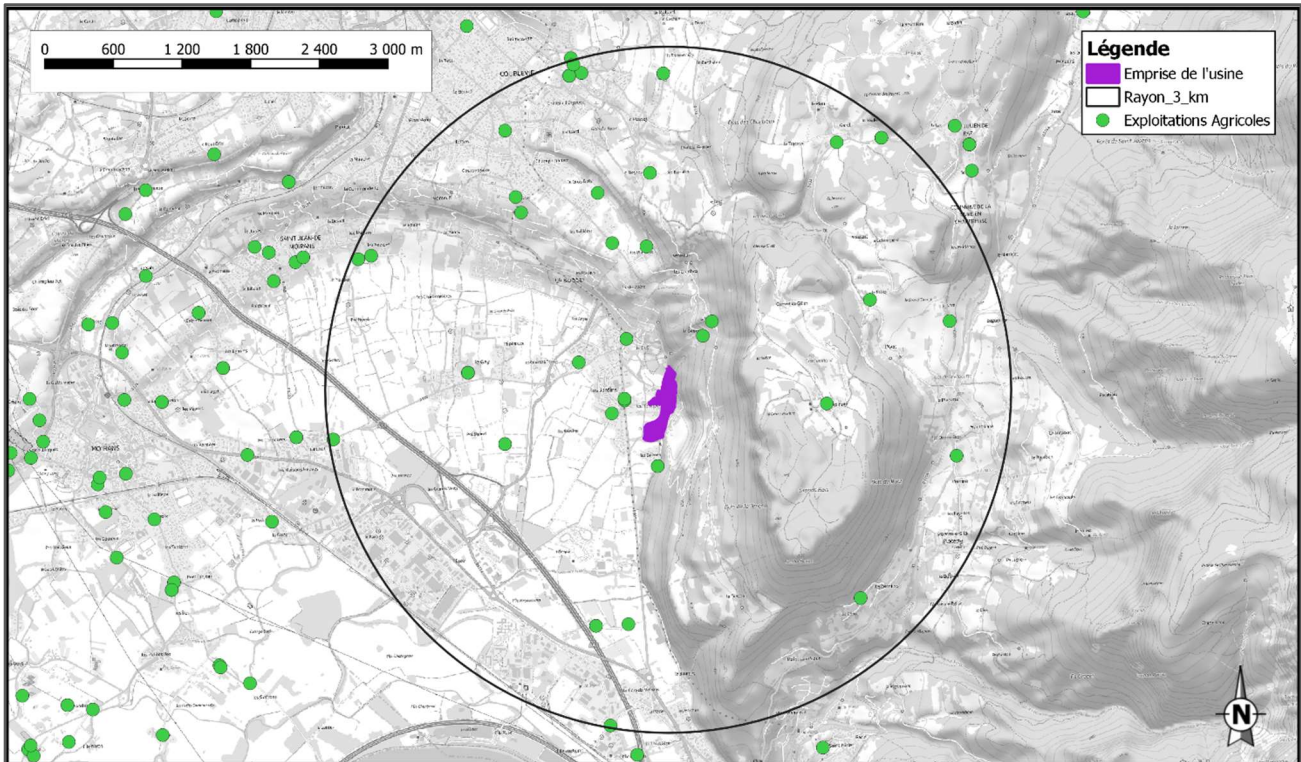


Légende			
□ Pas d'Informations	■ Autres Oléagineux	■ Légumineuses à Grains	■ Oliviers
■ Blé Tendre	■ Protéagineux	■ Fourrage	■ Autres Cultures
■ Maïs Grain et Ensilage	■ Plantes à Fibres	■ Estives Landes	■ Légumes-Fleurs
■ Orge	■ Semences	■ Prairies Permanentes	■ Canne à Sucre
■ Autres Céréales	■ Gel (Surfaces gelées sans production)	■ Prairies Temporaires	■ Arboriculture
■ Colza	■ Gel Industriel	■ Vergers	■ Divers
■ Tournesol	■ Autres Gels	■ Vignes	
	■ Riz	■ Fruits à Coque	

Source : Registre des parcelles graphiques

La carte ci-dessous présente les exploitations agricoles recensées dans la zone d'étude dont certaines sont des élevages.

**Figure 12 : Localisation des exploitations agricoles**



Source : Base SIRENE v3

### 2.3.2.2 Autres sources d'émission de la zone

#### ► Les sites industriels voisins

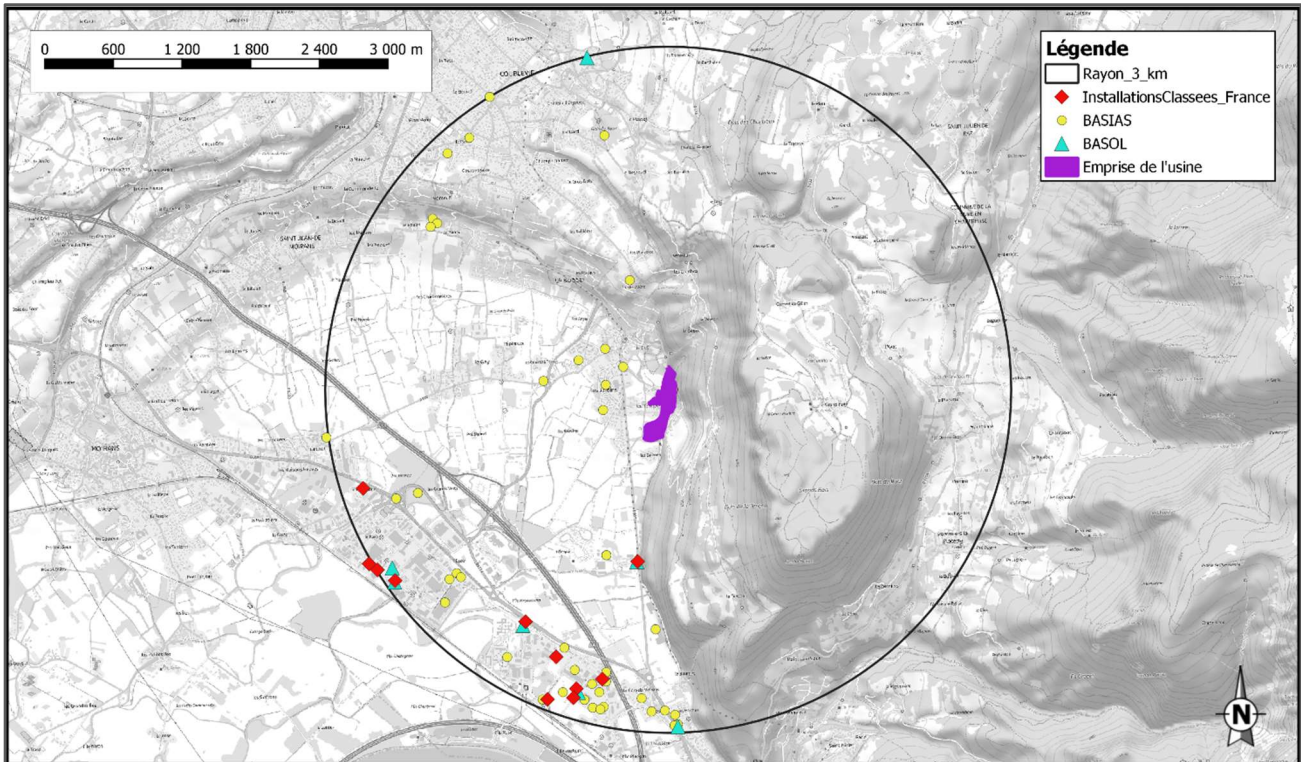
Il existe de nombreux sites industriels, en activité ou à l'arrêt, dans les environs proches du site.

Les bases de données consultées sont les suivantes :

- La base de données BASIAS (Base de données sur les sites industriels et activités de service, en activité ou non) est une base de données à dimension nationale, qui répertorie des sites ayant hébergé par le passé ou actuellement une activité industrielle ou de service pouvant être à l'origine d'une pollution des sols et/ou des eaux souterraines.
- La base de données BASOL permet de recenser les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.
- La base de données des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

La carte ci-dessous permet de vérifier qu'un très grand nombre d'activités industrielles sont présentes dans l'aire d'étude.

**Figure 13 : Localisation des sites industriels de la zone**



### 2.3.2.3 Réseau de transport routier

Le site est localisé au bord de la départementale D1075 à 300 m à l'Ouest du site. L'autoroute A48 est aussi situé à 1.5 km au Sud Ouest du site.

### 2.3.3 Synthèse des populations et des usages concernés

Le tableau ci-après récapitule les principaux usages mis en évidence à l'issue de la caractérisation de la zone d'étude pour les milieux retenus.

**Tableau 12 : Usages des milieux**

Milieu	Usage des milieux identifié
Air	Présence d'habitations et de populations sensibles sur la zone d'étude (dont des riverains à proximité de l'installation)
Sol	Présence d'espaces verts au droit de certaines écoles Activités agricoles (culture céréalière et pâtures) Zones d'habitation avec jardins potagers et élevages familiaux potentiels

Compte tenu des usages des milieux, les cibles à considérer sont :

- Les populations résidant sur la zone d'influence, incluant les populations sensibles recensées ;
- Les consommateurs de végétaux issus des potagers/exploitations situés dans la zone d'influence du site ;
- Les consommateurs de produits animaux issus d'élevages situés dans la zone d'influence du site.

Ces populations sont constituées d'enfants et d'adultes.

## 2.4 Choix des substances d'intérêt

Les substances d'intérêt peuvent être :

- **Des traceurs d'émission**, soit des substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ses émissions. Ces traceurs sont considérés pour le diagnostic et l'analyse des milieux et lors de la surveillance environnementale. Le critère principal de sélection concernant ces traceurs d'émissions est le flux émis vers les milieux environnementaux.
- **Des traceurs de risque**, soit des substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ces traceurs sont considérés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Les critères de sélection principaux concernant ces traceurs de risque sont la toxicité de la substance, en particulier sa valeur toxicologique de référence, ainsi que le flux émis vers les milieux environnementaux.

Le choix des substances d'intérêt est basé sur :

- les flux émis de la substance vers les milieux environnementaux (Cf. paragraphe 1) ;
- la vulnérabilité des populations et ressources à protéger (Cf.paragraphe 2.3) ;
- le potentiel de transfert vers les milieux d'exposition liés aux usages constatés (Cf. paragraphe 2.4.1) ;
- la toxicité de la substance (Cf. au paragraphe 2.4.2).

### 2.4.1 Potentiel de transfert

L'ensemble des composés chimiques émis par le site vont dans un premier temps être dispersé par l'intermédiaire du vent.

Ensuite, de par leur densité, les composés particuliers vont se déposer au sol.

Le potentiel de transfert des substances dans les milieux d'exposition dépend alors principalement de leurs caractéristiques physico-chimiques. Les substances hydrosolubles auront une capacité plus importante à s'accumuler dans les végétaux, grâce à leur passage par la voie racinaire. Les composés liposolubles auront une affinité particulière pour les matrices riches en graisses.

Au regard des sources de contamination potentielles et des caractéristiques des composés émis par le site, les voies de transfert potentielles jugées pertinentes pour les composés identifiés sont les suivantes :

- Dispersion atmosphérique des composés gazeux et particuliers,
- Dépôts au sol des composés particuliers,
- Transfert des composés particuliers vers les végétaux après dépôt au sol.
- Transfert des composés liposolubles vers les matrices animales.

### 2.4.2 Toxicité des composés

En termes sanitaires, un danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité



d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés.

Pour l'ensemble des substances identifiées lors de la phase précédente, les effets toxiques ont été collectés et notamment les effets cancérigènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique), les effets sur la reproduction (reprotoxicité). Tous les modes d'exposition ont été traités en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDR).

Tableau 13 : Toxicité des composés

Substances	Ingestion	Inhalation	CMR <sup>11</sup>
PM2.5		ND	/
NO <sub>2</sub>		ND	/
SO <sub>2</sub>		ND	/
HCl		-	/
HF		-	/
Ethane		ND	/
Propane		ND	/
Ethylene		ND	/
Isoprene		ND	/
Benzene		+	C1A M1B
Ethylbenzene		--	/
M+p xylène		--	/
Diethylbenzene	NA	ND	/
Formaldehyde		--	C2
Acetaldehyde		--	C2
Acetone		--	/
Butanal		ND	/
Benzaldehyde		ND	/
Valeraldehyde		ND	/
Hexanal		ND	/
Nonanal		ND	/
Decanal		ND	/
Glyoxal		ND	M2
CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>		ND	/
CCl <sub>3</sub> F		ND	/
Naphtalene	+	-	C2
BAP eq.	+++	+++	C1B M1B R1B
CrVI	+++	+++	C1A M1B R2
Cr III	-	--	/
V	ND	+++	/
Mn	+	++	/
Co	++	+++	C1B/M2/R1B (sulfate de cobalt)
Ni	++	++	C2
Cu	-	+	/
As	+++	+++	C1A
Cd	+++	++	C1B/C2 M1B/M2 R1B/R2
Sb	++	++	C2
Tl	ND	ND	/
Pb	+++	ND	R1B
Hg	+++	++	R1B
PCDD/F	+++	ND	/

NA : Non Applicable dans la présente étude ND : Non Disponible

**Légende :**

* Toxicité	Inhalation			Ingestion		
+++	VTR <sup>12</sup> < 0,1	µg/m <sup>3</sup>	+++	VTR < 0,001	mg/kg/j	
++	0,1 < VTR < 1	µg/m <sup>3</sup>	++	0,001 < VTR < 0,01	mg/kg/j	
+	1 < VTR < 10	µg/m <sup>3</sup>	+	0,01 < VTR < 0,1	mg/kg/j	
-	10 < VTR < 100	µg/m <sup>3</sup>	-	0,1 < VTR < 1	mg/kg/j	
--	100 < VTR	µg/m <sup>3</sup>	--	1 < VTR	mg/kg/j	
NA	Non Adéquat		ND	Non Disponible		

<sup>11</sup> Cancérogène, Mutagène, Reprotoxique selon la classification Européenne, et figurant à l'annexe VI, partie 3, du règlement CE n°1272/2008 du 16 décembre 2008.

<sup>12</sup> VTR : Valeur toxicologique de référence

### 2.4.3 Traceurs de risque

Lors de l'émission d'un mélange de composés chimiques à l'atmosphère, il est possible d'effectuer une sélection d'un nombre limité de substances et de réaliser l'évaluation quantitative du risque sanitaire sur ces substances choisies. La philosophie de la démarche implique donc un choix de « traceurs du risque sanitaire » parmi la liste, la plus complète possible, des substances émises. La prise en compte de ces traceurs et non de la liste complète de substance permet toutefois de conclure quant à l'acceptabilité ou non des risques. On entend par polluants « traceurs de risque » les substances qui font l'objet d'une évaluation quantitative de l'exposition et du risque (INERIS, Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire, 2003).

Les critères les plus importants sont :

- les quantités émises à l'atmosphère,
- la toxicité des composés et notamment le caractère cancérigène.

Les autres critères à prendre en compte sont :

- l'existence de valeur VTR,
- l'existence de voies de contamination pertinentes,
- la spécificité du produit par rapport à l'activité du site.

Afin de déterminer parmi les substances, celles que nous considérons comme traceurs de risque, un choix de VTR est effectué en accord avec la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Ensuite, le choix de « traceur du risque » est réalisé en comparant les substances entre elles. Pour cela, nous avons tenu compte à la fois des quantités émises (en flux annuel) et de la toxicité des composés.

Les classements suivants peuvent être réalisés (par substance ; inhalation d'une part et ingestion d'autre part) sur la base de l'équation suivante:

$$\text{Ratio brut} = \frac{\text{Flux annuel}}{\text{VTR à seuil}}$$

On retiendra, par voie d'exposition, toutes les substances dont le ratio est > 1% du ratio max pour les substances à seuil, conformément aux indications du guide INERIS (Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – 2013) et aux pratiques en vigueur à l'heure actuelle en France.

Tandis que pour les effets « sans seuil », les substances ayant une VTR ou étant considérées comme cancérigènes sont systématiquement retenues.

Dans le cadre de l'exposition par ingestion, l'ingestion de sol superficiel est très souvent le "déterminant du risque". La contamination des sols superficiels ne faisant pas intervenir de critère de transfert propre à chaque substance, la méthode des ratios peut également s'appliquer à cette voie d'exposition.

Par soucis de cohérence, lorsqu'une substance particulière est conservée pour une voie donnée, le calcul des risques se fera pour l'ensemble des voies d'exposition considérées.

Le détail des calculs est précisé en Annexe 2. Les valeurs de référence retenues pour effectuer ce calcul sont présenté en section 4.2.2 dans le Tableau 27.

**Tableau 14 : Synthèse des traceurs de risque retenus**

Substances	Ingestion			Inhalation			TRACEURS DE RISQUE
	RETENU Flux/VTR (O/N)	RETENU Cancéro (O/N)	RETENU à l'ingestion	RETENU Flux/VTR (O/N)	RETENU Cancéro (O/N)	RETENU à l'inhalation	
PCDD/F	O	N	O	N	N	N	O
HCl	N	N	N	O	N	O	O
HF	N	N	N	O	N	O	O
Benzène	N	N	N	O	O	O	O
Ethylbenzène	N	N	N	N	O	O	O
Xylène	N	N	N	O	N	O	O
Formaldéhyde	N	N	N	O	O	O	O
Acétaldéhyde	N	N	N	O	O	O	O
Naphtalène	N	O	O	N	O	O	O
BaP eq.	O	O	O	O	O	O	O
Cr VI	N	O	O	O	O	O	O
V	N	N	N	O	N	O	O
Mn	O	N	O	O	N	O	O
Co	N	N	N	O	O	O	O
Ni	N	N	N	O	O	O	O
Cu	N	N	N	O	N	O	O
As	O	O	O	O	O	O	O
Cd	O	N	O	O	O	O	O
Sb	N	N	N	O	O	O	O
Pb	O	O	O	N	O	O	O
Hg	O	N	O	O	N	O	O

#### 2.4.4 Traceurs d'émission

Les NO<sub>x</sub>, le SO<sub>2</sub>, et les poussières sont des polluants de l'air pour lesquels les administrations portent une attention toute particulière. Ils sont des traceurs d'émissions du site.

Ils ne présentent en revanche pas de VTR permettant de quantifier le risque. Néanmoins, d'autres valeurs que les valeurs toxicologiques de référence peuvent être utilisées. Ces autres valeurs permettent en effet de discuter de l'exposition des individus et d'estimer l'état des milieux, à savoir si un impact est mesuré (ou mesurable) ou non.

Ces valeurs ne sont en aucun cas (conformément à la note d'information DGS/DGPR d'octobre 2014) utilisées pour évaluer le risque. Ces valeurs appelées valeurs de comparaison constituent des critères de gestion, et seront interprétées dans le paragraphe relatif à la caractérisation qualitative des risques.

**Tableau 15 : Valeur de référence disponibles pour les traceurs d'émissions**

Substance	Cible	Valeur de comparaison (µg/m <sup>3</sup> )	Source
NO <sub>x</sub>	Système respiratoire	10	OMS (2021)
SO <sub>2</sub>	Système respiratoire	50	CSHPF (2002)
PM10	Système respiratoire	15	OMS (2021)
PM2.5	Système respiratoire	5	OMS (2021)

### Cas particulier des PM2.5

En janvier 2023, l'Anses a déterminé une VTR pour les effets sans seuil d'une exposition par inhalation aux PM2.5. L'hypothèse d'absence de seuil de concentration sans effet néfaste sur la santé pour les PM2.5 a été retenue. Les études observationnelles en population générale examinant l'exposition à long terme aux PM montrent des effets sur la santé aux plus faibles concentrations et ce, sans seuil discernable. La VTR retenue pour les particules de l'air ambiant (PM2.5) est l'**ERU de décès toutes causes non accidentelles** de  $1.28.10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ .

## 2.5 Conceptualisation de l'exposition

Un risque est défini par :

- Une source de danger ;
- Un vecteur de transfert ;
- Une voie d'exposition ;
- Des enjeux (cibles et usages des milieux).

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors il y a absence de risque.

### 2.5.1 Les sources de danger

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE et ses différentes installations sont émetteurs de composés en phase gazeuse et particulaire dans l'air comme décrit précédemment.

Ceci constitue une source de danger.

### 2.5.2 Les voies d'exposition

Exposition par inhalation :

Pour les polluants atmosphériques restant à l'état gazeux, les effets pertinents correspondent à des expositions par voie respiratoire.

Pour les polluants atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des polluants particulaires est inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

Exposition par ingestion :

L'exposition par ingestion peut être considérée dans le cadre d'émissions atmosphériques de substances particulaires, à travers le dépôt des particules au sol, et la contamination potentielle de la chaîne alimentaire (végétaux ou produits animaliers).

### 2.5.3 Cibles et durée d'exposition

L'évaluation porte sur les risques pour les populations riveraines, **exposées de façon chronique** aux émissions du site. Compte tenu de l'environnement du site, nous prenons comme cible la population la plus proche du site résidant dans sa zone d'influence et les enfants allant aux écoles proches du site.

### 2.5.4 Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel

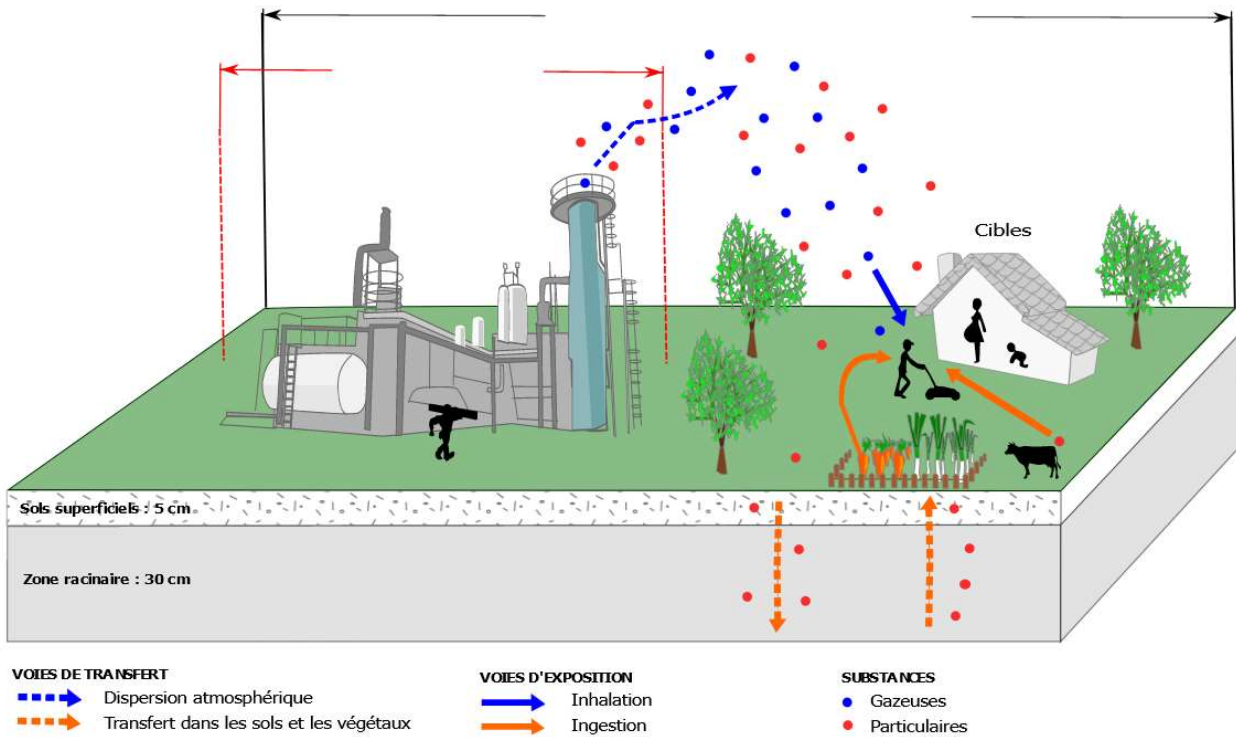
Le choix de paramètres pour l'élaboration du schéma conceptuel dans le cadre de cette étude est proposé dans le tableau ci-après :

**Tableau 16 : Voies de transfert considérées en fonction des usages identifiés, pour les composés rejetés à l'atmosphère**

Sources = Rejets atmosphériques		Vecteur ou voie de transfert possible			
		Dispersion atmosphérique	Dépôt au sol	Passage via la chaîne alimentaire : végétaux	Passage via la chaîne alimentaire : produits animaux
Gazeux		OUI : Composé gazeux	NON : Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux
Particulaires	PM	OUI : Pour les substances atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des substances particulaires est inférieur à 10 µm	NON considérés les particules « sans effet spécifique » ne présentent pas d'effet toxique par ingestion.	NON Pas de transfert possible	NON Pas de transfert possible
	METAUX		OUI : pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides.	OUI : Les ETM sont des composés hydrophiles capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.	NON : Composés peu ou pas lipophiles
	HAP		OUI : Bioaccumulation dans les végétaux reste néanmoins mal connue.	NON : Composés peu lipophiles	
	DIOXINES		OUI : pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides.	NON : Les Dioxines sont des composés lipophiles qui ne sont pas capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.	OUI : Les dioxines sont des molécules lipophiles et par conséquent vont se bio accumuler dans les tissus riches en graisse.
Enjeux à protéger		Entreprise et habitations dans la zone d'étude <b>Riverains</b>	Présence d'espaces verts au droit de certaines écoles Aires de jeux et terrains de sport <b>Riverains et écoliers</b>	Présence de zones de culture dans le périmètre d'étude <b>Riverains</b>	Présence de zone d'élevage dans l'environnement proche du site <b>Riverains</b>
Voies d'exposition retenues		Inhalation	Ingestion de sol	Ingestion de végétaux	Passage via la chaîne alimentaire

Le schéma conceptuel retenu pour les composés rejetés dans l'atmosphère dans le cadre de cette étude est ainsi proposé sur la figure ci-après :

**Figure 14 : Schéma conceptuel**



## 3. Étape 3 : Évaluation de l'état des milieux – site existant

### 3.1 Objectifs

L'évaluation de l'état des milieux doit permettre de fixer des priorités pour la suite de l'étude et pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel.

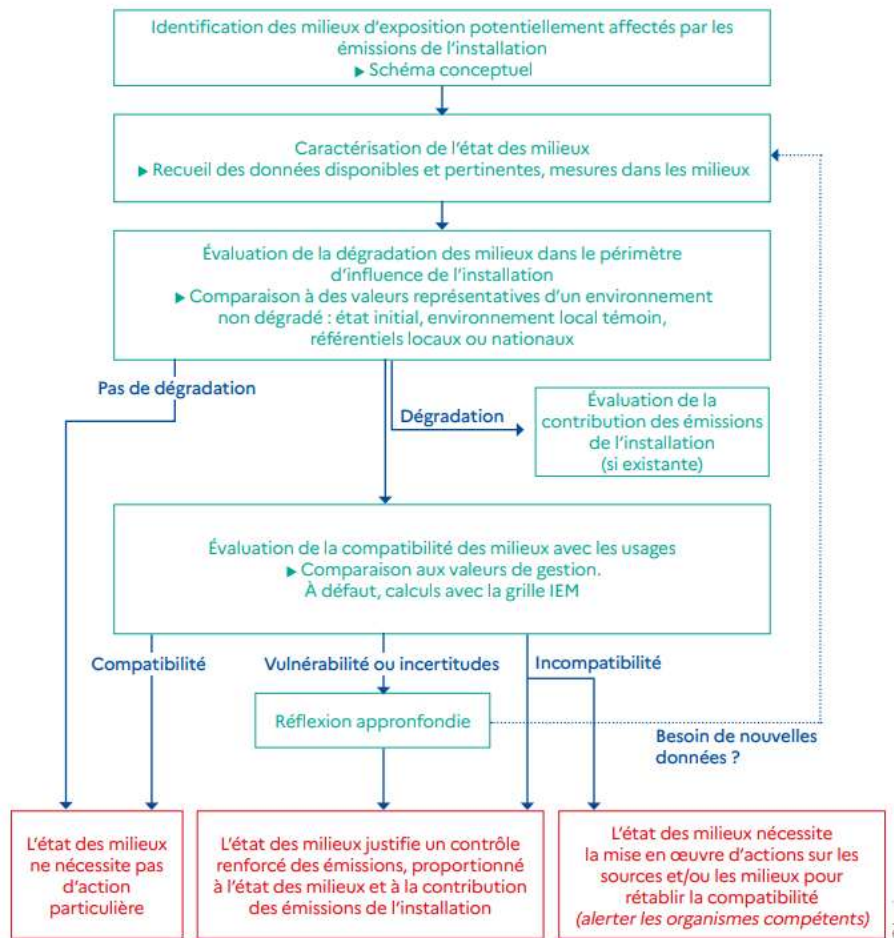
Pour cela, l'évaluation se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation pour :

- **Dans le cas des futures installations** : définir l'état initial des milieux, état de référence «historique» de l'environnement ;
- **Dans le cas des installations existantes** : déterminer si les émissions passées et présentes de l'installation contribuent à la dégradation des milieux ;
- **Dans tous les cas** : déterminer si l'état actuel des milieux est compatible avec les usages et apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

Pour répondre à ces objectifs, et exploiter les résultats pour la suite de l'étude, l'évaluation s'appuie sur l'outil **d'Interprétation de l'état des milieux**, décrite par l'INERIS en 2021 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives.



**Figure 15 : Étapes et critères de l'IEM**



Source : INERIS, 2021

La caractérisation des milieux doit permettre de répondre aux deux questions suivantes :

- Une dégradation des milieux situés sous l'influence de l'installation est-elle visible en comparaison de l'environnement local témoin, pour les composés identifiés comme traceurs ;
- Si une dégradation est identifiable, les milieux concernés sont-ils compatibles avec les usages recensés.

Il est donc nécessaire de coupler, dans notre choix de localisation des points de prélèvements pour la campagne de mesures, simultanément les **zones d'impact** et les **usages de la zone**.

## 3.2 Caractérisation des milieux

### 3.2.1 Substances et milieux pertinents

Les substances et milieux pertinents sont définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des activités à l'aide du schéma conceptuel. La caractérisation des milieux porte sur les traceurs de risque et traceurs d'émission sélectionnés préalablement.

Actuellement, les principaux polluants sont gazeux et particulaires, émis par voie aérienne à l'atmosphère. Les milieux récepteurs concernés sont donc l'air, les sols et les matrices alimentaires (végétaux et animaux).

**En première approche, et comme l'indique le document de référence INERIS, la matrice végétale et animale peut être écartée. Des prélèvements complémentaires peuvent être envisagés dans un second temps dans le cas où une dégradation significative de la matrice « sol » serait mise en évidence.**

Dans le cadre de cette étude les mesures suivantes ont été réalisées en première approche.

**Tableau 17 : Substances et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux**

Composés	Air	Sols superficiels (0 – 5 cm)
NO <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> Poussières	X	-
<b>COV</b> Benzène, Xylène Ethylbenzène HCl HF Formaldéhyde Acétaldéhyde	X	-
<b>ETM</b> Chrome VI Cobalt Cuivre Vanadium Manganèse Nickel Cadmium Mercure Arsenic Antimoine Plomb	-	X
<b>HAP</b> Acénaphène Acénaphylène Anthracène Benzo(a)anthracène Benzo(a)pyrène Benzo(g,h,i)pérylène Dibenzo(a,h)anthracène Chrysène Fluoranthène Fluorène Indéno(1,2,3-cd)pyrène Naphtalène Phénanthrène Pyrène Naphtalène	-	X
<b>Dioxines et Furanés</b>	-	X

### 3.2.2 Localisation des points de mesure

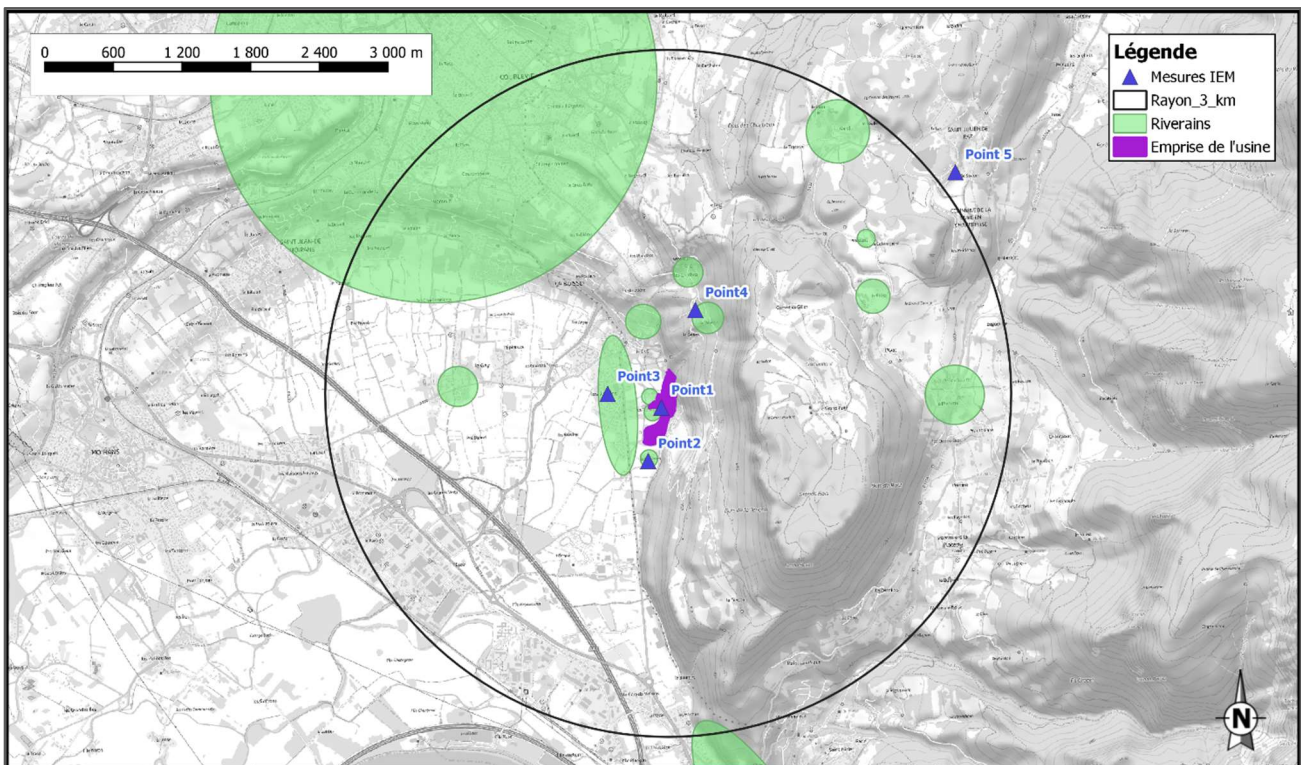
La localisation des mesures IEM doit être réalisée parmi les zones avec des populations et des usages, et des zones susceptibles d'être affectés par les émissions. Plusieurs des riverains les plus proches du site ont ainsi été retenus, soit les points suivants :

- 4 points chez des riverains potentiellement impactés ;
- 1 point de mesure représentatif de l'environnement local témoin (ELT).

**Tableau 18 : Description des points de mesures**

Point de mesure	Description	X (Lambert 93)	Y (Lambert 93)
1	Riverains– Limites de Propriété	905625	6473424
2	Riverains – 120 m au Sud	905503	6472952
3	Riverains– 500 m à l'Ouest	905153	6473533
4	Riverains– 550 m au Nord	905909	6474279
5 (ELT)	Riverains – 3.2 km au Nord-Est	908148	6475479

**Figure 16 : Localisation des points de mesures IEM**



### 3.2.3 Données existantes

#### 3.2.3.1 Air ambiant

#### 3.2.4 Surveillance par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air de la région, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, dispose d'une station de mesure de fond urbain sur la commune de Voiron, à 3.5 km au Nord du site. La station assure le suivi des polluants suivants :

- Ozone :
- Poussières PM10 ;
- NO<sub>2</sub> (jusqu'en 2020).

Le tableau ci-dessous présente les concentrations annuelles en PM10 et NO<sub>2</sub>.

**Tableau 19 : Concentrations PM10 / NO<sub>2</sub> sur la station ATMO de Voiron (µg/m<sup>3</sup>)**

Polluant	2019	2020	2021	Valeur Réglementaire
PM10	15	13.9	14	40
NO <sub>2</sub>	16.5	18.3	-	40

Les concentrations moyennes annuelles sont inférieures aux valeurs réglementaires. Elles sont en revanche supérieures aux valeurs guide de l'OMS 2021 (cf. paragraphe 2.4.4).

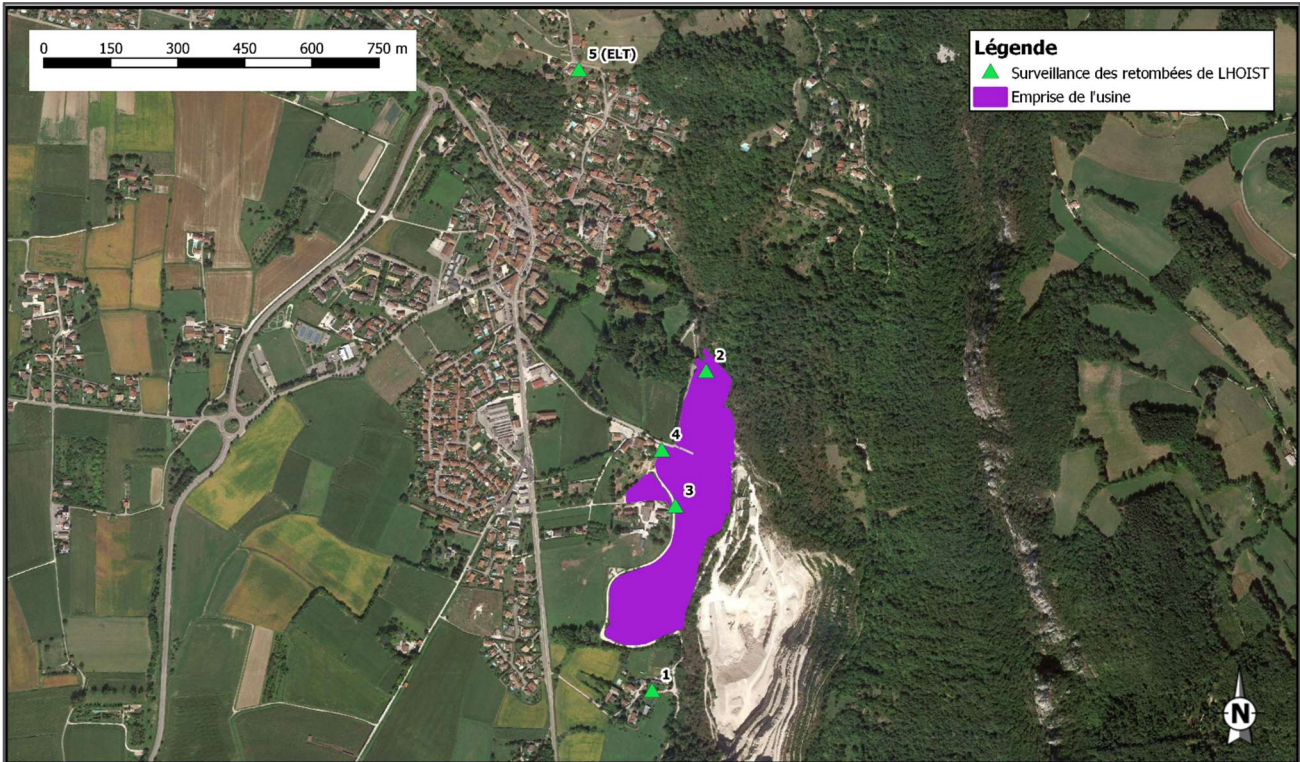
#### 3.2.5 Surveillance des retombées atmosphériques

Conformément à l'arrêté complémentaire du 21 septembre 2023, CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE La Buisse réalise une surveillance des retombées atmosphériques de poussières autour de son site. Conformément à l'arrêté, les retombées atmosphériques moyennes annuelles ne doivent pas dépasser 350 mg/m<sup>2</sup>/jour). Ces données, bien que présentées, ne sont pas utilisées pour l'IEM car ne sont pas représentatives des milieux d'expositions (mesures dans des jauges).

En 2020<sup>13</sup>, deux campagnes de mesures ont été menés par le bureau d'étude ITGA sur 5 points de mesures présentés sur la carte ci-après, dont 1 représentatif de l'environnement local témoin (ELT) :

<sup>13</sup> Dernières données disponibles

**Figure 17 : Réseau de surveillance des retombées de poussières autour du site**



Les retombées sont collectés sur jauges Owen sur des périodes de 30 jours environ.  
 Les résultats sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tableau 20 : Résultats de la surveillance des retombées de poussières (mg/m<sup>2</sup>/j) autour du site**

Point	Mai 2020	Novembre 2020	Moyenne 2020
1	72	78	75
2	92	63	78
3	121	76	99
4	130	95	113
5 (ELT)	100	30.3	65

Source : ITGA - Mesures des retombées atmosphériques. Rapport d'intertéprétation

En mai 2020, les points 3 et 4 présentaient des valeurs supérieures à l'ELT ; en Novembre 2020, l'ensemble des valeurs étaient supérieures à l'ELT. Les retombées sont inférieures à la valeur limite (350 mg/m<sup>2</sup>/j).

### 3.2.5.1 Sols

Il n'existe pas de données disponible sur cette matrice.

### 3.2.5.2 Végétaux

Il n'existe pas de données disponibles sur cette matrice.

### 3.2.6 Campagne de mesures complémentaires

**Afin de compléter les données de mesures existantes pour la caractérisation des milieux, une campagne de mesures complémentaires dans l'air et dans le sol a été mise en œuvre.**

Ainsi les prélèvements et des analyses ont été réalisés sur les paramètres suivants :

- Pour le milieu « air » :
  - sur le Benzène, Ethylbenzène, Xylène, Formaldéhyde, Acétaldéhyde, HF, HCl, NH<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Poussières (PM10).
- Pour le milieu « sol » :
  - Des analyses de métaux, HAP dont le Benzo(a)pyrène et le Naphtalène et Dioxines et Furanés dans les sols superficiels.

Conformément aux recommandations de l'INERIS, qui suggère de construire « une stratégie de mesures **proportionnée** aux enjeux », les composés particuliers n'ont été mesurés que dans la matrice « sol ». Compte tenu des niveaux de risque auxquels ont abouti cette étude, cette approche est adaptée aux impacts du site.

#### 3.2.6.1 Air ambiant

La campagne de mesures complémentaire dans la **matrice air** a été réalisée par GINGER BURGEAP du **06 Avril 2022 au 13 Avril 2022**.

Sur cette période ont été réalisés :

- Les **prélèvements d'air de composés en phase gazeuse**, sur **support passif Radiello®**,
- Les **prélèvement de PM10** par **préleveur passif Passam Sigma-2**.

La méthodologie mise en œuvre et le détail des prélèvements sont consultables en Annexe 3. Les fiches de prélèvement sont consultables en Annexe 4. Les bulletins d'analyse associés à ces mesures sont consultables en Annexe 5.

Les conditions météorologiques rencontrées durant la campagne de mesures relevées sur la station météorologique de site sont détaillées ci-après :

**Tableau 21 : Paramètres météorologiques relevés au cours de la campagne de mesure**

Données	Observations au cours des campagnes
<b>Conditions de Vents pendant la campagne de mesures</b>	
	<p>Vents faibles majoritairement de secteur Est-Sud-Est et vents faibles à modérés de secteur Sud. Vis-à-vis des vents annuels, la composante Est-Nord-Est est sous-représentée par rapport à la composante Est-Sud-Est. La composante des vents du Sud est sur-représentée.</p> <p>Cependant, les fréquences d'exposition des points pendant la campagne sont représentatives de celles observées à l'année</p>
<b>Températures et Précipitations pendant la campagne de mesures</b>	
	<p>Température moyenne : 9.8°C              Température max : 18.6°C              Température min : - 1.4°C              Précipitations 11.3 mm</p> <p>Précipitations et Températures représentatives du mois d'avril</p>

### 3.2.6.2 Sols

Les prélèvements de **sol superficiel** ont été réalisés le **29 Mars 2022**.

La méthodologie mise en œuvre et le détail des prélèvements sont consultables en Annexe 3 et 4. Les bulletins d'analyse associés à ces mesures sont consultables en Annexe 5.

## 3.3 Évaluation de la compatibilité des milieux

L'interprétation de l'état des milieux (IEM) est réalisée dans le présent rapport suivant les recommandations méthodologiques du guide « La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux » du Ministère en charge de l'environnement version 0 mis en application le 8/02/07.

L'interprétation des mesures réalisées repose donc sur une comparaison successive à :

- l'état naturel de l'environnement, celui-ci se composant d'un bruit de fond « naturel » et d'un bruit de fond anthropique lié à l'activité humaine non spécifique au site
- les valeurs de référence pour la gestion pertinente des milieux.

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels montre une dégradation des milieux et que les valeurs de gestion ne sont pas disponibles, la question de savoir dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non son usage se pose.

Dans ce cas, l'interprétation repose sur la réalisation d'un calcul d'EQRS (évaluation quantitative des risques sanitaires) tel que décrit dans le guide du Ministère chargé de l'environnement avec une grille de calcul et une interprétation des résultats spécifique.

Les valeurs de référence sur lesquelles s'appuie l'évaluation de la dégradation des milieux sont décrites en Annexe 6.

### 3.3.1 Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation

Si l'installation étudiée est en exploitation et que ses émissions sont maîtrisées, l'interprétation des résultats de mesures dans l'environnement peut permettre de déterminer si ses émissions (passées et présentes) ont un impact significatif sur les teneurs de polluants dans les milieux.

#### 3.3.1.1 Milieu « air »

Le tableau ci-après présente les résultats des mesures en air ambiant. L'évaluation de la dégradation tient compte de l'incertitude des résultats en lien avec les techniques d'analyse.

**Tableau 22 : Concentrations mesurées ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) dans l'air ambiant**

Composé	Station Atmo Voiron 2019 - 2021	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5 - ELT
Exposition aux vents du site annuel (%)	-	14.4	11.5	22.9	<u>10.7</u>	7.0
Exposition aux vents du site pendant la campagne (%)	-	11.6	7.1	17.4	<u>14.2</u>	5.2
PM10	14.3	<b>30.5</b>	15.1	16.8	<u>26.0</u>	<u>24.5</u>
Benzène	-	0.55	0.93	1.1	0.83	0.96
Ethylbenzène	-	0.75	0.80	0.90	0.73	0.76
m+p+o Xylène	-	1.16	<b>1.49</b>	<b>1.90</b>	1.12	1.10
Formaldéhyde	-	1.4	<b>1.7</b>	<b>2.0</b>	1.4	1.3
Acétaldéhyde	-	1.6	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>	<b>1.7</b>	1.5
NO <sub>2</sub>	17.4	<b>5.3</b>	<b>4.9</b>	<b>10.0</b>	<b>2.8</b>	1.8
SO <sub>2</sub>	-	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
HF	-	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
HCl	-	< 1.0	<b>1.4</b>	< 1.0	< 1.0	< 1.0

**En gras** : valeur supérieure à l'ELT en tenant compte de l'incertitude élargie (cf. PV d'analyse)

**Surlignée** : valeur supérieure à la valeur de comparaison sur la station ATMO en tenant compte de l'incertitude élargie



On observe que les fréquences d'exposition des points pendant la campagne sont représentatives de celles observées à l'année.

Pour le **milieu « air »**, on observe :

- Vis-à-vis des mesures en NO<sub>2</sub> et PM10 sur la station ATMO :
  - Des concentrations en PM10 aux points 1, 4 et 5 (point ELT) près de deux fois supérieures à la moyenne annuelle de la station ATMO de référence ;
  - Des concentrations en NO<sub>2</sub> sensiblement inférieures à la moyenne annuelle de la station ATMO de référence ;
- Vis-à-vis de l'ELT :
  - Une absence de dégradation pour le Benzène et l'éthylbenzène ;
  - Des dépassements de la valeur à l'ELT sont observés pour les composés et aux points suivants ;
    - Une dégradation du milieu sur l'ensemble des points en NO<sub>2</sub> ;
    - Une dégradation du milieu sur les points 2, 3, et 4 en acétaldéhyde ;
    - Une dégradation du milieu sur les points 2 et 3 en formaldéhyde et xylènes ;
    - Une dégradation du milieu air au point 2 pour le HCl.

Pour le SO<sub>2</sub> et l'HF, les niveaux observés sont tous inférieurs à la LQ, compris sur l'ELT, et ne permettent donc pas de conclure à la compatibilité du milieu ; ils sont écartés de l'évaluation.

**Ainsi, pour le milieu « air », une dégradation du milieu est observée pour les PM10, les Xylènes, le Formaldéhyde, l'Acétaldéhyde, le NO<sub>2</sub>, et l'HCl sur un ou plusieurs points de la zone d'étude.**

### 3.3.1.2 Milieu « sol »

Les tableaux ci-après présentent la comparaison des concentrations mesurées dans les sols (octobre 2019) aux valeurs de comparaison disponibles. En plus de la comparaison à l'environnement local témoin, les concentrations mesurées sont également comparées aux valeurs typiques nationales. Le programme « Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces » a été développé par l'INRA dans le but de fournir des références sur les teneurs totales en éléments traces métalliques mesurées dans divers sols français de zones rurales. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Source : BRGM, Bases de données existantes relatives à la qualité des sols : contenu et utilisation dans le cadre de la gestion des sols pollués, avril 2008. <http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C39Baize.pdf>

Tableau 23 : Comparaison des résultats aux valeurs de référence – sols superficiels

Composé	Unité	Campagne de prélèvements					Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France) Données issues du programme ASPITET de l'INRA <sup>1</sup>	ATSDR <sup>2</sup> , 1995 Teneurs naturelles dans les sols ruraux ou agricoles	
		Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5 ELT			
Métaux	Vanadium (V)	mg/kg MS	<b>35.2</b>	21.1	<b>45.2</b>	<b>28.5</b>	22.9	-	3 - 100
	Manganèse (Mn)	mg/kg MS	<b>668</b>	452	<b>717</b>	468	555	-	-
	Cobalt (Co)	mg/kg MS	<b>10.4</b>	<b>7.05</b>	<b>14.6</b>	4.25	5.65	2 – 23	-
	Nickel (Ni)	mg/kg MS	<b>36.8</b>	23.3	<b>51.8</b>	15.2	24.6	2 - 60	-
	Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<b>42.5</b>	<b>24.8</b>	<b>85.9</b>	<b>12.1</b>	7.58	2 - 20	-
	Arsenic (As)	mg/kg MS	<b>19.7</b>	10.8	9.89	11.5	12.2	1 - 25	-
	Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.311	0.315	0.288	0.287	<u>0.604</u>	0.05 – 0.45	-
	Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<b>1.32</b>	<b>1.24</b>	<b>2.04</b>	0.712	1.02	-	0.05 – 1.5
	Plomb (Pb)	mg/kg MS	32.6	24.7	37.1	16.2	<u>60.9</u>	9 - 50	-
	Chrome VI (Cr VI)	mg/kg MB	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	-	-
	Mercure (Hg)	mg/kg MS	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.02 – 0.1	-
HAP	Naphtalène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	0.003
	Acénaphthylène	mg/kg MS	< 0.01	<b>0.015</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	0.005
	Acénaphthène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.01
	Fluorène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.01
	Phénanthrène	mg/kg MS	0.016	<b>0.023</b>	0.012	< 0.01	0.013	-	<0.14
	Anthracène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.01
	Fluoranthène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.21
	Pyrène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.15
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.11
	Chrysène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.030	-	<0.12
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<b>0.049</b>	<b>0.088</b>	0.033	< 0.01	0.032	-	<0.22
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<b>0.019</b>	<b>0.030</b>	0.010	< 0.01	0.011	-	<0.25
	Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<b>0.043</b>	<b>0.077</b>	0.025	< 0.01	0.025	-	<1.3
	Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	< 0.01	<b>0.019</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.01
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg MS	<b>0.041</b>	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.1	
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	-	<0.07	
PCDD/Fs	PCDD/Fs (TEQ WHO-2005)	pg/g MS	<b>3.6</b>	<b>6.4</b>	2.6	1.6	2.6	-	-

En gras : valeur supérieure à l'ELT en tenant compte de l'incertitude élargie (20 %)  
 Surligné : valeur supérieure à la valeur de référence

Pour le milieu « sol », on observe :

- Au point ELT, les concentrations mesurées dans les sols se situent dans les gammes de référence excepté pour le plomb et le cadmium pour lesquels les concentrations mesurées sont supérieures aux gammes de référence.
- De façon générale :
  - Le point 4 situé à l'ouest du site ne présente aucun dépassement du point ELT ;
  - Les points 1 et 3 présentent les concentrations les plus fortes en métaux parmi tous les points, tandis que le point 2 présente les concentrations les plus importantes pour les HAP excepté le indeno(123cd)pyrène (maximum au point 1) ;
- concernant les **métaux**,
  - Le milieu n'est pas dégradé pour le plomb et le cadmium. A noter que les teneurs à l'ELT sont supérieures à la gamme des concentrations usuellement rencontrées dans les sols ;
  - Le milieu est dégradé pour les autres métaux sur 1 point pour l'arsenic (Point 1), et sur au moins 2 points pour les autres métaux (à minima les points 1 et 3) ;  
 Les valeurs pour l'antimoine et le cuivre là où des dégradations sont observées sont presque toutes supérieures à la gamme de concentrations usuellement mesurées dans les sols ;
- Concernant les **HAP**, des dépassements de la valeur à l'ELT sont identifiés sur au moins 1 point pour l'Acénaphthylène, le phénanthrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, le dibenzo(ah)anthracène, et l'indénopyrène. Néanmoins, hormis l'acénaphthylène et le dibenzo(a,h)anthracène, l'ensemble des valeurs sont inférieures aux valeurs de comparaison.
- Concernant les **dioxines et furannes**, les points 1 et 2 sont dégradés.

**Ainsi, pour le milieu « sol », une dégradation du milieu est observée pour le Manganèse, le Nickel, le Vanadium, l'Antimoine, le Cobalt, l'Arsenic, le Cuivre, l'Acénaphthylène, le Phénanthrène, le Benzo(b)fluoranthène, le Benzo(k)fluoranthène, le Benzo(a)pyrène, le dibenzo(ah)anthracène, et l'indénopyrène, les dioxines et furannes pour un ou plusieurs points de la zone d'étude.**

Le vanadium ne possédant pas de VTR pour l'ingestion utilisés dans l'IEM du milieu sol, il est exclu du reste de l'analyse.

### 3.3.2 Evaluation de la compatibilité des milieux

Lorsque une dégradation des milieux a été mise en évidence, il est nécessaire de vérifier que l'état des milieux reste compatible avec les usages. Dans ce cadre, une comparaison des valeurs mesurées avec les valeurs réglementaires. En l'absence de valeurs, un calcul de risque est réalisé pour s'assurer de la compatibilité des milieux.

#### 3.3.2.1 Comparaison aux valeurs réglementaires

##### ► Milieu « air »

Pour le milieu « air », si un impact est constaté pour une substance, alors la concentration de ce composé est comparée à des valeurs réglementaires disponibles issues de l'article R221-1 du code de l'environnement pour l'air extérieur.

**Tableau 24 : Comparaison des milieux dégradés aux valeurs de gestion**

Substance	concentration maximale mesurée sur un point présentant un impact ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur de gestion retenue ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Compatibilité du milieu ?
NO <sub>2</sub>	10.0	VL pour la protection de la santé humaine : 40	OUI
PM10	30.5	VL pour la protection de la santé humaine : 40	OUI

Les concentrations maximales mesurées pour le NO<sub>2</sub> et les PM10 sont inférieures aux valeurs réglementaires pour la protection de la santé. A noter pour les PM10, la valeur maximale est du même ordre de grandeur que l'objectif de qualité de l'air (30 µg/m<sup>3</sup>).

Ainsi, pour le **NO<sub>2</sub> et les PM10**, nous pouvons conclure à la **compatibilité du milieu avec les usages identifiés**.

### ► Milieu « sol »

Pour le milieu « sol », le Haut Conseil de Santé Publique CSP en revanche a établi entre 2020 et 2022 des seuils de vigilance et d'action rapide pour les teneurs de Cadmium, Mercure, Arsenic, et Plomb dans les sols.

**Tableau 25 : Valeurs de gestion pour les sols**

ETM	Seuil de Vigilance (mg/kg MS)	Seuil d'Action Rapide (mg/kg MS)
Plomb	100	300
Arsenic	25	70
Mercure	1	5
Cadmium	1 (sols « racinaires »)	5 (sols « racinaires »)

Les teneurs mesurées dans les métaux pour lesquels le HCSP a défini des seuil de vigilance sont inférieures à ces dits seuils.

Ainsi, pour **l'arsenic, le plomb, le mercure, et le cadmium**, nous pouvons conclure à la **compatibilité du milieu avec les usages identifiés**.

### 3.3.2.2 Calcul d'interprétation de l'état des milieux

Les principes généraux des calculs d'IEM sont reportés en Annexe 7 7.

Les niveaux de risques sont exprimés sous la forme d'un quotient de danger (QD) pour les effets à seuil, et d'un excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil. Le mode de calcul de ces indicateurs et les valeurs de référence associées sont détaillés en Annexe 7. Les paramètres d'exposition retenus y sont également exposés.

Les calculs présentés ci-après concernent

- Les adultes pour le milieu « air » et la voie d'exposition par inhalation ;
- les enfants pour le milieu « sol » et la voie d'exposition par ingestion (calcul majorant en termes de voie d'exposition par ingestion).

Les résultats de la comparaison aux valeurs de quantification partielle des risques sont interprétés selon les critères définis dans le guide IEM (2007), repris dans le tableau ci-dessous. L'interprétation est faite substance par substance et milieu par milieu, les conclusions pouvant être différentes selon les substances et les voies d'exposition.

**Tableau 26 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM (MEDD, 2007)**

Comparaison aux valeurs de gestion	Intervalle de gestion des risques	Interprétation
C < Créf	QD < 0,2 ERI < 10 <sup>-6</sup>	L'état des milieux est compatible avec les usages
C < Créf pouvant être remis en cause dans le futur*	0,2 < QD < 5 10 <sup>-6</sup> < ERI < 10 <sup>-4</sup>	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
C > Créf	QD > 5 ERI > 10 <sup>-4</sup>	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

\* du fait de l'augmentation des flux (prévue dans le projet ou permis par les prescriptions actuelles) ou l'accumulation

NB : Les couleurs présentées dans ce tableau sont celles qui sont reprises dans le tableau suivant.

### 3.3.2.3 Milieu « air »

Les niveaux de risques pour les substances pour lesquelles une dégradation du milieu est observée sont présentés ci-après.

**Tableau 27 : Quantification partielle des risques pour les milieux dégradés ou pour les composés dans l'air ne présentant pas de valeur de gestion.**

Composé	Concentration atmosphérique maximale mesurée	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	QD	ERI
	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	(µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	(Quotient de danger)	(Excès de risque individuel)
Xylènes	1.90	100	-	0.02	
Formaldéhyde	2.0	123	-	0.02	
Acétaldéhyde	2.1	160	-	0.01	
HCl	1.4	20	-	0.07	

Les calculs de risques effectués sur le milieu air ont mis en évidence des niveaux de risques pour **l'ensemble des composés** traduisant un **milieu compatible avec les usages** (QD < 0.2).

### 3.3.2.4 Milieu « sol »

Les niveaux de risques pour les substances pour lesquelles une dégradation du milieu est observée sont présentés ci-dessous.

**Tableau 28 : Quantification partielle des risques pour les composés dans le sol ne présentant pas de valeur de gestion.**

Composé	Concentration maximale de la substance dans le sol	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	QD	ERI
	mg/kg	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	(Quotient de danger)	(Excès de risque individuel)
<b>METAUX ET METALLOIDES</b>					
Antimoine (Sb)	2.04	0.006	-	< 0.01	
Cobalt (Co)	14.6	0.0016	-	0.06	
Cuivre (Cu)	85.9	0.15	-	< 0.01	

Composé	Concentration maximale de la substance dans le sol	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	QD	ERI
	mg/kg	mg/kg/j	(mg/kg/j) <sup>-1</sup>	(Quotient de danger)	(Excès de risque individuel)
Manganèse (Mn)	717	0.055	-	0.08	
Nickel (Ni)	51.8	0.0028	-	0.11	
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>					
Acénaphthylène	0.015	-	1.00E-03		7.8E-12
Phénanthrène	0.023	0.04	1.00E-03	<0.01	1.2E-11
Benzo(b)fluoranthène	0.088	-	1.00E-01		4.6E-09
Benzo(k)fluoranthène	0.030	-	1.00E-01		1.6E-09
Benzo(a)pyrène	0.077	0.0003	1	<0.01	4.0E-08
Dibenzo(a,h)anthracène	0.019	-	1		9.9E-09
Indéno(1,2,3cd)pyrène	0.041	-	1.00E-01		2.1E-09
<b>DIOXINES ET FURANNES</b>					
PCDD/Fs	6.4E-06	7.0E-10	-	0.06	

Les calculs de risques effectués sur le milieu sol ont mis en évidence :

- des niveaux de risques pour **l'arsenic** conduisant à **une incertitude quant à la compatibilité des milieux** avec les usages actuels ( $0.2 < QD < 5$  et  $ERI > 10^{-5}$ ). Nous rappellerons néanmoins que les teneurs mesurées y compris la teneur maximale sont dans la gamme des valeurs de référence nationale ;
- des niveaux de risques conduisant à **la compatibilité des milieux** avec les usages actuels **pour l'ensemble des autres composés** considérés ( $QD < 0.2$  et  $ERI < 10^{-6}$ ).

### Ce qu'il faut retenir

#### **Milieu AIR**

*Une dégradation du milieu est observée pour les PM10, les Xylènes, le Formaldéhyde, l'Acétaldéhyde, le NO<sub>2</sub>, et l'HCl sur un ou plusieurs points de la zone d'étude.*

*Toutefois, l'état des milieux est compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des substances mesurés.*

#### **Milieu SOLS**

*Une dégradation du milieu est observée pour le Manganèse, le Nickel, le Vanadium, l'Antimoine, le Cobalt, l'Arsenic, le Cuivre, l'Acénaphthylène, le Phénanthrène, le Benzo(b)fluoranthène, le Benzo(k)fluoranthène, le Benzo(a)pyrène, le dibenzo(ah)anthracène, et l'indénopyrène, les dioxines et furannes pour un ou plusieurs points de la zone d'étude.*

*L'état des milieux est compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des substances mesurés.*

***Pour rappel, les mesures sont réalisées sur des milieux intégrateurs de la pollution de l'ensemble des sources de la zone et pas uniquement du site CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE***

## 4. Étape 4 : Evaluation prospective des risques sanitaires – site futur

L'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) est une démarche visant à décrire et quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition de personnes à des substances toxiques. Elle s'applique depuis 2000 à l'analyse des effets potentiels liés à la toxicité des substances chimiques émises par les ICPE dans leur environnement. Elle est décrite dans le guide méthodologique de l'INERIS (2003) reprise dans la version de 2013) intitulé « Substances chimiques – évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées ».

Les 4 étapes fondamentales de l'évaluation quantitative des risques sanitaires ont été identifiées par le National Research Council (NRC) en 1983 :

- L'identification des dangers ;
- L'évaluation des relations dose-réponse ;
- L'évaluation de l'exposition ;
- La caractérisation du risque ;

Cette évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée pour le mode de fonctionnement futur.

### 4.1 Identification des dangers

En termes sanitaires, un danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés.

Pour l'ensemble des substances identifiées précédemment, les effets toxiques ont été collectés et notamment les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) ainsi que les effets sur la reproduction (reprotoxicité).

En ce qui concerne le potentiel cancérogène, différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union Européenne et l'US-EPA) distinguent différentes catégories ou classes. Seule la classification de l'Union Européenne a un caractère réglementaire. C'est également la seule qui classe les substances chimiques quant à leur caractère mutagène et reprotoxique.

Tous les modes d'exposition ont été traités en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (supérieures à 7 ans pour l'US-EPA et supérieures à 1 an pour l'ATSDR).

### 4.2 Évaluation des relations dose-réponse

#### 4.2.1 Les valeurs toxicologiques de référence

##### ► Généralités

La dose est la quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Elle s'exprime généralement en milligramme par kilo de poids corporel et par jour (mg/kg/j). Dans le cas de l'exposition par inhalation, la concentration s'exprime généralement en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'évaluation quantitative de la relation entre la dose (ou la concentration) et l'incidence de l'effet néfaste permet d'élaborer la Valeur Toxicologique de Référence (VTR). Ces VTR sont une appellation générique regroupant tous les types d'indices toxicologiques établissant une relation quantitative entre une dose et un effet (toxiques à seuil de dose) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxiques sans seuil de dose), dont la distinction est proposée ci-dessous :

- **Les effets toxiques à seuil de dose** : existence d'un seuil d'exposition en dessous duquel l'effet néfaste n'est pas susceptible de se manifester. Il s'agit des effets toxiques non cancérogènes et des effets cancérogènes non génotoxiques.
- **Les effets toxiques sans seuil de dose** (essentiellement les effets cancérogènes génotoxiques) : Difficulté de définir de façon fiable un niveau d'exposition sans risque. La probabilité de survenue de l'effet néfaste croît avec l'augmentation de la dose. Les effets sans seuil de dose sont exprimés au

travers d'un indice représentant un excès de risque unitaire (ERU) qui traduit la relation entre le niveau d'exposition chez l'homme et la probabilité de développer l'effet. Cet ERU représente la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée par rapport à une population non exposée.

Une même substance peut produire ces deux types d'effets.

#### ► Sélection des VTR

La note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués est prise en compte pour la sélection des VTR.

En l'absence de VTR établie par l'ANSES, en application de la note DGS/DGPR précitée, pour chaque substance, les différentes VTR actuellement disponibles seront recherchées de façon à discuter le choix réalisé sur les critères suivants :

- Les valeurs issues d'études chez l'homme par rapport à des valeurs dérivées à partir d'études sur les animaux. Par ailleurs, la qualité de l'étude pivot sera également prise en compte (protocole, taille de l'échantillon, ...);
- Les modes de calcul (degré de transparence dans l'établissement de la VTR) et les facteurs de sécurité appliqués constitueront également un critère de choix ;
- Les valeurs issues d'organismes reconnus (européens ou autres) ;
- Ainsi, en l'absence d'expertise nationale ou de VTR proposée par l'Anses, la VTR sera retenue selon l'ordre de priorité défini par la circulaire DGS/DGPR du 31/10/2014 à savoir :
  - La VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
  - Puis, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

#### 4.2.2 Choix des VTR

Le choix des VTR pour les composés retenus comme traceurs et leurs effets toxiques associés sont présentés dans le tableau ci-après :



Tableau 29 : Synthèse des VTR retenues

Substance	EFFETS TOXIQUES SANS SEUIL						EFFETS TOXIQUES A SEUIL					
	ERUo (mg/kg/j)-1	type de cancer voie orale	Source	ERUi (µg/m3)-1	type de cancer voie inh°	Source	VTRo (oral) (mg/kg/j)	Organe cible (oral)	Source	VTRi (inh°) (µg/m3)	Organe cible (inh°)	Source
Antimoine (Sb)	-	-	-	-	-	-	0.006	perte de poids	OMS, 2003 retenu par Anses, 2018	0.3	poumon	ATSDR, 2019
Arsenic (As)	1.5	cutané	US-EPA, 1998	1.50E-04	pulmonaire	TCEQ, 2012 retenu par ANSES 2018	0.00045	cutané	Fobig 2009 retenu par INERIS, 2010	0.015	effets sur le développement	OEHHA, 2008 retenu par INERIS, 2010
Cadmium (Cd) effets cancérogènes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	tumeurs pulmonaires	Anses, 2012
Cadmium (Cd)	-	-	-	-	-	-	0.00035	système osseux	Anses, 2019	0.45	rein	Anses, 2012
Chrome VI (Cr VI particulaire)	5.00E-01	adénomes et carcinomes de l'intestin grêle	OEHHA, 2011 retenu par Anses, 2018	4.00E-02	pulmonaire	IPCS, 2013 retenu par Anses, 2019	0.0009	syst.digest.	OMS, 2013	0.03	bronche, poumon	OMS, 2013
Cobalt (Co)	-	-	-	7.70E-03	pulmonaire	OEHHA, 2020	0.0016	syst. Sanguin et thyroïde	AFSSA, 2010 retenu par Anses, 2016	0.1	poumon	ATSDR, 2004 OMS, 2006
Cuivre (Cu)	-	-	-	-	-	-	0.15	syst.digest.	EFSA, 2018	1	syst. Resp. et immunitaire	RIVM, 2001
Manganèse (Mn)	-	-	-	-	-	-	0.055	Effets neuro-développementaux chez le nourrisson	INSPQ (2017) retenu par Anses 2019	0.3	SNC	ATSDR, 2012 retenu par Anses, 2018
Mercuré (Hg)	-	-	-	-	-	-	0.00057	rein	EFSA, 2012 retenu par Anses, 2018	0.2	SNC	OMS-CICAD 2003
Nickel (Ni)	-	-	-	1.70E-04	pulmonaire et larynx	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018	0.0028	effets reprotoxiques	EFSA, 2015 retenu par Anses, 2018	0.23	syst. Resp.	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018
Plomb (Pb)	8.50E-03	rein	OEHHA, 2002 retenu par INERIS, 2013	1.20E-05	rein	OEHHA, 2002 retenu par INERIS, 2013	0.00063	plombémie	Anses, 2013	-	-	-
Vanadium (Va)	-	-	-	-	-	-	-	-	Anses, 2018	0.1	syst. Resp.	ATSDR, 2012
Naphtalène	0.12	Epithélium nasal	OEHHA (2011) retenu par INERIS (2014)	5.60E-06	neuroblastome de l'épité, olfactif	Anses, 2013	0.02	poids	US-EPA, 1998	37	sys. Resp.	Anses, 2013
Benzo(a)pyrène	1	tractus respiratoire et tumeur gastrointestinale	US-EPA - 2017	6.00E-04	tractus respiratoire	US-EPA 2017	0.0003	développement	US-EPA 2017	0.002	développement	US-EPA 2017
Benzène	-	-	-	2.60E-05	leucémie	Anses, 2013	-	-	-	10	sang	Anses, 2008
Ethylbenzène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1500	effet ototoxique	ANSES 2016
Xylène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	syst. Nerveux	US-EPA (2003) retenu par Anses, 2020
Formaldéhyde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	irritation oculaire cancers du nasopharynx	Anses, 2018
Acétaldéhyde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	Anses, 2014
Dioxines et furanes	-	-	-	-	-	-	7E-10	effets reprotoxiques	US-EPA 2014 retenu par Anses, 2018	-	-	-
Acide chlorhydrique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	système respiratoire	US EPA 1995
Acide fluorhydrique	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	densité osseuse	OEHHA 2003 retenu par INERIS, 2011

## 4.3 Évaluation des niveaux d'expositions par modélisation

### 4.3.1 Substances retenues

Les substances retenues sont les traceurs d'intérêt identifiés au paragraphe 2.4.

- NOx ;
- SO2 ;
- Poussières PM10 et PM2.5 ;
- Benzène ;
- Ethylbenzène ;
- Xylène ;
- Formaldéhyde ;
- Acétaldéhyde
- Naphtalène ;
- Antimoine ;
- Arsenic ;
- Cadmium ;
- Cobalt ;
- Cuivre ;
- Manganèse ;
- Mercure ;
- Nickel ;
- Plomb ;
- Vanadium ;
- Chrome VI ;
- Benzo(a)pyrène eq. ;
- Dioxines et Furanés ;
- Acide Chlorhydrique ;
- Acide Fluorhydrique.

### 4.3.2 Estimation des concentrations dans les milieux d'exposition

L'objectif de cette phase est d'estimer par modélisation les concentrations environnementales liées au fonctionnement de l'installation, sur une période longue (chronique), dans les milieux d'exposition sélectionnés à la suite de l'établissement du schéma conceptuel, à savoir l'air ambiant et les dépôts au sol.

Pour cela, il a été mis en œuvre, un modèle de dispersion atmosphérique, ADMS 5 (version 5.2), modèle gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles sur des zones complexes. Ce logiciel va permettre de déterminer les concentrations des différentes substances dans l'air ambiant ainsi que les flux de dépôt au sol pour les composés particuliers. Les spécificités de ce logiciel sont présentées en Annexe 8.

#### 4.3.2.1 Modélisation atmosphérique

##### ► Paramétrage du modèle

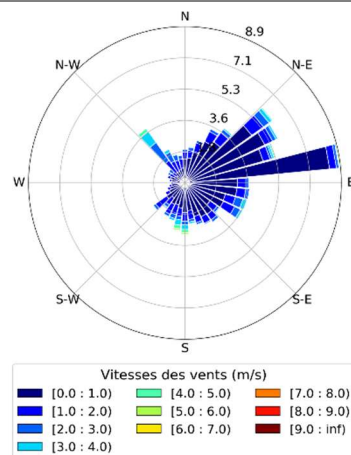
L'expertise du site montre que les facteurs qui vont le plus jouer sur la dispersion des substances émises par le site sont les conditions météorologiques rencontrées sur site, notamment la structure verticale de l'atmosphère. Il a donc été décidé de mettre en œuvre le modèle de dispersion ADMS 5. Développé depuis 15 ans par le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu par les institutions publiques et privées de la pollution atmosphérique, en France (INERIS), et dans le monde (US-EPA). Il a été validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion : le « Model Validation Kit » [Olesen, 2010]<sup>15</sup>. Il se base en effet sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

Les différents paramètres retenus pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des composés issus des différentes sources du projet sont résumés dans le tableau ci-dessous :

<sup>15</sup> Olesen H. R. and Chang J.C. (2010), 'Consolidating tools for model evaluation', International Journal of Environment and Pollution, 40, 1/2/3.

**Tableau 30 : Paramètres utilisés dans ADM5 pour la modélisation**

Paramètre	Données utilisées	Commentaire
Domaine de modélisation	<input checked="" type="checkbox"/> Domaine d'étude <input type="checkbox"/> Autre	Domaine de 6 km x 6 km centré sur le site Résolution de maille : 50 m
Données météorologiques locales	<input checked="" type="checkbox"/> Observations réelles <input type="checkbox"/> Données modélisées <input type="checkbox"/> Données statistiques	<input checked="" type="checkbox"/> Vitesse du vent <input checked="" type="checkbox"/> Direction du vent <input checked="" type="checkbox"/> Températures <input checked="" type="checkbox"/> Précipitations <input checked="" type="checkbox"/> Nébulosité totale <input type="checkbox"/> Paramètres de stabilité <input checked="" type="checkbox"/> Période considérée : 2020, 2021, 2022 <input checked="" type="checkbox"/> Fréquence des données : horaires  Localisation de la station : Station du site
	Total des données utilisées	Nombre de données totales : 26 239 Nombre de données non utilisables : 65
	Conditions de vent calme : <input checked="" type="checkbox"/> Pris en compte <input type="checkbox"/> Non pris en compte	Module Vents Calmes activé
Description de la stabilité atmosphérique	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Le calcul de la hauteur de couche limite tient compte des heures précédentes dans la journée.
Surélévation des panaches à l'émission	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Modèle intégral de trajectoire 3D en sortie de cheminée.
Polluants modélisés	<input checked="" type="checkbox"/> Polluants gazeux <input checked="" type="checkbox"/> Polluants particulaires	Composés présentés au paragraphe « Sélection des substances d'intérêt » Les métaux, les dioxines et les HAP ont été considéré comme des particules de diamètres 2,5 µm. Le mercure a été considéré comme des particules de diamètre 1 µm.
Sources modélisées	<input checked="" type="checkbox"/> Ponctuelle : 2 <input type="checkbox"/> Linéique <input type="checkbox"/> Surfamique : <input type="checkbox"/> Volumique : <input type="checkbox"/> Jet	Sources modélisées : (Cf. Paragraphe 1)
Variation temporelle	<input checked="" type="checkbox"/> Facteurs d'émissions annuels <input type="checkbox"/> Facteurs d'émissions horaires	Estimé d'après les VLE (Cf. Paragraphe 1)



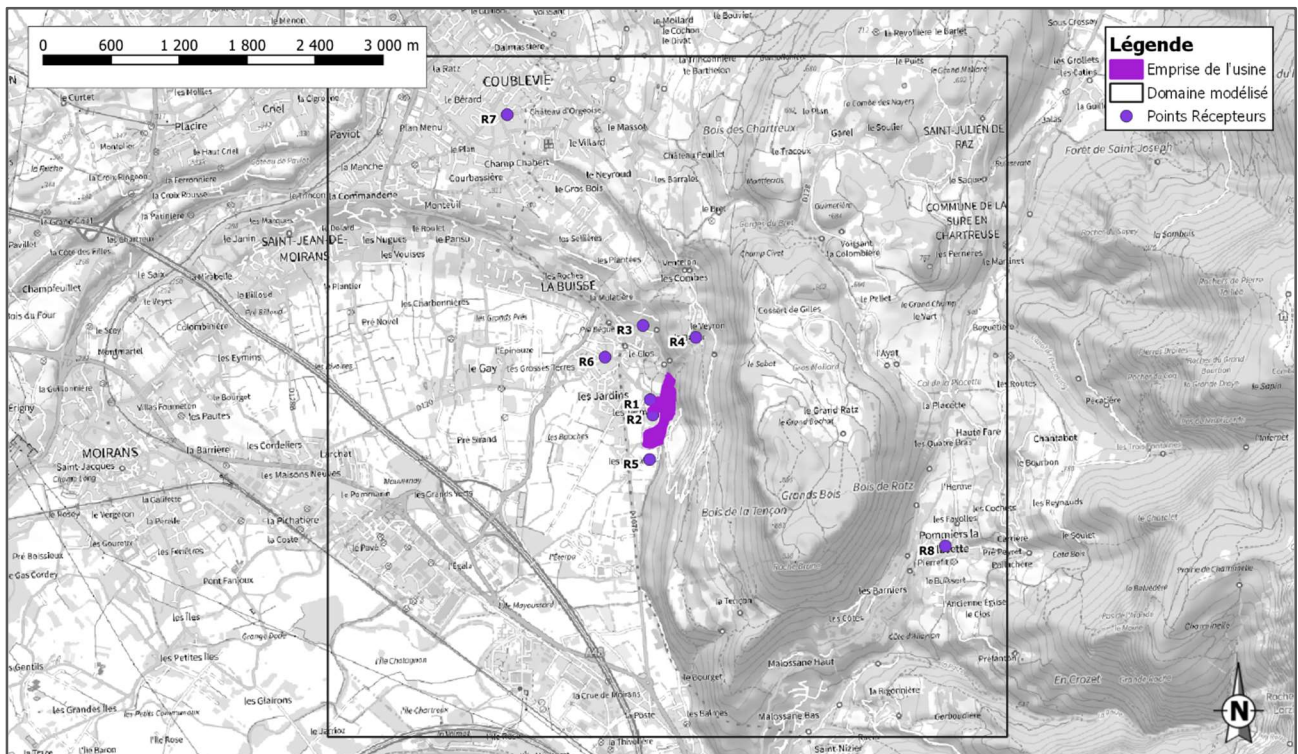
Paramètre	Données utilisées	Commentaire
Nature des sols	<input checked="" type="checkbox"/> Variable <input type="checkbox"/> Fixe	Prise en compte du relief (IGN) et de la Rugosité (Corine Land Cover)
Bâtiments obstacles	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	Dimensions des bâtiments/obstacles négligeables/aux hauteurs des sources canalisées
Points récepteurs	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	Voir carte ci-après
Temps d'intégration	<input checked="" type="checkbox"/> Horaire <input type="checkbox"/> Autre	-
Paramètres calculés en sortie	<input checked="" type="checkbox"/> Concentration moyenne annuelle <input checked="" type="checkbox"/> Dépôt moyen annuel total (sec et humide)	Hauteur de calcul : 1.5 mètres au-dessus du sol pour les concentrations dans l'air ambiant Dépôt moyen annuel total calculé au sol

### ► Résultats de la modélisation

Les calculs du modèle sont réalisées pour chaque point d'une maille régulière (40 x 40 m) et au droit de points spécifiques appelés « points récepteurs ». Ces points récepteurs représentent des points d'intérêt (i.e. habitations, établissements scolaires, établissements de santé). Ils sont choisis dans l'ensemble du domaine, en prenant soin de retenir des points parmi les zones d'impact maximales et les zones non-impactés, et ce afin de présenter l'échelle des concentrations modélisées.

La localisation et la description des points récepteurs retenus sont présentés ci-après.

**Figure 18 : Localisation des points récepteurs du modèle**



**Tableau 31 : Description des points récepteurs**

Récepteur	Coordonnée X (epsg : 2154)	Coordonnée Y (epsg : 2154)	Description
R1	905514	6473527	Habitation – 50 m à l'ouest
R2	905537	6473392	Habitation – 50 m à l'ouest
R3	905451	6474181	Habitation – 500 m au nord-ouest
R4	905917	6474077	Habitation – 400 m au nord-est
R5	905509	6473000	Habitation – 100 m au sud
R6	905115	6473902	Ecole – 600 m à l'ouest
R7	904251	6476040	Gymnase - 2.6 km au nord-ouest
R8	908121	6472237	Crèche – 2.5 km au sud-est

Les tableaux ci-après présentent les résultats aux points récepteurs. En gras est indiqué le récepteur max. Dans les conditions de modélisation retenues, le récepteur R4 est le récepteur le plus impacté, toutes substances confondues.

**Tableau 32 : Concentrations Modélisées aux points récepteurs – sources futures ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<b>PM10</b>	1.2E-01	9.6E-02	8.1E-02	2.8E-01	5.2E-02	1.3E-02	1.7E-02	1.4E-03
<b>PM2.5</b>	1.4E-01	1.1E-01	9.0E-02	3.6E-01	6.1E-02	1.7E-02	1.9E-02	1.6E-03
<b>NOx</b>	1.7E+00	1.4E+00	5.5E-01	9.8E+00	8.1E-01	2.4E-01	4.6E-01	2.5E-02
<b>SO<sub>2</sub></b>	4.3E-01	3.6E-01	1.4E-01	2.5E+00	2.0E-01	6.0E-02	1.1E-01	6.4E-03
<b>HCl</b>	8.6E-02	7.2E-02	2.8E-02	4.9E-01	4.1E-02	1.2E-02	2.3E-02	1.3E-03
<b>HF</b>	8.6E-03	7.2E-03	2.8E-03	4.9E-02	4.1E-03	1.2E-03	2.3E-03	1.3E-04
<b>Benzène</b>	1.9E-02	1.6E-02	6.0E-03	1.1E-01	8.8E-03	2.6E-03	5.0E-03	2.8E-04
<b>Ethylbenzène</b>	4.7E-03	3.9E-03	1.5E-03	2.7E-02	2.2E-03	6.4E-04	1.2E-03	6.9E-05
<b>Xylènes</b>	1.4E-02	1.2E-02	4.5E-03	8.0E-02	6.6E-03	1.9E-03	3.7E-03	2.1E-04
<b>Formaldéhyde</b>	2.8E-02	2.3E-02	9.0E-03	1.6E-01	1.3E-02	3.9E-03	7.4E-03	4.1E-04
<b>Acétaldéhyde</b>	1.4E-02	1.2E-02	4.5E-03	8.0E-02	6.6E-03	1.9E-03	3.7E-03	2.1E-04
<b>Naphtalène</b>	4.7E-04	3.9E-04	1.5E-04	2.7E-03	2.2E-04	6.4E-05	1.2E-04	6.9E-06
<b>Cr VI</b>	1.5E-05	1.2E-05	4.3E-06	5.7E-05	6.4E-06	1.9E-06	1.8E-06	1.8E-07
<b>V</b>	2.3E-05	1.9E-05	6.8E-06	9.0E-05	1.0E-05	3.0E-06	2.9E-06	2.8E-07
<b>Mn</b>	2.0E-03	1.6E-03	5.8E-04	7.7E-03	8.6E-04	2.6E-04	2.4E-04	2.4E-05
<b>Co</b>	2.0E-05	1.7E-05	6.0E-06	7.8E-05	8.8E-06	2.6E-06	2.5E-06	2.5E-07
<b>Ni</b>	5.1E-05	4.2E-05	1.5E-05	2.0E-04	2.2E-05	6.7E-06	6.4E-06	6.3E-07
<b>Cu</b>	1.8E-04	1.5E-04	5.5E-05	7.2E-04	8.0E-05	2.4E-05	2.3E-05	2.3E-06
<b>As</b>	7.9E-05	6.6E-05	2.4E-05	3.1E-04	3.5E-05	1.0E-05	9.9E-06	9.9E-07
<b>Cd</b>	2.7E-04	2.3E-04	8.2E-05	1.1E-03	1.2E-04	3.6E-05	3.4E-05	3.4E-06
<b>Sb</b>	4.8E-05	4.0E-05	1.4E-05	1.9E-04	2.1E-05	6.4E-06	6.0E-06	6.0E-07
<b>Pb</b>	1.7E-03	1.4E-03	5.1E-04	6.7E-03	7.5E-04	2.2E-04	2.1E-04	2.1E-05
<b>BaP</b>	1.3E-05	1.1E-05	3.8E-06	5.0E-05	5.6E-06	1.7E-06	1.6E-06	1.6E-07
<b>Hg</b>	4.3E-04	3.6E-04	1.3E-04	1.8E-03	1.9E-04	5.7E-05	6.2E-05	5.5E-06
<b>Dioxines</b>	8.3E-10	6.9E-10	2.5E-10	3.3E-09	3.6E-10	1.1E-10	1.0E-10	1.0E-11

Pour rappel, les broyeurs existants sont également à l'origine d'émissions de poussières totales. Les concentrations induites par ces broyeurs sont présentées ci-après.

**Tableau 33 : Concentrations Modélisées aux points récepteurs – broyeurs existants ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

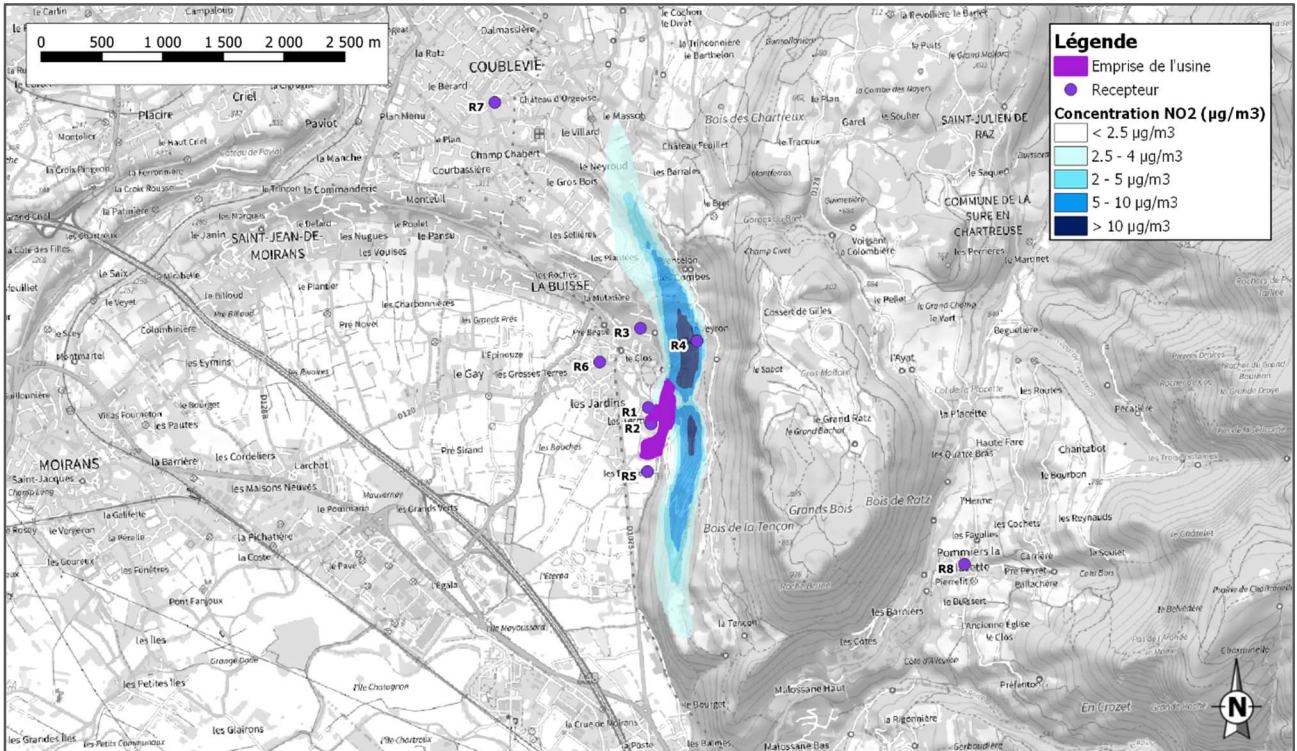
Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<b>PM10</b>	3.3E-02	2.4E-02	3.4E-02	1.5E-02	1.5E-02	2.7E-03	3.5E-03	3.3E-04
<b>PM2.5</b>	4.0E-02	2.9E-02	4.0E-02	1.8E-02	1.8E-02	3.2E-03	4.2E-03	4.0E-04

**Tableau 34 : Retombées atmosphériques modélisées aux points récepteurs ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ )**

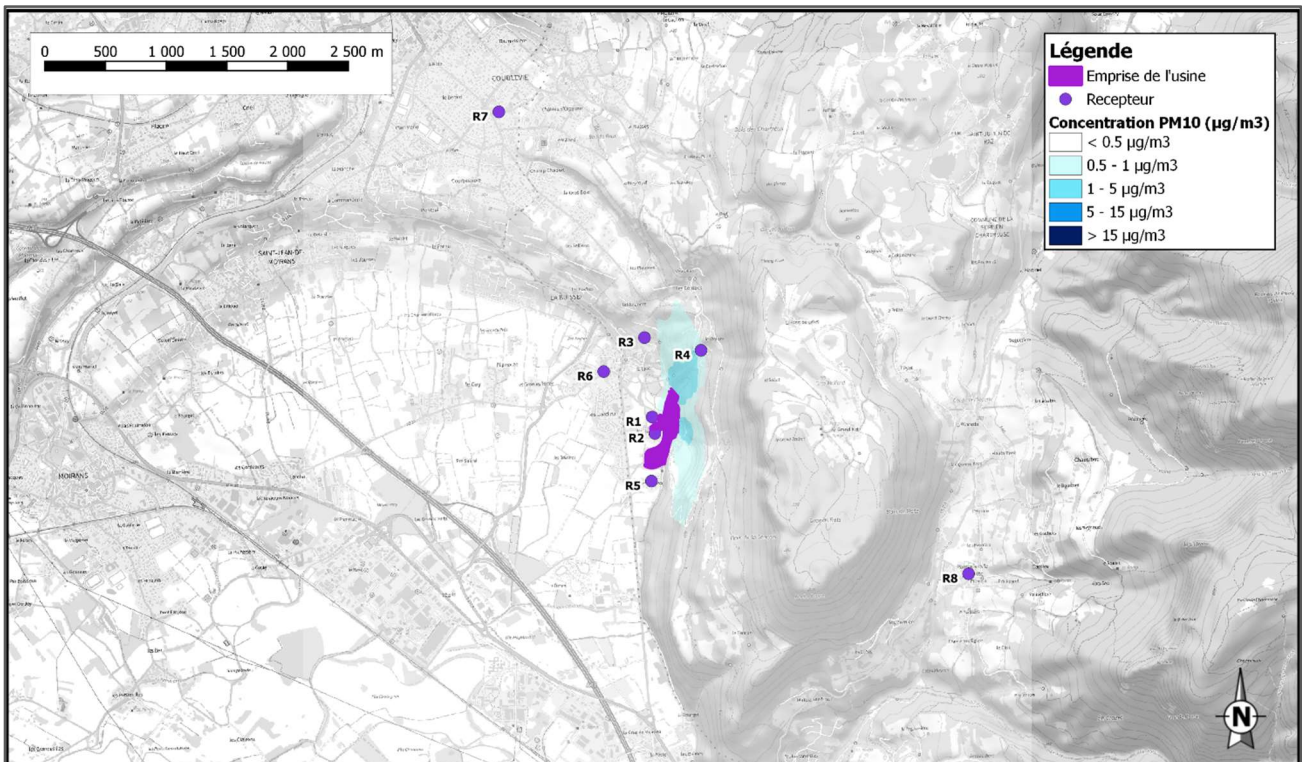
Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<b>Cr VI</b>	2.1E-07	1.9E-07	6.0E-08	4.8E-07	8.0E-08	3.8E-08	1.9E-08	2.1E-09
<b>V</b>	3.4E-07	3.0E-07	9.5E-08	7.6E-07	1.3E-07	6.1E-08	3.0E-08	3.3E-09
<b>Mn</b>	2.9E-05	2.5E-05	8.1E-06	6.5E-05	1.1E-05	5.2E-06	2.5E-06	2.8E-07
<b>Co</b>	2.9E-07	2.6E-07	8.3E-08	6.6E-07	1.1E-07	5.3E-08	2.6E-08	2.9E-09
<b>Ni</b>	7.5E-07	6.5E-07	2.1E-07	1.7E-06	2.8E-07	1.3E-07	6.6E-08	7.3E-09
<b>Cu</b>	2.7E-06	2.4E-06	7.6E-07	6.1E-06	1.0E-06	4.8E-07	2.4E-07	2.6E-08
<b>As</b>	1.2E-06	1.0E-06	3.3E-07	2.6E-06	4.4E-07	2.1E-07	1.0E-07	1.1E-08
<b>Cd</b>	4.0E-06	3.5E-06	1.1E-06	9.1E-06	1.5E-06	7.3E-07	3.5E-07	4.0E-08
<b>Sb</b>	7.1E-07	6.2E-07	2.0E-07	1.6E-06	2.7E-07	1.3E-07	6.3E-08	7.0E-09
<b>Pb</b>	2.5E-05	2.2E-05	7.1E-06	5.7E-05	9.4E-06	4.5E-06	2.2E-06	2.5E-07
<b>BaP</b>	2.0E-03	1.6E-03	9.3E-04	3.1E-03	7.1E-04	3.1E-04	1.8E-04	1.7E-05
<b>Hg</b>	1.8E-07	1.6E-07	5.1E-08	4.1E-07	6.8E-08	3.3E-08	1.6E-08	1.8E-09
<b>Dioxines</b>	3.3E-06	3.1E-06	9.1E-07	9.4E-06	1.1E-06	7.7E-07	3.8E-07	3.3E-08

Les cartes ci-après présentent les panaches de dispersion des NOx et des PM10. Malgré une rose des vents sud site (à 10 m) qui indique des vents en majorité venant de l'est, la part de vents du sud et du nord, et le relief fortement marqué de la zone contribue à un panache de dispersion (à 1.5 m) du sol se déplaçant dans un axe Nord-Sud. Le panache suit donc la vallée.

**Figure 19 : Concentrations atmosphériques modélisées en NOx (µg/m³)**



**Figure 20 : Concentrations atmosphériques modélisées en PM10 (µg/m³)**





#### 4.3.2.2 Transferts multi-média

Pour tenir compte des contaminations induites par les transferts de pollution du milieu atmosphérique vers les autres media, un couplage du modèle de dispersion atmosphérique avec un modèle de transfert multi-compartiments (air – sol – végétaux) a été effectué. Il permet de quantifier les concentrations en polluants dans les différents milieux d'exposition.

Afin de déterminer les concentrations dans les sols et les aliments produits localement, BURGEAP a fait le choix de ne pas utiliser de logiciels commerciaux du type RBCA, HESP, RISC ou Caltox pour deux raisons présentées ci-après, raisons basées sur les études de l'INERIS (téléchargeables sur internet : « les modèles multimédia pour l'évaluation des expositions liées aux émissions atmosphériques des installations classées - 20/12/2001 » et « étude d'intercomparaison de modèles multimédia d'exposition - 18/12/2003 »):

- ces « logiciels couramment utilisés pour l'évaluation des risques liés aux sols pollués sont mal adaptés à la problématique des émissions atmosphériques »,
- « un utilisateur ne peut pas se contenter d'entrer des données dans une boîte noire. Un tel comportement conduit nécessairement à une interprétation erronée du résultat obtenu ».

Comme recommandé par le rapport INERIS, BURGEAP a développé son propre module de calcul basé sur les équations des « seuls outils de modélisation aujourd'hui disponibles qui ont été conçus pour évaluer les risques liés aux émissions atmosphériques des installations industrielles [...] ». Le code de calcul de BURGEAP a été développé sous Excel qui est un outil simple mais suffisant d'après l'INERIS et qui présente les avantages suivants :

- parfaite maîtrise des équations et des paramètres pris en compte,
- possibilité de variabilité spatiale des données, notamment prise en compte d'un dépôt surfacique variable en fonction des coordonnées géographiques (ce qui ne peut pas être pris en compte par exemple par Caltox),
- possibilité d'interfaçage aisé du modèle avec les cartes de dépôts sous SIG afin d'éditer des cartes de concentrations modélisées que ce soit dans les sols ou dans les végétaux.

Les calculs de concentration dans les sols et les légumes utiliseront donc cet outil, basé sur les pratiques en vigueur (notamment US-EPA 1998).

L'ensemble des hypothèses retenues dans le cadre de ces calculs sont reportées en Annexe 9.

#### 4.3.3 Calcul des niveaux d'exposition

##### 4.3.3.1 Exposition par inhalation

Les doses d'exposition ou quantités administrées représentent les quantités de polluant mises en contact des surfaces d'échange que sont les parois alvéolaires des poumons pour les polluants gazeux et à travers lesquels les polluants peuvent éventuellement pénétrer.

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par la formule suivante :

$$CI = \left( \sum (C_i \times t_i) \right) F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition
- Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en mg/m3)
- ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée
- T : durée d'exposition (années ; 30 ans pour les adultes et 6 ans pour les enfants)
- 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 – sans dimension)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en année, Tm=70 ans pour les effets sans seuil et Tm=T pour les effets à seuil)

### 4.3.3.2 Exposition par ingestion

Pour l'ingestion, les niveaux d'exposition sont calculés en fonction des quantités de matrices (sol, végétaux) ingérées et impactées par le site, des concentrations de polluants dans les matrices et du poids de l'individu considéré. Ils sont calculés à l'aide de la formule ci-dessous :

$$DJE = \frac{\sum Qi * Ci * fi}{P}$$

Avec :

- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- Qi = quantité de matrice i ingérée par jour en moyenne (données locales CIBLEX)
- Ci = concentration de la substance dans la matrice i (déterminé par modélisation et transferts multimédia)
- fi = fraction de la quantité de matrice i consommée et exposée à la contamination étudiée (assimilable à la part de consommation de produits locaux)
- P = masse corporelle de la cible (enfant : 15 kg – adulte : 60 kg)

Les paramètres des calculs pour l'exposition par ingestion sont présentés en Annexe 9.

## 4.4 Caractérisation des risques sanitaires

L'évaluation du risque nécessite la prise en compte simultanée d'expositions par différentes voies et concerne l'ensemble des substances pour lesquelles on considérera ici l'additivité des risques.

### 4.4.1 Méthodologie de calcul des risques

L'évaluation quantitative des risques sanitaires du site aboutit au calcul d'indicateurs de risque exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- Quotients de danger (QD) pour les effets à seuil ;
- Excès de risque individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Elle concerne l'ensemble des substances retenues dans le paragraphe « Sélection des traceurs de risque » pour lesquelles on considérera ici l'additivité des risques.

#### ► Effets toxiques à seuil

Le Quotient de Danger (QD) est déterminé à l'aide de la formule ci-dessous :

Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
$QD = \frac{CI}{VTR}$	$QD = \frac{DJE}{VTR}$

Avec :

- QD = Quotient de Danger
- CI = concentration moyenne inhalée pour la substance (niveau d'exposition par inhalation)
- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- VTR = valeur toxicologique de référence, à seuil, pour la voie et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques pour les effets toxiques à seuil, les quotients de danger ainsi calculés sont habituellement comparés à la **valeur repère de 1**.

Un QD inférieur à 1 signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine, alors qu'un ratio supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population, sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement. Lorsque le QD est inférieur à 1, la survenue d'un effet toxique apparaît donc peu probable.

### ► Effets toxiques sans seuil

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est déterminé à l'aide de la formule ci-dessous :

Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
<b><math>ERI = CI * ERU</math></b>	<b><math>ERI = DJE * ERU</math></b>

Avec :

- ERI = Excès de Risque Individuel
- CI = concentration moyenne inhalée pour la substance (niveau d'exposition par inhalation)
- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- T = période d'exposition sur laquelle l'exposition est calculée (propre à chaque récepteur)
- Tm = Durée sur laquelle l'exposition est rapportée (70 ans)
- ERU = excès de risque unitaire, pour la voie d'exposition correspondant au scénario considéré

Les ERI s'expriment sous la forme mathématique suivante  $10^{-n}$ . Par exemple, un excès de risque individuel de  $10^{-5}$  représente la probabilité supplémentaire, par rapport à une personne non exposée, de développer un cancer pour 100 000 personnes exposées vie entière.

Il n'existe pas de niveau d'excès de risque individuel universellement acceptable. Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de  $10^{-5}$  (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) [OMS, 1993]. La Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation précise que la valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé est un Excès de Risque Individuel inférieur ou égal à  $10^{-5}$  pour les effets sans seuil. Un risque sanitaire dont le résultat est supérieur à cette valeur de référence n'est pas acceptable.

En cas d'exposition conjointe à plusieurs agents dangereux, l'US-EPA recommande de faire la somme de tous les excès de risque individuels (ERI) quels que soient le type de cancer et l'organe touché, de manière à apprécier le risque cancérigène global qui pèse sur la population exposée.

#### 4.4.2 Caractérisation des risques pour les effets à seuil

Une VTR est spécifique d'un effet critique<sup>16</sup> sur un organe cible. Pour pouvoir appliquer cette VTR à un autre organe cible que celui de l'effet critique, il faudrait disposer des éléments de toxicologie prouvant que le mécanisme d'action et le seuil d'effet sur les autres organes sont identiques. C'est la raison pour laquelle, l'OPERSEI préconise de baser les regroupements de QD uniquement sur les organes cibles principaux ayant servi à la construction de la VTR.

Il est à noter que cette démarche reste source d'incertitude dans la mesure où les mécanismes d'action toxiques mis en œuvre ne sont pas toujours les mêmes et dans la mesure où en effet, une substance peut avoir des effets sur un autre organe cible que celui ayant conduit à la VTR.

**Tableau 35 : Synthèse des organes cibles critiques**

Organes cibles	Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
	Substance	Substance
Système respiratoire	HCl, Acéaldéhyde, Naphtalène, Sb, Cr VI, Co, V, Ni, Cu, Cd (effets cancérigènes)	
Système sanguin	Benzène	Co
Système immunitaire	Cu	Co, Dioxines

<sup>16</sup> L'effet critique est le premier effet adverse qui survient dans la population d'individus exposés lorsque l'on accroît la dose, et jugé pertinent chez l'homme pour l'élaboration de la VTR. A priori, ce choix permet d'être protecteur vis-à-vis des autres effets observés à condition que la nature des relations dose-effet soit conservée de l'animal à l'homme.

Organes cibles	Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
	Substance	Substance
Effets reprotoxiques Effets sur le développement	As, benzo(a)pyrène	Mn, Ni, Benzo(a)pyrène, Dioxines
Système nerveux	Xylènes, Mn, Hg	
Système oculaire	Naphtalène, Formaldéhyde	
Système rénal	Cd	Pb, Hg
Système digestif		Cr VI, Cu
Système cutané		As
Système osseux	HF	Cd
Système général (poids)		Sb
Effets ototoxiques	Ethylbenzène	

#### 4.4.2.1 Exposition par inhalation

Le tableau suivant présente les quotients de danger individuels pour le récepteur le plus impacté (R4) ainsi que le quotient de danger sommé et sa valeur repère.

**Tableau 36 : Quotients de danger par substance au récepteur R4**

Polluants	VTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	QD inhalation
		Adulte / Enfant
HCl	20	0.025
HF	14	0.004
Benzène	10	0.011
Ethylbenzène	1500	<0.001
Xylènes	100	0.001
Formaldéhyde	123	0.001
Acétaldéhyde	160	0.001
Naphtalène	37	<0.001
Cr VI	0.03	0.002
V	0.1	0.001
Mn	0.3	0.026
Co	0.1	0.001
Ni	0.23	0.001
Cu	1	0.001
As	0.015	0.021
Cd	0.45	0.002
Cd (effets cancérogènes)	0.3	0.004
Sb	0.3	0.001
Benzo(a)pyrène	0.002	0.025
Hg	0.2	0.009
	<b>Valeur Repère</b>	
QD sommé	1	0.13

Le QD sommé est égale à 0.13.

**L'ensemble des QD sommés sont inférieurs à la valeur repère de 1.** Dès lors, dans les conditions d'études retenues, l'ensemble de ces résultats permet d'écarter avec une certaine marge de sécurité, la survenue d'effets toxiques à seuil liés aux rejets atmosphériques induits par le projet, que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, **le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil, liés à l'inhalation** des substances atmosphériques émises par le projet est **non significatif**, selon le mode de fonctionnement retenu tenant compte des VLE.

#### 4.4.2.2 Exposition par ingestion

Le tableau suivant présente les quotients de danger individuels pour le récepteur le plus impacté (R4), ainsi que le quotient de danger sommé et sa valeur repère.

**Tableau 37 : Quotients de danger par substance au récepteur R4**

Polluants	VTR (mg/kg)	QD ingestion	
		Adulte	Enfant
Cr VI	0.0009	< 0.001	< 0.001
Mn	0.055	< 0.001	< 0.001
Co	0.0016	< 0.001	< 0.001
Ni	0.0028	< 0.001	< 0.001
Cu	0.15	< 0.001	< 0.001
As	0.00045	< 0.001	0.001
Cd	0.00035	0.001	0.004
Sb	0.006	< 0.001	< 0.001
Pb	0.00063	0.002	0.011
Benzo(a)pyrène	0.0003	< 0.001	< 0.001
Hg	0.00057	< 0.001	0.001
dioxines	7E-10	0.101	0.248
	<b>Valeur Repère</b>		
QD sommé	1	0.10	0.27

Le QD sommé Adulte est égal à 0.10 et celui Enfant à 0.27. Les dioxines sont les principales déterminantes du risque. Elles contribuent à hauteur de 97 % du QD sommé Adulte, et à 93 % du QD somme enfant.

Le système immunitaire et le système reprotoxiques sont les organes cibles les plus touchés.

**L'ensemble des QD sommés sont inférieurs à la valeur repère de 1.** Dès lors, dans les conditions d'études retenues, l'ensemble de ces résultats permet d'écarter avec une certaine marge de sécurité, la survenue d'effets toxiques à seuil liés aux rejets atmosphériques induits par le projet, que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le **risque sanitaire chronique** pour les **effets à seuil**, lié à **l'ingestion** des substances atmosphériques émis par le projet est **non significatif**, selon le mode de fonctionnement retenu tenant compte des VLE.

### 4.4.3 Caractérisation des risques pour les effets sans seuil

#### 4.4.3.1 Exposition par inhalation

Le tableau suivant présente les l'excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (R4) selon les scénarii retenus, ainsi que l'ERI sommé.

**Tableau 38 : Excès de risque individuel par substance au récepteur R4**

Polluants	VTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	ERI inhalation	
		Adulte / Vie entière	Enfant
Benzène	2.60E-05	1.2E-06	2.4E-07
Naphtalène	5.60E-06	6.4E-09	1.3E-09
Cr VI	4.00E-02	9.7E-07	1.9E-07
Co	7.70E-03	2.6E-07	5.2E-08
Ni	1.70E-04	1.5E-08	2.9E-09
As	1.50E-04	2.0E-08	4.0E-09
Pb	1.20E-05	3.4E-08	6.9E-09
Benzo(a)pyrène	6.00E-04	1.3E-08	2.6E-09
	<b>Valeur Repère</b>		
ERI sommé	<b>10-5</b>	2.5E-06	5.0E-07

L'ERI sommé adulte est égal à 2.5E-06 et celui Enfant à 5.0E-07. Le Chrome VI et le Benzène sont les principaux déterminants du risque. Ils contribuent respectivement 39 % et 47 % de l'ERI sommé.

**L'ensemble des ERI sommés sont inférieurs à la valeur repère de 10-5.** Dès lors, dans les conditions d'études retenues, l'ensemble de ces résultats permet d'écarter avec une certaine marge de sécurité, la survenue d'effets toxiques sans seuil liés aux rejets atmosphériques induits par le projet, que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour **les effets sans seuil** lié à **l'inhalation** des substances atmosphériques émis par le projet est **non significatif**, selon le mode de fonctionnement retenu tenant compte des VLE.

#### 4.4.3.2 Exposition par ingestion

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (R4) ainsi que l'ERI sommé.

**Tableau 39 : Excès de risque individuel par substance au récepteur R4**

Polluants	VTR (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	ERI ingestion		
		Adulte	Enfant	Vie entière
Cr VI	5.00E-01	1.7E-09	2.4E-09	3.7E-09
As	1.50E+00	2.9E-08	4.0E-08	6.3E-08
Pb	8.50E-03	3.6E-09	4.9E-09	7.8E-09
Benzo(a)pyrène	1.00E+00	4.5E-09	4.9E-09	8.5E-09
<b>Valeur Repère</b>				
ERI sommé	<b>10-5</b>	3.9E-08	5.2E-08	8.3E-08

Les ERI sommé ingestion sont inférieurs à 1E-07. L'Arsenic est le principal déterminant du risque. Il contribue à hauteur de 77 % à l'ERI sommé.

**L'ensemble des ERI sommés sont inférieurs à la valeur repère de 10-5.** Dès lors, dans les conditions d'études retenues, l'ensemble de ces résultats permet d'écarter avec une certaine marge de sécurité, la survenue d'effets toxiques sans seuil liés aux rejets atmosphériques induits par le projet, que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour les **effets sans seuil** induit par le projet et lié à **l'ingestion** des substances atmosphériques est **non significatif**, selon le mode de fonctionnement retenu tenant compte des VLE.



## 4.5 Synthèse de l'évaluation des risques

Le tableau suivant synthétise les principales conclusions et observations de cette évaluation quantitative des risques sanitaire du site.

**Tableau 40 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire**

Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Inhalation
Effets à seuil	R4	QD sommé maximum	0.13
		Déterminants du risque	As, HCl, Mn
Effets sans seuil	Adultes R4	ERI sommé maximum	2.5E-06
		Déterminant du risque	Cr VI, Benzène

Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Ingestion
Effets à seuil	Enfants R4	QD sommé maximum	0.27
		Déterminants du risque	Dioxines
Effets sans seuil	Vie Entière R4	ERI sommé maximum	8.3E-08
		Déterminants du risque	As

## 4.6 Comparaison aux valeurs de gestion

L'utilisation d'autres valeurs que les Valeurs Toxicologiques de Référence peut être effectuée parallèlement à la quantification des risques sanitaires. Ces autres valeurs permettent en effet de discuter de l'exposition des individus et d'estimer l'état des milieux, à savoir si un impact est mesuré (ou mesurable) ou non.

Ces valeurs de comparaison regroupent des valeurs réglementaires (France et Europe), des valeurs guide (OMS, INDEX, CHSPF) qui sont généralement des valeurs qui servent de point de départ à l'élaboration de valeurs réglementaires.

Ces valeurs ne sont en aucun cas (conformément à la note d'information DGS/DGPR d'octobre 2014) utilisées pour évaluer les Quotients de Danger (QD) et excès de risques individuels (ERI) faisant référence à une évaluation des risques sanitaires. Ces valeurs appelées valeurs de comparaison constituent **des critères de gestion**.

Le tableau suivant présente la comparaison des valeurs guides avec les concentrations maximales modélisées au point récepteur le plus impacté lors de la modélisation pour les substances concernées.

**Tableau 41 : Comparaison des valeurs modélisées au point récepteur le plus impacté avec les valeurs guides**

Substance	Valeur récepteur max. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur de comparaison ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Facteur
NOx	9.8	10	1.0
SO <sub>2</sub>	2.5	50	0.05
PM10	0.3	15	0.02
PM2.5	0.4	5	0.08

Les concentrations environnementales observées pour ces substances au point récepteur le plus impacté sont inférieures (y compris pour les NOx) aux valeurs guides de l'OMS.

Notons également que les concentrations en PM10 et PM2.5 induites par le nouveau fonctionnement du four et le nouveau projet ne devrait pas entraîner d'impact significatif sur les concentrations des poussières dans l'environnement par rapport à la situation actuelle (four en fonctionnement à gaz et broyeurs à chaux).

De plus, le calcul a été fait sur le scénario majorant qui ne sera pas utilisé tout le temps.

### Cas particulier des PM2.5

Pour rappel, l'Anses a déterminé un **ERU de décès toutes causes non accidentelles** de  $1.28.10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ .

Il n'existe pas à ce jour de consensus ou recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant, contrairement aux substances chimiques pour lesquelles un niveau de risque de cancer de  $10^{-5}$  est considéré. À titre indicatif, les niveaux des excès de risque vie entière de décès anticipé, correspondant à l'exposition à une concentration en PM2,5 équivalente aux valeurs guides et aux valeurs cibles intermédiaires recommandées par l'OMS, varient de  $5.7.10^{-2}$  à  $2.6.10^{-1}$ .

Le calcul de risque sur le récepteur le plus impacté (R4) conduit à un ERU de **5.1E-03**, soit inférieur au niveau des excès de risque vie entière de décès anticipé correspondant à l'exposition à une concentration en PM2.5 équivalente aux valeurs guides et aux valeurs cibles intermédiaires recommandées par l'OMS.

## 4.7 Discussion des incertitudes

L'analyse des incertitudes d'une évaluation des risques et la sensibilité des paramètres retenus pour cette évaluation est une partie intégrante de l'EQRS. Afin de ne pas alourdir cette analyse tout en restant suffisant, les paramètres clés de l'évaluation réalisée sont ici discutés ainsi que leurs incidences sur les résultats de l'évaluation. Ces paramètres clés sont dépendants des scénarios d'exposition et des substances retenues.

Les paragraphes ci-après reprennent dans le cadre de la présente étude, les paramètres dont les incertitudes jouent un rôle majeur dans les calculs menés.

### 4.7.1 Evaluation des émissions de l'installation

Le tableau suivant permet d'apprécier les critères de représentativité (majorant, représentatif, minorant, non quantifiable) des hypothèses retenues dans le cadre de la quantification des émissions :

**Tableau 42 : Représentativité des données relatives à la quantification des émissions de l'installation**

Phase	Paramètre	Représentativité	Commentaire
Evaluation des émissions de l'installation	Localisation des sources retenues	Représentatif	Localisation transmise par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE
	Caractéristiques physiques des rejets (hauteur, T°, débit, ...)	Représentatif	Données par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE
	Concentration à l'émission	Majorant	La quantification des émissions atmosphériques est basée sur les VLE
	Composés émis	Représentatif	l'ensemble des Substances soumis à VLE ont été intégrées à la présente étude. Les HAP ont également été considérés. Une spéciation des COV a été utilisée.
	Temps de fonctionnement	Représentatif	Les modes de fonctionnement ont été intégrés pour chaque source. Un fonctionnement en continu à la biomasse a été considéré

**Ainsi, il apparait que les données concernant les émissions sont représentatives de la réalité, voire majorantes.**

### 4.7.2 La modélisation atmosphérique

La modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur des équations mathématiques qui doivent rendre compte des phénomènes physiques et chimiques comme nous pouvons les observer dans la réalité. Il y a donc une incertitude entourant les résultats de modélisation.

#### 4.7.2.1 Incertitudes intrinsèques au modèle ADMS 5

Plusieurs campagnes de mesures très documentées, effectuées sur des sites industriels durant les 50 dernières années, ont été référencées et leurs données intégrées à des bases de données destinées à évaluer a posteriori les modèles de dispersion atmosphérique. Parmi ces bases de données, on peut citer l'outil européen d'évaluation MVK (Model Validation Kit).

Plusieurs articles internationaux<sup>17</sup> rapportent les résultats de campagnes de comparaisons entre le modèle ADMS et les mesures sur site. Nous pouvons citer la campagne de mesures « Prairie Grass » qui a été réalisée sur terrain plat et herbeux. Les rejets étaient situés à 0,5 mètre au-dessus du sol, avec des conditions météorologiques pour la moitié instables (convection) et pour l'autre moitié stables. Les mesures ont été effectuées sur des arcs situés à différentes distances de la source. Les simulations effectuées avec ADMS

<sup>17</sup> Hanna S.R., Egan B.A., Purdum J. and Wagler J. (1999), *Evaluation of ISC3, AERMOD, and ADMS Dispersion Models with Observations from Five Field Sites*. HC Report P020, API, 1220 LSt. NW, Washington, DC 20005-4070, 1999.

ont montré que les concentrations étaient proches des mesures dans le cas de conditions météorologiques instables, et qu'elles avaient tendance à être légèrement sous-estimées dans l'autre cas.

Notons que ces tests ont montré qu'ADMS donne des résultats tout à fait satisfaisants en champ proche (50 mètres de la source). Nous pouvons citer également l'exercice « OPTEX Matrix » réalisé sur une raffinerie. Les rejets provenaient de plusieurs sources ponctuelles. ADMS surestime les concentrations moyennes d'environ 10%, et la concentration maximale d'un facteur 3. La plupart de ces résultats ont été repris et validés par l'Ecole Centrale de Lyon, dans le cadre d'une étude demandée par l'association RECORD en 2005<sup>18</sup>.

#### 4.7.2.2 Prise en compte par le modèle des différentes sources

La prise en compte par le modèle d'une source de type canalisée est généralement satisfaisante (erreur inférieure à 20 %).

#### 4.7.2.3 Incertitudes relatives aux données d'entrée

Un bon modèle peut donner de mauvais résultats dès lors que la paramétrisation et les données d'entrée sont de mauvaise qualité. Le tableau, page suivante, regroupe les principaux paramètres d'entrée du modèle de dispersion ADMS, les qualifie - mauvaise, moyenne, bonne - et précise le caractère majorant, minorant, représentatif ou dont on ne sait prédire le sens (indéterminé) de leur prise en compte.

**Tableau 43 : Qualité des données d'entrée du modèle.**

Données d'entrée et paramètres	Qualité	Caractère majorant/minorant/représentatif/indéterminé
Obstacles autour de l'installation	Bonne	<b>Représentatif</b> Aucun obstacle considéré au regard de la hauteur de rejet
Données météorologiques	Bonne	<b>Représentatif</b> La station du site a été utilisée
Relief et occupation des sols	Bonne	<b>Représentatif</b> Données variables sur l'ensemble du domaine d'étude. Au regard de la localisation du site cependant, peu d'influence du relief et de la rugosité.
Définition des polluants	Bonne	<b>Représentatif</b> L'hypothèse est faite que les gaz se dispersent comme un traceur passif, hypothèse tout à fait réaliste compte tenu des faibles concentrations étudiées. Les métaux, les dioxines et les HAP ont été considéré comme des particules de diamètres 2,5 µm. Le mercure a été considéré comme des particules de diamètre 1 µm.
Echelles spatiales étudiées	Bonne	<b>Représentatif</b> Les sites sensibles étudiés sont localisés entre quelques dizaines de mètres et quelques kilomètres des sources, c'est à dire dans le domaine de validité du modèle.

#### 4.7.3 Choix des substances d'intérêt retenues

Comme précisé précédemment, les traceurs de risque ont été retenus uniquement sur le ratio calculé pour les effets à seuil. L'ensemble des composés présentant des effets cancérigènes ont été retenus sans tenir compte de leurs niveaux d'émission.

<sup>18</sup> Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique, Ecole Centrale de Lyon, Modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques d'un site industriel – Vers un guide de l'utilisateur – 2ème partie : évaluation des modèles, 2005.

#### 4.7.4 Spéciation des HAP et des métaux

Les mesures des fumées en sortie du four en fonctionnement 100 % gaz (cf. Paragraphe 1.3) mettent en avant une répartition des métaux et des HAP quelque peu différentes que celle retenue pour les calculs de risques du projet biomasse.

**Tableau 44 : Comparaison des répartitions des métaux théoriques du projet et celles mesurées existantes en rejet du four**

HAP	Proportion Retenue dans l'EQRS	Proportion issue des mesures 2021 par ANECO
Naphtalène	54%	90 %
Acénaphthylène	6.3%	-
Acénaphène	0.9%	-
Fluorène	2.3%	-
Phénanthrène	16%	10 %
Anthracène	1.1%	-
Fluoranthène	6%	-
Pyrène	3.4%	-
Benzanthracene	0.2%	-
Chrysene	0.3%	-
Benzo(b)fluoranthène	2.9%	-
Benzo(k)fluoranthène	2.6%	-
Benzo(a)pyrène	0.6%	-
Indeno(1,2,3-cd)pyrène	2%	-
Dibenz(a,h)anthracène	0.1%	-
Benzo(g,h,i)perylene	1.3%	-

**Tableau 45 : Comparaison des répartitions des métaux théoriques du projet et celles mesurées existantes en rejet du four**

	Composé	Proportion Retenue dans l'EQRS	Proportion issue des mesures 2021 par ANECO
<b>Cd + Tl</b>	Cd	66 %	-
	Tl	34 %	-

	Composé	Proportion Retenue dans l'EQRs	Proportion issue des mesures 2021 par ANECO
<b>Sb+Cr +Co+Cu+As+Mn+N i+V+Pb</b>	Sb	1.2%	-
	C	1.8%	9.6%
	Cu	4.4%	14.9%
	As	1.9%	-
	Mn	47.2%	51.0%
	Pb	41.2%	11.5%
	V	0.6%	2.7%
	Ni	1.2%	10.4%
	Co	0.5%	-

Cette approche conduit :

- Pour les risques par inhalation : à un QD sommé de 0.10 et un ERI sommé de 6.5E-06 ;
- Pour les risques par ingestion : à un QD sommé de 0.26 et un ERI maximal sommé de 2.2E-08.

Les flux annuels estimés avec la répartition des métaux et des HAP basés sur les mesures du rejet du four en fonctionnement existant, conduisent à des valeurs de risque du même ordre de grandeur (voire inférieures) que les valeurs de risques retenus.

#### 4.7.5 Valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs toxicologiques de référence comportent structurellement des sources d'incertitudes prises en compte dans l'élaboration même des valeurs. Il est habituellement admis que les valeurs proposées par les organismes compétents sont, dans l'état actuel des connaissances, précautionneuses.

La note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations de risques sanitaires dans le cadre des études d'impact a été prise en compte pour la sélection des VTR.

**Tableau 46. Listes des traceurs de risques majeurs de l'activité du site – Inhalation**

Composé	Effet	BURGEAP conformément à la note DGS	Existence d'une VTR plus contraignante	Choix DGS (facteur de minoration)
Benzène	A seuil	10 µg/m <sup>3</sup>	3 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 3
	Sans seuil	2.6 × 10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-
Acétaldéhyde	A seuil	160 µg/m <sup>3</sup>	9 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 18
Formaldéhyde	A seuil	123 µg/m <sup>3</sup>	9 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 14
Ethylbenzène	A seuil	1500 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Xylènes	A seuil	100 µg/m <sup>3</sup>	-	-
HF	A seuil	14 µg/m <sup>3</sup>	-	-
HCl	A seuil	20 µg/m <sup>3</sup>	9 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 2
NH <sub>3</sub>	A seuil	500 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Naphtalène	A seuil	37 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	Sans seuil	5.6 × 10 <sup>-6</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-

Composé	Effet	BURGEAP conformément à la note DGS	Existence d'une VTR plus contraignante	Choix DGS (facteur de minoration)
Benzo(a)pyrène	A seuil	0.002 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	Sans seuil	6 10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-
Arsenic	A seuil	0.015 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	Sans seuil	1.5 × 10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	4.3 × 10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Facteur 30
Cadmium (cancérogène)	A seuil	0.3 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Cadmium	A seuil	0.45 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Manganèse	A seuil	0.3 µg/m <sup>3</sup>	0.04 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 7.5
Nickel	A seuil	0.23 µg/m <sup>3</sup>	0.09 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 2.5
	Sans seuil	1.70 × 10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	2.6 × 10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Facteur 1.5
Cuivre	A seuil	1 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Plomb	A seuil	-	0.9 µg/m <sup>3</sup>	/
	Sans seuil	1.20 × 10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-
Antimoine	A seuil	0.3 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Vanadium	A seuil	0.1 µg/m <sup>3</sup>	-	-
Cobalt	A seuil	0.1 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	Sans seuil	7.70 × 10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-
Chrome VI	A seuil	0.03 µg/m <sup>3</sup>	0.008 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 3.8
	Sans seuil	4.0 × 10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	-
Hg	A seuil	0.2 µg/m <sup>3</sup>	0.03 µg/m <sup>3</sup>	Facteur 67
Dioxines	A seuil	-	0.00004 µg/m <sup>3</sup>	/

**Tableau 47. Listes des traceurs de risques majeurs de l'activité du site – Ingestion**

Composé	Effet	BURGEAP conformément à la note DGS	Existence d'une VTR plus contraignante	Choix DGS (facteur de minoration)
Dioxines	A seuil	7×10 <sup>-10</sup> mg/kg/j	2.9 × 10 <sup>-10</sup> mg/kg/j	Facteur 2.5
Benzo(a)pyrène	A seuil	0.0003 mg/kg/j	-	-
	Sans seuil	1.0 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Arsenic	A seuil	0.00045 mg/kg/j	0.0003 mg/kg/j	Facteur 1.5
	Sans seuil	1.5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Cadmium	A seuil	0.00035 mg/kg/j	-	-
Manganèse	A seuil	0.055 mg/kg/j	-	-
Nickel	A seuil	0.0028 mg/kg/j	-	-
Cuivre	A seuil	0.15 mg/kg/j	-	-

Composé	Effet	BURGEAP conformément à la note DGS	Existence d'une VTR plus contraignante	Choix DGS (facteur de minoration)
Plomb	A seuil	0.00063 mg/kg/j	-	-
	Sans seuil	0.0085 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Antimoine	A seuil	0.006 mg/kg/j	-	-
Cobalt	A seuil	0.0016 mg/kg/j	0.0015 mg/kg/j	Facteur 1.1
Chrome VI	A seuil	0.0009 mg/kg/j	-	-
	Sans seuil	0.5 (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	-
Hg	A seuil	0.00057 mg/kg/j	-	-

D'après les calculs de risque, le risque sanitaire chronique lié à l'inhalation et à l'ingestion des substances atmosphériques émises par les installations du projet en considérant les VTR les plus contraignantes reste non significatif pour les effets à seuil (0.11) comme pour les effets sans seuil (3.9E-08).

Au regard des niveaux de risques estimés pour le risque sanitaire chronique par inhalation et par ingestion pour les effets sans seuil et les effets à seuil, le choix des VTR n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

#### 4.7.6 Durée d'exposition

Il a été pris en compte dans le cadre du scénario « habitation » et des scénarii travailleur/riverains, l'hypothèse que la population du domaine d'étude est exposée aux rejets du site 100 % du temps, c'est-à-dire 24h/24 et 365 jours par an.

Or, il s'avère que cette hypothèse est majorante au vu des données issues de la base CIBLEX. Cette base de données, élaborée par l'ADEME et l'Institut de Radioprotection de Sûreté Nucléaire (IRSN), contient de nombreux paramètres descriptifs de la population française et notamment le budget espace/temps, c'est-à-dire le temps passé à l'intérieur et à l'extérieur du lieu d'habitation.

Le tableau suivant présente, pour la population adulte, le temps moyen temps passé hors du lieu d'habitation (données départementales – Isère) pour une commune ayant une population rurale. Les activités présentées sont données à titre d'exemple, cette liste n'étant pas exhaustive.

**Tableau 48 : Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour (population rurale)**

	Adulte		Enfant	
	17 à 60 ans	Plus de 61 ans	1 à 2 ans	2 à 7 ans
Promenade hors lieu d'habitation	80 <i>(21% de taux de pratique)</i>	78 <i>(35% de taux de pratique)</i>	45 <i>(100% de taux de pratique)</i>	75 <i>(100% de taux de pratique)</i>
Lieu de travail/garderie ou écoles	430 <i>(64% de taux de pratique)</i>	312 <i>(5% de taux de pratique)</i>	240 <i>(100% de taux de pratique)</i>	210 <i>(100% de taux de pratique)</i>
Autres lieux hors habitation	150 <i>(76% de taux de pratique)</i>	161 <i>(78% de taux de pratique)</i>	-	-

D'après les informations mentionnées dans ce tableau, la population adulte passe une importante partie de son temps à l'extérieur de son habitation. Les enfants en bas âge sont souvent en promenade à l'extérieur du domicile familial.

Ces données confirment que l'hypothèse retenue correspondant à une présence de 100 % du temps sur le lieu d'habitation (intérieur ou extérieur) est source d'incertitude mais est majorante concernant les valeurs d'indice de risque et d'excès de risque individuel.



#### 4.7.6.1 Doses d'exposition pour l'ingestion

Pour tenir compte des contaminations induites par les transferts de pollution du milieu atmosphérique vers les autres media, un couplage du modèle de dispersion atmosphérique avec un modèle de transfert multi-compartiments (*air-sol-végétaux*) a été effectué. Il permet de quantifier les concentrations en polluants dans les différents milieux d'exposition. Nous avons employé les équations des logiciels existants sur le marché pour modéliser de façon couplée les transferts et les expositions. Elles ont été réécrites sous EXCEL afin de pouvoir modifier la totalité des paramètres d'entrée et prendre en compte certaines spécificités de l'approche française vis-à-vis de l'approche américaine ou hollandaise. Toutefois, il est important de souligner que l'approche reste empirique.

Les données inhérentes aux calculs des doses d'exposition pour l'ingestion comportent une marge d'erreur importante et non quantifiable.

Ainsi, il apparaît que certains paramètres utilisés dans les équations mises en œuvre peuvent présenter une source d'incertitudes et influencer les résultats du risque.

##### ► Les quantités de sols ingérés

Dans le cadre de la présente étude, les quantités de sols ingérées par jour de présence sur le site ont été considérées comme suit : pour la présence d'adultes et d'enfants dans leurs jardins privés, les débits respectifs de 50 et 91 mg/événement considérés ne tiennent pas compte de la durée de présence de ces cibles dans leurs jardins.

Dans le cadre de la présente étude, les quantités de sols ingérées par jour de présence sur le site ont été considérées comme suit : pour la présence d'enfants dans leurs jardins privés, les débits de **91 mg/j** considérés ne tiennent pas compte de la durée de présence de ces cibles dans leurs jardins.

L'US-EPA (2001) recommande de ne pas tenir compte de la relation linéaire entre le temps de présence et la quantité de sol ingéré, l'évènement considéré par l'US-EPA ayant une durée de 24 heures. Cette recommandation est suivie par un certain nombre de modèles intégrés dont RISC 4.0 (Waterloo Hydrogeologies). L'INERIS cependant considère que cette approche est exagérément conservatoire et recommande de pondérer les quantités de sol ingéré par le taux de présence horaire.

Compte tenu de ces éléments et des incertitudes importantes liés à cette évaluation, l'approche retenue par BURGEAP apparaît conservatoire pour les fréquentations des espaces verts, et suit le principe de précaution. Nous considérons que la surestimation potentielle du risque peut être d'un facteur 2 ou plus (si la fréquentation en période estivale peut être journalière, en période hivernale, elle est probablement nettement plus faible).

La valeur recommandée par l'US EPA pour la quantité de sol ingérée par un adulte est de 50 mg/j [US-EPA 1997]. Pour les enfants, de nombreuses études de mesures d'ingestion de particules de sol ont été menées [Binder et al. 1991, Clausen et al. 1987, Davies et al. 1990, Calabrese et al. 1989, Stanek et Calabrese 1991, Van Wijnen et al. 1990]. Les valeurs moyennes se situaient entre 39 mg/j et 271 mg/j de sol ingéré, avec une moyenne globale de 146 mg/j de sol ingéré, et 191 mg/j de sol et poussières ingérés. Les valeurs les plus élevées (jusqu'à 1 432 mg/j) ont été obtenues dans l'étude de Calabrese et al. [1989] et lorsque le titane était utilisé comme traceur. En tenant compte du fait que le titane peut présenter de plus grandes variations que les autres traceurs, et que les études de Calabrese et al. [1989] incluaient un enfant pica, l'EPA a estimé que 100 mg/j était une valeur moyenne représentative de l'ingestion de particules de sol par les enfants de moins de six ans. L'EPA a aussi utilisé 200 mg/j comme valeur moyenne précautionneuse de l'ingestion de particules de sol. À partir de ces données, une quantité moyenne de 150 mg/j de sol ingéré par un enfant est retenue par l'INERIS [INERIS 2001]<sup>[1]</sup>.

L'article de Ph. Glorennec ne préconise pas clairement de valeur à prendre en compte, mais indique qu'en première approche, il est possible d'utiliser les valeurs génériques communément utilisées dans les EQRS françaises pour un repérage des substances d'intérêt et des voies d'exposition les plus contributives à la dose ce qui est l'objectif visé par cette étude de risque sanitaire global.

<sup>[1]</sup> INERIS (2001) Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols, Novembre 2001.

En ce qui concerne l'ingestion de sol et de poussières : Pour le taux d'ingestion de sols d'un enfant en extérieur, nous nous sommes basés sur les travaux de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012), basés pour ce paramètre sur l'étude de Stanek et al. (2001), qui donne un percentile 95 de 91 mg/jour. Ces données sont par ailleurs dans la fourchette des valeurs décrites dans la littérature : entre 0,6 et 480 mg/j chez l'adulte et entre 2 et 250 mg/j chez l'enfant (cité par KISSEL et al., 1998). La valeur de 480 mg/jour correspond à la réalisation de travaux de jardinage (Hawley 1985), non considérés de manière particulière dans la présente étude.

La valeur retenue pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur est donc de 91 mg/j pour un enfant en bas âge. Cette valeur est représentative d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée. Elle se situe dans une approche raisonnablement majorante mais non aberrante.

### ► L'utilisation de facteurs de bioconcentration

Les concentrations en HAP et métaux via la chaîne alimentaire ont été évaluées en prenant des facteurs de bioconcentration (BCF) issus de la littérature. Les BCF sont présentés en Annexe 9.

Les BCF issus de la littérature présentent une variabilité importante en fonction de la teneur en matière organique des sols, du pH, etc. et on note des variations parfois de plusieurs ordres de grandeur entre les valeurs présentées.

Les incertitudes importantes sur les concentrations dans les végétaux engendrent une incertitude tout aussi importante sur l'estimation du risque induit par la consommation de végétaux auto-produits. Cependant, en l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques, celle-ci ne peut être réduite. L'approche retenue qui suit le principe de prudence et de proportionnalité (écartant les facteurs de bioconcentrations extrêmes) permet cependant de conclure sur l'acceptabilité du risque.

### 4.7.7 Non prise en compte du bruit de fond

Conformément à la circulaire du 9 août 2013, la présente étude a été menée en ne considérant que les risques sanitaires induits par l'émission de substances issues de la future activité biomasse de site.

## CONCLUSIONS

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE exploite sur la commune de la Buisse en Isère (38) une usine de production de chaux vive. Le four à chaux de l'usine était traditionnellement alimenté par du gaz.

CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE souhaite désormais co-incinérer de la biomasse et du bois B en substitution partielle au gaz. L'élaboration de ce projet nécessite de réaliser un dossier de demande d'autorisation environnementale (DDAE).

Dans ce cadre, GINGER BURGEAP a été mandaté par CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE pour réaliser entre autres, le volet sanitaire du dossier selon la démarche intégrée définie dans le guide de l'INERIS d'août 2013 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées », conforme à la [circulaire du 9 août 2013](#) relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

L'étude a ainsi permis de montrer que :

- Pour le **milieu « air »**, l'état des milieux était compatible avec les usages identifiés pour l'ensemble des traceurs présentant une dégradation du milieu ;
- Pour le **milieu « sol »**, il existait une incertitude de la compatibilité de l'état du milieu avec les usages pour l'Arsenic ; les teneurs mesurées restaient néanmoins dans la gamme des teneurs habituellement rencontrées dans les sols en France ;
- Les **risques sanitaires chroniques** induits par les rejets atmosphériques du projet sont **non significatifs** pour les riverains présents autour des installations du projet, selon le fonctionnement retenu basé sur les Valeurs Limites à l'Emission du scénario de fonctionnement le plus majorant. Il est admis que le site ne fonctionnera pas en continu selon ce scénario, mais fonctionnera aussi une partie du temps avec les autres scénarii moins émissifs.

### ► Perspectives

Au regard de la valeur de NO<sub>2</sub> modélisée (proche de la valeur cible de l'OMS), CARRIERES ET CHAUX BALTHAZARD & COTTE propose de réaliser des campagnes de mesures ponctuelles de NO<sub>2</sub> à l'aide de supports passifs (Radiello©) afin de vérifier les concentrations moyennes au droit des riverains aux alentours du site.

La prise en compte de la pollution de fond, déterminée lors de l'évaluation de l'état des milieux, n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de cette évaluation prospective du risque sanitaire, tout comme les différentes hypothèses retenues (quantification des émissions, choix des substances, valeurs toxicologiques de référence, ...).

# ANNEXES



# **Annexe 1. Flux détaillés par source en kg/an**

Cette annexe contient 1 page.

FLUX (kg/an)	Total	Four	Broyeur
CO	117 820.00	1.18E+05	-
NOx	68 456.00	6.85E+04	-
Poussières	4 656.00	3.44E+03	1.22E+03
COVnm	10 320.00	1.03E+04	-
SO2	17 200.00	1.72E+04	-
PCDD/F	0.00003	3.44E-05	-
HCl	3 440.00	3.44E+03	-
HF	344.00	3.44E+02	-
NH3	10 320.00	1.03E+04	-
Ethane	371.76	3.72E+02	-
propane	282.54	2.83E+02	-
ethylene	185.88	1.86E+02	-
isoprene	1 301.15	1.30E+03	-
benzene	743.52	7.44E+02	-
ethylbenzene	185.88	1.86E+02	-
m+p xylène	557.64	5.58E+02	-
diethylbenzene	832.74	8.33E+02	-
formaldehyde	1 115.27	1.12E+03	-
acetaldehyde	557.64	5.58E+02	-
acetone	929.39	9.29E+02	-
butanal	185.88	1.86E+02	-
benzaldehyde	557.64	5.58E+02	-
valeraldehyde	557.64	5.58E+02	-
hexanal	371.76	3.72E+02	-
nonanal	654.29	6.54E+02	-
decanal	185.88	1.86E+02	-
glyoxal	185.88	1.86E+02	-
CCl2F2	371.76	3.72E+02	-
CCl3F	185.88	1.86E+02	-
naphtalene	18.58	1.86E+01	-
somme BAP eq	0.53	5.27E-01	-
CrVI	0.60	6.01E-01	-
V	0.95	9.53E-01	-
Cr	3.09	3.09E+00	-
Mn	81.23	8.12E+01	-
Co	0.83	8.29E-01	-
Ni	2.11	2.11E+00	-
Cu	7.61	7.61E+00	-
As	3.29	3.29E+00	-
Cd	11.38	1.14E+01	-
Sb	2.01	2.01E+00	-
Tl	5.82	5.82E+00	-
Pb	70.87	7.09E+01	-
Hg	17.20	1.72E+01	-

## **Annexe 2. Choix des traceurs de risque**

Cette annexe contient 1 page.





Substances	Flux (kg/an)	Ingestion								Inhalation								TRACEURS DE RISQUE
		VTR ingestion (mg/kg/j)	ERU ingestion (mg/kg/j)-1	Toxicité	Flux/VTR	Ratio	RETENU Flux/VTR (O/N)	RETENU Cancéro (O/N)	RETENU à l'ingestion	VTR inhalation (µg/m3)	ERU inhalation (µg/m3)-1	Toxicité	Flux/VTR	Ratio	RETENU Flux/VTR (O/N)	RETENU Cancéro (O/N)	RETENU à l'inhalation	
CO	1.72E+05	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
NOx	1.20E+05	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
PM10	8.30E+03	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
PM2.5	0.00E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
COVnm	1.03E+04	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
SO2	6.88E+04	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
PCB	0.00E+00	2.00E-05	2.00E+00	+++	0.00E+00	0.00%	N	O	O	1	5.70E-04	+	0.00E+00	0.00%	N	O	O	N
PCDD/F	3.44E-05	7.00E-10	-	+++	4.91E+04	43.68%	O	N	O	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	O
HCl	3.44E+03	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	20	-	-	1.72E+02	63.52%	O	N	O	O
HF	3.44E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	14	-	-	2.46E+01	9.07%	O	N	O	O
NH3	1.03E+04	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	500	-	-	2.06E+01	7.62%	O	N	O	O
Ethane	3.72E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
propane	2.83E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
ethylene	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
isoprene	1.30E+03	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Benzène	7.44E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	10	2.60E-05	-	7.44E+01	27.46%	O	O	O	O
Ethylbenzène	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	1500	-	-	1.24E-01	0.05%	N	O	O	O
Xylène	5.58E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	100	-	-	5.58E+00	2.06%	O	N	O	O
diethylbenzene	8.33E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Formaldéhyde	1.12E+03	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	123	-	-	9.07E+00	3.35%	O	O	O	O
Acétaldéhyde	5.58E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	160	-	-	3.49E+00	1.29%	O	O	O	O
acetone	9.29E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	30000	-	-	3.10E-02	0.01%	N	N	N	N
butanal	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
benzaldehyde	5.58E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
valeraldehyde	5.58E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
hexanal	3.72E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
nonanal	6.54E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
decanal	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
glyoxal	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
CCl2F2	3.72E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
CCl3F	1.86E+02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Naphtalène	1.86E+01	0.02	1.20E-01	+	9.29E+02	0.83%	N	O	O	37	5.60E-06	-	5.02E-01	0.19%	N	O	O	O
acenaphthylene	2.17E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
acenaphthene	3.10E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
fluorene	7.91E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
phenanthrene	5.50E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
anthracene	3.78E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
fluoranthene	2.06E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
pyrene	1.17E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
benzanthracene	6.88E-02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
chrysene	1.03E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
benzo(b)fluoranthene	9.98E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
benzo(k)fluoranthene	8.94E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Benzo(a)pyrène	2.06E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	O	O	O
indeno(1,2,3-cd)pyrene	6.88E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
dibenz(a,h)anthracene	3.44E-02	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
benzo(g,h,i)perylene	4.47E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
BaP eq.	5.27E-01	0.0003	1	+++	1.76E+03	1.56%	O	O	O	0.002	6.00E-04	+++	2.63E+02	97.31%	O	O	O	O
Cr VI	6.01E-01	0.0009	0.5	+++	6.68E+02	0.59%	N	O	O	0.03	4.00E-02	+++	2.00E+01	7.40%	O	O	O	O
V	9.53E-01	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	0.1	-	++	9.53E+00	3.52%	O	N	O	O
Cr	3.09E+00	0.3	-	-	1.03E+01	0.01%	N	N	N	60	-	-	5.15E-02	0.02%	N	N	N	N
Mn	8.12E+01	0.055	-	+	1.48E+03	1.31%	O	N	O	0.3	-	++	2.71E+02	100.00%	O	N	O	O
Co	8.29E-01	0.0016	-	++	5.18E+02	0.46%	N	N	N	0.1	0.0077	++	8.29E+00	3.06%	O	O	O	O
Ni	2.11E+00	0.0028	-	++	7.55E+02	0.67%	N	N	N	0.23	0.00017	++	9.19E+00	3.39%	O	O	O	O
Cu	7.61E+00	1.50E-01	-	-	5.07E+01	0.05%	N	N	N	1	-	+	7.61E+00	2.81%	O	N	O	O
Zn	0.00E+00	3.00E-01	-	-	0.00E+00	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
As	3.29E+00	0.00045	1.5	+++	7.32E+03	6.51%	O	O	O	0.015	0.00015	+++	2.20E+02	81.12%	O	O	O	O
Se	0.00E+00	0.005	-	++	0.00E+00	0.00%	N	N	N	20	-	-	0.00E+00	0.00%	N	N	N	N
Cd	1.14E+01	0.00035	-	+++	3.25E+04	28.89%	O	N	O	0.3	-	++	3.79E+01	14.00%	O	O	O	O
Sn	0.00E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Sb	2.01E+00	0.006	-	++	3.35E+02	0.30%	N	N	N	0.3	-	++	6.70E+00	2.47%	O	O	O	O
Te	0.00E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Tl	5.82E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N
Pb	7.09E+01	0.00063	0.0085	+++	1.12E+05	100.00%	O	O	O	-	0.000012	ND	0	0.00%	N	O	O	O
Hg	1.72E+01	0.00057	-	+++	3.02E+04	26.82%	O	N	O	0.2	-	++	8.60E+01	31.76%	O	N	O	O
Fe	0.00E+00	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	-	-	ND	0	0.00%	N	N	N	N

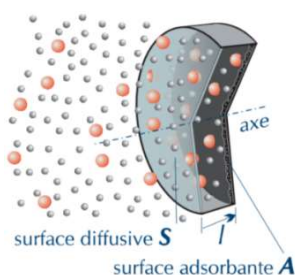
## **Annexe 3. Méthodologie de la campagne de mesures complémentaires**

Cette annexe contient 2 pages

**Pour les composés gazeux**, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une méthode passive. La méthode de prélèvement des polluants gazeux par échantillonnage passif permet de mesurer la concentration en polluants gazeux de façon autonome.

Cette méthode ne nécessite pas d'alimentation électrique et l'analyse chimique en laboratoire des supports fournit une valeur moyenne (concentration des polluants gazeux) pendant la durée d'exposition.

Le tube contient un adsorbant adapté pour le piégeage du polluant que l'on veut mesurer. Le prélèvement de l'échantillon s'effectue par une méthode naturelle. Celle-ci repose sur le principe de la diffusion passive des molécules sur le milieu adsorbant. Quand l'échantillonneur est exposé, un gradient de concentration s'établit entre l'air à l'extérieur du tube et l'air en contact avec la surface de l'adsorbant. Ce différentiel de concentration va entraîner une diffusion du composé à travers la membrane poreuse, sans mouvement actif de l'air.



*Les surfaces diffuseuse et adsorbante de l'échantillonneur diffusif axial sont deux faces planes et opposées d'une boîte fermée, d'habitude cylindrique. Sous un gradient de concentration, les molécules adsorbables (en couleur sur le schéma) pénètrent la surface diffuseuse et viennent se piéger sur celle adsorbante.*

La quantité de polluant est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement et est décrite par la loi de Fick simplifiée :

$$C = m / (Q.t)$$

L'inconnue de l'équation est C : elle représente la concentration moyenne en polluant dans l'air pendant la période d'échantillonnage.

Les valeurs connues sont :

- m : masse du composé adsorbé sur le support,
- Q : facteur caractérisant la diffusion du polluant dans le capteur (déterminé par le fabricant),
- t : temps d'échantillonnage.

Les tubes passifs sont reconnus et décrits par la norme Européenne « Ambient Air Quality – Diffusive samplers for the determination of gases and vapours – requirements and test methods » [EN 13528:2002].

L'utilisation des tubes à diffusion passive est optimale pour des conditions de température comprises entre 5°C et 30°C. Pour des températures non comprises dans cet intervalle, une erreur relative de 20% peut être notée.

Les tubes en extérieur ont été placés dans un abri pour le protéger de la pluie et pour minimiser les effets du vent. Il a été placé en hauteur de l'ordre de 1 et 1,5 m du sol. Les obstacles doivent être évités autant que possible et le site doit être aéré pour éviter les phénomènes d'accumulation.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire TERA Environnement par désorption thermique suivie d'une chromatographie en phase gaz couplée à un spectromètre de masse (ATD/GC/MS).

Le tableau suivant reprend les méthodes analytiques par polluant.

Polluants	Prélèvement/ Méthode analytique	Limite de quantification pour 7 jours d'exposition
Benzène, Ethylbenzène, Xylènes	Code 145 / ATD-GC/MS <sup>19</sup> NF EN ISO 16017-2	0,01 µg/m <sup>3</sup>
Acétaldéhyde, Formaldéhyde	Code 165 / HPLC/UV <sup>20</sup> Méthode Interne MO. LAB.841	0.20 µg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	Code 168 / Chromatographie ionique NF EN 17346	0.40 µg/m <sup>3</sup>
NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , HF	Code 166 / Chromatographie ionique Méthode interne MO.LAB.842	1.50 µg/m <sup>3</sup> 0.20 µg/m <sup>3</sup> 0.20 µg/m <sup>3</sup>
HCl	Code 169 / Chromatographie ionique Méthode interne MO.LAB.842	1 µg/m <sup>3</sup>

A noter qu'afin d'évaluer la validité et la répétabilité des mesures sur la matrice « air », un blanc de mesures et un doublon ont été réalisés.

**Pour les PM10**, elles ont également été prélevées à l'aide de capteurs passifs. Le capteur passif est une plaque adhésive permettant de piéger les poussières. Le prélèvement de l'échantillon s'effectue par une méthode naturelle qui repose sur le principe d'impaction des particules par sédimentation. Les poussières piégées sont ensuite analysées par microscopie. Cette analyse permet d'obtenir le nombre de particules déposées et la distribution granulométrique de ces particules : ainsi une concentration approximative en PM10 peut être calculée.

L'utilisation de ces capteurs est optimale dans des conditions de température comprises entre -30 et 40°C ainsi que pour des vitesses de vent inférieures à 4,5 m/s. En dehors de ces plages, une erreur relative de 20% peut être notée.

Les plaques adhésives sont placées dans des supports qui permettent de les protéger de la pluie et de minimiser l'influence du vent. Ils sont placés en hauteur sur des supports existants ou sur des piquets métalliques disposés par GINGER BURGEAP, afin d'éviter les actes de vandalisme.

<sup>19</sup> Thermodésorption / Chromatographie en phase gazeuse couplée Spectrométrie de masse

<sup>20</sup> Chromatographie en phase liquide / Spectrométrie UV-Visible

## Photographie du dispositif de prélèvement des poussières PM10



**Pour les sols**, les échantillons ont été prélevés par un technicien spécialisé de BURGEAP, dans les 3 premiers centimètres de sols pour les sols superficiels ou les 30 premiers cm pour les sols racinaires (Conformément au guide BRGM, Protocole d'échantillonnage des sols urbains pollués par le plomb. Mars 2004).

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'une tarière manuelle. Pour chacun des échantillons, 5 points de prélèvements ont été réalisés dans une maille de 1 m<sup>2</sup>. Ainsi, les échantillons analysés sont tous des échantillons composites. Le volume d'un échantillon sera de 750 ml, ce qui est compatible avec les quantités minimales à prélever recommandées par le laboratoire. Les échantillons sont prélevés dans des pots en verre, ce matériau n'interagissant pas avec les polluants recherchés et étant conforme aux spécifications du laboratoire et référencé dans la norme NF X 43-014 sur les prélèvements pour détermination des retombées atmosphériques.

Les échantillons ont été conditionnés dans les règles de l'art, référencés de manière précise, et conservés dans des glacières avec pains de glace ou en réfrigérateur. Ils ont été expédiés au laboratoire d'analyse le jour du prélèvement par un transporteur spécialisé dans l'acheminement rapide des colis (temps maximum de transit 48 h, temps "normal" moins de 24 h).

Les outils de prélèvement ont été nettoyés à l'eau entre deux points de prélèvement afin d'éviter toute contamination croisée.

L'échantillonnage est réalisé conformément aux bonnes pratiques en vigueur et selon les normes de la série NF ISO 10381 « Qualité du sol – échantillonnage ».

Les analyses ont été réalisées par MICROPOLLUANT TECHNOLOGIES, laboratoire partenaire de BURGEAP ayant une accréditation COFRAC. Il est à noter qu'avant prise en charge analytique, les sols subissent un tamisage à 250µm.

Les méthodes d'analyse retenues et les limites de quantification associées sont données dans le tableau ci-après.

Composé	Méthode retenue	Limite de quantification
ETM	Méthode interne Mop 11 C-4/72 ICP/MS <sup>21</sup>	0,2 à 2 mg/kg MS
HAP	XP X 33-012 GC/MS	0,01 mg/kg MS
PCDD/F	Méthode interne Mop C-4/56-4/72 ICP/MS	< 1pq/g MS

<sup>21</sup> Spectrométrie plasma

## **Annexe 4. Fiches de Prélèvement**

Cette annexe contient 4 pages.



## FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS SOLS

*A conserver dans le  
dossier technique*

Client : [a.bertrand@groupeginger.com](mailto:a.bertrand@groupeginger.com)

N° Contrat : BC22-1601 Site : Rural, Air Ambient

Date : 14/04/2022

Opérateur(s) : JUPI

Conditions Météo : 15-20°C, nuageux Temp. Minimale d'exposition :

POLLUANT : \_\_\_\_\_

POINT	Nombre de flacons	Jour du prélèvement
1	2 en verre + 1 en plastique	13/04/2022 à 10h30
2	1 en verre + 1 en plastique	13/04/2022 à 11h30
3	1 en verre + 1 en plastique	13/04/2022 à 13h30
4	1 en verre + 1 en plastique	13/04/2022 à 14h30
5	1 en verre + 1 en plastique	13/04/2022 à 16h00

Terre détrempée en raison de précipitations de jours précédents. Enlèvement au maximum des vers de terre très présents. Présence de nombreux cailloux de petites tailles à certains points.

Transport en glacière.



## FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS PARTICULES

*A conserver dans le  
dossier technique*

Client : [a.bertrand@groupeginger.com](mailto:a.bertrand@groupeginger.com)

N° Contrat : BC22-1601 Site : Rural, Air Ambient

Date : 14/04/2022 Opérateur(s) : JUPI

Conditions Météo : Occurrence de précipitations durant la semaine et d'un jour venteux (>70km/h) Temp. Minimale d'exposition : environ 1°C

POLLUANT : \_\_\_\_\_

POINT	REFERENCE	DATE DE POSE	HEURE DE POSE	DATE DE DEPOSE	HEURE DE DEPOSE	Remarques
1	PASSAM- FBUA6	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	
2	PASSAM- FBUA10	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	
3	PASSAM- FBUA09	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
4	PASSAM- FBUA08	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
5	PASSAM-FBUA07	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	

Retour effectué en glacière.





## FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS GAZEUX PASSIFS

*A conserver dans le  
dossier technique*

Client : [a.bertrand@groupeginger.com](mailto:a.bertrand@groupeginger.com)

N° Contrat : BC22-1601 Site : Rural, Air Ambiant

Date : 14/04/2022 Opérateur(s) : JUPI

Conditions Météo : Occurrence de précipitations durant la semaine et d'un jour venteux (>70 km/h)  
Temp. Minimale d'exposition : environ 1°C

POLLUANT : \_\_\_\_\_

POINT	REFERENCE	DATE DE POSE	HEURE DE POSE	DATE DE DEPOSE	HEURE DE DEPOSE	Remarques
1	RAD145-765	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	
1	RAD165-IJ445	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	
1	RAD166-IQ007	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	
1	RAD168-LH964	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	
1	RAD169-IM145	06/04/2022	11h30	13/04	10h30	Echantillon retrouvé en dehors de l'abri
2	RAD145-1876	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	Proche cheminée en fonctionnement
2	RAD165-IJ446	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	''
2	RAD166-IQ008	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	''
2	RAD168-LH965	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	''
2	RAD169-IM146	06/04/2022	12h30	13/04	11h30	''

POLLUANT : \_\_\_\_\_

POINT	REFERENCE	DATE DE POSE	HEURE DE POSE	DATE DE DEPOSE	HEURE DE DEPOSE	Remarques
3	RAD145-426	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
3	RAD165-IJ447	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
3	RAD166-IQ009	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
3	RAD168-LH966	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
3	RAD169-IM147	06/04/2022	14h30	13/04	13h30	
4	RAD145-3201	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
4	RAD165-IJ448	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
4	RAD166-IQ010	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
4	RAD168-LH967	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
4	RAD169-IM148	06/04/2022	15h45	13/04	14h30	
5	RAD145-786	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	
5	RAD165-IJ449	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	
5	RAD166-IQ011	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	
5	RAD168-LH968	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	
5	RAD169-IM149	06/04/2022	18h00	13/04	16h00	
Blanc	RAD145-3047	Transporté en glacière avec autres échantillons le 06 et 13/04/2022. Conservé entre temps dans la même glacière avec renouvellement de pains de glace.				
Blanc	RAD145-3086	v				
Blanc	RAD165-IJ450	v				
Blanc	RAD166-IQ012	v				
Blanc	RAD168-LH969	v				
Blanc	RAD169-IM150	v				

# **Annexe 5. PV d'analyse**

Cette annexe contient 32 pages.

**PM** Mesure de particules avec échantillonneur passif SIGMA-2

**informations client**

ID client: FBUA  
 projet: BC22-1601  
 référence:

**échantillonneurs passifs**

date de réception: 21.04.2022  
 type: SIGMA-2  
 polluant: PM

**analyse**

méthode: SP27 microscopie optique  
 date: 27.04.2022

**rapport de test**

créé le: 27.04.2022  
 nom de fichier: FBUA SP27 6-10  
 pages: 1

notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; la taille des particules se réfère aux diamètres géométriques;  
 pour plus d'informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir la fiche technique: [www.passam.ch](http://www.passam.ch)

site de mesure	échantillon ID	période de mesure			résultat											remarque
		début		temps d'expo. h	Particules SOMBRES: conc. [ug/m3] donnée pour les classes de taille de particules [um]					Particules BRILLANT: conc. [ug/m3] donnée pour les classes de taille de particules [um]					PM10 [ug/m3] modélée	
		date	heure		2.5 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 80	2.5 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 80		
Point 1	FBUA 6	06/04/2022	11:30	167.0	0.5	0.8	0.8	0.5	0.0	6.5	8.1	9.1	3.3	1.7	30.5	
Point 2	FBUA 7	06/04/2022	18:00	166.0	0.4	0.3	0.4	0.6	0.0	2.6	2.4	1.4	0.7	0.0	15.1	
Point 3	FBUA 8	06/04/2022	15:45	166.8	0.4	0.2	0.3	0.7	0.2	3.3	2.5	2.6	0.6	0.0	16.8	
Point 4	FBUA 9	06/04/2022	14:30	167.0	0.6	0.5	0.6	0.2	0.4	5.7	4.0	2.5	0.9	1.4	26.0	
Point 5	FBUA 10	06/04/2022	12:30	167.0	0.5	0.6	1.0	0.4	0.0	5.0	4.2	5.4	1.4	0.6	24.5	

## **RAPPORT D'ANALYSES**

### **PARD007\_MAA\_R1**

BURGEAP Marseille

Madame AMELIE BERTRAND

Département Environnement Industriel 1030 rue  
JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références : N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

Echantillon reçu le : 20/04/2022

Analyse effectuée le : 21/04/2022

Norme : NF ISO 11465

Technique : GRAVIMETRIE


Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 5.7 °C

(Température Conforme)

Date de prélèvement des échantillons : 13/04/2022

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

<b>Date</b>	<b>Description</b>	<b>Validé par</b>
<b>22/04/2022</b>	<b>Rapport final</b>	<b>Paul-Eric LAFARGUE</b> 

Référence externe : Point 1  
Référence interne : PARD001

---

<b>Teneur en matière sèche (%) *</b>	74.4
--------------------------------------	------

---

Référence externe : Point 2  
Référence interne : PARD002

---

<b>Teneur en matière sèche (%) *</b>	75
--------------------------------------	----

---

Référence externe : Point 3  
Référence interne : PARD003

---

<b>Teneur en matière sèche (%) *</b>	68.9
--------------------------------------	------

---

Référence externe : Point 4  
Référence interne : PARD004

---

<b>Teneur en matière sèche (%) *</b>	72
--------------------------------------	----

---

Référence externe : Point 5  
Référence interne : PARD005

---

<b>Teneur en matière sèche (%) *</b>	69.7
--------------------------------------	------

---

Légende: < valeur(caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

## **RAPPORT D'ANALYSES**

### **PARD008\_MEG\_R1**

BURGEAP Marseille

Madame AMELIE BERTRAND

Département Environnement Industriel 1030 rue  
JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

Echantillon reçu le 20/04/2022

Analyse effectuée le : 28/04/2022

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 5.7 °C

(Température Conforme)


Date de prélèvement des échantillons : 13/04/2022

Principe de la méthode : La fluorescence atomique est un processus d'émission qui permet la détection des vapeurs de mercure élémentaire générées à partir de l'échantillon digéré après une réduction par du chlorure d'étain (II) en milieu acide.

*Solution de minéralisation employée : Eau régale*

*Conditions de minéralisation : Bloc chauffant*

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

<b>Date</b>	<b>Description</b>	<b>Validé par</b>
<b>29/04/2022</b>	<b>Rapport final</b>	<b>Marie VINGERT</b> 





Référence externe : Point 1  
Référence interne : PARD001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : Point 2  
Référence interne : PARD002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : Point 3  
Référence interne : PARD003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : Point 4  
Référence interne : PARD004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : Point 5  
Référence interne : PARD005

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

## Pour information

Eléments	LQ (mg/kg de MS)
Hg*	0,1

### Légende:

< Valeur(caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont

disponibles auprès du laboratoire.

\*\* MB: Matière brute

\*\* MS: Matière sèche

## **RAPPORT D'ANALYSES**

### **PARD009\_MET\_R1**

BURGEAP Marseille

Madame AMELIE BERTRAND

Département Environnement Industriel 1030 rue  
JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

Echantillon reçu le 20/04/2022

Analyse effectuée le : 28/04/2022

Norme : Méthode interne Mop C-4/72

Technique : ICP\_MS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 5.7 °C


(Température Conforme)

Date de prélèvement des échantillons : 13/04/2022

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

*Solution de minéralisation employée : Eau régale*

*Conditions de minéralisation : Bloc chauffant*

<b>Date</b>	<b>Description</b>	<b>Validé par</b>
<b>29/04/2022</b>	<b>Rapport final</b>	<b>Marie VINGERT</b> 

Référence externe : Point 1  
Référence interne : PARD001

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en mg/Kg de MS**</b>
<b>V</b>	35,2
<b>Mn *</b>	668
<b>Co *</b>	10,4
<b>Ni *</b>	36,8
<b>Cu *</b>	42,5
<b>As *</b>	19,7
<b>Cd *</b>	0,311
<b>Sb</b>	1,32
<b>Pb *</b>	32,6

Référence externe : Point 2  
Référence interne : PARD002

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en mg/Kg de MS**</b>
<b>V</b>	21,1
<b>Mn *</b>	452
<b>Co *</b>	7,05
<b>Ni *</b>	23,3
<b>Cu *</b>	24,8
<b>As *</b>	10,8
<b>Cd *</b>	0,315
<b>Sb</b>	1,24
<b>Pb *</b>	24,7

Référence externe : Point 3  
Référence interne : PARD003

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en mg/Kg de MS**</b>
<b>V</b>	45,2
<b>Mn *</b>	717
<b>Co *</b>	14,6
<b>Ni *</b>	51,8
<b>Cu *</b>	85,9
<b>As *</b>	9,89
<b>Cd *</b>	0,288
<b>Sb</b>	2,04
<b>Pb *</b>	37,1

Référence externe : Point 4  
Référence interne : PARD004

<b>Eléments</b>	<b>Concentration en mg/Kg de MS**</b>
<b>V</b>	28,5
<b>Mn *</b>	468
<b>Co *</b>	4,25
<b>Ni *</b>	15,2
<b>Cu *</b>	12,1
<b>As *</b>	11,5
<b>Cd *</b>	0,287
<b>Sb</b>	0,712
<b>Pb *</b>	16,2

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	22,9
Mn *	555
Co *	5,65
Ni *	24,6
Cu *	7,58
As *	12,2
Cd *	0,604
Sb	1,02
Pb *	60,9

Légende: < Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponible auprès du laboratoire.

\*\* MB : matière brute

MS: Matière sèche

**RAPPORT D'ANALYSES**  
**PARE001\_CHR\_R1**

BURGEAP Marseille

Madame AMELIE BERTRAND

Département Environnement Industriel 1030 rue  
JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

Echantillon reçu le 20/04/2022

Analyse effectuée le : 29/04/2022

Norme : Méthode interne


Technique : Spectrophotométrie

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 5.7 °C

(Température Conforme)

Date de prélèvement des échantillons : 13/04/2022

Date	Description	Validé par
02/05/2022	Rapport final	Justine HILAIRE 

Responsable d'analyse

Référence externe : Point 1  
Référence interne : PARD001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : Point 2  
Référence interne : PARD002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : Point 3  
Référence interne : PARD003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : Point 4  
Référence interne : PARD004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : Point 5  
Référence interne : PARD005

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25



Légende:

< Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

**RAPPORT D'ANALYSES**  
**PARE002\_HAP\_R1**

BURGEAP Marseille

Madame AMELIE BERTRAND

Département Environnement Industriel 1030 rue  
JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

Echantillon reçu le 20/04/2022

Analyse effectuée le : 29/04/2022

Norme : Méthode Interne Mop C-4/52


Technique : GC\_MS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 5.7 °C

(Température Conforme)

Date de prélèvement des échantillons : 13/04/2022

Date	Description	Validé par
03/05/2022	Rapport final	Lidia FRKETIC 

<b>Paramètres</b>	<b>Concentration (mg/kg de MS**)</b>
<b>Naphtalene</b>	< 0,010
<b>Acenaphtylene</b>	< 0,010
<b>Acenaphtene</b>	< 0,010
<b>Fluorene</b>	< 0,010
<b>Phenanthrene</b>	0,016
<b>Anthracene</b>	< 0,010
<b>Fluoranthene*</b>	< 0,010
<b>Pyrene</b>	< 0,010
<b>Benzo(a)anthracene*</b>	< 0,010
<b>Chrysene*</b>	< 0,010
<b>Benzo(b)fluoranthene*</b>	0,049
<b>Benzo(k)fluoranthene*</b>	0,019
<b>Benzo(a)pyrene*</b>	0,043
<b>Dibenzo(ah)anthracene*</b>	< 0,010
<b>Indeno(123-cd)pyrene*</b>	0,041
<b>Benzo(ghi)perylene*</b>	< 0,010
<b>Remarques</b>	/

<b>Paramètres</b>	<b>Concentration (mg/kg de MS**)</b>
<b>Naphtalene</b>	< 0,010
<b>Acenaphtylene</b>	0,015
<b>Acenaphtene</b>	< 0,010
<b>Fluorene</b>	< 0,010
<b>Phenanthrene</b>	0,023
<b>Anthracene</b>	< 0,010
<b>Fluoranthene*</b>	< 0,010
<b>Pyrene</b>	< 0,010
<b>Benzo(a)anthracene*</b>	< 0,010
<b>Chrysene*</b>	< 0,010
<b>Benzo(b)fluoranthene*</b>	0,088
<b>Benzo(k)fluoranthene*</b>	0,030
<b>Benzo(a)pyrene*</b>	0,077
<b>Dibenzo(ah)anthracene*</b>	0,019
<b>Indeno(123-cd)pyrene*</b>	< 0,010
<b>Benzo(ghi)perylene*</b>	< 0,010
<b>Remarques</b>	/

<b>Paramètres</b>	<b>Concentration (mg/kg de MS**)</b>
<b>Naphtalene</b>	< 0,0099
<b>Acenaphtylene</b>	< 0,0099
<b>Acenaphtene</b>	< 0,0099
<b>Fluorene</b>	< 0,0099
<b>Phenanthrene</b>	0,012
<b>Anthracene</b>	< 0,0099
<b>Fluoranthene*</b>	< 0,0099
<b>Pyrene</b>	< 0,0099
<b>Benzo(a)anthracene*</b>	< 0,0099
<b>Chrysene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(b)fluoranthene*</b>	0,033
<b>Benzo(k)fluoranthene*</b>	0,010
<b>Benzo(a)pyrene*</b>	0,025
<b>Dibenzo(ah)anthracene*</b>	< 0,0099
<b>Indeno(123-cd)pyrene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(ghi)perylene*</b>	< 0,0099
<b>Remarques</b>	/

<b>Paramètres</b>	<b>Concentration (mg/kg de MS**)</b>
<b>Naphtalene</b>	< 0,0099
<b>Acenaphtylene</b>	< 0,0099
<b>Acenaphtene</b>	< 0,0099
<b>Fluorene</b>	< 0,0099
<b>Phenanthrene</b>	< 0,0099
<b>Anthracene</b>	< 0,0099
<b>Fluoranthene*</b>	< 0,0099
<b>Pyrene</b>	< 0,0099
<b>Benzo(a)anthracene*</b>	< 0,0099
<b>Chrysene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(b)fluoranthene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(k)fluoranthene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(a)pyrene*</b>	< 0,0099
<b>Dibenzo(ah)anthracene*</b>	< 0,0099
<b>Indeno(123-cd)pyrene*</b>	< 0,0099
<b>Benzo(ghi)perylene*</b>	< 0,0099
<b>Remarques</b>	/

Paramètres	Concentration (mg/kg de MS**)
Naphtalene	< 0,010
Acenaphtylene	< 0,010
Acenaphtene	< 0,010
Fluorene	< 0,010
Phenanthrene	0,013
Anthracene	< 0,010
Fluoranthene*	< 0,010
Pyrene	< 0,010
Benzo(a)anthracene*	< 0,010
Chrysene*	0,030
Benzo(b)fluoranthene*	0,032
Benzo(k)fluoranthene*	0,011
Benzo(a)pyrene*	0,025
Dibenzo(ah)anthracene*	< 0,010
Indeno(123-cd)pyrene*	< 0,010
Benzo(ghi)perylene*	< 0,010
Remarques	/

Légende: < valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

## RAPPORT D'ANALYSES PARE003\_PCD\_R1

BURGEAP Marseille  
Madame AMELIE BERTRAND  
Département Environnement Industriel  
1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles  
13 290 AIX EN PROVENCE


Vos références : N° BC22-1983 n° Contrat CACICE212758 du 25/03/2022

### DESCRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES

Les échantillons sont tout d'abord séchés à l'ambient, broyés manuellement, et tamisés à 2 mm. Des marqueurs avant extraction sont ajoutés avant l'extraction solide-liquide au toluène. On effectue ensuite une purification sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques. L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R = 10 000).

Norme : Méthode interne MOp C-4/56  
Technique : HRGC\_HRMS

Les résultats s'appliquent sur l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
09/05/2022	RAPPORT FINAL	 Nicolas HENRION

Responsable d'analyses



Echantillon reçu le : 20/04/2022

Référence Interne	PARD001				
Référence Externe	Point 1				
Nature	Sol				
Taux de matière sèche (%)	74,4				
Masse de matière sèche analysée (g)	2,947				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,761	1	0,000	0,761	84
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,787	0,5	0,000	0,394	74
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,493	0,1	0,000	0,049	72
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,410	0,1	0,141	0,141	75
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	1,170	0,1	0,117	0,117	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	66,035	0,01	0,660	0,660	70
OCDD *	535,471	0,001	0,535	0,535	63
<b>Dioxines</b>	<b>604,086 &lt; Total &lt; 606,127</b>				
2,3,7,8 TCDF *	1,366	0,1	0,137	0,137	63
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,884	0,05	0,000	0,044	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,855	0,5	0,000	0,428	66
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 1,019	0,1	0,000	0,102	73
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,972	0,1	0,097	0,097	74
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	1,657	0,1	0,166	0,166	68
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,963	0,1	0,000	0,096	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	9,566	0,01	0,096	0,096	85
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,434	0,01	0,000	0,004	/
OCDF *	16,807	0,001	0,017	0,017	63
<b>Furannes</b>	<b>30,368 &lt; Total &lt; 34,523</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)</b>			<b>1,966</b>	<b>3,844</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)</b>			<b>1,469</b>	<b>3,740</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)</b>			<b>1,579</b>	<b>3,662</b>	
Total TCDD	< 16,737				
Total PeCDD	< 11,017				
Total HxCDD	15,853				
Total HpCDD	122,250				
<b>Total PCDD</b>	<b>673,574 &lt; Total &lt; 701,328</b>				
Total TCDF	< 34,041				
Total PeCDF	< 23,933				
Total HxCDF	< 16,299				
Total HpCDF	21,983				
<b>Total PCDF</b>	<b>38,790 &lt; Total &lt; 113,063</b>				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 06/05/2022 à 11:30				
Analyse par GC/HRMS	Le 07/05/2022 à 14:15				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 20/04/2022

Référence Interne	PARD002				
Référence Externe	Point 2				
Nature	Sol				
Taux de matière sèche (%)	75,0				
Masse de matière sèche analysée (g)	2,927				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 1,801	1	0,000	1,801	92
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 2,136	0,5	0,000	1,068	84
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 1,325	0,1	0,000	0,133	79
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 1,141	0,1	0,000	0,114	94
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 1,192	0,1	0,000	0,119	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	40,349	0,01	0,403	0,403	77
OCDD *	220,918	0,001	0,221	0,221	65
<b>Dioxines</b>	<b>261,266 &lt; Total &lt; 268,861</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 2,225	0,1	0,000	0,223	74
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 1,835	0,05	0,000	0,092	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 1,775	0,5	0,000	0,888	69
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 1,554	0,1	0,000	0,155	92
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 1,458	0,1	0,000	0,146	93
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	2,912	0,1	0,291	0,291	89
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 1,562	0,1	0,000	0,156	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	8,306	0,01	0,083	0,083	94
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 1,039	0,01	0,000	0,010	/
OCDF *	8,351	0,001	0,008	0,008	67
<b>Furannes</b>	<b>19,569 &lt; Total &lt; 31,018</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)</b>			<b>1,007</b>	<b>5,911</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)</b>			<b>0,801</b>	<b>6,773</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)</b>			<b>0,847</b>	<b>6,427</b>	
Total TCDD	< 39,626				
Total PeCDD	< 13,268				
Total HxCDD	13,470				
Total HpCDD	76,723				
<b>Total PCDD</b>	<b>311,111 &lt; Total &lt; 364,005</b>				
Total TCDF	< 84,569				
Total PeCDF	< 49,706				
Total HxCDF	< 24,872				
Total HpCDF	14,512				
<b>Total PCDF</b>	<b>22,863 &lt; Total &lt; 182,009</b>				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 06/05/2022 à 11:30				
Analyse par GC/HRMS	Le 07/05/2022 à 14:54				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 20/04/2022

Référence Interne	PARD003				
Référence Externe	Point 3				
Nature	Sol				
Taux de matière sèche (%)	68,9				
Masse de matière sèche analysée (g)	2,983				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,249	1	0,000	0,249	88
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,342	0,5	0,171	0,171	85
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,552	0,1	0,055	0,055	77
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,355	0,1	0,136	0,136	68
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,860	0,1	0,086	0,086	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	25,582	0,01	0,256	0,256	72
OCDD *	123,075	0,001	0,123	0,123	68
<b>Dioxines</b>	<b>151,767 &lt; Total &lt; 152,017</b>				
2,3,7,8 TCDF *	1,258	0,1	0,126	0,126	70
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,572	0,05	0,029	0,029	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,492	0,5	0,746	0,746	75
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	1,572	0,1	0,157	0,157	76
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	1,710	0,1	0,171	0,171	66
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	3,561	0,1	0,356	0,356	71
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,971	0,1	0,097	0,097	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	9,166	0,01	0,092	0,092	83
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,222	0,01	0,012	0,012	/
OCDF *	8,405	0,001	0,008	0,008	70
<b>Furannes</b>	<b>29,929</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)</b>			<b>2,621</b>	<b>2,870</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)</b>			<b>2,673</b>	<b>2,922</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)</b>			<b>2,390</b>	<b>2,639</b>	
Total TCDD	< 5,487				
Total PeCDD	< 4,261				
Total HxCDD	18,379				
Total HpCDD	46,711				
<b>Total PCDD</b>	<b>188,165 &lt; Total &lt; 197,914</b>				
Total TCDF	< 12,331				
Total PeCDF	12,956				
Total HxCDF	18,383				
Total HpCDF	18,023				
<b>Total PCDF</b>	<b>57,767 &lt; Total &lt; 70,098</b>				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 06/05/2022 à 11:30				
Analyse par GC/HRMS	Le 07/05/2022 à 15:33				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 20/04/2022

Référence Interne	PARD004
Référence Externe	Point 4
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	72,0
Masse de matière sèche analysée (g)	2,981
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,322	1	0,000	0,322	89
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,363	0,5	0,000	0,182	69
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,412	0,1	0,000	0,041	78
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,568	0,1	0,057	0,057	80
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,371	0,1	0,000	0,037	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	15,743	0,01	0,157	0,157	70
OCDD *	67,572	0,001	0,068	0,068	56
<b>Dioxines</b>	<b>83,883 &lt; Total &lt; 85,350</b>				
2,3,7,8 TCDF *	< 0,358	0,1	0,000	0,036	68
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,501	0,05	0,000	0,025	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,485	0,5	0,000	0,243	62
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,358	0,1	0,000	0,036	77
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,764	0,1	0,076	0,076	81
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	2,312	0,1	0,231	0,231	77
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,395	0,1	0,040	0,040	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	4,720	0,01	0,047	0,047	87
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	0,532	0,01	0,005	0,005	/
OCDF *	4,683	0,001	0,005	0,005	52
<b>Furannes</b>	<b>13,406 &lt; Total &lt; 15,108</b>				

<b>TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)</b>	<b>0,686</b>	<b>1,607</b>
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)</b>	<b>0,621</b>	<b>1,724</b>
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)</b>	<b>0,636</b>	<b>1,631</b>

Total TCDD	< 4,177
Total PeCDD	< 5,077
Total HxCDD	10,106
Total HpCDD	31,910
<b>Total PCDD</b>	<b>109,588 &lt; Total &lt; 118,842</b>
Total TCDF	< 13,589
Total PeCDF	< 13,573
Total HxCDF	7,548
Total HpCDF	7,800
<b>Total PCDF</b>	<b>20,031 &lt; Total &lt; 47,193</b>

Marquage de l'extrait avant injection	Le 06/05/2022 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 07/05/2022 à 16:13

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Référence Interne	PARD005				
Référence Externe	Point 5				
Nature	Sol				
Taux de matière sèche (%)	69,7				
Masse de matière sèche analysée (g)	2,959				
Volume final après concentration (µl)	10				
Volume d'extrait injecté (µl)	2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,238	1	0,000	0,238	82
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,321	0,5	0,161	0,161	74
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,602	0,1	0,060	0,060	75
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,262	0,1	0,126	0,126	61
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	1,120	0,1	0,112	0,112	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	32,961	0,01	0,330	0,330	71
OCDD *	190,096	0,001	0,190	0,190	75
<b>Dioxines</b>	<b>226,363 &lt; Total &lt; 226,601</b>				
2,3,7,8 TCDF *	0,869	0,1	0,087	0,087	63
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,627	0,05	0,031	0,031	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,371	0,5	0,686	0,686	63
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	1,567	0,1	0,157	0,157	70
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	1,739	0,1	0,174	0,174	64
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	3,107	0,1	0,311	0,311	63
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,468	0,1	0,047	0,047	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	10,075	0,01	0,101	0,101	84
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,504	0,01	0,015	0,015	/
OCDF *	16,173	0,001	0,016	0,016	62
<b>Furannes</b>	<b>37,502</b>				
<b>TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)</b>			<b>2,602</b>	<b>2,840</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)</b>			<b>2,577</b>	<b>2,815</b>	
<b>TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)</b>			<b>2,332</b>	<b>2,570</b>	
Total TCDD	< 5,242				
Total PeCDD	3,925				
Total HxCDD	14,618				
Total HpCDD	64,798				
<b>Total PCDD</b>	<b>273,438 &lt; Total &lt; 278,679</b>				
Total TCDF	< 13,536				
Total PeCDF	10,008				
Total HxCDF	18,039				
Total HpCDF	16,893				
<b>Total PCDF</b>	<b>61,113 &lt; Total &lt; 74,649</b>				
Marquage de l'extrait avant injection	Le 06/05/2022 à 11:30				
Analyse par GC/HRMS	Le 07/05/2022 à 16:52				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification  
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

### Présentation générale

<b>Affaire N°</b>	22AF04148	<b>Version du rapport :</b>	0
<b>Client :</b>	BURGEAP 38	<b>Référence client :</b>	CACICE212758
<b>Adresse :</b>	2, rue du Tour de l'Eau, 38400 Saint-Martin-D'Hères		
<b>Commande client :</b>	BC22-1836 + 2543	<b>Devis client :</b>	22DE31404
<b>Date de fin des prélèvements :</b>	13/04/2022	<b>Rapport transmis le :</b>	02/05/2022
<b>Date de réception des échantillons :</b>	15/04/2022		
<b>Réserves éventuelles :</b>			

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité relative aux durées, températures, volumes de prélèvement ou emplacements notamment. Les concentrations calculées ne sont donc jamais portées par l'accréditation et sont sujettes à caution. Pour les prélèvements passifs, si la température d'exposition n'est pas renseignée, elle sera considérée à 20°C par défaut. Les résultats s'appliquent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus.

Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols / Eau=Eaux / QAI = Qualité de l'air intérieur / HTS= Hautes technologies - Santé / LAR=LABREF30-ERP / DIV=Divers / SUR=Conta de surface / ADBLUE / CAP=Location de capteurs

Dans la suite du rapport, seuls les paramètres notés avec un (c) sont couverts par l'accréditation.

### Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 30

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température d'exposition	Exposition(min)
Benzène	AIA	RAD145 765-767	1	20°C	10020
Ethylbenzène	AIA	RAD145 765-767	1	20°C	10020
Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ445	1	20°C	10020
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ445	1	20°C	10020
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ007	1	20°C	10020
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ007	1	20°C	10020
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH964	1	20°C	10020
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM145	1	20°C	10020
Benzène	AIA	RAD145 1876	2	20°C	10020
Ethylbenzène	AIA	RAD145 1876	2	20°C	10020
Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ446	2	20°C	10020
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ446	2	20°C	10020
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ008	2	20°C	10020
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ008	2	20°C	10020
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH965	2	20°C	10020
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM146	2	20°C	10020
Benzène	AIA	RAD 145 426	3	20°C	10020
Ethylbenzène	AIA	RAD 145 426	3	20°C	10020
Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ447	3	20°C	10020
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ447	3	20°C	10020
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ009	3	20°C	10020
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ009	3	20°C	10020
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH966	3	20°C	10020
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM147	3	20°C	10020
Benzène	AIA	RAD145 3201	4	20°C	10005
Ethylbenzène	AIA	RAD145 3201	4	20°C	10005
Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ448	4	20°C	10005
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ448	4	20°C	10005
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ010	4	20°C	10005
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ010	4	20°C	10005
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH967	4	20°C	10005
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM148	4	20°C	10005
Benzène	AIA	RAD145 786	5	20°C	9960
Ethylbenzène	AIA	RAD145 786	5	20°C	9960

Affaire N° 22AF04148

Commande N° BC22-1836 +

Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ449	5	20°C	9960
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ449	5	20°C	9960
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ011	5	20°C	9960
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ011	5	20°C	9960
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH968	5	20°C	9960
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM149	5	20°C	9960
Benzène	AIA	RAD145 3047 BT	BLANC	20°C	/
Ethylbenzène	AIA	RAD145 3047 BT	BLANC	20°C	/
Formaldéhyde	AIA	RAD165 IJ450 BLANC	BLANC	20°C	/
Acétaldéhyde	AIA	RAD165 IJ450 BLANC	BLANC	20°C	/
NO2 & SO2	AIA	RAD166 IQ012	BLANC	20°C	/
Acide Fluorhydrique (HF)	AIA	RAD166 IQ012	BLANC	20°C	/
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168 LH969	BLANC	20°C	/
Acide Chlorhydrique (HCl)	AIA	RAD169 IM150	BLANC	20°C	/

**Rad code 145 pour COV**    **Numéro de lot : /**    **Lieu de réalisation des essais : Crolles**    **Date d'essais : 25/04/22**

Résultat en ng

Composés	No CAS	RAD 145- 767	RAD 145- 1876	RAD 145- 426	RAD 145- 3201	RAD 145- 786	RAD 145- 3047 BLANC
Benzene	71-43-2	149	252	290	224	259	26.3
Ethylbenzene	100-41-4	188	201	226	183	189	<5.0
m+p - Xylene	108-38-3 / 106-42-3	132	152	182	127	130	<5.0
o - Xylene	95-47-6	155	217	283	152	143	<5.0

**Rad code 145 pour COV**

Résultat en µg/m<sup>3</sup>

Composés	No CAS	RAD 145- 767	RAD 145- 1876	RAD 145- 426	RAD 145- 3201	RAD 145- 786	RAD 145- 3047 BLANC
Benzene	71-43-2	0.55	0.93	1.1	0.83	0.96	-
Ethylbenzene	100-41-4	0.75	0.80	0.90	0.73	0.76	-
m+p - Xylene	108-38-3 / 106-42-3	0.51	0.59	0.70	0.49	0.50	-
o - Xylene	95-47-6	0.65	0.90	1.2	0.63	0.60	-

**Rad code 165 pour aldéhydes**    **Numéro de lot : 22041B02**    **Lieu de réalisation des essais : Crolles**

**Date d'essais : 21/04/2022**

Résultat en µg

Composés	No CAS	rad165 IJ445	rad165 IJ446	rad165 IJ447	rad165 IJ448	rad165 IJ449	rad165 IJ450 blanc
Formaldéhyde(c)	50-00-0	1.4	1.7	1.9	1.4	1.3	0.32
Acétaldéhyde(c)	75-07-0	1.3	1.6	1.8	1.4	1.2	0.36

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Le blanc a été soustrait du résultat : Non

Blanc de lot pour le formaldéhyde et acétaldéhyde : <0.2 µg

Blanc analytique pour le formaldéhyde et acétaldéhyde : <0.2 µg

Présence de DNPH résiduelle sur tous les échantillons : Oui

**Rad code 165 pour aldéhydes**

Résultat en µg/m<sup>3</sup>

Composés	No CAS	rad165 IJ445	rad165 IJ446	rad165 IJ447	rad165 IJ448	rad165 IJ449	rad165 IJ450 blanc
Formaldéhyde	50-00-0	1.4	1.7	2.0	1.4	1.3	-
Acétaldéhyde	75-07-0	1.6	1.9	2.1	1.7	1.5	-



**Rad code 166 pour  
NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>/HF**
**Numéro de lot : Lieu de réalisation des essais : Crolles  
22047B04**
**Date d'essais : 26/04/2022**
**Résultat en µg**

Composés	No CAS	IQ007	IQ008	IQ009	IQ010	IQ011	IQ012
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )(c)	10102-44-0	3.5	3.2	6.6	1.8	1.1	<1.0
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	7446-09-5	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3
Acide Fluorhydrique (HF)(c)	7664-39-3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3

*Les incertitudes et LQ sont présentées en annexe de ce rapport.*
**Rad code 166 pour NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>/HF**
**Résultat en µg/m<sup>3</sup>**

Composés	No CAS	IQ007	IQ008	IQ009	IQ010	IQ011	IQ012
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	10102-44-0	5.3	4.9	10.0	2.8	1.8	-
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	7446-09-5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-
Acide Fluorhydrique (HF)	7664-39-3	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	-

**Rad code 169 pour HCl**
**Numéro de lot : Lieu de réalisation des essais : Crolles  
22005A04**
**Date d'essais : 26/04/2022**
**Résultat en µg**

Composés	No CAS	rad169 IM145	rad169 IM 146	rad169 IM 147	rad169 IM 148	rad169 IM 149	rad169 IM 150
Acide Chlorhydrique (HCl)(c)	7647-01-0	<1.0	1.4	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

*Les incertitudes et LQ sont présentées en annexe de ce rapport.*
**Rad code 169 pour HCl**
**Résultat en µg/m<sup>3</sup>**

Composés	No CAS	rad169 IM145	rad169 IM 146	rad169 IM 147	rad169 IM 148	rad169 IM 149	rad169 IM 150
Acide Chlorhydrique (HCl)	7647-01-0	<0.99	1.4	<0.99	<1.00	<1.00	-

**Rad code 168 pour amines**
**Numéro de lot : Lieu de réalisation des essais : Crolles  
22072B23**
**Date d'essais : 25/04/2022**
**Résultat en µg**

Composés	No CAS	rad168 lh964	rad168 lh965	rad168 lh966	rad168 lh967	rad168 lh968	rad168 lh969
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )(c)	7664-41-7	3.1	2.3	2.4	1.9	1.0	<1.0

*Les incertitudes et LQ sont présentées en annexe de ce rapport.*
**Rad code 168 pour amines**
**Résultat en µg/m<sup>3</sup>**

Composés	No CAS	rad168 lh964	rad168 lh965	rad168 lh966	rad168 lh967	rad168 lh968	rad168 lh969
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	7664-41-7	1.2	0.92	0.94	0.78	0.41	-

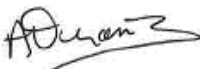
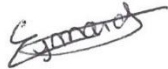
Affaire N° 22AF04148

Commande N° BC22-1836 +

### Annexe

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	Incertitude basse %	Incertitude haute %	LQ	Unité
Ethylbenzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5	ng
Benzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5	ng
Formaldéhyde	Rad code 165 pour aldéhydes	Méthode interne MO.LAB.841	HPLCUV	26	17	0,2	µg
Acétaldéhyde	Rad code 165 pour aldéhydes	Méthode interne MO.LAB.841	HPLCUV	13	9	0,2	µg
Dioxyde d'azote (NO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	NF EN 16339	CICD	30	19	1	µg
Dioxyde de Soufre (SO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	20	20	0,3	µg
Acide Fluorhydrique (HF)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	18	19	0,3	µg
Ammoniac (NH3)	Rad code 168 pour amines	NF EN 17346	CICD	37	15	1	µg
Acide Chlorhydrique (HCl)	Rad code 169 pour HCl	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	22	17	1	µg

### Approbation

Nom(s)	Alexandra DURAND	E.EYMARD-VERNAIN
Fonction(s)	Ingénieur analyse	Ingénieur analyse
Visa(s)		

FIN DU RAPPORT

## **Annexe 6. Valeurs de référence**

Cette annexe contient 4 pages.

## Milieu Air

### ► Présentation des valeurs réglementaires

Source : article R221.1 Code de l'environnement

Les concentrations de pollution de l'air sont réglementées. On distingue, dans ce cadre, 5 niveaux de **valeurs réglementaires** :

- **Valeur limite pour la protection de la santé** : niveau de concentration à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Il est fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.
- **Objectif de qualité** : niveau de concentration à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- **Valeur cible** : niveau de concentration dans l'air ambiant fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé des personnes et de l'environnement dans son ensemble qu'il convient d'atteindre, si possible, dans un délai donné.
- **Seuil d'information** : niveau de concentration au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- **Seuil d'alerte de la population** : niveau de concentration au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Dans le cadre de cette étude, seuls les objectifs de qualité, la valeur limite pour la protection de la santé humaine et la valeur cible ont été retenus.

Les tableaux suivants présentent la réglementation concernant les polluants réglementés étudiés dans le cadre de cette campagne de mesure.

### Valeurs réglementaires en air ambiant (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 – art. R221-1 du code de l'environnement)

Famille	Polluants	Concentration moyenne annuelle		
		Valeur limite pour la protection de la santé humaine ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Objectif de qualité ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur cible ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
COV	Benzène	5	2	-
	Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	40	40	-
	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	50	125 (en moyenne journalière)	-

### ► Présentation des valeurs guides

En sus de ce cadre réglementaire, l'OMS a publié un certain nombre de **valeurs guides de qualité de l'air** qui ont pour vocation d'aider à l'interprétation des résultats des mesures réalisées dans les environnements (sans avoir de portée réglementaire).

Le tableau suivant présente ces valeurs guides (moyen et long terme) pour les composés identifiés dans le cadre de cette étude. Afin d'éviter les redondances lorsqu'elles existent, les recommandations OMS dont les valeurs guides sont supérieures ou égales aux valeurs réglementaires ne sont pas présentées.

#### Valeurs guides OMS de la qualité de l'air ambiant

Polluants	Valeurs guides ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Benzène	1,7

#### ► Présentation des valeurs rencontrées dans le cadre de la campagne OQAI 2003/2005

Cette campagne a été réalisée par l'Observatoire de Qualité de l'Air Intérieur en 2003/2005 (OQAI) pour rendre compte de l'état des lieux dans les logements français. La période d'échantillonnage pendant cette étude a été d'une semaine. 567 résidences principales et leur garage avaient été instrumentées pour suivre les niveaux de nombreux paramètres dont de nombreux identiques à cette étude ci-présente, sur une durée d'une semaine. Par ailleurs, cette étude a compris la réalisation de mesure de qualité de l'air extérieur exploitable.

Le tableau suivant présente les valeurs issues de cette campagne de mesure pour l'air ambiant.

#### Concentrations observées en air ambiant dans le cadre du programme national logements de l'OQAI

Polluant	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
	Médiane	Percentile 90
Benzene	< 1,1	2,2

## Milieu Sol

### ► Les métaux

#### ► Programme INRA – ASPITET

Le programme « Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces » a été développé par l'INRA dans le but de fournir des références sur les teneurs totales en éléments traces métalliques mesurées dans divers sols français de zones rurales. Les résultats obtenus sont reportés dans le tableau suivant<sup>22</sup>.

**Programme INRA/ASPITET : bruit de fond en métaux dans les sols français**

	Gamme de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » de toutes granulométries	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Antimoine	0,05-1,5	1,5-8	50-260
Arsenic	1.0-25.0	30-60	60-284
Cadmium	0.05-0.45	0.7-2	2-7
Mercure	0.02-0.2	0.2-0.45	néant
Nickel	2-60	60-130	130-2 076
Plomb	9-50	60-90	100-3 000
Sélénium	0.1-0.7	0.8-2	2-4.5
Chrome VI	-	-	-
Cobalt	2-23	23-90	105-148
Cuivre	2-20	20-62	65-160
Manganèse	110-4600	-	-
Zinc	10-100	100-250	250-11426
Vanadium	3-100	100-300	-

#### ► Wedepohl, 1972, données générales sur la géochimie des roches

Cette étude présente des données sur les teneurs des différents métaux dans les roches en fonction du type de roche considéré. Il s'agit d'une étude internationale. Elle est synthétisée dans le rapport du BRGM RP-50888-FR d'avril 2001 « Résidus de procédés thermiques : élaboration d'un référentiel ». Les valeurs concernant les roches sédimentaires sont reportées dans le tableau ci-dessous.

**Wedepohl ; 1972 : Bruit de fond dans les roches sédimentaires**

Concentration (mg/kg MS)	Roches argileuses			Roches sableuses			Roches calcaires		
	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min
Arsenic	12,4	60,0	0,3	15,5	17,0	0,6	3,09	23,50	0,10
Chrome	79	1 500	33	30	208	9	7,4	16	1
Cuivre	132	7 500	2	14,6	115	0,1	12,6	500	0,1
Nickel	73	425	14	43	234	2	16	32	12
Plomb	114	139	1	11,21	82,30	0,95	6,2	219	0,4
Zinc	103	1 300	2	60	198	5	21,7	1 900	0,1

<sup>22</sup> Source : BRGM, Bases de données existantes relatives à la qualité des sols : contenu et utilisation dans le cadre de la gestion des sols pollués, version provisoire, 2007 et <http://etm.orleans.inra.fr>  
<http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C39Baize.pdf>

## ► Valeurs de référence retenues

### Comparaison bruit de fond aux valeurs de référence

Point	Horizon	Concentration en métaux (mg/ kg matière sèche)						
		Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Mercuré (Hg)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Sélénium (Se)	Chrome VI (Cr VI)
Bruit de fond local (PORT DE BOUC LA LEQUE)	Superficiel	7.18	0.23	< 0.20	24.1	20.3	1.67	< 0.25
	Racinaire	7.46	0.20	< 0.20	21.5	17.9	1.60	< 0.25
ASPITET	-	1.0-25.0	0.05-0.45	0.02-0.2	2-60	9-50	0.8-2 (anomalie modérée)	-

## ► Les HAP

Peu de données sont disponibles sur le bruit de fond dans les sols en HAP. Nous n'avons pas recensé de données spécifiques aux sols français. Le tableau suivant reprend les données des rapports de l'ATSDR : « *Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*, 1995 et *Toxicological Profile for Naphthalene, 1-Methylnaphthalene, and 2-Methylnaphthalene* » (2005).

### ATSDR : bruit de fond pour les HAP

Concentration en mg/kg MS	Teneurs naturelles dans les sols ruraux ou agricoles	Teneurs anthropiques dans les sols urbains
Naphtalène	0,003	< 0,15
Acénaphthylène	0,005	-
Acénaphthène	< 0,01	-
Fluorène	< 0,01	-
Phénanthrène	0,14	-
Anthracène	< 0,01	-
Fluoranthène	< 0,21	-
Pyrène	< 0,15	-
Benzo(a)anthracène	< 0,11	-
Chrysène	< 0,12	-
Benzo(b)fluoranthène	< 0,22	-
Benzo(k)fluoranthène	< 0,25	-
Benzo(a)pyrène	< 1,3	-
Dibenzo(a,h)anthracène	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	< 0,07	-
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	< 0,1	-
<b>Somme des 16 HAP</b>	<b>&lt; 2,3</b>	-

# **Annexe 7. Principaux généraux de calculs d'IEM**

Cette annexe contient 5 pages



## Inhalation de substances dans l'air extérieur

### Inhalation de substances gazeuses et particulaires

La dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux (DJE<sub>i</sub>) contenant un polluant *i* s'exprime par suivante:

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par l'équation générique suivante :

$$CI = \left( \sum (C_i \times t_i) \right) F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition
- C<sub>i</sub> : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t<sub>i</sub> (en mg/m<sup>3</sup>)
- t<sub>i</sub> : fraction du temps d'exposition à la concentration C<sub>i</sub> pendant une journée
- 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 – sans dimension)
- T : durée d'exposition (en années)
- T<sub>m</sub> : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (T<sub>m</sub>) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérogènes quelque soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelque soit la cible considérée.

Les volumes respiratoires moyens sont pris égaux à 20 m<sup>3</sup>/jour pour les adultes et les enfants à partir de 7 ans en référence aux débits considérés par les organismes internationaux pour la dérivation des valeurs toxicologiques. On notera cependant que la moyenne établie pour les hommes et les femmes adultes à partir des données de CIBLEX sont de 25,7 m<sup>3</sup>/jour en période active et 17,5 m<sup>3</sup>/jour en période de sommeil, pour les enfants de 7 à 12 ans, la moyenne est de 20,9 m<sup>3</sup>/jour et de 21,4 m<sup>3</sup>/jour pour les adolescents de 12 à 17 ans.

Pour les enfants de 0 à 7 ans, le volume respiratoire considéré est de 10 m<sup>3</sup>/jour (moyenne entre les garçons et les filles en période active à partir des données de CIBLEX).

Rappelons que ces volumes respiratoires ne sont pris en compte que pour la dérivation des valeurs toxicologiques de la voie orale à la voie inhalation le cas échéant ; en l'absence de dérivation, ils n'interviennent pas dans les calculs des risques sanitaires.

## Ingestion de sols et poussières

### Ingestion de sols et poussières

Le calcul de la dose a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{i,s} = \frac{C_{i,s} * Q_{sol} * T * F}{P * T_m}$$

avec :

- DJE<sub>i,s</sub> : dose journalière du composé i liée à l'ingestion de sols (en mg/kg/j)
- C<sub>i,s</sub> : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
- Q<sub>sol</sub> : taux d'ingestion de sols (kg/j)
- T : durée d'exposition (années)
- F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),
- P : poids corporel de la cible (kg)
- T<sub>m</sub> : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (T<sub>m</sub> = T pour les effets à seuil et T<sub>m</sub> = 70 ans pour les effets sans seuil)

Le choix de la valeur des paramètres d'exposition est explicité dans le présent rapport. Les quantités de sols et de poussières ingérées considérés sont argumentées ci-après.

Pour le taux d'ingestion de sols d'un enfant en extérieur, nous nous baserons sur les travaux de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012), basés pour ce paramètre sur l'étude de Stanek et al. (2001), qui donne un percentile 95 de 91 mg/jour. Pour les adultes, aucune donnée n'étant disponible dans le document de l'INVS, nous retiendrons la valeur couramment utilisée dans des études françaises et d'autres pays de 50 mg/jour. Ces données sont par ailleurs dans la fourchette des valeurs décrites dans la littérature : entre 0,6 et 480 mg/j chez l'adulte et entre 2 et 250 mg/j chez l'enfant (cité par KISSEL et al., 1998). La valeur de 480 mg/jour correspond à la réalisation de travaux de jardinage (Hawley 1985), non considérés de manière particulière dans la présente étude.

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont donc de 91 mg/j pour un enfant en bas âge et 50 mg/j pour un adulte. Ces valeurs sont représentatives d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

Ainsi, à ces taux d'ingestion de sols seront associées les fréquences d'exposition F1 (j/an) et non à des facteurs F2 (h/j) pour les adultes et enfants dans leurs jardins.

Le poids corporel moyen d'un adulte est fixé à 60 kg pour les adultes à partir de 17 ans (INSERM et OMS). Cette valeur est cohérente avec la moyenne présentée dans le document de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012) sur la base de l'enquête décennale santé 2002-2003 menée par l'INSEE, de 61 kg.

Pour les enfants d'âge inférieur ou égal à 6 ans, nous retiendrons la moyenne des valeurs issues de ce même document pour cette tranche d'âge, soit 15 kg.

## Estimation du risque et intervalles de gestion pour l'IEM

### Estimation du risque

#### Cas des substances à effet de seuil

Pour les effets toxiques à effet de seuil, et pour des faibles expositions, le quotient de danger (QD) est calculé de la façon suivante :

$$QD = \frac{DJE}{VTR(\text{ingestion})} \text{ et } QD_{i,INH} = \frac{CI_{i,INH}}{RfCi}$$

Avec :  
QD : Quotient de Danger  
CI : Concentration inhalée  
DJE : Dose journalière d'exposition  
RfC : Reference Concentration  
RfD : Reference Dose

Ce QD est calculé pour chaque substance et chacune des expositions considérées (ingestion de sols et de poussières, ...).

On notera qu'aucune sommation n'est réalisée (même en cas de d'effets synergiques ou pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique et le même organe cible). Cette spécificité est associée à l'interprétation des QD individuels de l'IEM comme le montre le tableau suivant.

#### Cas des substances sans effet de seuil

Pour les effets toxiques sans effet de seuil, et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé de la façon suivante :

$$ERI (\text{inh}^\circ) = CI \times ERU_i \text{ et } ERI (\text{ing}^\circ) = DJE (\text{ing}^\circ) \times ERU_o$$

avec :  
ERI : excès de risque individuel  
ERU : excès de risque unitaire  
CI : Concentration inhalée  
DJE : Dose journalière d'exposition

Cet ERI qui représente la probabilité de développer un cancer est calculé pour chaque substance et chacune des expositions considérées (ingestion de sols et de poussières, ingestion de végétaux et inhalation de vapeurs ou poussières).

On notera qu'aucune sommation n'est réalisée, ce qui est spécifique à l'approche de l'IEM et ne représente de ce fait pas la réalité globale du risque encouru pour les personnes exposées simultanément aux différentes substances et voies d'expositions.

Cette spécificité est associée à l'interprétation des ERI individuels de l'IEM comme le montre le tableau suivant.

### **Intervalles de gestion dans le cadre de l'IEM**

Les intervalles de gestion donnés par le MEDD dans son document méthodologique<sup>23</sup> sont repris ci-dessous. Ils ont été définis pour la démarche IEM, « pour interpréter les résultats de l'évaluation quantitative des risques sanitaires menée dans le seul cadre de cette démarche. Ces intervalles ne sont pas adaptés au plan de gestion ».

Cette interprétation permet de distinguer :

- les milieux qui permettent la jouissance des usages constatés sans une sur-exposition excessive des populations ;

<sup>23</sup> La démarche d'interprétation de l'état des milieux, MEDD. V0 du 08/02/07. 42 pages

- les milieux sur lesquels des mesures de gestion simples peuvent permettre de rendre les usages compatibles avec l'état des milieux ;
- les milieux qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion ; la zone concernée devient alors un « site » au sens du plan de gestion.

Intervalle de gestion des risques		L'interprétation des résultats	Les actions à engager	
Substances à effet de seuil (QD)	Substances sans effet de seuil (ERI)		Sur les milieux	Sur les usages
QD < 0,2	ERI < 10 <sup>-6</sup>	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	S'assurer que la source de pollution est maîtrisée	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
0,2 < QD < 5	10 <sup>-6</sup> < ERI < 10 <sup>-4</sup>	Zone d'incertitude nécessitant <b>une réflexion plus approfondie</b> de la situation avant de s'engager dans un plan de gestion	Le retour d'expérience La mise en œuvre de mesures de gestion simples et de bon sens La réalisation d'une évaluation quantitative des risques réfléchie peut permettre de gérer la situation sans mener des actions lourdes	La mémorisation des usages peut être nécessaire pour s'assurer de la pérennité des usages actuels qui sont compatibles avec l'état des milieux
QD > 5	ERI > 10 <sup>-4</sup>	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	La définition et la mise en œuvre d'un plan de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages	

# **Annexe 8. Présentation du logiciel ADMS**

Cette annexe contient 6 pages.

Grâce à ses performances techniques, ADMS est considéré par l'INERIS<sup>24</sup>, l'InVS<sup>25</sup> et l'US EPA comme la nouvelle génération (Advanced model) des modèles gaussiens de dispersion atmosphérique. Ses principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

### Description verticale de la couche atmosphérique (entre la surface et 2000 mètres d'altitude)

L'un des points forts d'ADMS est de ne plus décrire la stabilité de l'atmosphère grâce aux classes de Pasquill-Gifford (utilisées depuis les années 60), mais grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue (analyse d'échelle permettant notamment de caractériser le niveau de turbulence atmosphérique dans les 3 dimensions). Cette nouvelle approche présente deux avantages majeurs :

- Une description continue de l'atmosphère, et non plus sous forme de classes limitant le nombre de situations météorologiques.
- Une description verticale de l'atmosphère, prenant en compte la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire. La couche atmosphérique n'est donc plus considérée comme une couche homogène et les paramètres de dispersion varient dans les 3 dimensions.

### Pré-processeur météorologique

ADMS intègre par ailleurs un pré-processeur météorologique, qui recalcule les profils verticaux des paramètres météorologiques (vent, température, turbulence), à partir des données de surface fournies par Météo France et des paramètres du site (occupation des sols et topographie). Une fois les profils verticaux établis, ADMS peut simuler la dispersion des panaches.

### ADMS travaille en mode séquentiel horaire

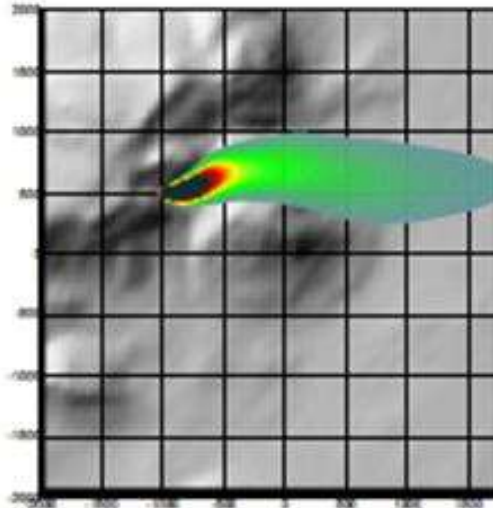
Beaucoup de gaussiens « classiques » travaillent en mode statistique : à partir de données météorologiques horaires ou tri-horaires, ils regroupent les situations météorologiques par classes, et effectuent le calcul de dispersion en attribuant un poids statistique à chacun des résultats. ADMS effectue un calcul de dispersion pour chaque donnée météorologique horaire (de façon automatique et transparente pour l'utilisateur), et cela sur du long-terme (jusqu'à 5 années). De plus, le pré-processeur intégré à ADMS tient compte des conditions météorologiques passées, ce qui permet de prendre en compte l'évolution diurne de la couche atmosphérique (situation convective par exemple), ce qui n'est pas le cas des gaussiens classiques.

### Prise en compte du relief

ADMS intègre un modèle fluide diagnostique, FLOWSTAR, qui calcule au besoin les champs de vent et de turbulence en 3D (résolution horizontale de l'ordre de 100 mètres, sur 10 niveaux verticaux) sur tout le domaine d'étude, pour chaque situation météorologique horaire ou tri-horaire. Il utilise les données topographiques directement disponibles auprès de l'IGN. Les modèles gaussiens « classiques » ne prennent généralement en compte le relief que de façon très grossière, en ré-évaluant de façon approximative la hauteur des panaches par rapport au sol. Le vent reste néanmoins constant sur tout le domaine d'étude. La modification de la trajectoire d'un panache liée à la présence d'une colline n'est pas envisageable, contrairement à ce qui est calculé par ADMS (exemple de résultat ci-dessous).

<sup>24</sup> Guide méthodologique « Évaluation des Risques Sanitaires dans les Études d'impact des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement », INERIS 2003.

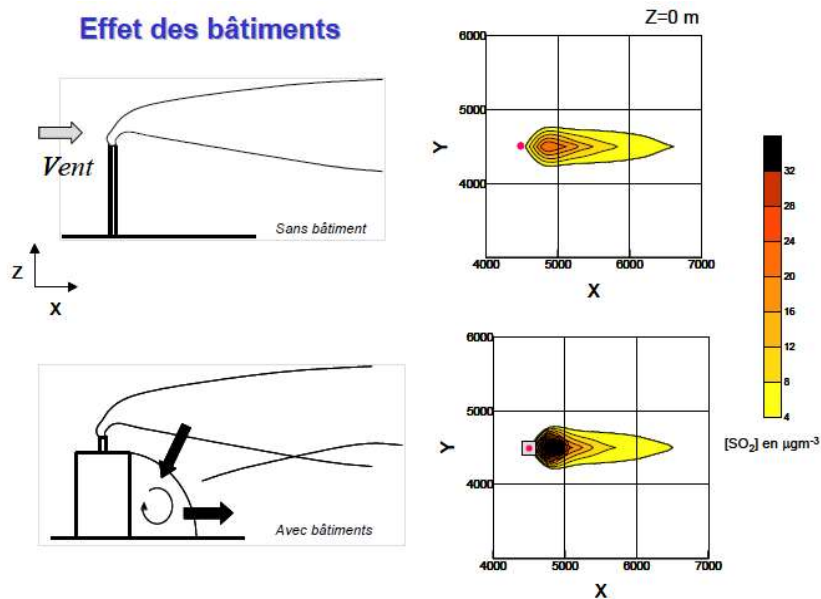
<sup>25</sup> Rapport « INCINERATEURS ET SANTE, Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition » Institut de Veille Sanitaire - Département Santé Environnement, 2003.



Dispersion d'un panache par ADMS sur un relief complexe.

### Le module bâtiment

Un module de bâtiment (« Buildings Option ») permet de prendre en compte l'influence des bâtiments d'un site industriel sur la dispersion des panaches. A titre d'exemple, un exutoire situé en toiture d'un bâtiment industriel de 30 mètres, sera considéré comme une cheminée de 30 mètres de hauteur placée sur un terrain plat par les modèles gaussiens « classiques ». Au contraire, ADMS peut prendre en compte l'influence des bâtiments susceptibles de fortement perturber la dispersion (rabattement de panache, zones de recirculation...).



Effet d'un bâtiment industriel sur la dispersion d'un panache

### Le modèle de déposition des particules intégré

Un module de calcul de dépôt intégré à ADMS permet de prendre en compte les phénomènes de dépôt sec (diffusion au sol des panaches et chute par gravité) et de dépôt humide (lessivage par les précipitations) pour les effluents particulaires. Pour le dépôt sec, le module utilise une formulation du type :

$$F_d = V_d C(x, y, 0)$$

Où :

- $F_d$  est le flux de déposition en masse par unité de surface et par unité de temps,
- $V_d$  la vitesse de déposition,
- $C(x, y, 0)$  la concentration au sol au point de coordonnées  $(x, y)$  pour le polluant considéré.

Contrairement aux modèles classiques qui utilisent une vitesse de déposition constante dans le temps et sur le domaine, le module de dépôt de ADMS calcule (pour chaque type de particule) les vitesses de déposition toutes les heures et pour chaque point de la grille de calcul. Ce calcul tient compte des conditions météorologiques (vents et stabilité), de la nature variable des sols (rugosité) et des propriétés des particules (granulométrie et densité). Le taux de lessivage intervenant dans le calcul du dépôt humide est quant à lui homogène sur le domaine, mais est cependant recalculé toutes les heures à partir des données horaires (ou à défaut tri-horaires) de précipitation (données Météo France). Le taux de lessivage appliqué au panache est calculé suivant la formulation suivante :

$$\Lambda = a \times P^b$$

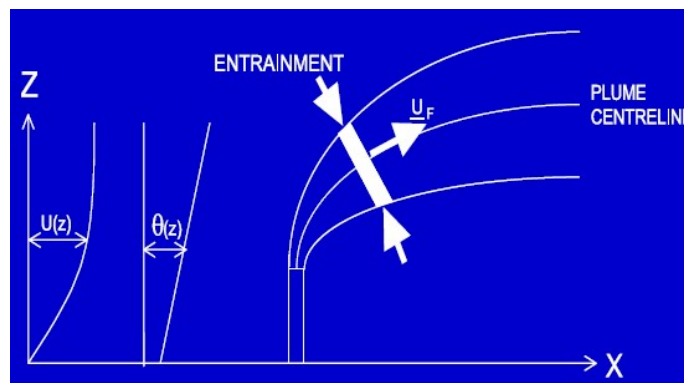
Où :

- $\Lambda$  est le taux de lessivage (en s-1),
- $P$  le taux de précipitation (en mm/h),
- $a$  et  $b$  deux constantes déterminées expérimentalement.

### Le modèle intégral de trajectoire de panache

Afin de tenir compte des effets de vitesse et de température en sortie de cheminée sur l'élévation des panaches, beaucoup de modèles utilisent une simple « sur-hauteur » estimée empiriquement (formules de Holland, Briggs...). ADMS utilise un modèle intégral qui calcule précisément la trajectoire des panaches en sortie de cheminée, en fonction des paramètres d'émission (vitesse et température) et des conditions atmosphériques (profils de vent et de température). Ce modèle améliore nettement la précision des concentrations calculées. Il prend également en compte les effets de sillage des cheminées (turbulence), lorsque celles-ci ont un diamètre important.

Remarque : ce sont principalement ces phénomènes turbulents induits par les bâtiments, la turbulence en sortie de cheminée et les effets de sillage qui font que les modèles gaussiens « classiques » ne sont pas valides dans un rayon inférieur à 100 mètres de la source, ce qui n'est pas le cas d'ADMS dont le module bâtiment a par exemple été complètement validé par des tests en soufflerie.

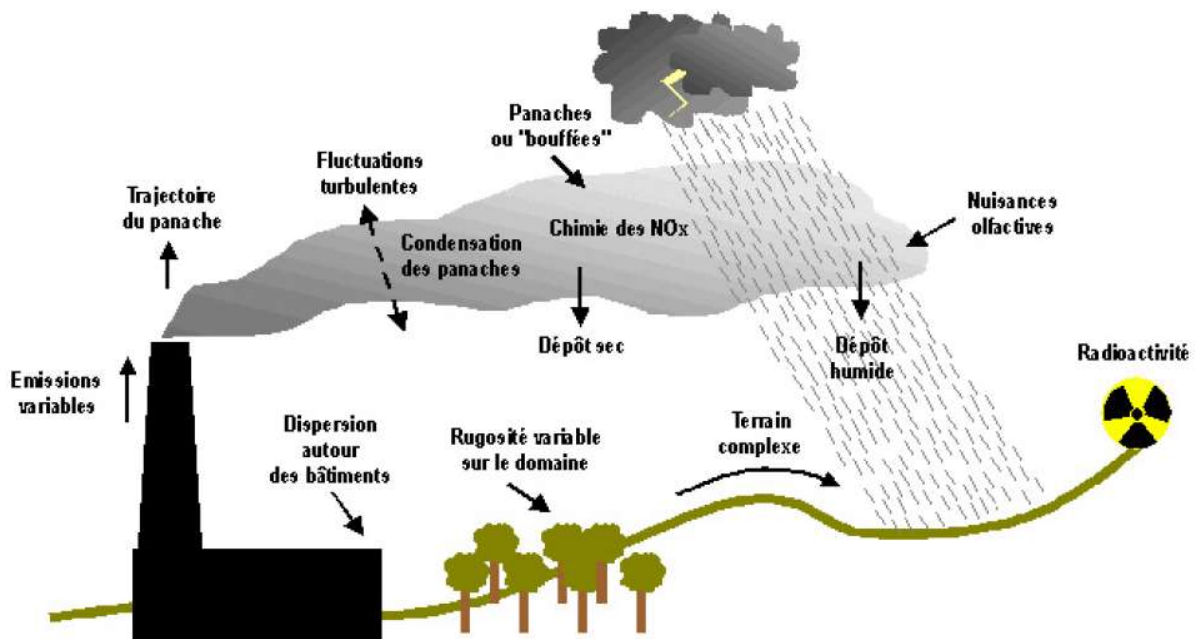


Modèle intégral de trajectoire utilisé dans ADMS



Outre ses avantages techniques, ADMS intègre dans sa version de base de nombreux modules permettant de faire des calculs spécifiques, qui ne sont souvent pas proposés par les autres modèles de sa catégorie.

- Un module de « bouffée » (« Puff »), qui permet d'étudier la dispersion d'émissions accidentelles en fonction du temps (régime non-stationnaire). Ce module permet de calculer des doses pour des points spécifiques.
- Un module chimique qui permet de calculer la répartition NO/NO<sub>2</sub> et la concentration en ozone : en général, les taux d'émissions concernent en effets les NO<sub>x</sub>, et les valeurs réglementaires le NO<sub>2</sub>. Un calcul photochimique est donc nécessaire.
- Un module de côte qui permet de prendre en compte l'interface terre/mer lorsque les sites sont situés en bordure de mer.
- Un module qui permet d'entrer des profils temporaires d'émission (exemple : arrêt des installations la nuit ou le week-end), mais également des données horaires d'émission.
- Un module qui permet de modéliser les nuisances olfactives (résultats en unités odeurs et calcul statistique de nombre de dépassement de seuil annuel), et de prendre en compte les fluctuations turbulentes des concentrations à très court-terme (quelques secondes).
- Un module qui permet de calculer les nuisances visuelles des panaches (condensation des panaches en fonction des conditions météorologiques).
- Un module « Radioactivité » qui permet de calculer la décroissance radioactive de polluants spécifiques et la décomposition des isotopes en éléments filles.

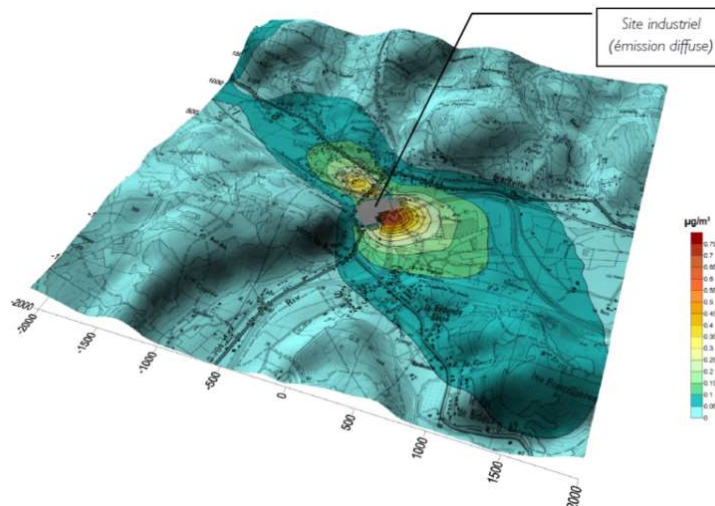


Phénomènes et processus pris en compte par ADMS

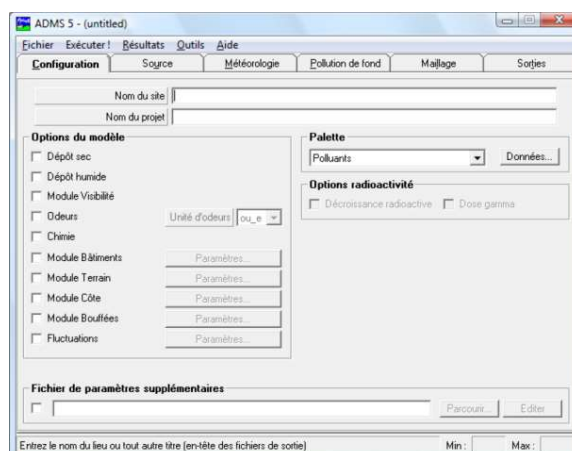
## EXPLOITATION DES RESULTATS

Bien que pouvant prendre en compte des phénomènes complexes, le logiciel ADMS reste l'un des plus conviviaux du marché des logiciels de dispersion :

- Interfaçage Windows complet (Windows 95, 98, NT, 2000, XP, 7).
- Le logiciel intègre un convertisseur de données topographiques, qui permet d'entrer directement les données de relief (données DAD fournies par NUMTECH ou IGN par exemple) dans ADMS. De même, un convertisseur développé par NUMTECH permet d'intégrer directement les données météorologiques nécessaires au calcul de dispersion (données DAD fournies par NUMTECH ou Météo France par exemple).
- ADMS sort les résultats sous format texte (grille, ou tableaux pour des points particuliers). Il possède d'autre part un lien direct avec le logiciel graphique SURFER, qui permet de tracer directement les résultats sous forme de cartographies couleurs (voir ci-dessous). Il intègre également un outil « le Mapper » qui permet désormais le tracé de contours.
- Un lien direct avec les SIG ArcView et MapInfo qui permet d'entrer directement des sources d'émissions à partir de cartes (en « cliquant » sur des cartes), mais aussi de visualiser directement les résultats au format SIG.
- Les simulations ADMS peuvent d'autre part être lancées en procédure automatique « batch », c'est-à-dire les unes après les autres sans intervention de l'utilisateur.



Exemple de résultat obtenu grâce aux logiciels ADMS/SURFER (concentrations au niveau du sol)



Interface du logiciel ADMS 5

## VALIDATIONS ET REFERENCES

ADMS a été validé internationalement : comparaison modèle/mesures, publication dans des revues scientifiques internationales, présentation régulière aux Conférences internationales d'harmonisation, validation grâce à l'outil européen d'évaluation « Model Validation Kit »,...

A ce titre, ADMS est utilisé par de nombreuses références nationales et internationales : INERIS, AFSSET, DRASS Ile de France, IRSN, CEA Cadarache, Météo France, Ecole Centrale de Lyon, ASPA, AIRFOBEP, AIR Languedoc Roussillon, TOTAL, RHODIA, SOLVAY France, BP, Shell, Exxon, Texaco, Conoco, PowerGen, Nuclear Electric, Astra Zeneca, ainsi que de nombreuses sociétés d'ingénierie et bureaux d'études (Rhoditech, SNPE, URS France, APAVE, SOGREAH, BURGEAP...).

ADMS est préconisé par l'INERIS dans le Guide Méthodologique de l'Evaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des ICPE, 2003. Il est considéré par l'InVS (rapport Incinérateur et santé, 2003) comme étant « à la pointe des dernières mises à jour scientifiques en matière de modèle gaussien ».



### ADMS : « L'Etat de l'art » de la modélisation gaussienne

La « nouvelle génération »  
des modèles de dispersion  
INERIS, Guide ERS 2003



« An advanced model  
for calculating concentrations »  
US EPA, Center for Regulatory Air Models, 2003



## **Annexe 9. Hypothèses et détails des calculs des doses d'exposition**

Cette annexe contient 9 pages.

## CONCENTRATION DANS LE SOL

Dans le cadre de dispersion des pollutions par voie atmosphérique, la concentration dans les sols est déterminée à partir des dépôts surfaciques obtenus par modélisation.

Le calcul de la concentration dans un sol de surface (1 cm) est, dans ce cas, réalisé avec l'équation générique suivante issue du modèle intégré CALTOX :

$$C_{i,s} = \left( \frac{\text{dépôt} \times T_{\text{sol}}}{d_{\text{sol}} \times p_{\text{dépôt}}} \right)$$

avec :  $C_{i,s}$  : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)

dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique (mg/m<sup>2</sup>/s)

$T_{\text{sol}}$  : Durée d'accumulation dans le sol - l'hypothèse que l'ensemble des dépôts va s'accumuler sans aucune perte (lixiviation, lessivage, érosion...) est posée.

$d_{\text{sol}}$  : densité moyenne du sol (kg/m<sup>3</sup>) – Valeur utilisée : 1700 kg/m<sup>3</sup>

$p_{\text{dépôt}}$  : profondeur du dépôt (m) .

La durée d'accumulation dans les sols est prise égale à **10 ans pour les sols superficiels**. Aucune perte par lixiviation, lessivage ou érosion n'est considérée dans ce calcul de premier niveau d'approche. De même, nous ne considérons pas de phénomène de dégradation des substances. Des phénomènes tels que la volatilisation ou de photodégradation ne sont pas considérés. Ainsi, l'hypothèse que tout ce qui se dépose s'accumule dans le sol sans aucune perte est prise en compte, ce qui constitue une hypothèse majorante.

De plus, l'INERIS considère, une demi-vie de l'ordre de 10 ans, pour les polluants très persistant (i.e. Dioxines), pour la couche de sol végétal.

La profondeur de dépôt est prise égale à **1 cm**.

La profondeur du dépôt dans le sol « racinaire » est prise égale à **30 cm** en référence aux recommandations de l'INERIS (INERIS DRC-04-45959-ERSA-RBn-n° 097/caltox3) : " Par défaut, la valeur définie dans CALTOX est de 0,887 m. Elle correspond à la moyenne californienne des profondeurs d'affleurement de la roche-mère ou du sol aggloméré moins l'épaisseur du sol superficiel. Dans la mesure où les différents compartiments environnementaux sont caractérisés sous CALTOX par une concentration uniforme, plus le volume d'un compartiment sera grand, plus le flux de polluant entrant dans ce compartiment se trouvera dilué et la concentration résultante sera faible. Par conséquent, il semble préférable pour des substances persistantes se déposant sur le sol après émission atmosphérique de définir une hauteur plus faible que celle définie par défaut. Une hauteur de l'ordre de **30 cm**, prise conventionnellement, pour représenter l'emprise des racines des cultures potagères, semble ainsi plus adaptée et plus protecteur.

## CONCENTRATION DANS LES VEGETAUX

Les mécanismes de transfert sont complexes et les facteurs de bioconcentration (BCF) traduisant l'accumulation d'un composé dans une plante varient d'une plante à une autre en fonction des mécanismes de transferts (racines, feuilles, ...) et sont spécifiques de chaque composé.

Les BCF (en poids sec) peuvent être estimés à partir de mesures sur le site, de données de la littérature, ou en l'absence de mesures, calculés par des modèles plus ou moins simples. Généralement, en dehors des métaux et métalloïdes, ces BCF ne sont que peu disponibles dans la littérature.

Nous avons évalué le transfert du polluant du sol vers les plantes à partir des équations suivantes (réécrites par nos soins dans excel), en distinguant la partie racinaire, la partie aérienne (tige et feuille) de la plante, pour les sols (comme pour les eaux) les équations de transfert sont:

$$C_{aerien,i}(\text{poidssec}) = BCF_{sol-aerien}(\text{poidssec}) \times C_{sol}$$

$$C_{racine,i}(\text{poidssec}) = BCF_{sol-racine}(\text{poidssec}) \times C_{sol}$$

où  $C_{sol}$  : concentration dans le sol, en mg/kg MS.

$C_{aerien,i}$  : concentration de la substance i dans partie aérienne du végétal (tige et feuille) mg/kg de poids sec

$C_{racine,i}$  : concentration de la substance i dans la racine du végétal mg/kg de poids sec

### Rapport poids frais / poids sec

Pour passer de la concentration en poids sec à la concentration en poids frais dans le végétal, le taux d'humidité du végétal doit être considéré. Ce taux varie en fonction des végétaux entre 0.95 pour la salade et 0.74 pour les petits pois). Les valeurs proposées par les modèles intégrés HESP et VOLASOIL sont retenues.

Pour les parties racinaires du végétal (taux d'humidité de 0.798) :

$$C_{racine,i}(\text{poids-humid}) = C_{racine,i}(\text{poids-sec}) \times 0,202$$

pour les parties aériennes du végétal (taux d'humidité de 0.883) :

$$C_{aerien,i}(\text{poids-humid}) = C_{aerien,i}(\text{poids-sec}) \times 0,117$$

### FACTEURS de BIOCONCENTRATION

BCF considérés dans la présente étude

substance	BCF feuilles (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	BCF racines (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Source BCF feuilles	Source BCF racines
As	0,00633	0,008	HHRAP	HHRAP
Cd	0,125	0,064	HHRAP	HHRAP
Co	0,0003	0,0028	INERIS	INERIS
Cr	0,00488	0,0045	HHRAP	HHRAP
Hg	0,0145	0,036	HHRAP	HHRAP
Mn	0,68	0,68	RAIS	RAIS
Ni	0,00931	0,008	HHRAP	HHRAP
Pb	0,0136	0,009	HHRAP	HHRAP
Sb	0,0319	0,03	HHRAP	HHRAP
Se	0,0195	0,022	HHRAP	HHRAP
V	1	1	EHC	EHC
Zn	0,097	0,9	HHRAP	HHRAP
benzo(a)pyrene	0,0132	0,0605	HHRAP	HHRAP
naphtalene	0,479	0,269	HHRAP	HHRAP

substance	BCF feuilles (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	BCF racines (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Source BCF feuilles	Source BCF racines
acenaphtene	0,216	0,213	HHRAP	HHRAP
anthracene	0,0971	0,151	HHRAP	HHRAP
benzo(b)fluoranthene	0,0112	1,15	HHRAP	HHRAP
benzo(a)anthracene	0,0197	0,0948	HHRAP	HHRAP
benzo(k)fluoranthene	0,0115	0,0609	HHRAP	HHRAP
chrysene	0,0197	0,0948	HHRAP	HHRAP
fluoranthene	0,0499	0,15	HHRAP	HHRAP
fluorene	0,145	0,19	HHRAP	HHRAP
phenantrene	0,097	0,183	HHRAP	HHRAP
pyrene	0,057	0,145	HHRAP	HHRAP
dibenzo(a,h)anthracene	0,00678	0,0405	HHRAP	HHRAP
benzo(g,h,i)perylene	0,0057	0,00267	calculé	calculé
indéno1,2,3pyrene	0,00593	0,0529	HHRAP	HHRAP

## INGESTION DE SOLS ET POUSSIÈRES

Le calcul de la dose a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{i,s} = \frac{C_{i,s} * Q_{sol} * T * F}{P * T_m}$$

avec :  $DJE_{i,s}$  : dose journalière du composé i liée à l'ingestion de sols (en mg/kg/j)

$C_{i,s}$  : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)

$Q_{sol}$  : taux d'ingestion de sols (kg/j)

T : durée d'exposition (années)

F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),

P : poids corporel de la cible (kg)

$T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée ( $T_m = T$  pour les effets à seuil et  $T_m = 70$  ans pour les effets sans seuil)

Le choix de la valeur des paramètres d'exposition est explicité dans le présent rapport. Les quantités de sols et de poussières ingérées considérés sont argumentées ci-après.

Pour le taux d'ingestion de sols d'un enfant en extérieur, nous nous baserons sur les travaux de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012), basés pour ce paramètre sur l'étude de Stanek et al. (2001), qui donne un percentile 95 de **91 mg/jour**.

Pour les **adultes**, aucune donnée n'étant disponible dans le document de l'INVS, nous retiendrons la valeur couramment utilisée dans des études françaises et d'autres pays de **50 mg/jour** et recommandée par l'US-EPA (2007). L'US-EPA (2001) recommande par ailleurs de ne pas tenir compte de la relation linéaire entre le temps de présence et la quantité de sol ingéré, l'évènement considéré par l'US-EPA ayant une durée de 24 heures. Cette recommandation est suivie par un certain nombre de modèles intégrés.

Ces données sont dans la fourchette des valeurs décrites dans la littérature : entre 0,6 et 480 mg/j chez l'adulte et entre 2 et 250 mg/j chez l'enfant (cité par KISSEL et al., 1998). La valeur de 480 mg/jour correspond à la réalisation de travaux de jardinage (Hawley 1985), non considérés de manière particulière dans la présente étude.

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont donc de 91 mg/j pour un enfant en bas âge et 50 mg/j pour un adulte. Ces valeurs sont représentatives d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

Ainsi, à ces taux d'ingestion de sols seront associées les fréquences d'exposition F1 (j/an) et non à des facteurs F2 (h/j) pour les adultes et enfants dans leurs jardins.

Le poids corporel moyen d'un adulte est fixé à 60 kg pour les adultes à partir de 17 ans (INSERM et OMS). Cette valeur est cohérente avec la moyenne présentée dans le document de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012) sur la base de l'enquête décennale santé 2002-2003 menée par l'INSEE, de 61 kg.

Pour les enfants d'âge inférieur ou égal à 6 ans, nous retiendrons la moyenne des valeurs issues de ce même document pour cette tranche d'âge, soit 15 kg.



## INGESTION DE VEGETAUX

La dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux ( $DJE_i$ ) contenant un polluant  $i$  s'exprime par l'équation générique suivante:

$$DJE_{\text{végétaux } i} = \frac{C_{\text{vgt},i} \times Q_{\text{vgt}} \times f_{\text{vgt}} \times f_{a,\text{ing}} \times T \times F}{P \times T_m}$$

avec :  $C_{\text{vgt},i}$  : concentration moyenne du contaminant  $i$  dans les produits du jardin, en mg/kg de poids frais  
 $Q_{\text{vgt}}$  : consommation journalière de végétaux, en kg/j  
 $f_{\text{vgt}}$  : fraction de végétaux consommés produits sur le site  
 $f_{a,\text{ing}}$  : fraction de polluants ingérés qui sont absorbés  
 $F$  : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),  
 $P$  : poids corporel de la cible (kg)  
 $T$  : durée d'exposition (années)  
 $T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée ( $T_m = T$  pour les effets à seuil et  $T_m = 70$  ans pour les effets sans seuil)

Les paramètres suivants ont été considérés :

Le taux de consommation de légumes provenant du potager sur une année est variable. La base CIBLEX (juin 2003) donne une autarcie de la population dans le département de l'Isère (38) pour la consommation de végétaux de **28.89 %** pour les légumes feuilles et **32.44 %** pour les légumes racinaires/patates (population non agricole).

Ne connaissant pas les végétaux cultivés à l'avenir dans les jardins potagers (légumes-racines, légumes-feuilles, verger...), nous avons considéré un mélange de végétaux défini par la base de données CIBLEX pour des enfants et adultes vivant dans le département de l'Isère (38). Les résultats sont repris dans le tableau suivant :

	Consommation journalière (g/j)	
	légumes-feuillus	légumes racines /patates
Adultes	46.93	81.64
Enfants	41.5	53.03

La fraction de polluant réellement ingéré a été pris égal à 100%.

## INGESTION DE PRODUITS ANIMAUX

Dans le cadre d'une exposition aux polluants organiques persistants lipophiles, les quantités de polluant administrées par la consommation d'œufs, de lait, de viande bovine ou de volaille, exprimées en dose journalière d'exposition, sont définies par l'équation générique suivante :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

avec :

$DJE_{ij}$  : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu  $i$  par la voie d'exposition  $j$  (en mg/kg/j)  
 $C_i$  : concentration d'exposition relative au milieu  $i$  (en mg/kg)  
 $Q_j$  : taux d'ingestion par la voie  $j$  (l/j)  
 $T$  : durée d'exposition (années)  
 $F$  : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)  
 $P$  : poids corporel de la cible (kg)  
 $T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée ( $T_m = T$  pour les effets à seuil et  $T_m = 70$  ans pour les effets sans seuil)

Les paramètres suivants ont été considérés.

Autoconsommation d'œuf, de lait, de viande bovine, de viande de volailles :

Nous prendrons les valeurs issues de la base de données **CIBLEX**.

	Consommation journalière (g/j)			
	Oeuf	Lait	Volaille	Boeuf
Adultes	26.62	168.16	53.6	47.59
Enfants	12.82	320.46	19.225	18.142

C<sub>i</sub> : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

Le transfert dans la chaîne alimentaire est modélisé à partir des valeurs de polluant mesurées dans le sol lors de la campagne de prélèvement ou estimées à partir de modélisation.

Les différentes catégories d'aliments prises en compte peuvent être contaminées à partir de la pollution de surface et de la pollution « racinaire ». La pollution de surface intervient par contamination des sols superficiels par retombées de particules et par éclaboussures des végétaux consommés par les animaux. La pollution « racinaire » intervient par contamination des sols profonds et passages dans les végétaux via les racines.

La concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg) est déterminée à partir des équations suivantes (source : CALTOX) :

$$C_i = C_{i\_surf} + C_{i\_prof}$$

avec : C<sub>i</sub> : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

I<sub>oeufs\_surf</sub> : concentration d'exposition relative au milieu i contaminés via le sol supérieur (mg/kg.j),

I<sub>oeufs\_prof</sub> : concentration d'exposition relative au milieu i contaminés via le sol profond (mg/kg.j),

$$C_{i\_surf} = (I_h \times E + I_s) \times B_e \times C_{polluant\_sol\ sup}$$

et

$$C_{i\_prof} = (I_h \times BCF) \times B_e \times C_{polluant\_sol\ prof}$$

Avec :

I<sub>v</sub> : Ingestion quotidienne d'herbe par les poules/les vaches (kg/j),

E : Eclaboussure pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante),

I<sub>s</sub> : Ingestion quotidienne de sol par les poules/les vaches (kg/j),

B<sub>e</sub> : Facteur de biotransfert entre les poules et les œufs ((mg/kg frais)/(mg/j)),

ou Facteur de biotransfert entre les vaches laitière et le lait ((mg/kg frais)/(mg/j)),

ou Facteur de biotransfert entre le bœuf et leur viande ((mg/kg frais)/(mg/j)),

ou Facteur de biotransfert entre les poules et leur viande ((mg/kg frais)/(mg/j)),

BCF : Coefficient de partition plantes / sol (kg sol / kg plantes),

C<sub>polluant\_sol sup</sub> : Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol supérieur » (mg/kg)

C<sub>polluant\_sol prof</sub> : Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol racinaire » (mg/kg)

Les paramètres suivants ont été considérés :

L'ingestion quotidienne de sol par les poules (kg/j) est prise égale à 0,022 (source : HHRAP)

L'ingestion quotidienne de sol par les vaches laitières (kg/j) est prise égale 0,4 (source : CALTOX)

L'ingestion quotidienne d'herbe par les poules (kg/j) est prise égale à 0,12 (source : Caltox)

L'ingestion quotidienne d'herbe par les vaches laitières (kg/j) est prise égale à 20 (source : HHRAP)

L'ingestion quotidienne d'herbe par les vaches à viande (kg/j) est prise égale à 12 (source : HHRAP)

La valeur pour les éclaboussures par la pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante) est prise égale à 0,0034 (source : Caltox)

Les facteurs de transfert sont relatifs à chaque substance. Pour les dioxines, ils sont recensés dans le tableau suivant :

Paramètres (Dioxines)	unité	valeur	source
Facteur de biotransfert entre les poules et les œufs	(mg/kg frais)/(mg/j)	24.6	INERIS
Facteur de biotransfert entre les vaches et le lait	(mg/kg frais)/(mg/j)	0,18	INERIS
Facteur de biotransfert entre les poules et la viande	(mg/kg frais)/(mg/j)	24.2*	INERIS
Facteur de biotransfert entre les bovins et la viande	(mg/kg frais)/(mg/j)	0,24**	Caltox*
Coefficient de partition plantes / sol	kg sol / kg plantes	0,00455***	HHRAP

\*Cette valeur est obtenue en multipliant le coefficient de transfert dans les oeufs de la 1,2,3,7,8 PCDD aux faibles doses par un facteur 1,3. Il s'agit d'une estimation issue de l'observation faite que les coefficients de transfert de la 2,3,7,8 TCDD dans la viande de volaille et dans les oeufs, aux fortes doses, sont supérieurs d'un facteur 1,3 à ceux de la 1,2,3,7,8 PCDD.

\*\*Compte tenu du manque de données spécifiques pour cette matrice, l'INERIS propose pour la viande bovine, mais également pour les viandes ovines et porcines de prendre en compte les mêmes coefficients de transfert que ceux définis pour la matière grasse du lait. Pour définir la concentration de dioxines dans ces différents aliments, il est alors nécessaire d'utiliser les taux de matière grasse propre à chaque type de viande. Nous préférons donc conserver la valeur présente dans la base de données Caltox.

\*\*\*Bien que les premiers résultats expérimentaux aient donné lieu à des controverses, il est maintenant généralement admis que les plantes ne peuvent pas transporter les dioxines de leurs racines vers leur feuillage ou leurs fruits. Cependant dans une approche majorante et par soucis de cohérence avec les choix de facteurs de bioconcentration réalisés pour les métaux, nous retiendrons les valeurs issues de la base de données HHRAP.