



REGEAL

Compiègne (60)

Evaluation quantitative des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques lors de l'utilisation de crasses d'aluminium

Rapport

Réf : CACIIF203730 / RACIIF04128-02

IEL / CV. / CLD.

26/04/2021



GINGER
BURGEAP



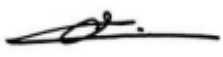


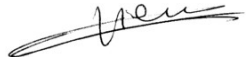


REGEAL

Compiègne (60)

Evaluation quantitative des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques lors de l'utilisation de crasses d'aluminium

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	22/03/2021	01	I.EL HOUARI 	C. VIENNE 	C. LE DEVEHAT 
Rapport	26/04/2021	02	I.EL HOUARI 	C. VIENNE 	C. VIENNE 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CACIIF203730 / RACIIF04128-02
Numéro d'affaire :	A38003
Domaine technique :	IC06
Mots clé du thésaurus	EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

BURGEAP Agence Ile-de-France • 143 avenue de Verdun – 92442 Issy-les-Moulineaux Cedex
Tél : 01.46.10.25.70 • Fax : 01.46.10.25.64 • burgeap.paris@groupeginger.com

SOMMAIRE

Introduction	6
1. Etape 1 : Evaluation des émissions du site.....	7
1.1 Description des activités du site et du projet.....	7
1.2 Scénarios étudiés	7
1.3 Caractérisation des sources	8
1.4 Quantification des émissions atmosphériques	10
2. Etape 2 : Evaluation des enjeux et conceptualisation de l'exposition.....	12
2.1 Caractérisation des populations et des usages.....	12
2.1.1 Localisation géographique du site	12
2.1.2 Description de la population	13
2.1.3 Activités industrielles.....	16
2.1.4 Activités agricoles	16
2.2 Evaluation des enjeux et des voies d'exposition : conceptualisation de l'exposition.....	17
2.2.1 Conceptualisation de l'exposition	17
2.2.2 Sources et contamination.....	18
2.2.3 Les voies de transfert.....	18
2.2.4 Voies d'exposition	19
2.2.5 Cibles	19
2.2.6 Durée d'exposition	20
2.2.7 Synthèse du schéma conceptuel	20
2.3 Sélection des substances d'intérêt	21
3. Etape 3 : Evaluation quantitative des risques sanitaires	23
3.1 Identification des dangers.....	23
3.2 Relation dose-réponse.....	23
3.2.1 Les Valeurs Toxicologiques de Référence : VTR.....	23
3.2.2 Critère de choix des VTR	25
3.2.3 Tableau de synthèse des VTR retenues	25
3.2.4 Autres valeurs de comparaison utilisées	28
3.3 Evaluation des niveaux d'exposition par modélisation	28
3.3.1 Modèle utilisé	28
3.3.2 Phénomène pris en compte par le modèle de dispersion	29
3.3.3 Résultats de la dispersion atmosphérique	36
3.3.4 Détermination des doses d'exposition via un modèle de transfert	38
3.4 Caractérisation des risques sanitaires	42
3.4.1 Méthodologie de calcul des risques	42
3.4.2 Caractérisation des risques chroniques pour les effets à seuil.....	44
3.4.3 Caractérisation des risques chroniques pour les effets sans seuil	48
3.4.4 Comparaison aux valeurs guides.....	51
3.5 Analyse des incertitudes	52
3.5.1 L'estimation des flux.....	52
3.5.2 La modélisation atmosphérique	53
3.5.3 Les Valeurs Toxicologiques de Référence.....	54
3.5.4 Durée d'exposition	56
3.5.5 Voies d'exposition	57
3.5.6 La non prise en compte du bruit de fond.....	58

CONCLUSION.....60

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques physiques des sources d'émissions prises en compte pour la modélisation (données ERS 2016)	8
Tableau 2 : Récapitulatif des émissions atmosphériques (en g/h) – Scénario 1 - VLE	10
Tableau 3 : Récapitulatif des émissions atmosphériques (en g/h) – Scénario 2 et 3	11
Tableau 4 : Population des communes environnantes	13
Tableau 5 : Classe d'âge des populations.....	14
Tableau 6 : Lieux de résidences principales/secondaires.....	15
Tableau 7 : Voies de transfert	18
Tableau 8 : Résumé des durées d'exposition retenues	20
Tableau 9 : Synthèse des voies d'exposition retenues	21
Tableau 10 : Substances retenues comme traceurs de risque	22
Tableau 11 : Synthèse des VTR retenues pour la voie « inhalation »	26
Tableau 12 : Synthèse des VTR retenues pour la voie « ingestion »	27
Tableau 13 : Synthèse des autres valeurs disponibles.....	28
Tableau 14 : Phénomène pris en compte dans la modélisation.....	29
Tableau 15 : Désignation des récepteurs.....	31
Tableau 16 : Résultats de la modélisation au niveau du récepteur le plus impacté – Scénario 1	37
Tableau 17 : Résultats au niveau du récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3	38
Tableau 18 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1	39
Tableau 19 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1	39
Tableau 20 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3	40
Tableau 21 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3	40
Tableau 22 : Doses moyennes d'exposition en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1	41
Tableau 23 : Doses moyennes d'exposition en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1	41
Tableau 24 : Doses moyennes d'exposition en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3.....	42
Tableau 25 : Doses moyennes d'exposition en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3	42
Tableau 26 : Synthèse des organes cibles critiques (exposition par inhalation)	44
Tableau 27 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénario 1	44
Tableau 28 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénarii 2 et 3	45
Tableau 29 : Synthèse des organes cibles critiques (exposition par ingestion).....	46
Tableau 30 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénario 1	46
Tableau 31 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénarii 2 et 3.....	47
Tableau 32 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénario 1	48
Tableau 33 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénarii 2 et 3.....	49

Tableau 34 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénario 1	50
Tableau 35 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion lors des fonctionnements actuel et futur).....	50
Tableau 36 : Comparaison aux valeurs guides (VG) – Scénario 1	51
Tableau 37 : Comparaison aux valeurs guides (VG) au point le plus impacté – Scénarii 2 et 3	52
Tableau 38 : Qualité des données d'entrée du modèle.....	54
Tableau 39 : VTR existantes inhalation.....	55
Tableau 40 : VTR existantes ingestion.....	56
Tableau 41 : Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour (population urbaine de 20 000 à 100 000 habitants par commune).....	56
Tableau 42 : Concentrations moyennes annuelles mesurées à Compiègne par ATMO Picardie	59

FIGURES

Figure 1 : Les alliages 1 ^{ère} et 2 nd fusion.....	7
Figure 2 : Localisation des rejets étudiés	9
Figure 3 : Localisation du site de REGEAL	13
Figure 4 : Communes présentes dans la zone d'étude.....	14
Figure 5 : Localisation des ERP	16
Figure 6 : Registre parcellaire graphique 2018	17
Figure 7 : Synthèse du schéma conceptuel	20
Figure 8 : Domaine d'étude et points récepteurs retenus	30
Figure 9 : Topographie de la zone d'étude (vue en plan).....	32
Figure 10 : Occupation des sols sur le domaine d'étude	33
Figure 11 : Hauteur de rugosité sur le domaine d'étude	33
Figure 12 : Rose des vents générale (2012-2014).....	34
Figure 13 : Répartition des vitesses de vents.....	35
Figure 14 : Répartition des classes de stabilité de l'atmosphère	36
Figure 15 : Implantation du camion laboratoire d'ATMO PICARDIE.....	58

ANNEXES

Annexe 1. Concentrations prises en compte en sortie de rejet
Annexe 2. Résultats des campagnes de mesures au niveau des rejets 2019 - 2020
Annexe 3. Données toxicologiques
Annexe 4. Présentation du logiciel de modélisation ADMS 5
Annexe 5. Concentrations et dépôts modélisés sur l'ensemble des récepteurs
Annexe 6. Hypothèses et détails des calculs des doses d'exposition
Annexe 7. Quotient de Danger (QD) et Excès de Risques Individuels

Introduction

Autorisée pour recevoir des déchets non dangereux, REGEAL souhaite réceptionner des crasses d'Aluminium classées déchets dangereux. Dans ce cadre, une autorisation temporaire a été obtenue qui permettra à REGEAL de :

- Faire des mesures atmosphériques en sortie de fours rotatifs pour caractériser l'impact de l'admission de ces déchets sur les émissions à la source ;
- Bâtir son dossier de permitting ;
- Mettre à jour l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques du site.

Suite à la demande des autorités administratives, REGEAL a mandaté BURGEAP pour la réalisation de cette EQRS.

En 2016, BURGEAP a réalisé la précédente évaluation des risques sanitaires (rapport RACIIF02352-02), basée, à la demande de la DREAL sur les flux maximaux de l'arrêté préfectoral et incluant les COV.

La démarche méthodologique visant à caractériser le risque sanitaire généré par les émissions atmosphériques du site est divisée en trois étapes :

- Caractérisation des émissions du site ;
- Evaluation des enjeux et des voies d'exposition (aboutissant au schéma conceptuel) ;
- Evaluation des risques sanitaires :
 - Identification des dangers,
 - Relations dose-réponse,
 - Evaluation des niveaux d'expositions par modélisation,
 - Caractérisation des risques sanitaires assortis d'une analyse des incertitudes.

Ce cadre méthodologique (notamment les 4 étapes de l'évaluation des risques sanitaires) a été choisi comme structure de référence lors de l'élaboration du « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – Février 2000 » de l'InVS. C'est également la méthodologie préconisée par l'INERIS dans son référentiel de juillet 2003 reprise dans la version de 2013. Enfin, cette méthodologie est également conforme à celle développée par le National Research Council et la United States Environmental Protection Agency (1983).

Il s'agit alors d'étudier les risques chroniques liés à une exposition à long terme des populations riveraines aux rejets atmosphériques émis par le site. Ces populations sont positionnées hors périmètre du site et dans le domaine d'étude appelé aussi zone d'influence du site.

Les documents de référence utilisés pour mener à bien cette étude sont :

- INERIS, 2013 - Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées ;
- INERIS, 2003 - Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - substances chimiques ;
- InVS, 2000 - Analyse du volet sanitaire des études d'impact (guide de lecture).

Il est à noter que seules les émissions chimiques sont prises en comptes dans la présente étude. L'étude est réalisée en l'état actuel des connaissances scientifiques.

1. Etape 1 : Evaluation des émissions du site

1.1 Description des activités du site et du projet

Le site REGEAL produit et commercialise des alliages d'aluminium de 1^{ère} et 2^{ème} fusion, vendus sous forme de lingots aux industriels des secteurs automobile, aéronautique, armement, ferroviaire, mobilier urbain, mécanique etc.

Figure 1 : Les alliages 1^{ère} et 2nd fusion



REGEAL produit et commercialise des alliages destinés à la fabrication de pièces moulées par procédés de fonderie :

- Lingots de première fusion élaborés à partir de métal primaire électrolytique, et principalement utilisés pour des applications exigeant de hautes caractéristiques physiques,
- Lingots de 2^{ème} fusion élaborés à partir de produits à base d'aluminium issus de diverses industries (automobile, bâtiment, alimentaire,...)
- Transformation à la demande de chutes ou résidus d'aluminium issus des processus Clients.

La capacité de production d'aluminium PURS dit « de 1^{ère} fusion et 2^{ème} fusion est de 110 000 T par an.

Parmi les matières qui contribuent à la production des lingots de 2^{ème} fusion, on trouve des tournures (issues de l'usinage de pièces d'aluminium), M(étaux) I(ssus) des E(mballages), mâchefers, aluminium de la déconstruction et des crasses issues du procédé de REGEAL.

Toutefois REGEAL a l'opportunité de diversifier ses sources d'approvisionnement avec des crasses provenant d'autres fonderies d'aluminium.

Cette opération est réalisable grâce à la présence de fours rotatifs à bain de sel sur le site.

1.2 Scénarios étudiés

Afin de déterminer l'impact de l'admission des crasses d'Aluminium sur les émissions à la source, les trois scénarios suivants ont été étudiés :

- **Scénario 1** : Mise à jour de l'EQRS basée sur les flux maximaux de l'arrêté préfectoral du site, réalisée en 2016 par BURGEAP et objet du rapport RACINO02352. Les risques liés à ce scénario ont été recalculés à partir des VTR, de certains polluants, mises à jour entre 2016 et 2021.
- **Scénario 2** : EQRS basée sur les mesures à l'émission du site « configuration actuelle » **sans** intégration des crasses d'Aluminium dans les déchets réceptionnés sur le site. Les mesures atmosphériques ont été réalisées en 2019. Les mesures atmosphériques (concentrations et flux) sont issues du contrôle réglementaire de 2019 du site.

- **Scénario 3** : EQRS basée sur les émissions du site « futures » **avec** intégration des crasses d'Aluminium dans les déchets réceptionnés sur le site. 2 campagnes de mesures ont été réalisées en 2020 par le LECES lors des essais d'utilisation des crasses d'aluminium..

La comparaison des scénarii 2 et 3, permettra de déterminer l'impact des crasses sur les émissions du site et sur l'évolution du risque lié à l'utilisation de ces déchets. La comparaison avec le scénario 1 permettra de positionner ces résultats au regard du scénario maximum.

1.3 Caractérisation des sources

Les sources retenues dans le cadre de cette étude sont de type canalisé. Les caractéristiques des sources étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

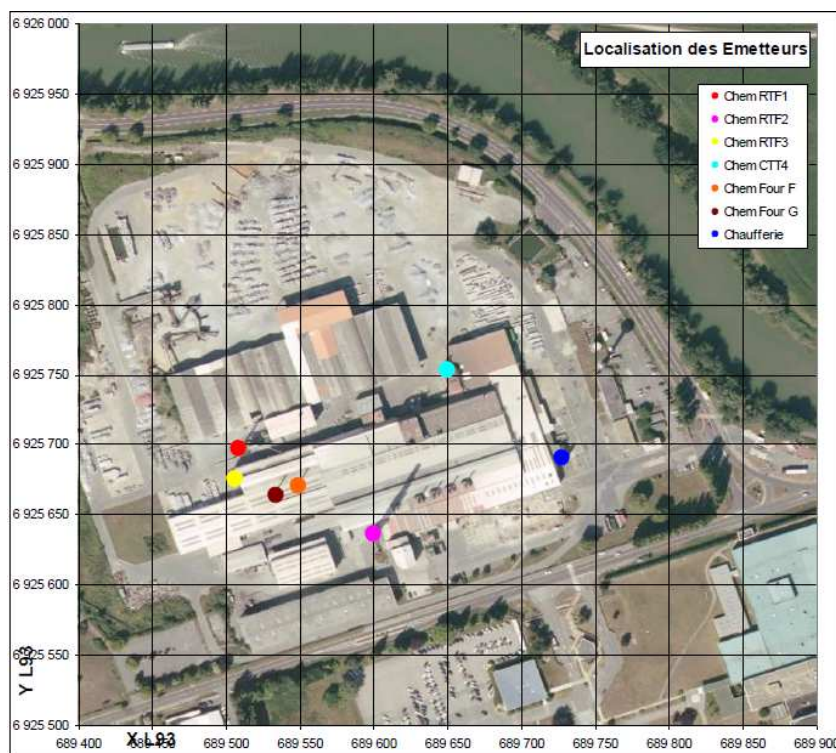
Tableau 1 : Caractéristiques physiques des sources d'émissions prises en compte pour la modélisation (données ERS 2016)

Source	RTF1	RTF2	RTF3	CTT4	Four F	Four G	Chaufferie
X (Lambert 93)	689 509	689 600	689 506	689 650	689 549	689 534	689 728
Y (Lambert 93)	6 925 697	6 925 636	6 925 675	6 925 753	6 925 670	6 925 664	6 925 690
Hauteur (m)	23	80	23	21	18	18	10
Température (°C)	106	61	106	86	225	223	136
Diamètre à l'émission (m)	1,1	2,5	1,35	0,86	0,9	0,9	0,35
Vitesse à l'émission (m/s)	12	8	8	10	8	8	6
Débit maximal (Nm ³ /h sur gaz sec)	55 000	160 000	80 000	32 000	16 000	16 000	1 400

Le fonctionnement des sources a été considéré comme continu tout au long de l'année, soit 8760 heures.

Les émissaires canalisés à l'origine des rejets atmosphériques du site sont localisés sur la Figure 2 : Localisation des rejets étudiés.

Figure 2 : Localisation des rejets étudiés



Source : APSYS¹

¹ Etude quantitative des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques du site, APSYS – FNRJ150532 – BUEI/NT/15-01591/NC, novembre 2015

1.4 Quantification des émissions atmosphériques

Les concentrations et les flux pris en compte pour l'ensemble des rejets sont issus :

- des mesures et analyses réalisées en sortie de rejet par le LECES lors de l'utilisation des crasses d'aluminium;
- de la campagne de mesures réglementaires de :
 - 2017 pour RTF2 (seule campagne disponible) ;
 - 2018 pour RTF3 ;
 - 2019 pour RTF1, RTF3, CTT4, Four F et four G ;
 - 2020 pour RTF1, CTT4, Four F et four G (le rapport d'analyse pour RTF3 n'étant pas disponible à la date de rédaction du présent rapport).
- de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires de ce même site, objet du rapport BURGEAP RACINO02352, réalisée en 2016 sur la base des VLE de l'AP du 08/02/2011 notamment.

Les concentrations considérées sont présentées en Annexe 1 tandis que les résultats des mesures réalisées par LECES sont présentés en Annexe 2.

Pour l'ensemble des rejets, la moyenne des flux des 2 dernières campagnes de mesures disponibles a été réalisé (excepté pour RTF2 pour lequel il n'y a qu'une mesure de disponible).

Les flux de polluants pris en compte dans la suite de l'étude sont récapitulés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 2 : Récapitulatif des émissions atmosphériques (en g/h) – Scénario 1 - VLE

	RTF1	RTF2	RTF3	CTT4	Four F	Four G	Chaufferie
Poussières totales	270	800	400	160	320	320	
Sox	5500	16000	8000	3200	560	560	
Nox	11000	32000	16000	6400	1920	1920	160
Plomb	8,3	24	12	4,8	2,4	2,4	
Cadmium	0,6	1,6	0,8	0,3	0,2	0,2	
Cuivre	5,5	16	8	3,2	1,6	1,6	
Chrome	0,001,1	3,2	1,6	0,6	0,3	0,3	
Manganèse	5,5	16	8	3,2	1,6	1,6	
Nickel	5,5	16	8	3,2	1,6	1,6	
Vanadium	1,1	3,2	1,6	0,6	0,3	0,3	
Zinc	5,5	16	8	3,2	1,6	1,6	
HCl	270	800	400	160			
HF	55	160	80	32			
Dioxines/Furannes	$1,1.10^{-6}$	$9,6.10^{-6}$	$1,6.10^{-6}$	$6,4.10^{-7}$			
COVnm	6	18	8,8	3,5	1,8	1,8	
Acétaldéhyde	1,66	0,11	2,41		110		
Acroléine					14		
Formaldéhyde		8,9		180	81	45	
Phénol		150			12	760	
Benzène	220	610	320				

Notons que les seules sources impactées par l'intégration des crasses d'aluminium dans les déchets réceptionnés par le site sont les rejets RTF1 et RTF3. Les flux des autres sources sont inchangés entre les scénarios 2 et 3.

Tableau 3 : Récapitulatif des émissions atmosphériques (en g/h) – Scénario 2 et 3

	RTF2	CTT4	Four F	Four G	RTF1		RTF3	
	scenario 2	scenario 2	scenario 2	scenario 2	scenario 2	scenario 3	scenario 2	scenario 3
Poussières totales	70,8	12,0	31,3	31,8	19,1	100,0	16,5	63,0
SOx		9,2	2,0	6,1	559,5	8,0	64,6	80,0
NOx		206,5	59,2	817,5	1449,7	233,0	964,0	398,5
Plomb	1,48	0,03	0,04	0,19	0,06	0,18	0,19	0,51
Cadmium	0,012	0,005	0,009	0,03	0,006	0,003	0,004	0,012
Cuivre	0,32	0,08	0,07	0,09	0,17	0,09	0,66	0,22
Chrome		0,19	0,05	0,04	0,07	0,04	0,92	0,03
Manganèse		0,05	0,03	0,03	0,09	0,46	1,17	1,32
Nickel		0,007	0,02	0,02	0,05	0,015	0,50	0,07
Vanadium		0,0005	0,002	0,005	0,0005	0,007	0,015	0,003
Zinc		0,3	0,2	0,4	3,8	1,6	4,3	5,1
Aluminium						8,0		11,7
HCl	21,6	0,6			2,5	2,0	59,1	24,0
HF	16,6	1,1			8,7	0,9	54,4	51,0
Dioxines/Furannes	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$6,7 \cdot 10^{-9}$			$1,3 \cdot 10^{-7}$	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$4,4 \cdot 10^{-8}$	$7,4 \cdot 10^{-7}$
Acétaldéhyde		0,03			0,03	2,0	0,83	5,0
Acroléine		0,01			0,03	0,20	0,02	0,00
Formaldéhyde		0,11			0,03	3,00	0,02	15,30
Phénol		0,10			0,73	0,10	0,11	0,00
Benzène		0,10			0,34	0,06	0,11	1,20

En gras : flux les plus importants entre les scénarios 2 et 3 pour chaque four RTF1 et RTF3.

Nous n'observons pas de tendance particulière en termes de flux pour les différentes substances avec la mise en œuvre de crasse, si ce n'est une augmentation significative des flux de formaldéhyde et d'acétaldéhyde sur les 2 fours et pour les 2 campagnes, ainsi qu'une augmentation des dioxines et du benzène sur le four RTF3.

Les flux mesurés sur l'ensemble des rejets sont inférieurs aux flux issus des VLE de l'AP.

2. Etape 2 : Evaluation des enjeux et conceptualisation de l'exposition

L'évaluation doit être adaptée à l'environnement du site et à sa population alentour. Cette étape consiste donc à recenser et analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, notamment les populations et 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.

Le domaine d'étude retenu est **un carré de 6 km de côté, centré sur le site**. Ce domaine regroupe les principaux centres de populations et autres enjeux d'importance locale. Ce domaine permet de plus de n'écarter aucune zone potentiellement impactée.

2.1 Caractérisation des populations et des usages

2.1.1 Localisation géographique du site

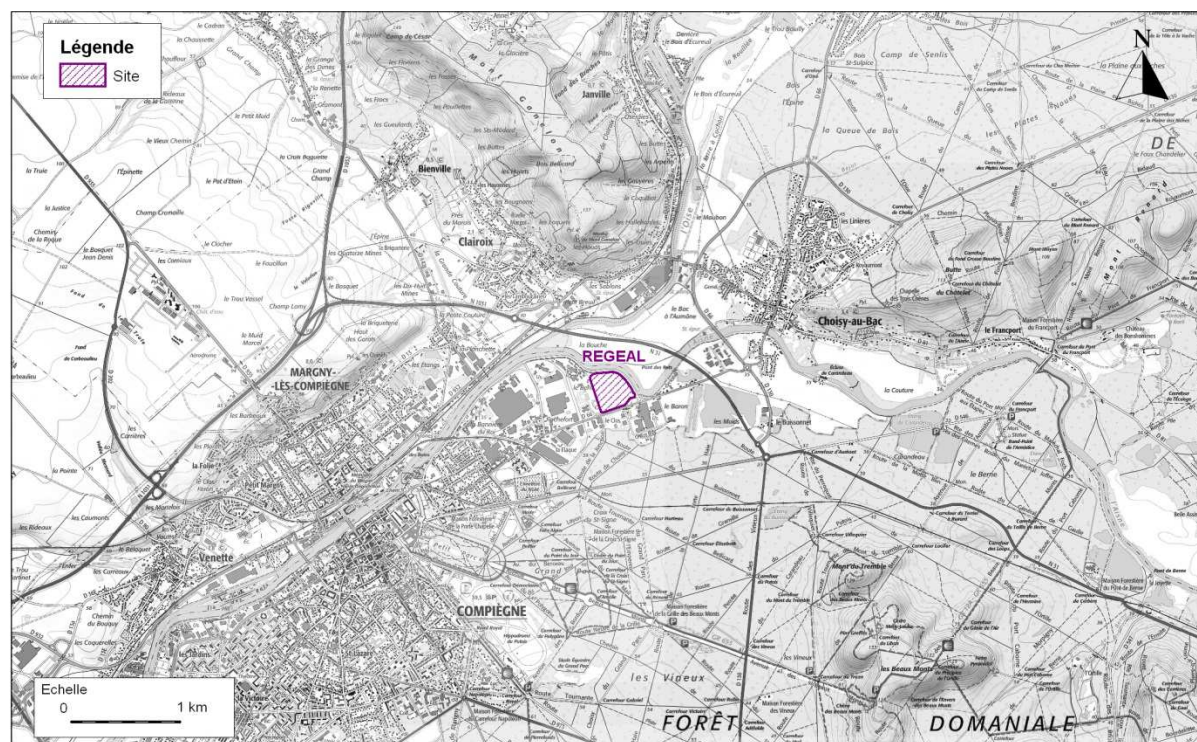
Le site est installé dans la zone industrielle nord de Compiègne dans le département de l'Oise (60). Elle se situe en rive gauche de l'Aisne et à environ 1 km de sa confluence avec l'Oise.

Elle est implantée à 2,5 km environ au nord-est du centre-ville, elle est bordée par :

- Au nord et à l'est, l'avenue du Vermandois, longeant la rivière l'Aisne (proche du site 30 m) ;
- A l'ouest, la société DSM RESINES France (fabrication de résines synthétiques) ;
- Au sud, la départementale 66, COMPIEGNE-RIBECOURT, longeant la société SANOFI-AVANTIS (fabrication de produits pharmaceutiques).

L'emplacement du site est présenté sur la Figure 3.

Figure 3 : Localisation du site de REGEAL



2.1.2 Description de la population

2.1.2.1 Population générale

Les communes présentes dans l'environnement d'étude du site sont les suivantes.

Tableau 4 : Population des communes environnantes

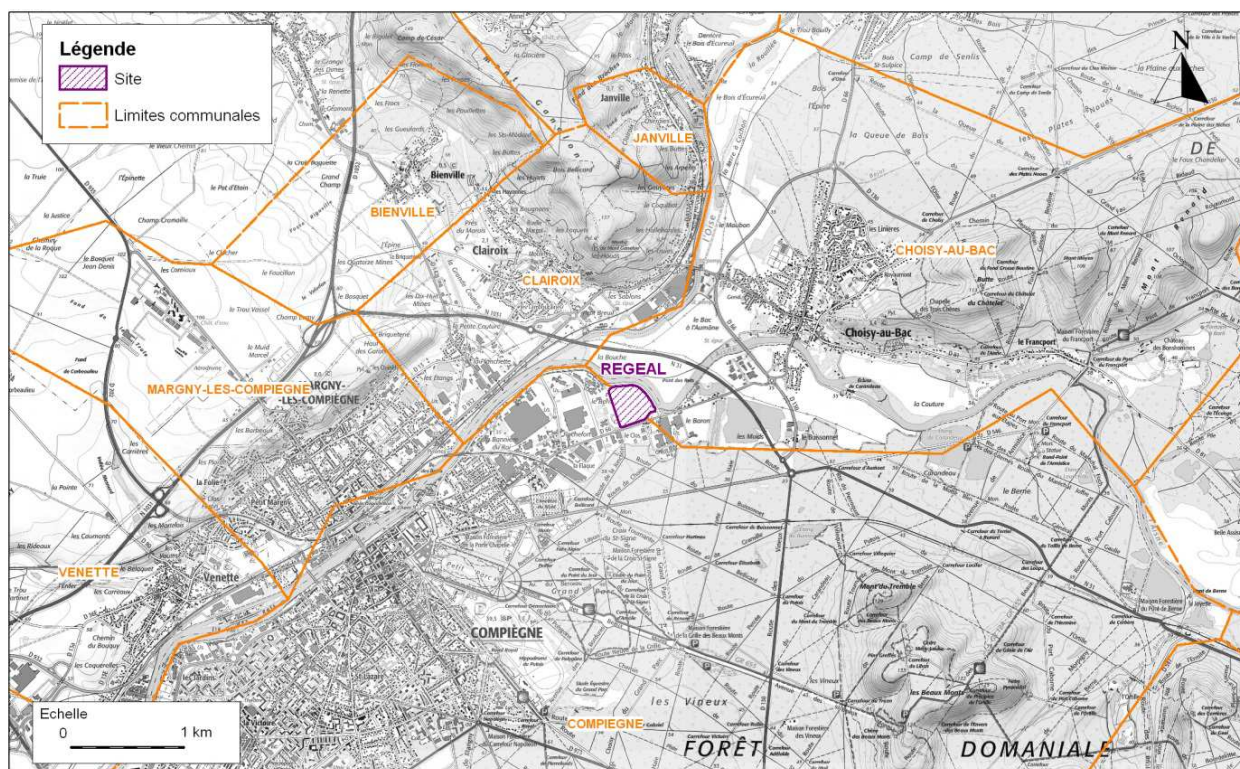
Communes	Populations légales 2017	Direction / REGEAL	Densité de population (habitants/km ²)
Compiègne	40 199	Sud-ouest	755,6
Margny-lès-Compiègne	8 370	Ouest	1254,0
Clairoix	2 165	Nord	448,2
Choisy-au-bac	3 291	Nord-Est	209,1
Bienville	442	Nord-Ouest	191,8
Janville	681	Nord-Est	920,3
TOTAL	55 148	-	629,8

Source : INSEE

L'effectif total de la population des communes avoisinantes est de l'ordre de **55 148 habitants**.

La population résidant dans la zone d'étude a été caractérisée à l'échelle communale. Le recensement à l'échelle communale majore les effectifs du domaine d'étude étant donné que les communes concernées ne sont incluses qu'en partie dans le domaine d'étude, notamment la commune de Nemours dont la zone considérée est principalement forestière, donc peu habitée. La densité de population sur le domaine d'étude est moyennement dense.

Figure 4 : Communes présentes dans la zone d'étude



Source : Géoportail

Pour chacune des communes présentes sur la zone d'étude, la répartition des classes d'âge est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 5 : Classe d'âge des populations

	Compiègne		Margny-lès-Compiègne		Clairoix		Choisy-au-bac		Bienville		Janville	
	2017	%	2017	%	2017	%	2017	%	2017	%	2017	%
Ensemble	40 199	100,0	8 370	100,0	2 165	100,0	3 291	100,0	442	100,0	681	100,0
0 - 14 ans	6 970	17,3	1 666	19,9	399	18,4	610	18,5	76	17,2	126	18,5
15 - 29 ans	9 741	24,2	1 714	20,5	330	15,2	428	13,0	76	17,2	114	16,7
30 - 44 ans	7 174	17,8	1 832	21,9	406	18,8	573	17,4	64	14,6	126	18,5
45 - 59 ans	6 866	17,1	1 507	18,0	496	22,9	669	20,3	110	24,9	171	25,1
60 - 74ans	5 872	14,6	1 063	12,7	370	17,1	696	21,2	82	18,5	101	14,8
+ de 75 ans	3 576	8,9	588	7,0	164	7,6	315	9,6	33	7,5	43	6,3

Source : INSEE

La catégorie des très jeunes enfants représente entre 17,8 % de la population de l'ensemble des communes et est proche de la moyenne nationale de 18,4%. La catégorie des plus de 75 ans représente 8,6 % de la population sur la zone et est proche de la moyenne nationale qui est de 8 %.

Pour chacune des communes présentes sur la zone d'étude, la répartition entre les résidences principales et secondaires est donnée dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Lieux de résidences principales/secondaires

	Compiègne	Margny-lès-Compiègne	Clairoix	Choisy-au-bac	Bienville	Janville
Nombre total de logements en 2017	21453	4 381	949	1 539	181	287
Part des résidences principales en 2017, %	91,2	87,4	93,0	91,9	91,7	94,0
Part des résidences secondaires en 2017, %	1,8	4,2	0,6	1,9	0,7	0,9
Part des logements vacants en 2016, %	7,0	8,4	6,3	6,1	7,6	5,1

Source : INSEE

Les communes de la zone d'étude sont principalement des lieux de résidences principales (> 87 %).

2.1.2.2 Riverains du site, ERP² et populations sensibles

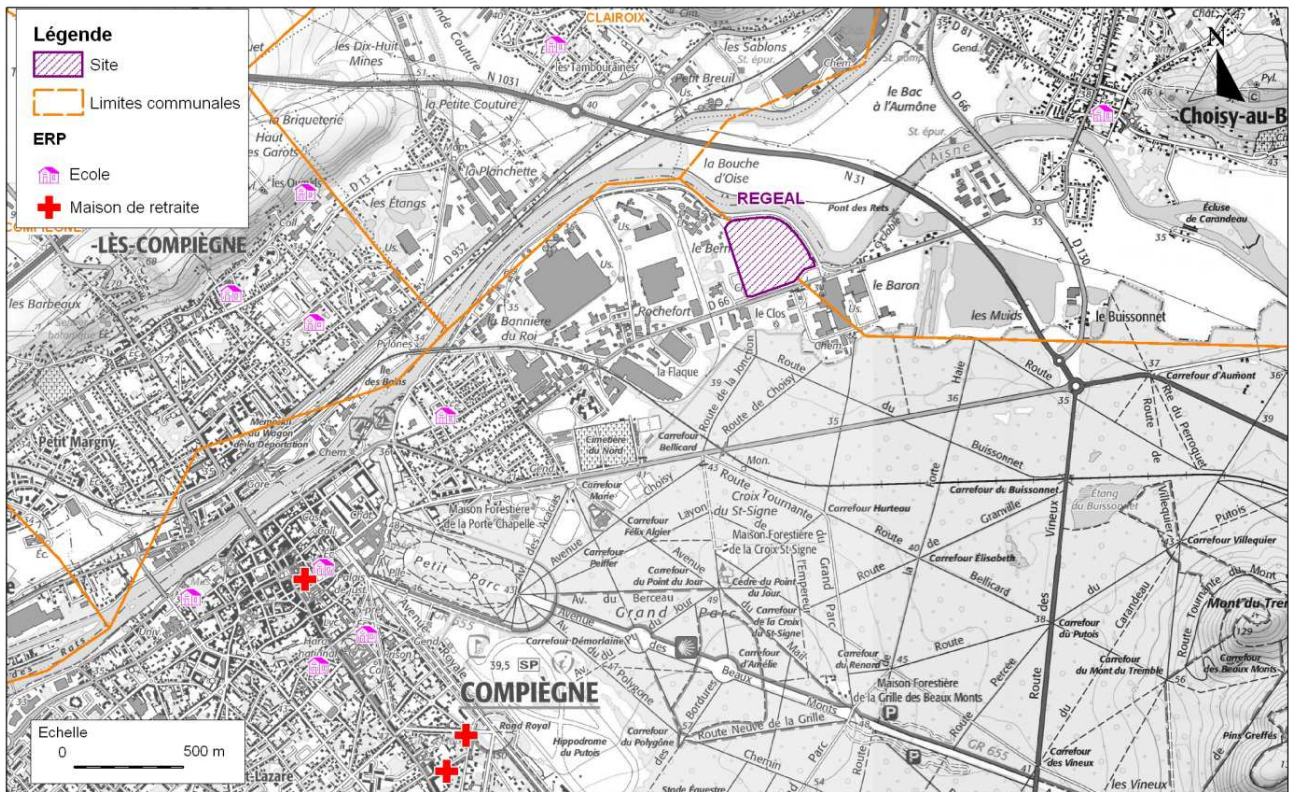
Les riverains les plus proches du site sont situés :

- A environ 200 m à l'est du site, rue du Président Roosevelt ;
- A environ 515 m à l'ouest du site, avenue Louis Barbillon.

Plusieurs établissements recevant des populations dites « sensibles » (à savoir écoles maternelles et primaires et maisons de retraite) ont été recensés sur les communes considérées. Les plus proches du site sont localisés sur la figure suivante.

² Etablissements recevant du public

Figure 5 : Localisation des ERP



Source : Géoportail

Il est à noter que les riverains peuvent être considérés comme les populations les plus impactées. En effet, ils sont plus proches du site que les établissements sensibles et notons également que le temps d'exposition des riverains est plus élevé que celui des personnes fréquentant les ERP « sensibles » (notamment les écoles).

2.1.3 Activités industrielles

REGEAL est implanté au sein de la zone industrielle Nord de Compiègne.

Il s'agit d'un parc d'activités d'une superficie de 150 hectares, qui compte 53 entreprises dont :

- Sanofi-Aventis (fabrication de préparations pharmaceutiques) ;
- Colgate-palmolive Industriel (cosmétiques) ;
- Fabien Gouze La Propreté Industrielle (nettoyage des bâtiments) ;
- Courants Elect Forts et Faible (installations électriques) ;
- Zodiac Aéro Duct Systems (fabrication de tubes) ;
- Allard Emballages (fabrication de cartons).

2.1.4 Activités agricoles

Un tiers nord-ouest de la zone d'étude est composé de zones de culture, orge principalement. Il n'y a pas de zone d'élevage ou de pâturage identifiée sur la zone d'étude.

Quelques élevages familiaux (volailles) dans les potagers des résidences peuvent potentiellement être présents sur la zone.

Figure 6 : Registre parcellaire graphique 2018



Blé tendre	Légumineuses à grains
Maïs grain et ensilage	Fourrage
Orge	Estives et landes
Autres céréales	Prairies permanentes
Colza	Prairies temporaires
Tournesol	Vergers
Autre oléagineux	Vignes
Protéagineux	Fruit à coque
Plantes à fibres	Oliviers
Semences	Autres cultures industrielles
Gel (surface gelée sans production)	Légumes ou fleurs
Gel industriel	Canne à sucre
Autres gels	Arboriculture
Riz	Divers
	Non disponible

Source : Géoportail

2.2 Evaluation des enjeux et des voies d'exposition : conceptualisation de l'exposition

2.2.1 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 risques.

2.2.2 Sources et contamination

Ont été retenues comme sources de danger les émissions :

- d'agents chimiques gazeux : SO_x, NO_x, HCl, HF, dioxines/furannes, acétaldéhyde, acroléine, formaldéhyde, phénol et benzène;
- d'agents chimiques particuliers : poussières totales, métaux (Pb, Cd, Cu, Cr, Mg, Mg, Ni, V, Zn et Al).

2.2.3 Les voies de transfert

Le tableau ci-après retranscrit les voies de transferts possibles des agents chimiques répertoriés au paragraphe précédent.

Tableau 7 : Voies de transfert

Type d'agent		Vecteur ou voie de transfert retenue dans la suite de l'étude			
		Dispersion atmosphérique	Dépôt au sol	Passage via la chaîne alimentaire : végétaux	Passage via la chaîne alimentaire : produits animaux
Gazeux		OUI	NON : Composés restant à l'état gazeux	NON	NON
Particulaire	Poussières (PM10 et PM2.5)	OUI : Pour les substances particulières, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des substances particulières est inférieur à 10 µm	NON : Considéré dans la phase de modélisation mais non conservée dans la suite de l'étude dans la mesure où les particules « sans effet spécifique » ne présentent pas d'effet toxique par ingestion.	NON	NON
	Métaux	OUI : Pour les substances particulières, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des substances particulières est inférieur à 10 µm	OUI : pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides	NON : Les Éléments Traces Métalliques (ETM) sont des composés hydrophiles capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire	NON : Composés peu lipophiles

Type d'agent		Vecteur ou voie de transfert retenue dans la suite de l'étude			
	Dioxines	<p>OUI :</p> <p>Pour les substances 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</p>	<p>OUI :</p> <p>pris à 100 % sous forme particulaire, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides.</p>	<p>NON :</p> <p>Les dioxines sont des composés lipophiles qui ne sont pas capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.</p>	<p>OUI :</p> <p>Les dioxines sont des molécules lipophiles et par conséquent vont se bio accumuler dans les tissus riches en graisse.</p>

2.2.4 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 ; seule cette voie est prise en compte.

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 µm.

► Exposition par ingestion

L'exposition par ingestion est considérée dans le cadre d'émissions atmosphériques de substances particulaires à travers le dépôt des particules au sol, et l'impact potentiel sur la chaîne alimentaire (végétaux et animaux).

Ainsi, nous considérerons les expositions suivantes :

- Une exposition par inhalation pour les émissions de substances gazeuses et particulaires ;
- Une exposition par ingestion de sol impacté par les retombées atmosphériques des émissions particulaires du site ;
- Une exposition par ingestion de végétaux et de matrices animales, impactés par transfert de la pollution du sol.

2.2.5 Cibles

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.

Les cibles à considérer sont donc des riverains définis de la façon suivante :

- des enfants résidant dans les logements. L'âge des enfants résidant à proximité du site est supposé être compris entre 0 et 6 ans, ces enfants sont considérés comme présent 24h/jour à leur domicile, 365 jours par an, dans une approche majorante ;
- des adultes résidant dans les logements. Nous considérerons dans la présente étude que ces adultes sont présents 24 h/jour à leur domicile, 365 jours par an, dans une approche majorante (cette approche est traitée dans la partie « incertitudes »).

2.2.6 Durée d'exposition

La durée d'exposition (T) sera prise égale à **30 ans**, correspondant au 90^{ème} percentile de la distribution des durées de résidence, en France, d'après les abonnements à EDF. Cette durée est préconisée par l'INERIS et l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques.

A noter que pour les substances cancérigènes, le temps d'exposition « vie entière » se décompose alors de la façon suivante : 6 ans d'exposition « vie enfant » et 24 ans d'exposition « vie adulte ».

Tableau 8 : Résumé des durées d'exposition retenues

	Inhalation		Ingestion	
	Effets à seuil	Effets sans seuil	Effets à seuil	Effets sans seuil
Enfant	6 ans	6 ans	6 ans	6 ans
Adulte	30 ans	30 ans	30 ans	30 ans
Vie entière	NA	24 ans « vie adulte » et 6 ans « vie enfant »	NA	24 ans « vie adulte » et 6 ans « vie enfant »

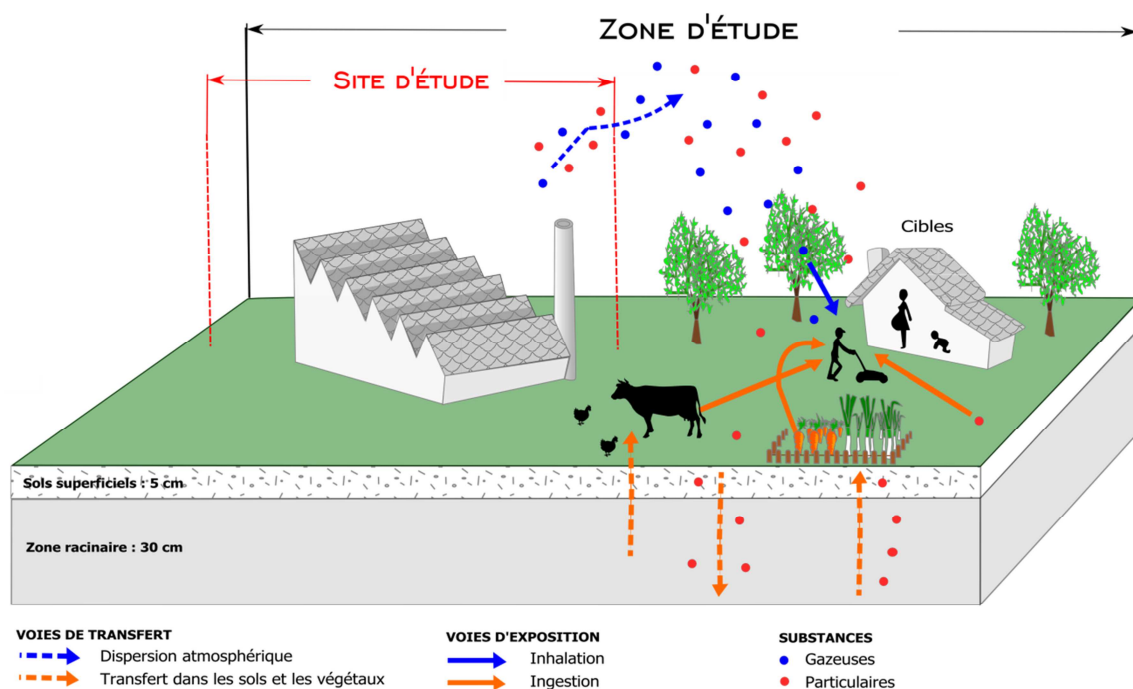
Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 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 cancérigènes quelle que soit la cible considérée ;
- T (correspondant à la durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

2.2.7 Synthèse du schéma conceptuel

Le schéma conceptuel de l'exposition aux émissions du site est présenté sur la Figure 7.

Figure 7 : Synthèse du schéma conceptuel



La présence d'élevage/pâturage n'a pas été identifiée toutefois la voie de transfert via l'ingestion de viande et de lait a été considérée à titre conservatoire en raison de la présence de dioxines.

Tableau 9 : Synthèse des voies d'exposition retenues

Exposition	Exposition chronique
	Riverain (Adulte/Enfant)
Inhalation de l'air impacté par les émissions atmosphériques (gazeuses et particulaires)	X
Ingestion de sol superficiel impacté par les retombées atmosphériques particulaires des émissions du site	X
Ingestion de végétaux, impactés par transfert des substances particulaire du sol	X
Ingestion de produits d'animaux élevés localement par transfert des substances particulaire (dioxines) dans la chaîne alimentaire (viande, lait, volailles, œufs)	X

2.3 Sélection des substances d'intérêt

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 substances permet toutefois de conclure quant à l'acceptabilité ou non des risques. On entend par substances « 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.

Ici, de la même manière que dans l'EQRS réalisée par BURGEAP³ en 2016, toutes les substances identifiées et disposant d'une valeur toxicologique sont retenues comme polluants « traceurs de risque ». Seuls ont été écartés de l'analyse les triméthylbenzènes, l'éthylbenzène et le toluène n'ayant pas été analysé sur le four RTF2 sur les 4 dernières années. A par ailleurs été rajouté l'aluminium qui a fait l'objet d'une caractérisation lors des campagnes d'utilisation des crasses.

Le tableau suivant permet de synthétiser, pour chacune des substances quantifiées :

- la prise en compte de cette substance dans l'évaluation du risque sanitaire,
- les voies d'expositions considérées.

³ Evaluation quantitative des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques, BURGEAP - CACINO161115 / RACINO02352, août 2016

Tableau 10 : Substances retenues comme traceurs de risque

Substance	Traceurs		Comparaison aux valeurs guides
	inhalation	ingestion	
NO ₂			X
SO ₂			X
Poussières (PM10 / PM2,5)			X
Benzène	X		
Plomb	X	X	
Cadmium	X	X	
Cuivre	X	X	
Chrome VI	X	X	
Chrome III	X	X	
Manganèse	X	X	
Nickel	X	X	
Vanadium	X		
Zinc		x	
Aluminium		X	
HCl	X		
HF	X		
Acétaldéhyde	X		
Acroléine	X		
Formaldéhyde	X		
Phénol	X		
Dioxines/furannes		X	

3. Etape 3 : Evaluation quantitative des risques sanitaires

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

3.1 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 lors de la phase précédente, 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).

L'ensemble des informations concernant le potentiel toxique des substances émises par le site sont reportées Annexe 3.

3.2 Relation dose-réponse

3.2.1 Les Valeurs Toxicologiques de Référence : VTR

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). Des VTR sont établies par diverses instances internationales ou nationales⁴ à partir de l'analyse des données toxicologiques expérimentales

⁴ IRIS US-EPA (Integrated Risk Information System ; US Environmental Protection Agency)

ATSDR Toxicological Profiles (US Agency for Toxic Substances and Disease Registry)

OMS (Organisation Mondiale de la Santé)

Santé Canada (Ministère Fédéral de la Santé – Canada),

chez l'animal et/ou des données épidémiologiques. 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).

Selon les mécanismes toxicologiques en jeu, deux grands types d'effets toxiques peuvent être distingués :

- **les effets à seuil** pour lesquels il existe 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 sans seuil** (essentiellement les effets cancérogènes génotoxiques) pour lesquels il est difficile scientifiquement 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.

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

► Effets à seuil de dose

Les VTR pour **les effets à seuil** sont exprimées en mg/kg/j pour l'ingestion et en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation, avec des dénominations variables selon les pays et les organismes, les principales dénominations sont reprises ci-après :

- DJT (dose journalière tolérable - France)
- RfD (Reference Dose – US-EPA)
- RfC (Reference Concentration – US-EPA)
- ADI (Acceptable Daily Intake – US-EPA)
- MRL (Minimum Risk Level - ATSDR)
- REL (Reference Exposure Level – OEHHA)
- TDI (Tolerable Daily Intake –RIVM)
- CAA (Concentration dans l'Air Admissible – OMS)
- VTR : En France, la dénomination retenue par l'AFSSET⁵ (devenue ANSES⁶ depuis sa fusion avec l'AFSSA⁷ en juillet 2010) pour l'ensemble de ses valeurs est la dénomination générique « VTR » (Valeur Toxicologique de Référence).

► Effets sans seuil de 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. Les ERU sont définis à partir d'études épidémiologiques ou animales. Les niveaux d'exposition appliqués à l'animal sont convertis en niveaux d'exposition équivalents pour l'homme.

RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – Institut National de Santé Publique et de l'Environnement – Pays Bas),
OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment of Californie – Etat Unis)

En France, l'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement, du Travail) peut également produire des VTR.

⁵AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

⁶ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail

⁷AFSSA : Agence Française de Sécurité sanitaire de l'Alimentation

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. La dénomination proposée la plus classique est la suivante :

- l'excès de risque unitaire par inhalation : ERUi en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$.
- l'excès de risque unitaire par ingestion : ERUo en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$.

Pour chaque substance sélectionnée dans le cadre de cette étude, une description des différentes VTR actuellement disponibles est donnée en Annexe 3.

Pour chacune des substances, il est systématiquement pris en compte les effets à seuil et les effets sans seuil (cancérigènes), lorsqu'ils existent.

3.2.2 Critère de choix 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**.

3.2.3 Tableau de synthèse des VTR retenues

Le tableau ci-après présente, pour chaque composé, la VTR retenue pour l'étude avec le type, l'origine et la date de publication, et ce pour les voies d'exposition par inhalation et ingestion.

Tableau 11 : Synthèse des VTR retenues pour la voie « inhalation »

Substance	Effet	Cible	Valeur	Source
Benzène	A seuil	Système immunitaire	VTR = $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES (2008)
	Sans seuil	Leucémies	ERU _i = $2,6 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	ANSES (2013)
Plomb	Sans seuil	Tumeurs rénales	ERU _i = $1,2 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	OEHHA, 2002 retenu par INERIS, 2013
Cadmium	A seuil	Rein	VTR = $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES (2012)
	A seuil	Effets cancérigènes	VTR = $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES (2012)
Cuivre	A seuil	Syst. Respiratoire et immunitaire	TCA = $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RIVM (2001)
Chrome VI*	Sans seuil	Cancer du poumon	ERU _i = $4 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	IPCS, 2013 retenu par Anses, 2019
	A seuil	Bronches poumon	DHT = $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$	OMS, 2013
Chrome III*	A seuil	Foie	TCA = $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	RIVM (2001)
Manganèse	A seuil	Système neurologique (SNC)	RfC = $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ATSDR, 2012 retenu par Anses, 2018
Nickel	A seuil	Syst. Respiratoire	MRL = $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018
	Sans seuil	Cancer du poumon et du larynx	ERU _i = $1,7 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018
Vanadium	A seuil	Syst. Respiratoire	MRL = $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ATSDR (2012)
HCl	A seuil	Syst. Respiratoire	RfC = $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	US EPA (1995)
HF	A seuil	Densité osseuse	REL = $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	OEHHA (2003)
Acétaldéhyde	A seuil	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	VTR = $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Anses, 2014
Acroléine	A seuil	Système respiratoire	RfC = $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES (2020)
Phénol	A seuil	Foie, système nerveux	REL = $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	OEHHA (2003)
Formaldéhyde	A seuil	Système respiratoire	VTR = $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES (2018)

Tableau 12 : Synthèse des VTR retenues pour la voie « ingestion »

Substance	Effet	Cible	Valeur	Source
Dioxines/Furannes	A seuil	Effets sur le développement	RfD = 7.10^{-10} mg/kg/j	US-EPA 2014 retenu par Anses, 2018
Plomb	A seuil	Effets rénaux	DJT = $6,3.10^{-4}$ mg/kg/j	ANSES (2013)
	Sans seuil	Tumeurs rénales	ERUo = $8,5.10^{-3}$ mg/kg/j	OEHHA (2002)
Cadmium	A seuil	système osseux	VTR = $3,5.10^{-4}$ mg/kg/j	ANSES (2019)
Cuivre	A seuil	Syst. Digestif	DHT = 0,15 mg/kg/j	EFSA, 2018
Chrome III*	A seuil	Foie	RfD = 0,3 mg.kg/j	EFSA, 2014 retenu par Anses, 2018
Chrome VI*	A seuil	Syst. Digestif	MRL = 9.10^{-4} mg/kg/j	OMS (2013)
	Sans seuil	Système digestif	ERUo = 5.10^{-1} mg/kg/j	'OEHHA, 2011 retenu par Anses, 2018
Manganèse	A seuil	-	DJT = 0,055 mg/kg/j	INSPQ (2017) retenu par Anses 2019
Nickel	A seuil	Effets reprotoxiques	RfD = $2,8.10^{-2}$ mg/kg/j	EFSA, 2015 retenu par Anses, 2018
Vanadium	ANSES 2018 ne retient plus de VTR pour le vanadium			
Zinc	A seuil	Syst. Sanguin	RfD = 0,3 mg/kg/j	US EPA (2005)
Aluminium	A seuil	Syst. Nerveux	VTR = 0,14 mg/kg/j	JEFCA (2006) retenu par Anses, 2016

* Il est à noter que pour le chrome, nous considérerons, dans une approche très majorante, que 10 % sont du chrome VI. En effet, le chrome est un métal dont les principales formes chimiques correspondent à un état trivalent (Cr III) ou hexavalent (Cr VI) ; la forme la plus toxique étant le chrome hexavalent (chrome VI). A titre d'information, un certain nombre d'études ont été réalisées sur différentes activités industrielles, notamment une étude sur les risques cancérogènes liés aux émissions de métaux lourds d'un incinérateur (Hallenbeck, Breen, Brenniman, 1993). Cette étude montre que la part de chrome VI dans le chrome total est comprise entre 7‰ et 10%.

Par ailleurs, un document de l'INRS, sur l'évaluation de l'exposition des soudeurs au chrome et au nickel pour différents procédés de soudage à l'arc⁸, présente différentes matrices emploi-exposition pour les fumées de soudage d'acier inoxydable : une matrice proposée par l'OMS et une matrice issue de l'étude INRS. Ainsi, la part du chrome VI dans le chrome total pour des fumées de soudage d'acier inoxydable est la suivante :

1. matrice emploi-exposition de l'OMS : 3 % de Cr VI dans le Cr total,
2. matrice emploi-exposition de l'INRS : 2,5 % de Cr VI dans le Cr total.

⁸ INRS. ND2047, Evaluation de l'exposition des soudeurs au chrome et au nickel pour différents procédés de soudage à l'arc. 9p, 1997.

3.2.4 Autres valeurs de comparaison utilisées

D'autres valeurs que les valeurs toxicologiques de référence peuvent être utilisées notamment en l'absence de VTR. 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.

Par ailleurs, l'Anses élabore de valeurs guides de qualité d'air intérieur (VGAI), fondées exclusivement sur des critères sanitaires. Cette valeur concerne donc le milieu air intérieur, toutefois, dans notre étude, nous considérons une présence de 100 % du temps sur le lieu d'habitation (intérieur ou extérieur).

Ces valeurs ne sont en aucun cas (conformément à la note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014) utilisées pour évaluer les Quotient 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.

Tableau 13 : Synthèse des autres valeurs disponibles

Substance	Cas Number	Organe critique	Valeur	Source
NO ₂	10102-44-0	Système respiratoire	Valeur Guide = 40 µg/m ³	OMS (2005)
SO ₂	7446-09-05	Système respiratoire	Valeur Guide = 50 µg/m ³	CHSPF (2002)
PM 2.5	-	Système cardio-vasculaire	Valeur Guide = 10 µg/m ³	OMS (2005)
PM10	-	Système cardio-vasculaire	Valeur Guide = 20 µg/m ³	OMS (2005)
Plomb	7439-92-1	Système rénal	Valeur Guide = 0,5 µg/m ³	OMS (2005)

La valeur guide du SO₂ a été revue par un groupe de travail OMS en 2005 (WHO air quality guidelines, global update, 2005). Dans cette révision, qui s'appuie sur l'ensemble des connaissances acquises ces dernières années (études épidémiologiques notamment), l'OMS ne propose plus qu'une seule valeur guide pour le SO₂ : 20 µg/m³ en moyenne journalière. Ceci traduit le fait que les effets sanitaires du SO₂ sont principalement liés aux variations journalières des niveaux de pollution atmosphérique de fond observés en milieu urbain. C'est la raison pour laquelle l'OMS précise que le respect de la valeur guide journalière permettra d'assurer un bas niveau d'exposition des populations. Cependant en France, l'objectif de qualité de l'air défini par le CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Public de France) est toujours de 50 µg/m³.

3.3 Evaluation des niveaux d'exposition par modélisation

3.3.1 Modèle utilisé

L'objectif de la phase de modélisation est d'estimer les concentrations environnementales liées au fonctionnement du site, dans sa configuration future, sur une période longue. L'expertise du site montre que les facteurs qui vont le plus jouer sur la dispersion des substances émises par le site sont la présence de relief et 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, modèle gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles sur des zones complexes. Développé depuis 15 ans par le Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire, en Europe et dans le monde

entier. ADMS 5 est considéré par l'INERIS, l'InVS et l'US EPA comme la nouvelle génération (Advanced model) des modèles gaussiens de dispersion atmosphérique. Il a été validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion : le « Model Validation Kit » [Hanna, 1999]. Il se base en effet sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine. Une présentation des spécificités de ce logiciel est proposée en **Annexe 4**.

Compte tenu des caractéristiques des sources étudiées, du domaine d'étude et des objectifs de l'étude (étude d'impact sur du long terme), un modèle gaussien de nouvelle génération du type ADMS est un outil tout à fait adapté. Il est de plus couplé au modèle diagnostic linéarisé FLOWSTAR, qui permet de prendre en compte l'impact du relief et de l'occupation des sols sur les champs de vents et de turbulence.

Le modèle utilisé pour cette mise à jour de l'ERS est identique à celui utilisé dans l'ERS de 2016.

3.3.2 Phénomène pris en compte par le modèle de dispersion

Pour cette étude, les principaux phénomènes physiques pris en compte par le modèle sont listés dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Phénomène pris en compte dans la modélisation

Phénomène physique	Pris en compte par le modèle dans l'étude	Commentaires
Météorologie locale	Oui	Données tri-horaires sur 3 années
Description verticale de la turbulence atmosphérique	Oui	Analyse d'échelle de Monin-Obukhov et intégration de profils verticaux de vent et température
Cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique	Oui	Les données météorologiques ne sont pas traitées de façon indépendante
Surélévation des panaches à l'émission	Oui	Modèle intégral de trajectoire 3D en sortie de cheminée
Nature des sols rencontrés	Oui	Hauteur de rugosité variable prise en compte sur le domaine d'étude selon la nature des sols rencontrée
Nature particulière des polluants*	Oui	Pour les polluants particuliers, les phénomènes de dépôts secs et humides ont été considérés. Les caractéristiques physiques des substances particulières (diamètre, densité, ...) ont été prises en compte dans la modélisation.
Variabilité temporelle des émissions	Non	A défaut de données précises, les émissions sont lissées sur l'année, hypothèse valide compte tenu des résultats attendus (moyenne annuelle).
Effet aérodynamique des obstacles les plus proches des sources sur la dispersion des panaches	Non	Aucun obstacle (bâtiment) de dimensions notables n'est présent sur le site et susceptible de perturber l'écoulement.
Effet de la topographie (relief) sur la dispersion des panaches	Oui	Le relief sur la zone d'étude étant marqué, la prise en compte du relief dans la dispersion a été intégrée au logiciel de modélisation.

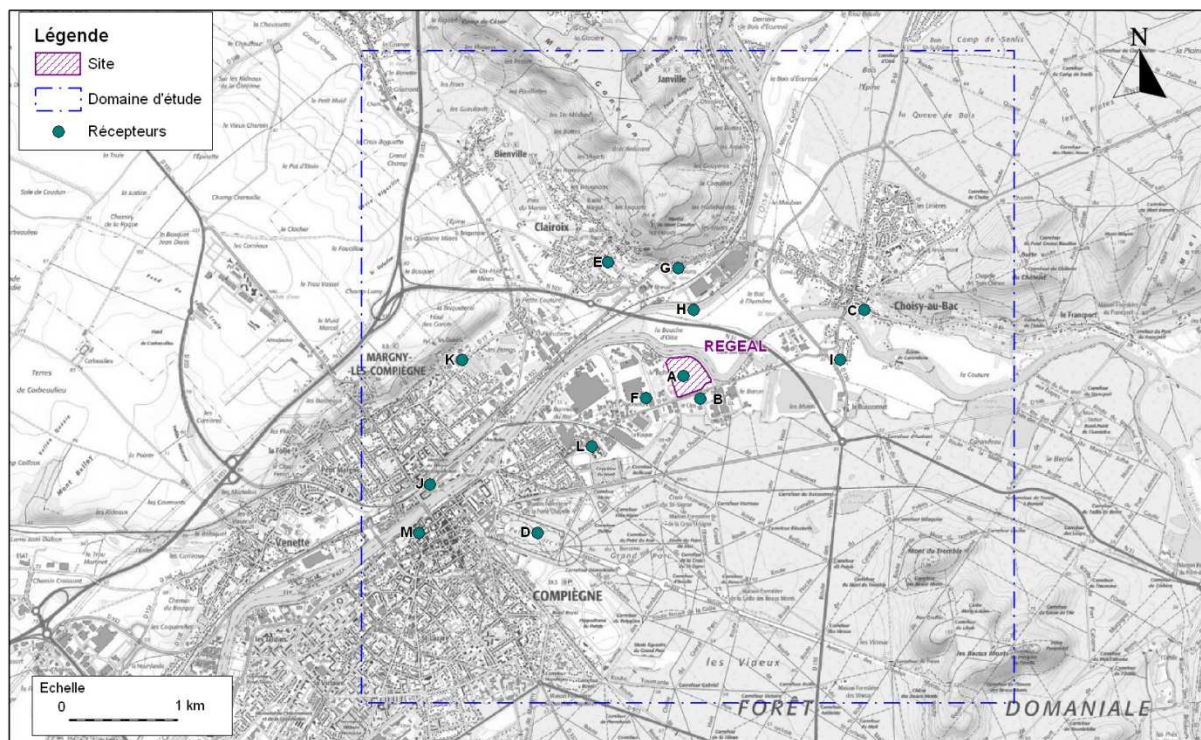
* l'ensemble des composés particuliers a été considéré comme des particules de diamètre 2,5 µm et de densité à l'exception des particules PM10 pour lesquelles un diamètre de 10 µm a été appliqué. La densité des particules considérée est de 5 000 kg/m³.

3.3.2.1 Définition du domaine d'étude

Compte-tenu du type de sources prises en compte dans la modélisation (sources canalisées hautes), le domaine d'étude retenu est un carré de 6 km de côté, centré sur le site. Il est présenté sur la figure suivante. Une grille de calcul de résolution 60 m est utilisée sur cette zone d'étude. Les valeurs de concentration sont simulées en chaque point de cette grille, permettant ainsi de cartographier l'impact des rejets autour du site et sur l'ensemble du domaine d'étude. Le domaine d'étude choisi permet de localiser les zones d'impact maximales.

Les calculs sont également réalisés en 13 points particuliers (appelés récepteurs), correspondant aux points identifiés comme étant susceptibles d'être les plus impactés. Ces points sont également localisés sur la figure suivante.

Figure 8 : Domaine d'étude et points récepteurs retenus



Source : Géoportail

Le tableau ci-après présente le type de récepteur associé à l'abréviation employée dans ce rapport.

Tableau 15 : Désignation des récepteurs

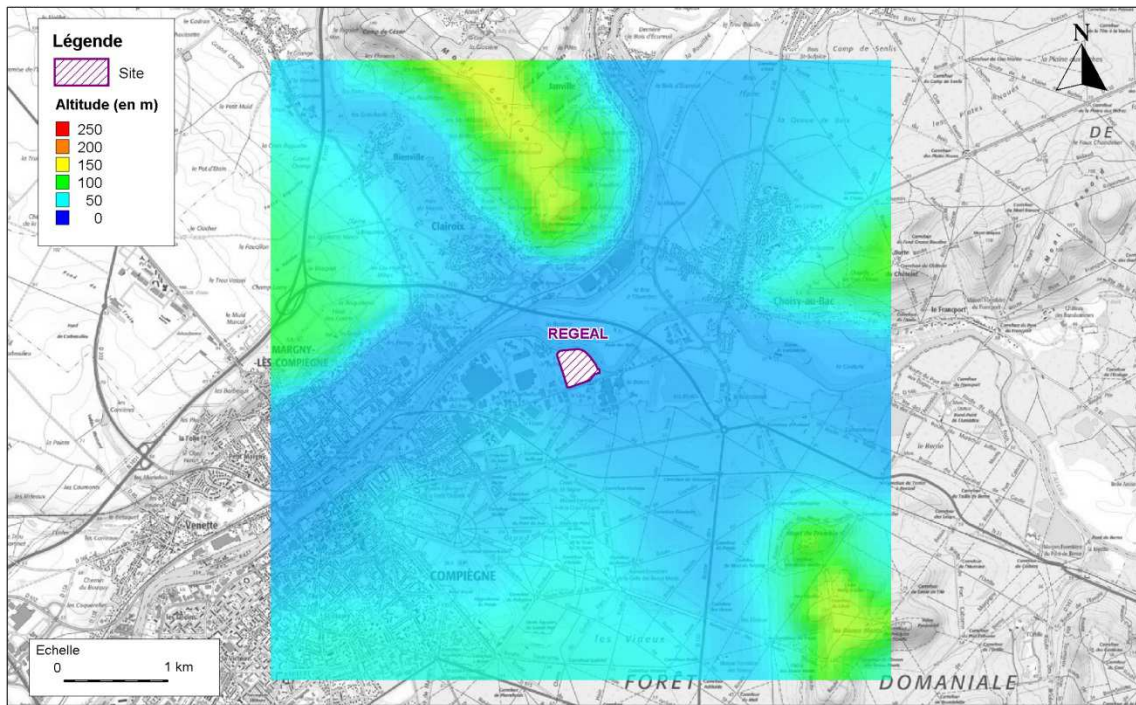
Récepteurs	Indication	Coordonnées Lambert 93
A	Centre du site	X : 689 550 Y : 6 925 750
B	Compiègne Entreprise Sanofi Aventis	X : 689 700 Y : 6 925 540
C	Choisy-au-Bac Mairie Ecole	X : 691 220 Y : 6 926 360
D	Compiègne Parc du château	X : 688 200 Y : 6 924 300
E	Clairoix Mairie	X : 688 850 Y : 6 926 800
F	Compiègne Entreprises Allart Emballages	X : 689 200 Y : 6 925 550
G	Clairoix 1ères habitations Nord	X : 689 500 Y : 6 926 750
H	Choisy-au-Bac	X : 689 650 Y : 6 926 360
I	Choisy-au-Bac 1ères habitations Est	X : 691 000 Y : 6 925 900
J	Compiègne Gare	X : 687 200 Y : 6 924 750
K	Margny-lès-Compiègne Collège Claude Debussy	X : 687 500 Y : 6 925 900
L	Compiègne 1ères habitations Sud-ouest	X : 688 700 Y : 6 925 100
M	Compiègne Rue Jeanne d'Arc	X : 687 100 Y : 6 924 300

Il est à noter que le point A, étant situé sur site, n'est pas retenu dans la suite de l'étude et ne fait pas l'objet d'un calcul de risque.

3.3.2.2 Prise en compte du relief

Le relief autour du site est suffisamment prononcé pour mériter d'être pris en compte. Les données topographiques ont donc été intégrées dans les paramètres de modélisation.

Figure 9 : Topographie de la zone d'étude (vue en plan)



Source : Géoportail

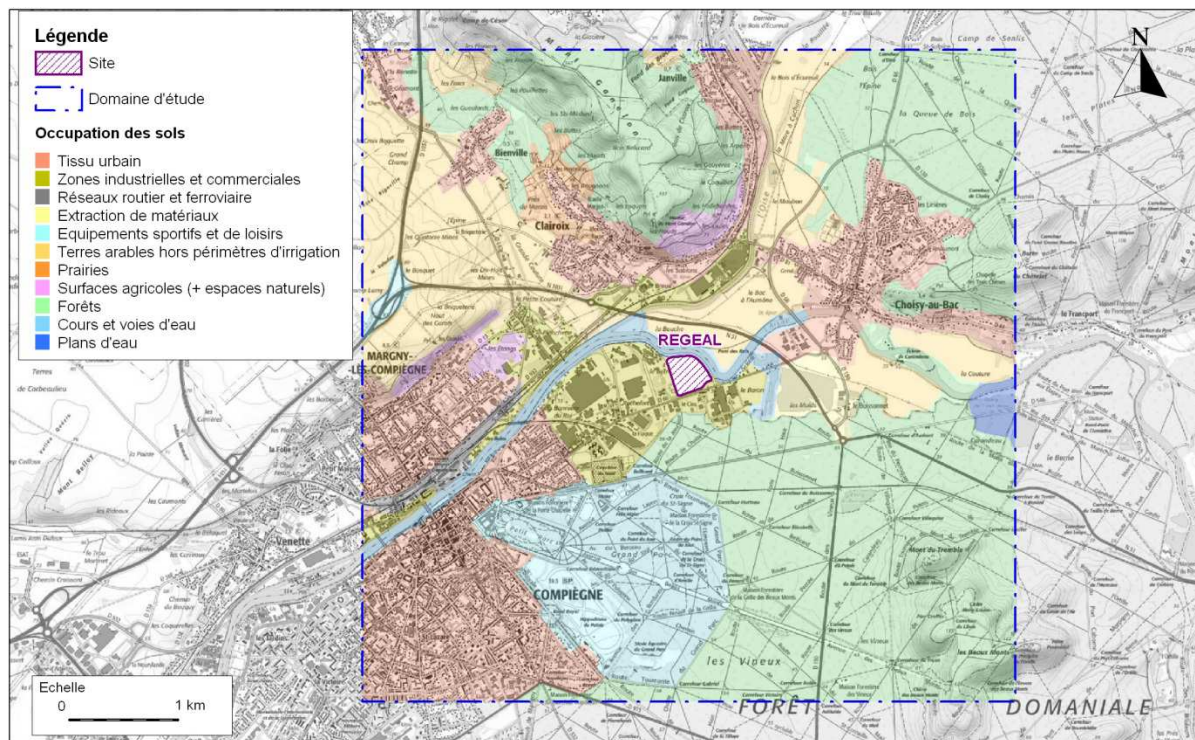
3.3.2.3 Prise en compte de l'occupation des sols

A partir des données d'occupation des sols fournies par l'IFEN (Corine Land Cover 2012, réalisée à partir d'images satellitaires de l'année 2012), il peut être théoriquement affecté une rugosité propre à chaque point de la maille prise en compte.

Les cartes suivantes présentent l'occupation des sols autour du site étudié et les valeurs de hauteur de rugosité associées.

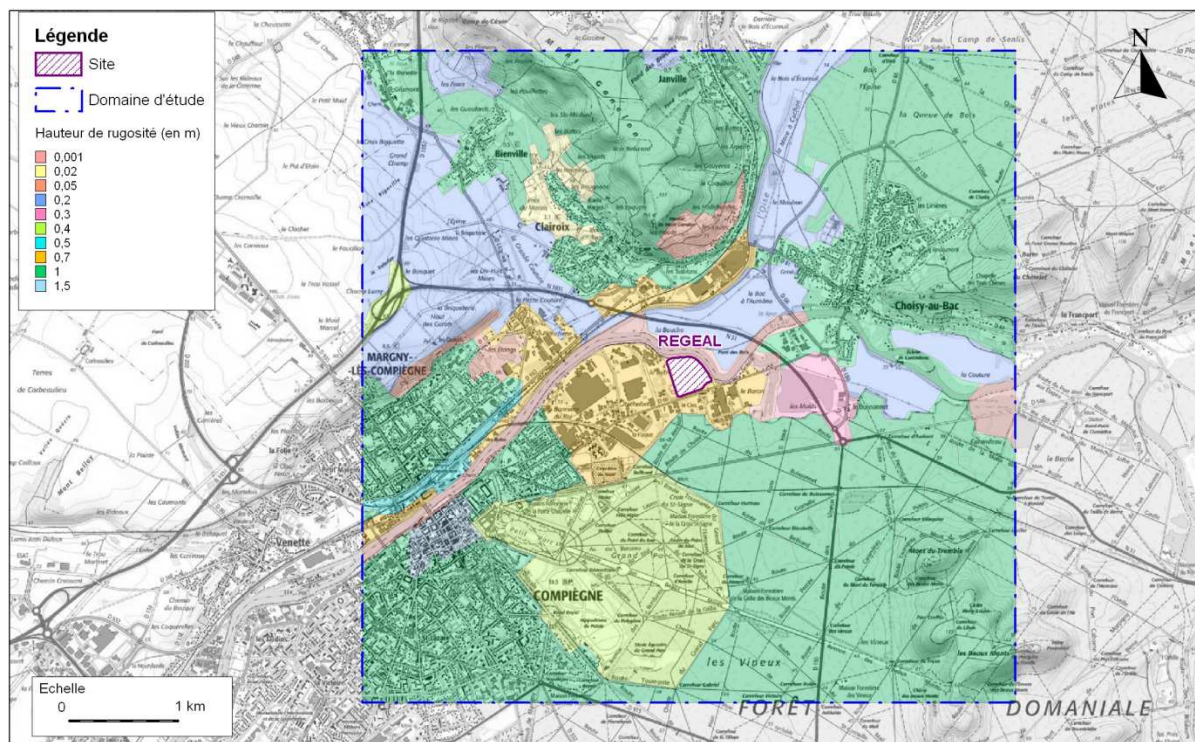
Il apparaît, au vu de cette carte, que l'occupation des sols sur le domaine d'étude est très variable. Ceci justifie la prise en compte d'une hauteur de rugosité (paramètre utilisé dans la modélisation issue de l'occupation des sols) variable sur le domaine d'étude, les valeurs associées pouvant aller de 1,5 (tissu urbain dense) à 0,001 (cours d'eau/plan d'eau).

Figure 10 : Occupation des sols sur le domaine d'étude



Source : Géoportail et Corine Land Cover 2012

Figure 11 : Hauteur de rugosité sur le domaine d'étude



Source : Géoportail et Corine Land Cover 2012

3.3.2.4 Prise en compte des bâtiments

Les bâtiments peuvent avoir une influence sur la dispersion atmosphérique, en fonction de leur proximité avec les sources d'émission. Cependant, dans le cadre de cette étude, la hauteur des bâtiments n'est pas assez significative. Ainsi, aucun bâtiment n'a été retenu dans la modélisation.

3.3.2.5 Prise en compte des données météorologiques

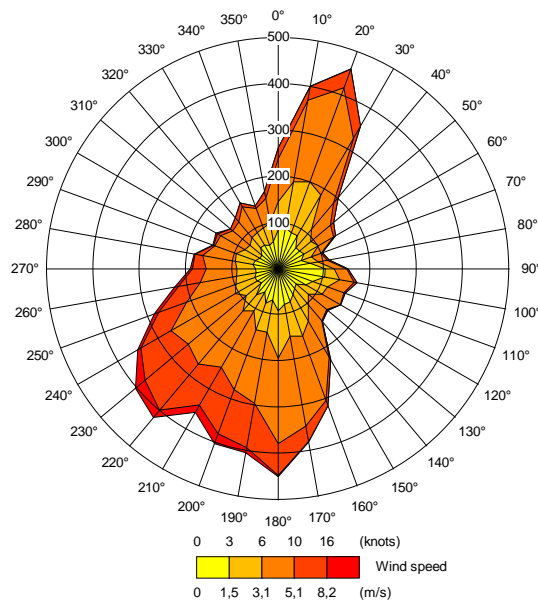
La connaissance des paramètres météorologiques est primordiale pour l'étude de la dispersion des rejets dans l'atmosphère. La direction et la vitesse du vent, la pluviométrie, la température de l'air et la stabilité atmosphérique sont des grandeurs physiques qui permettent de bien représenter la climatologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère.

Les paramètres météorologiques précités sont variables dans le temps et l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est la raison pour laquelle les chroniques météorologiques doivent être suffisamment longues, complètes et représentatives de la climatologie du site.

Les données météorologiques nécessaires pour la réalisation de cette étude sont extraites de la station météorologique localisée à Creil :

- Force et direction du vent à 10 mètres ;
- Température ;
- Précipitations ;
- Nébulosité totale.

Figure 12 : Rose des vents générale (2012-2014)



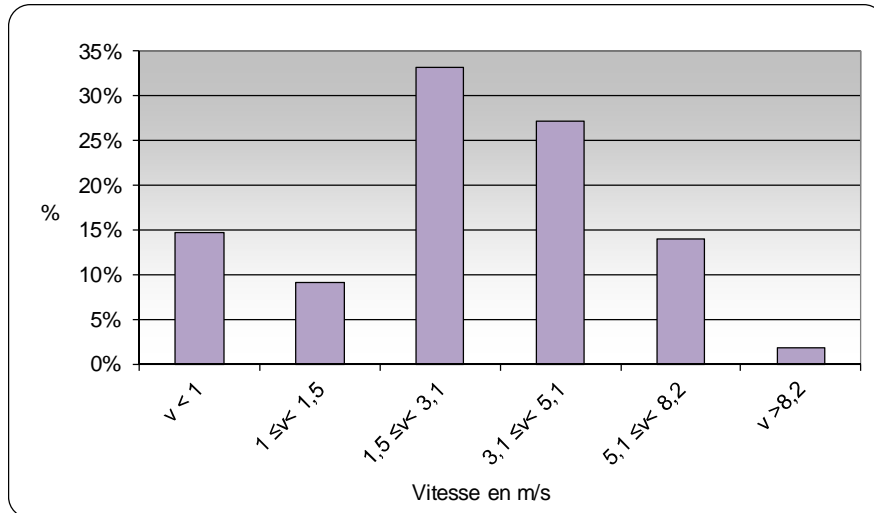
Cette rose des vents indique un fort axe dominant d'un large secteur sud à sud-ouest pour les vents forts (180°-270°) et de secteur nord-nord-est avec des vents plus faibles.

Il est à noter que les vents dont la vitesse est inférieure à 0,75 m/s, n'étant pas pris en compte par le modèle, ont été réaffectés à une vitesse de 0,8 m/s. Ces vents représentent environ 10 % des données tri-

horaires pris en compte. Parmi toutes ces données, les vents dont la vitesse était nulle ont été répartis dans toutes les directions (6,7 %).

La répartition des vitesses de vent est présentée sur la figure suivante.

Figure 13 : Répartition des vitesses de vents



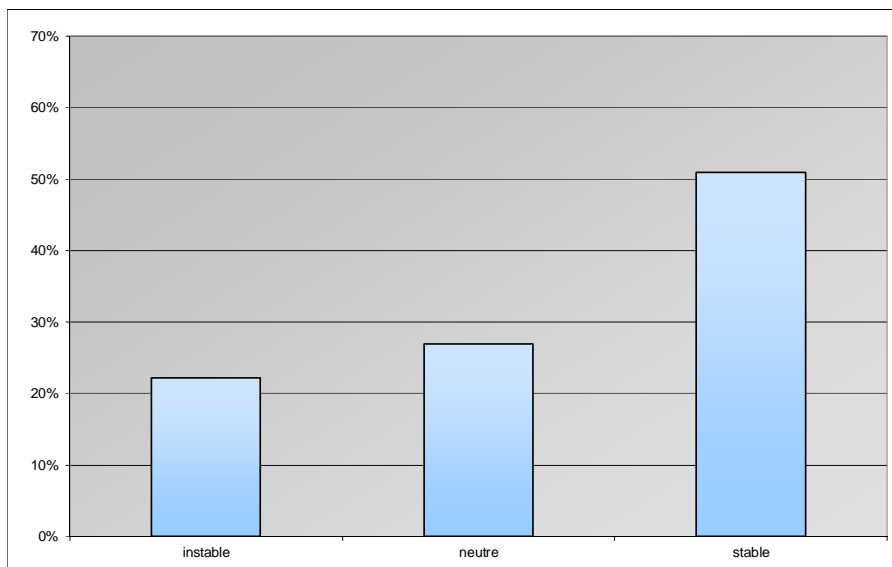
Source : Météo France (station météorologique de Creil)

Nous remarquons que sur les années 2012-2014, la plage de vitesse dominante correspond aux vents d'une vitesse comprise entre 1,5 et 3,1 m/s : ils représentent un tiers des vents mesurés sur la région. Les vents faibles (< 1 m/s), généralement responsables des concentrations les plus fortes à proximité du site, représentent près de 15 % des vents totaux mesurés. Les vents plus forts, de vitesse supérieure à 5 m/s, représentent 16 % des vents totaux de la région.

La stabilité de l'atmosphère, donnée moins commune que les précédentes, est déterminée à partir de la vitesse du vent et de la nébulosité. Ce paramètre est destiné à quantifier les propriétés diffusives de l'air dans les basses couches atmosphériques. Dans notre cas et pour l'année étudiée, l'information a été déduite du calcul de la hauteur de la couche limite atmosphérique (h) et de la longueur de Monin-Obukhov (LMO) selon les critères suivants :

- stable : $h/LMO \geq 1$;
- neutre : $-0,3 \leq h/LMO < 1$;
- instable : $h/LMO < -0,3$.

Figure 14 : Répartition des classes de stabilité de l'atmosphère



Source : Météo France (station météorologique de Creil)

L'examen de la figure précédente montre que :

- les conditions de dispersion les plus fréquentes correspondent à une classe de stabilité dite « stable » présentes 51 % du temps. Ces conditions sont peu dispersives et sont généralement responsables des zones et des distances d'impact les plus importantes.
- les conditions de dispersion correspondant à une instabilité de l'atmosphère sont moins nombreuses : elles sont présentes 22 % du temps. Ces conditions, très dispersives, correspondent généralement à des zones d'impact restreintes. Toutefois, elles peuvent occasionner des concentrations environnementales importantes sur des zones très limitées, souvent situées à proximité immédiate de la source d'émission (généralement à l'intérieur des limites de propriété du site).
- les conditions neutres sont représentées à un niveau faible avec 27 % de présence dans cette zone. Ces situations facilitent la dispersion atmosphérique des émissions (vents modérés, situations de ciel couvert).

Ainsi, dans l'ensemble, les conditions de stabilité rencontrées sur le site sont propices à la dispersion émissions atmosphériques.

3.3.3 Résultats de la dispersion atmosphérique

Nous avons, à l'aide du logiciel ADMS 5, modélisé la dispersion atmosphérique des substances gazeuses et particulaires potentiellement émises par les différentes sources recensées sur le site.

Les résultats présentés sous forme de tableaux (en Annexe 5), synthétisent les concentrations moyennes annuelles ainsi que les dépôts moyens annuels (pour les composés particulaires) au niveau des récepteurs.

► Résultats 2016 - VLE

Le tableau ci-après présente les résultats des concentrations et des dépôts au niveau du récepteur le plus impacté.

Tableau 16 : Résultats de la modélisation au niveau du récepteur le plus impacté – Scénario 1

Substance		Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dépôt ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)	Récepteur le plus impacté
HCl		$1,4 \cdot 10^{-1}$	-	H
HF		$2,8 \cdot 10^{-2}$	-	H
Acétaldéhyde		$5,3 \cdot 10^{-1}$	-	H
Acroléine		$2,8 \cdot 10^{-3}$	-	B
Formaldéhyde		$6,2 \cdot 10^{-2}$	-	B
Benzène		$8,5 \cdot 10^{-2}$	-	H
Phénol		$1,5 \cdot 10^{-1}$	-	B
Cadmium		$3,0 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	H
Cuivre		$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	H
Plomb		$4,5 \cdot 10^{-3}$	$9,3 \cdot 10^{-5}$	H
Manganèse		$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	H
Nickel		$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-6}$	H
Vanadium		$6,0 \cdot 10^{-4}$	-	H
Chrome III		$5,4 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	H
Chrome VI		$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	H
Zinc		$3,0 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	H
Poussières	PM10	$1,8 \cdot 10^{-1}$		B
	PM2,5	$2,2 \cdot 10^{-1}$		H
NO ₂		6,3	-	H
SO ₂		3,0	-	H
Dioxines et furannes		-	$1,6 \cdot 10^{-11}$	H

► Fonctionnement actuel et futur (sur la base des mesures à l'émission)

Le tableau ci-après présente les résultats des concentrations et des dépôts au niveau du récepteur le plus impacté dans le cas des fonctionnements sans et avec des crasses (fonctionnements actuel et futur).

Tableau 17 : Résultats au niveau du récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Substance	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Dépôt ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)		Récepteur le plus impacté
	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	Avec crasses
HCl	$8,4.10^{-3}$	$4,0.10^{-3}$	-	-	H
HF	$8,6.10^{-3}$	$7,2.10^{-3}$	-	-	H
Acétaldéhyde	$1,12.10^{-5}$	$8,8.10^{-4}$	-	-	H
Acroléine	$8,7.10^{-6}$	$2,8.10^{-5}$	-	-	H
Formaldéhyde	$2,9.10^{-5}$	$2,3.10^{-3}$	-	-	H
Benzène	$7,6.10^{-5}$	$1,8.10^{-4}$	-	-	H
Phénol	$1,3.10^{-4}$	$3,3.10^{-5}$	-	-	H
Cadmium	$4,1.10^{-6}$	$4,1.10^{-6}$	$6,7.10^{-8}$	$6,8.10^{-8}$	B
Cuivre	$2,2.10^{-5}$	$1,9.10^{-5}$	$3,8.10^{-7}$	$3,3.10^{-7}$	B
Plomb	$2,6.10^{-5}$	$2,8.10^{-5}$	$4,8.10^{-7}$	$5,3.10^{-7}$	B
Manganèse	$1,4.10^{-5}$	$1,6.10^{-5}$	$1,2.10^{-7}$	$2,9.10^{-7}$	B
Nickel	$7,2.10^{-6}$	$4,7.10^{-6}$	$6,0.10^{-7}$	$7,7.10^{-8}$	B
Vanadium	$8,3.10^{-7}$	$8,0.10^{-7}$	-	-	B
Chrome III	$1,5.10^{-5}$	$1,1.10^{-5}$	$2,6.10^{-7}$	$1,7.10^{-7}$	B
Chrome VI	$1,7.10^{-6}$	$1,2.10^{-6}$	$2,8.10^{-8}$	$1,9.10^{-8}$	B
Zinc	$1,1.10^{-4}$	$9,9.10^{-5}$	$1,8.10^{-6}$	$1,7.10^{-6}$	B
Aluminium	-	$1,2.10^{-4}$	-	$2,2.10^{-6}$	H
Poussières	$5,8.10^{-3}$	$6,4.10^{-3}$			B
NO ₂	$3,9.10^{-1}$	$4,1.10^{-1}$	-	-	B
SO ₂	$8,3.10^{-2}$	$1,4.10^{-2}$	-	-	H
Dioxines et furannes	-	-	$2,0.10^{-14}$	$8,3.10^{-14}$	H

En règle générale, les concentrations et dépôts des deux scénarii restent plus ou moins du même ordre de grandeur. Les concentrations et dépôts modélisés pour les 2 scénarios sont faibles.

3.3.4 Détermination des doses d'exposition via un modèle de transfert

3.3.4.1 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
- C_i : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i (en mg/m^3)
- t_i : fraction du temps d'exposition à la concentration C_i 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)
- T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (en année, $T_m=70$ ans pour les effets sans seuil et $T_m=T$ pour les effets à seuil)

Tableau 18 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1

Polluants	CI inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Récepteur le plus impacté
	Adulte / Enfant	
HCl	$1,4.10^{-1}$	H
HF	$2,8.10^{-2}$	H
Cadmium	$3,0.10^{-4}$	H
Cuivre	$3,0.10^{-3}$	H
Plomb	$4,5.10^{-3}$	H
Manganèse	$3,0.10^{-3}$	H
Nickel	$3,0.10^{-3}$	H
Vanadium	$6,0.10^{-4}$	H
Acétaldéhyde	$5,3.10^{-1}$	H
Acroléine	$2,8.10^{-3}$	B
Formaldéhyde	$6,2.10^{-2}$	B
Benzène	$8,5.10^{-2}$	H
Phénol	$1,5.10^{-1}$	B
Chrome III	$5,4.10^{-4}$	H
Chrome VI	$6,0.10^{-5}$	H

Tableau 19 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1

Polluants	CI inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Récepteur le plus impacté
	Adulte / Vie entière	Enfant	
Plomb	$1,9.10^{-3}$	$3,9.10^{-4}$	H
Nickel	$1,3.10^{-3}$	$2,6.10^{-4}$	H
Benzène	$3,7.10^{-2}$	$7,3.10^{-3}$	H
Chrome VI	$2,6.10^{-5}$	$5,2.10^{-6}$	H

► Fonctionnement actuel et futur

Tableau 20 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Polluants	CI inhalation (µg/m³)		Récepteur le plus impacté
	Adulte / Enfant		
	Scénario 2	Scénario 3	
HCl	8,4.10 ⁻³	4,0.10 ⁻³	H
HF	8,6.10 ⁻³	7,2.10 ⁻³	H
Cadmium	4,1.10 ⁻⁶	4,1.10 ⁻⁶	B
Cuivre	2,2.10 ⁻⁵	1,9.10 ⁻⁵	B
Plomb	2,6.10 ⁻⁵	2,8.10 ⁻⁵	B
Manganèse	1,4.10 ⁻⁵	1,6.10 ⁻⁵	B
Nickel	7,2.10 ⁻⁶	4,7.10 ⁻⁶	B
Vanadium	8,3.10 ⁻⁷	8,0.10 ⁻⁷	B
Acétaldéhyde	1,1.10 ⁻⁴	8,8.10 ⁻⁴	H
Acroléine	8,7.10 ⁻⁶	2,8.10 ⁻⁵	H
Formaldéhyde	3,0.10 ⁻⁵	2,3.10 ⁻³	H
Benzène	7,6.10 ⁻⁵	1,8.10 ⁻⁴	H
Phénol	1,3.10 ⁻⁴	3,3.10 ⁻⁵	H
Chrome III	1,5.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁵	B
Chrome VI	1,7.10 ⁻⁶	1,2.10 ⁻⁶	B

Tableau 21 : Concentrations moyennes d'exposition en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Polluants	CI inhalation (µg/m³)				Récepteur le plus impacté
	Adulte / Vie entière		Enfant		
	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	1,1.10 ⁻⁵	1,2.10 ⁻⁵	2,2.10 ⁻⁶	2,4.10 ⁻⁶	B
Nickel	3,1.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁶	6,2.10 ⁻⁷	4,0.10 ⁻⁷	B
Benzène	3,3.10 ⁻⁵	7,6.10 ⁻⁵	6,5.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁵	H
Chrome VI	7.3.10 ⁻⁷	5.1.10 ⁻⁷	1.5.10 ⁻⁷	1.0.10 ⁻⁷	B

3.3.4.2 Exposition par ingestion

Pour tenir compte de l'impact induit par les transferts des milieux atmosphériques vers les autres media, un couplage du modèle de dispersion atmosphérique avec un modèle de transfert multi-compartiments (air-sol-végétaux-produits animaux) a été effectué. Il permet de quantifier les concentrations en substance dans les différents milieux d'exposition.

Ainsi, pour les substances particulières, l'apport par ingestion a été évalué à partir des estimations de dépôts surfaciques et en tenant compte de la consommation de légumes et de matrices animales (après utilisation de facteurs de bioconcentration) et de l'ingestion de terre, voie d'exposition importante chez l'enfant.

En ce qui concerne le risque par ingestion, le comportement des enfants étant différent de celui des adultes et étant donné leur plus faible poids corporel, ils sont généralement soumis à une dose journalière d'exposition plus importante que celle d'un adulte, pour un même niveau de concentration environnementale. Ainsi, une dose d'exposition a été calculée respectivement pour les adultes et pour les enfants, à partir de la formule 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
- Q_j : taux d'ingestion par la voie j (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)

Les hypothèses et détails des calculs des doses d'exposition sont présentés en **Annexe 6**.

Tableau 22 : Doses moyennes d'exposition en mg/kg/j pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1

Substance	DJE (mg/kg/j)		Récepteur le plus impacté
	Adulte	Enfant	
Plomb	1,6.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵	H
Cadmium	1,7.10 ⁻⁷	8,5.10 ⁻⁷	
Cuivre	6,7.10 ⁻⁶	1,9.10 ⁻⁵	
Chrome VI	2,0.10 ⁻⁸	1,4.10 ⁻⁷	
Chrome III	1,8.10 ⁻⁷	1,3.10 ⁻⁶	
Manganèse	6,6.10 ⁻⁶	1,9.10 ⁻⁵	
Nickel	1,0.10 ⁻⁶	7,1.10 ⁻⁶	
Zinc	5,2.10 ⁻⁶	1,8.10 ⁻⁵	
Dioxines	5,3.10 ⁻¹¹	1,4.10 ⁻¹⁰	

Tableau 23 : Doses moyennes d'exposition en mg/kg/j pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénario 1

Substance	DJE (mg/kg/j)			Récepteur le plus impacté
	Adulte	Enfant	Vie entière	
Plomb	6,7.10 ⁻⁷	9,2.10 ⁻⁷	1,5.10 ⁻⁶	H
Cuivre VI	8,5.10 ⁻⁹	1,2.10 ⁻⁸	1,9.10 ⁻⁸	

► Fonctionnement actuel et futur

Tableau 24 : Doses moyennes d'exposition en mg/kg/j pour les effets toxiques à seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Substance	DJE (mg/kg/j)				Récepteur le plus impacté
	Adulte		Enfant		
	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	8,2.10 ⁻⁹	8,9.10 ⁻⁹	5,6.10 ⁻⁸	6,1.10 ⁻⁸	H
Cadmium	1,9.10 ⁻⁹	1,9.10 ⁻⁹	9,3.10 ⁻⁹	9,3.10 ⁻⁹	H
Cuivre	4,1.10 ⁻⁸	3,6.10 ⁻⁸	1,2.10 ⁻⁷	1,0.10 ⁻⁷	H
Chrome VI	4,6.10 ⁻¹⁰	3,1.10 ⁻¹⁰	3,3.10 ⁻⁹	2,2.10 ⁻⁹	H
Chrome III	4,1.10 ⁻⁹	2,8.10 ⁻⁹	2,9.10 ⁻⁸	2,0.10 ⁻⁸	H
Manganèse sol	3,7.10 ⁻⁹	4,5.10 ⁻⁹	2,7.10 ⁻⁸	3,3.10 ⁻⁸	H
Manganèse végétaux	2,1.10 ⁻⁸	2,6.10 ⁻⁸	4,7.10 ⁻⁸	5,7.10 ⁻⁸	H
Nickel	2,0.10 ⁻⁹	1,3.10 ⁻⁹	1,4.10 ⁻⁸	8,9.10 ⁻⁹	H
Zinc	1,5.10 ⁻⁷	1,4.10 ⁻⁷	5,2.10 ⁻⁷	4,9.10 ⁻⁷	B
Aluminium	-	3,4.10 ⁻⁸	-	2,5.10 ⁻⁷	H
Dioxines	6,6.10 ⁻¹⁴	2,7.10 ⁻¹³	1,7.10 ⁻¹³	6,9.10 ⁻¹³	H

Tableau 25 : Doses moyennes d'exposition en mg/kg/j pour les effets toxiques sans seuil au récepteur le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Substance	DJE (mg/kg/j)						Récepteur le plus impacté
	Adulte		Enfant		Vie entière		
	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	3,5.10 ⁻⁹	3,8.10 ⁻⁹	4,8.10 ⁻⁹	5,2.10 ⁻⁹	7,6.10 ⁻⁹	8,3.10 ⁻⁹	B
Chrome VI	2,0.10 ⁻¹⁰	1,3.10 ⁻¹⁰	2,8.10 ⁻¹⁰	1,9.10 ⁻¹⁰	4,3.10 ⁻¹⁰	3,0.10 ⁻¹⁰	

3.4 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.

3.4.1 Méthodologie de calcul des risques

3.4.1.1 Estimation du risque pour les substances à effet de seuil

On définit un quotient de danger (QD) ou un indice de risque (IR) pour chaque voie d'exposition de la manière suivante :

$$QD_{inh} = \frac{CI_{inh}}{VTR_{inh}} \quad \text{et} \quad QD_{ing} = \frac{DJE_{ing}}{VTR_{ing}}$$

Avec : QD_{inh} : Quotient de Danger par inhalation
C_{inh} : Concentration inhalée
VTR_{inh} : Valeur Toxicologique pour la voie d'exposition par inhalation
QD_{ing} : Quotient de Danger pour la voie orale
DJE_{ing} : Dose journalière d'exposition par ingestion pour les effets à seuil
VTR_{ing} : Valeur Toxicologique pour la voie d'exposition par ingestion

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.

Conformément à la méthodologie préconisée dans le guide INERIS et par l'OPERSEI (Observatoire de pratiques des évaluations de risque sanitaire des études d'impact) les quotients de danger seront sommés par voie d'exposition et par organe cible.

3.4.1.2 Estimation du risque pour les substances sans effet de seuil

Pour les effets sans seuil et pour des faibles expositions, l'excès de risque individuel (ERI) est calculé de la façon suivante :

$$ERI_{inh} = CI_{inh} \times ERU_{inh} \quad \text{et} \quad ERI_{ing} = DJE_{ing} \times ERU_{ing}$$

Avec : ERI_{inh} : Excès de Risque Individuel par inhalation
C_{inh} : concentration inhalée
ERU_{inh} : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition par inhalation
ERI_{ing} : Excès de Risque Individuel pour la voie orale
DJE_{ing} : Dose journalière d'exposition par ingestion pour les effets sans seuil
ERU_{ing} : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition par ingestion

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 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement, recommande le niveau de risque acceptable, « usuellement [retenu] au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10⁻⁵. La Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation stipule 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.

En cas d'exposition conjointe à plusieurs agents dangereux, l'US-EPA recommande de faire la somme des excès 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.

3.4.2 Caractérisation des risques chroniques pour les effets à seuil

3.4.2.1 Voie inhalation

Une VTR est spécifique d'un effet critique⁹ 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 26 : Synthèse des organes cibles critiques (exposition par inhalation)

Organes cibles	Substances
Système respiratoire	HCl, Cu, Ni, V, Acétaldéhyde, Acroléine, Cr VI
Système sanguin	Benzène
Système immunitaire	Cuivre
Système nerveux	Manganèse, Phénol
Système osseux	HF
Système hépatique	Phénol, Chrome III
Système rénal	Cadmium

Le tableau suivant présente les quotients de dangers par substance pour le récepteur le plus impacté pour le scénario 1.

Tableau 27 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénario 1

Polluants	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QDi	Récepteur le plus impacté
		Adulte / Enfant	
HCl	20	0,01	H
HF	14	< 0,01	H
Cadmium	0,45	< 0,01	H
Cadmium (effets cancérogènes)	0,3	< 0,01	H
Cuivre	1	< 0,01	H
Manganèse	0,3	0,01	H
Nickel	0,23	0,01	H
Vanadium	0,1	0,01	H
Acétaldéhyde	160	< 0,01	H
Acroléine	0,15	0,02	B
Formaldéhyde	123	< 0,01	B
Benzène	10	0,01	H

⁹ L'effet critique est le premier effet adverse qui survient dans la population d'individus exposés lorsqu'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.

Polluants	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QDi	Récepteur le plus
Phénol	200	< 0,01	B
Chrome VI	0,03	< 0,01	H
Chrome III	60	< 0,01	H
	Valeur repère		
QD sommé	1	0,07	H

L'examen de ce tableau montre que le quotient de danger sommé et pris individuellement pour chacune des substances est inférieur à la valeur repère de 1 au niveau du récepteur le plus impacté H, avec un maximum de 0,02 pour l'acroléine au point B et de 0,01 au point H.

La part de l'acroléine dans ce risque global est de l'ordre de 19% %. Le système respiratoire est donc l'organe cible principal concerné pour les effets à seuil pour la voie inhalation.

Conformément à la méthodologie préconisée dans le guide INERIS, nous avons sommé les quotients de dangers en fonction des organes cibles. Aucun quotient de danger n'est supérieur à la valeur seuil de 1 ; le risque le plus élevé au niveau des enfants les plus exposés (H) concerne donc le système respiratoire avec un quotient de danger de l'ordre de 0,07.

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 futurs induits par le site, que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique lié à l'inhalation des substances atmosphériques potentiellement émises par l'installation dans son fonctionnement est non significatif pour les effets à seuil pour le scénario 1.

► Fonctionnement actuel et futur

Le tableau suivant présente les quotients de danger par substance au droit du point H pour les scénarii 2 et 3.

Tableau 28 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénarii 2 et 3

Polluants	VTR (µg/m³)	QDi		Récepteur le plus impacté
		Adulte / Enfant		
		Scénario 2	Scénario 3	
HCl	20	<0,01	<0,01	H
HF	14			H
Cadmium	0,45			B
Cadmium (effets cancérogènes)	0,3			H
Cuivre	1			B
Manganèse	0,3			B
Nickel	0,23			B
Vanadium	0,1			B
Acétaldéhyde	160			H
Acroléine	0,15			H
Formaldéhyde	123			B
Benzène	10			H
Phénol	200			H
Chrome VI	0.03			B

Polluants	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QDi		Récepteur le plus
Chrome III	60			B
	Valeur repère			
QD sommé	1	< 0,01	< 0,01	

Ce tableau montre que le quotient de danger sommé et pris individuellement pour chacune des substances sont, pour les deux scénarii, inférieurs à la valeur repère de 1 au niveau des récepteurs les plus impactés B et H.

De plus, aucun des quotients de dangers sommés en fonction des organes cibles n'est supérieur à la valeur seuil de 1 ; le risque les plus élevé, pour les deux scénarios, concerne le système respiratoire avec un quotient de danger de 0,01. Un quotient de danger inférieur à celui du scénario 1 d'environ 86%.

De plus, la similitude des résultats pour les scénarii 2 et 3 montre que l'apparition d'effets indésirables pour la santé des populations exposées, due à l'intégration des crasses d'aluminium dans les déchets n'est pas probable.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique lié à l'inhalation des substances atmosphériques potentiellement émises par l'installation dans son fonctionnement après l'intégration des crasses d'aluminium est non significatif pour les effets à seuil.

3.4.2.2 Voie ingestion

Les organes cibles critiques pour les effets toxiques à seuil sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 29 : Synthèse des organes cibles critiques (exposition par ingestion)

Organes cibles	Substances
Système rénal	Pb
Système osseux	Cd
Système sanguin	Zn
Système immunitaire	Dioxines
Système digestif	Cu, Cr VI
Effets sur le développement	Mn, Ni, dioxines
Système hépatique	Cr III

Le tableau suivant présente les quotients de dangers par substance pour le récepteur le plus impacté pour le scénario 1.

Tableau 30 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénario 1

Polluants	VTR ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)	QDo		Récepteur le plus impacté
		Adulte	Enfant	
Plomb	$6,3 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	0,02	H
Cadmium	$3,5 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	< 0,01	
Cuivre	$1,5 \cdot 10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	
Chrome VI	$9,0 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	< 0,01	

Polluants	VTR (mg/kg/j)	QDo		Récepteur le plus impacté
Chrome III	$3,0 \cdot 10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	
Manganèse sol	$5,5 \cdot 10^{-2}$	< 0,01	< 0,01	
Manganèse végétaux	$5,5 \cdot 10^{-2}$	< 0,01	< 0,01	
Nickel	$2,8 \cdot 10^{-3}$	< 0,01	< 0,01	
Zinc	$3,0 \cdot 10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	
Aluminium	$1,4 \cdot 10^{-1}$	-	-	
Dioxines	$7 \cdot 10^{-10}$	0,08	0,20	
	Valeur repère			
QD sommé	1	0,08	0,22	H

En première approche, les risques ont été estimés en considérant qu'il existait un usage défini dans les scénarios d'exposition en chaque point retenu comme « récepteur ». L'examen de ces tableaux montre que le quotient de danger de chacune des substances pris séparément est inférieur à la valeur repère de 1, au niveau du récepteur le plus impacté. Malgré le fait que les effets des substances retenues ne portent pas sur les mêmes organes cibles, un quotient de danger sommé a été calculé en sommant l'ensemble des QD de chaque substance. Il est de 0,2 pour les enfants les plus exposés donc inférieur à la valeur repère de 1. La part des dioxines dans ce risque global est de 90 %. Le système immunitaire est la cible principale concernée pour les effets à seuil pour la voie ingestion.

Conformément à la méthodologie préconisée dans le guide INERIS, nous avons sommé les quotients de dangers en fonction des organes cibles. Aucun quotient de danger n'est supérieur à la valeur seuil de 1 ; le risque le plus élevé au niveau des enfants les plus exposés (H) concerne le système immunitaire (organe cible des dioxines) avec un quotient de danger de l'ordre de 0,2.

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 induits par le site que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique lié à l'ingestion des substances atmosphériques potentiellement émises par l'installation dans son fonctionnement est non significatif pour les effets à seuil pour le scénario 1.

► Fonctionnement actuel et futur

Le tableau suivant présente les quotients de danger par substance au droit du point H pour les scénarii 2 et 3.

Tableau 31 : Quotients de danger par substance pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénarii 2 et 3

Polluants	VTR (mg/kg/j)	QDo				Récepteur le plus impacté
		Adulte		Enfant		
		Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	$6,3 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	H
Cadmium	$3,5 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Cuivre	$1,5 \cdot 10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Chrome VI	$9,0 \cdot 10^{-4}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Chrome III	$3,0 \cdot 10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Manganèse sol	$5,5 \cdot 10^{-2}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Manganèse vx	$5,5 \cdot 10^{-2}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	

Polluants	VTR (mg/kg/j)	QDo				Récepteur le plus
Nickel	$2,8.10^{-3}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Vanadium	$3,0.10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Zinc	$1,4.10^{-1}$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Aluminium	$6,3.10^{-4}$	-	< 0,01	-	< 0,01	
Dioxines	7.10^{-10}	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
	Valeur repère					
QD sommé	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	H

L'examen de ces tableaux montre que le quotient de danger de chacune des substances pris séparément est inférieur à la valeur repère de 1, au niveau du récepteur le plus impacté, et ce pour les deux scénarii. Malgré le fait que les effets des substances retenues ne portent pas sur les mêmes organes cibles, un quotient de danger sommé a été calculé en sommant l'ensemble des QD de chaque substance. Il est inférieur à la valeur repère de 1 pour les deux scénarii considérés.

Conformément à la méthodologie préconisée dans le guide INERIS, nous avons sommé les quotients de dangers en fonction des organes cibles. Aucun quotient de danger n'est supérieur à la valeur seuil de 1.

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 induits par le site que l'on considère les effets des agents dangereux pris individuellement ou collectivement par type d'effet.

Par conséquent, le risque sanitaire chronique lié à l'ingestion des substances atmosphériques potentiellement émises par l'installation dans son fonctionnement après l'intégration des crasses d'aluminium est non significatif pour les effets à seuil.

3.4.3 Caractérisation des risques chroniques pour les effets sans seuil

3.4.3.1 Voie inhalation

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel de chacun des polluants pris séparément ainsi que l'excès de risque individuel sommé pour la voie d'exposition par inhalation.

Tableau 32 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénario 1

Polluants	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	ERI inhalation		Récepteur le plus impacté
		Adulte / Vie entière	Enfant	
Plomb	$1,2.10^{-5}$	$2,3.10^{-8}$	$4,6.10^{-9}$	H
Nickel	$1,7.10^{-4}$	$2,2.10^{-7}$	$4,4.10^{-8}$	H
Benzène	$2,6.10^{-5}$	$9,5.10^{-7}$	$1,9.10^{-7}$	H
Chrome VI	$4,0.10^{-2}$	$1,0.10^{-6}$	$2,1.10^{-7}$	H
	Valeur repère			
ERI_i sommé	10^{-5}	$2,2.10^{-6}$	$4,4.10^{-7}$	H

L'examen de ce tableau montre que l'excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (H) pour chacune des substances pris séparément est inférieur à la valeur repère de 10^{-5} (au maximum 1.10^{-6} pour le chrome VI).

Conformément à ce qui est préconisé dans le guide INERIS, nous avons sommé l'ensemble des risques cancérigènes quel que soit le type de cancer provoqué, ceci afin d'estimer le risque cancérigène global qui pèse sur la population.

L'excès de risque individuel sommé pour les récepteurs adultes les plus exposés (H) est de l'ordre de $2,2 \cdot 10^{-6}$, inférieur à la valeur repère de 10^{-5} .

Ainsi, nous pouvons conclure que le risque sanitaire chronique cancérogène lié à l'inhalation des substances atmosphériques émises par le site dans son fonctionnement est non significatif au niveau des populations les plus exposées pour le scénario 1.

► Fonctionnement actuel et futur

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel de chacun des polluants pris séparément ainsi que l'excès de risque individuel sommé pour la voie d'exposition par inhalation pour les scénarii 2 et 3.

Tableau 33 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par inhalation) – Scénarii 2 et 3

Polluants	VTR (µg/m ³) ⁻¹	ERI inhalation				Récepteur le plus impacté
		Adulte / Vie entière		Enfant		
		Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	1,2.10 ⁻⁵	1,3.10 ⁻¹⁰	1,4.10 ⁻¹⁰	2,6.10 ⁻¹¹	2,9.10 ⁻¹¹	B
Nickel	1,7.10 ⁻⁴	5,2.10 ⁻¹⁰	3,4.10 ⁻¹⁰	1,0.10 ⁻¹⁰	6,8.10 ⁻¹¹	B
Benzène	2,6.10 ⁻⁵	8,5.10 ⁻¹⁰	2,0.10 ⁻⁹	1,7.10 ⁻¹⁰	3,9.10 ⁻¹⁰	H
Chrome VI	4,0.10 ⁻²	2,9.10 ⁻⁸	2,0.10 ⁻⁸	5,8.10 ⁻⁹	4,1.10 ⁻⁹	B
	Valeur repère					
ERI _i sommé	10 ⁻⁵	3,0.10 ⁻⁸	2,3.10 ⁻⁸	6,1.10 ⁻⁹	4,6.10 ⁻⁹	B

L'examen de ce tableau montre que l'excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (B) pour chacune des substances pris séparément est inférieur à la valeur repère de 10^{-5} (au maximum $2,9 \cdot 10^{-8}$ pour le chrome VI), quel que soit le scénario.

Conformément à ce qui est préconisé dans le guide INERIS, nous avons sommé l'ensemble des risques cancérogènes quel que soit le type de cancer provoqué, ceci afin d'estimer le risque cancérogène global qui pèse sur la population.

L'excès de risque individuel sommé, pour les deux scénarii et pour les récepteurs adultes les plus exposés, est de l'ordre de $3 \cdot 10^{-8}$, inférieur à la valeur repère de 10^{-5} et à l'excès de risque du scénario 1 de 98%.

Ainsi, nous pouvons conclure que le risque sanitaire chronique cancérogène lié à l'inhalation des substances atmosphériques émises par le site dans son fonctionnement après l'intégration des crasses d'aluminium est non significatif au niveau des populations les plus exposées.

3.4.3.2 Voie ingestion

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel de chacun des polluants pris séparément ainsi que l'excès de risque individuel sommé pour la voie d'exposition par ingestion.

Tableau 34 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion) – Scénario 1

Substance	VTR (mg/kg/j) ⁻	ERlo			Récepteur le plus impacté
		Adulte	Enfant	Vie entière	
Plomb	$8,5.10^{-3}$	$5,7.10^{-9}$	$7,8.10^{-9}$	$1,2.10^{-8}$	H
Cr VI	$5,0.10^{-1}$	$4,3.10^{-9}$	$6,1.10^{-9}$	$9,4.10^{-9}$	
	Valeur repère				
ERlo sommé	10^{-5}	$1,0.10^{-8}$	$1,4.10^{-8}$	$2,2.10^{-8}$	H

L'examen de ce tableau montre que l'excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (H) pour chacune des substances prise séparément est inférieur à la valeur repère de 10^{-5} (au maximum $2,2.10^{-8}$ sur la vie entière).

Ainsi, nous pouvons conclure que le risque sanitaire chronique cancérigène lié à l'ingestion des substances atmosphériques émises par le site dans son fonctionnement est non significatif au niveau des populations les plus exposées pour le scénario 1.

► Fonctionnement actuel et futur

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel de chacun des polluants pris séparément ainsi que l'excès de risque individuel sommé pour la voie d'exposition par ingestion pour les scénarii 2 et 3.

Tableau 35 : Excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (exposition par ingestion lors des fonctionnements actuel et futur)

Polluants	VTR (mg/kg/j) ⁻¹	ERI ingestion						Récepteur le plus impacté
		Adulte / Vie entière		Enfant		Vie entière		
		Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 2	Scénario 3	
Plomb	0,0085	3,0.10 ⁻¹¹	3,2.10 ⁻¹¹	4,1.10 ⁻¹¹	4,4.10 ⁻¹¹	6,4.10 ⁻¹¹	7,0.10 ⁻¹¹	B
Chrome VI	0,5	9,9.10 ⁻¹¹	6,7.10 ⁻¹¹	1,4.10 ⁻¹⁰	9,5.10 ⁻¹¹	2,2.10 ⁻¹⁰	1,5.10 ⁻¹⁰	
	Valeur repère							
ERI _i sommé	10 ⁻⁵	1,3.10 ⁻¹⁰	9,9.10 ⁻¹¹	1,8.10 ⁻¹⁰	1,4.10 ⁻¹⁰	2,9.10 ⁻¹⁰	2,2.10 ⁻¹⁰	B

L'examen de ce tableau montre que l'excès de risque individuel pour le récepteur le plus impacté (B) pour chacune des substances prise séparément est inférieur à la valeur repère de 10^{-5} (au maximum, respectivement pour le scénario 2 et 3, $2,9.10^{-10}$ et $2,2.10^{-10}$ sur la vie entière).

L'excès de risque maximal (scénario 2 – vie entière) inférieur à celui du scénario 1 de 99%.

Ainsi, nous pouvons conclure que le risque sanitaire chronique cancérigène lié à l'ingestion des substances atmosphériques émises par le site dans son fonctionnement après l'intégration des crasses d'aluminium est non significatif au niveau des populations les plus exposées.

3.4.4 Comparaison aux valeurs guides

Certaines substances conservées « comme traceurs de risque sanitaire » ne disposent pas de Valeur Toxicologique de référence mais peuvent toutefois induire des effets toxiques pour la santé. Seule une valeur guide publiée par le bureau Europe de l'Organisation Mondiale de la Santé dans un document intitulé « Air Quality Guidelines in Europe » [WHO 2000,2005] est disponible. L'objet de ce guide est de « fournir une base pour la protection de la santé publique contre les effets néfastes des substances atmosphériques, dans la perspective d'une cessation ou d'une réduction de l'exposition aux substances qui nuisent certainement ou probablement à la santé ou au bien-être. Ces valeurs guides correspondent à des niveaux en dessous desquels l'exposition (à vie ou pendant une période donnée) ne représente pas de risque important pour la santé publique »¹⁰. Ces valeurs, bien que reposant sur des critères sanitaires sont considérées comme des valeurs de gestion, et ne constituent pas, stricto sensu, des valeurs toxicologiques de référence.

Pour ces substances, une comparaison de la concentration environnementale avec la valeur guide peut toutefois être menée afin d'apprécier qualitativement l'impact de la présence de cette substance sur la population. Il est à noter qu'aucune caractérisation du risque ne sera réalisée en se basant sur ces valeurs, conformément à la note d'information 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.

Les concentrations environnementales modélisées pour ces substances sont récapitulées dans le tableau suivant.

Tableau 36 : Comparaison aux valeurs guides (VG) – Scénario 1

Substance	Récepteur	Concentration (µg/m ³)	VG (µg/m ³)	Ratio max
NO ₂	H	6,2	40	0,16
SO ₂	H	3,0	50	0,06
Si poussières 100% PM 2.5	H	0,2	10	0,02
Si poussières 100% PM10	H	0,2	20	0,01
Plomb	B	0,005	0,5	0,01

Les concentrations environnementales observées pour ces substances au niveau des récepteurs sont nettement inférieures aux valeurs guides de l'OMS ou aux VGAI de l'Anses.

¹⁰ WHO. Air Quality Guidelines. Second edition WHO Regional Publications, European Series, No. 91.2000, 273 pages.

► Fonctionnement actuel et futur

Tableau 37 : Comparaison aux valeurs guides (VG) au point le plus impacté – Scénarii 2 et 3

Substance	VG ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Scenario 2		Scenario 3	
		Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ratio max	Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ratio max
NO ₂	40	0,98	0,02	1,0	0,02
SO ₂	50	0,08	0,002	0,02	0,0004
Si poussières 100% PM 2.5	10	0,02	0,0008	0,02	0,0008
Si poussières 100% PM10	20	0,02	0,0008	0,02	0,0008
Plomb	0,5	0,00008	0,0002	0,00008	0,0002

Les concentrations environnementales observées pour ces substances au niveau des récepteurs sont nettement inférieures aux valeurs guides de l'OMS ou aux VGAI de l'Anses.

Au vu des concentrations environnementales modélisées pour ces substances au niveau des récepteurs, nettement inférieures aux valeurs guides de l'OMS ou aux VGAI de l'Anses, aucun impact sanitaire significatif lié à l'inhalation des composés émis par le site n'est attendu, quel que soit le scénario considéré.

3.5 Analyse des incertitudes

Les principales incertitudes sont les suivantes :

- L'estimation des flux ;
- La modélisation atmosphérique ;
- Les valeurs toxicologiques de référence ;
- Le temps d'exposition ;
- Les voies d'exposition ;
- La non prise en compte du bruit de fond.

3.5.1 L'estimation des flux

Les données sont issues :

- Des valeurs limites d'émission ;
- De campagnes de mesures ponctuelles qui ne tiennent donc pas compte de la variabilité des flux à l'émission.

► Scénario 1

Concernant les métaux, il est à noter que les concentrations de chrome, manganèse, nickel, vanadium et zinc sont majorantes par rapport aux analyses effectuées.

Concernant les COV, une valeur limite à l'émission de 110 mg/Nm³ a été considérée pour l'ensemble des sources pour ce scénario. Toutefois l'AP du 19/11/2019 prescrit une concentration limite de 30 mg/Nm³ pour RTF1, 2, 3 et CCT4. L'approche retenue pour ce scénario est donc majorante.

Pour le benzène, formaldéhyde et d'acroléine, des concentrations limites ont été définies afin que le risque lié à ces polluants soit non significatif.

Concernant les dioxines et furannes, les concentrations prise en compte en sortie de rejet correspondent aux valeurs limites d'émissions divisées par 5. Les campagnes de mesures réalisées montrent qu'il s'agit en réalité d'une hypothèse majorante, les concentrations réelles étant encore plus faibles que le cinquième de la VLE.

► Scénarii 2 et 3

Pour le scénario 2, les flux annuels ont été estimés à partir des mesures à l'émission des contrôles réglementaires 2019 et 2020., excepté pour RTF2 pour lequel la dernière campagne de mesure date de 2017.

Enfin, il a été considéré un fonctionnement en continu de l'ensemble des installations, ce qui est majorant. En effet, les fours ne fonctionnent pas tout au long de l'année, de plus les crasses ne seront pas injectées dans les fours de façon continue.

L'estimation des flux annuels est donc majorant pour l'ensemble des scenarii.

3.5.2 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.

3.5.2.1 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 internationaux¹¹ 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 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 2005¹².

¹¹ 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.

¹² 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.

3.5.2.2 Prise en compte par le modèle des différentes sources

La prise en compte par le modèle d'une source de type canalisée est quant à elle généralement satisfaisante (inférieur à 20 %).

Ainsi, au vu des niveaux de risque estimés, l'incertitude liée à la prise en compte des différents types de sources par le modèle n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

3.5.2.3 Incertitudes relatives aux données d'entrée

Le tableau suivant, liste les principales composantes du site et de son environnement, susceptibles, par leur complexité, de favoriser l'augmentation des incertitudes dans le calcul de dispersion. La complexité de ces composantes est classée suivant les critères : nulle, faible, moyenne, élevée.

Tableau 38 : Qualité des données d'entrée du modèle

Modèle	Complexité	Commentaires
Relief sur le domaine	Moyenne	Le relief est important autour du site, un fichier terrain a donc été pris en compte. Ces données disposent d'une résolution de 75 mètres, suffisante pour intégrer le relief proche des sources émissives.
Obstacles autour de l'installation	Faible	Aucun obstacle majeur n'est de nature à modifier la dispersion atmosphérique des substances issus des sources prises en compte. Cet effet n'a donc pas été pris en compte dans la modélisation.
Météorologie	Moyenne	Les données utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique sont des données tri-horaires sur 3 ans (2012-2014). Elles proviennent de la station météorologique Creil (30 km au sud-ouest du site). Les modèles de dispersion atmosphérique ne permettent pas de prendre en compte les vents d'une vitesse inférieure à 0,75 m/s car leurs directions ne peuvent être mesurées par les stations météorologiques de Météo France (écart type sur la mesure important). Ces vents représentent environ 10 % des données tri-horaires pris en compte. Parmi toutes ces données, les vents dont la vitesse était nulle ont été répartis dans toutes les directions (6,7 %). La pluviométrie a été prise en compte. Ainsi, les dépôts secs et humides ont été considérés.
Caractéristiques physiques des sources	Bonne	Les sources canalisées ont été localisées à partir du plan issu de l'EQRS réalisée par APSYS.
Echelles spatiales étudiées	Faible	Les sites sensibles étudiés sont localisés entre quelques centaines de mètres et quelques kilomètres des sources, c'est à dire dans le domaine de validité du modèle.

3.5.3 Les 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.

De plus, les VTR ont évolués depuis la réalisation de l'EQRS en 2016 (objet du rapport RACINO02352). Celles sélectionnées en 2016 ne sont plus valides au moment de la rédaction de ce rapport et les calculs de risque ont donc été mis à jour, pour le scénario 1, en prenant en compte les VTR actuelles.

Les calculs présentés ci-après ont été réalisés avec les flux estimés au paragraphe 0.

► Evolution des VTR entre 2016 et 2021

Tableau 39 : VTR existantes inhalation

Polluant	Effets	BURGEAP (2016) Conformément à la note DGS/DGPR	BURGEAP (2021) Conformément à la note DGS/DGPR
Plomb	A seuil	-	-
	Sans seuil	$1,2 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$1,2 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Cadmium	A seuil	$0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	A seuil	$0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	-	-
Cuivre	A seuil	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Chrome VI	A seuil	$0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$4,0 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$4,0 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Chrome III	A seuil	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Manganèse	A seuil	$0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Nickel	A seuil	$0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$3,8 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$1,7 \cdot 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Vanadium	A seuil	$0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Zinc	-	-	-
HCl	A seuil	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
HF	A seuil	$14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$14 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Dioxines/furannes	A seuil	-	-
	Sans seuil	-	-
Acétaldéhyde	A seuil	-	$160 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$2,2 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-
Acroléine	A seuil	$0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Formaldéhyde	A seuil	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$123 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$1,310^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-
Phénol	A seuil	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-
Benzène	A seuil	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$2,6 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$2,6 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Toluène	A seuil	$3\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$19\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Ethylbenzène	A seuil	$260 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$1\,500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	Sans seuil	$2,5 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-
1,2,4-triméthylbenzène	A seuil	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1,3,5-triméthylbenzène	A seuil	$200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
		QD_{max} : 0,21 ERI_i max : $3,3 \cdot 10^{-6}$	QD_{max} : 0,07 ERI_i max : $2,2 \cdot 10^{-6}$

En **bleu** sont présentées les VTR qui ont évolué entre 2016 et 2021.

Au regard des niveaux de risques estimés pour le risque sanitaire chronique par inhalation pour les effets sans seuil et les effets à seuil, ce choix n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

Tableau 40 : VTR existantes ingestion

Polluant	Effets	BURGEAP (2016) Conformément à la note DGS	BURGEAP (2021) Conformément à la note DGS
Plomb	A seuil	$0,63 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j	$0,63 \cdot 10^{-3}$ mg/kg/j
	Sans seuil	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (mg/kg/j) ⁻¹
Cadmium	A seuil	$3,6 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j	$3,5 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j
Cuivre	A seuil	0,5 mg/kg/j	0,15 mg/kg/j
Chrome VI	A seuil	0,0009 mg/kg/j	0,0009 mg/kg/j
	Sans seuil	-	$0,5$ (mg/kg/j)⁻¹
Chrome III	A seuil	1,5 mg/kg/j	0,3 mg/kg/j
Manganèse	A seuil	0,06 mg/kg/j	0,06 mg/kg/j
Nickel	A seuil	0,02 mg/kg/j	0,0028 mg/kg/j
Vanadium	A seuil	0,009 mg/kg/j	-
Zinc	A seuil	0,3 mg/kg/j	0,3 mg/kg/j
Aluminium	A seuil	-	0,14
Dioxines/furannes	A seuil	$7 \cdot 10^{-10}$ mg/kg/j	$7 \cdot 10^{-10}$ mg/kg/j
		QD_{max} : 0,22 ERL_i max : $1,2 \cdot 10^{-8}$	QD_{max} : 0,22 ERL_i max : $1,2 \cdot 10^{-8}$

En **bleu** sont présentées les VTR qui ont évolué entre 2016 et 2021.

Au regard des niveaux de risques estimés pour le risque sanitaire chronique par ingestion pour les effets sans seuil et les effets à seuil, ce choix n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

3.5.4 Durée d'exposition

Il a été pris en compte dans le cadre du scénario « habitation », 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 Sécurité 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 (catégorie : employés), le temps moyen temps passé hors du lieu d'habitation (données départementales – Oise). Les activités présentées sont données à titre d'exemple, cette liste n'étant pas exhaustive.

Tableau 41 : Temps passé à l'extérieur du lieu d'habitation en min/jour (population urbaine de 20 000 à 100 000 habitants par commune)

	Adulte		Enfant	
	17 à 60 ans	Plus de 61 ans	1 à 2 ans	2 à 7 ans
Promenade hors lieu d'habitation	73 (31% de taux de pratique)	76 (27% de taux de pratique)	45 (100% de taux de pratique)	75 (100% de taux de pratique)
Lieu de travail/garderie ou écoles	432 (61% de taux de pratique)	231 (3% de taux de pratique)	240 (100% de taux de pratique)	210 (100% de taux de pratique)
Autres lieux hors habitation	172 (73% de taux de pratique)	163 (77% de taux de pratique)	-	-

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.

Par ailleurs, selon l'étude InVS¹³, le temps passé en intérieur est de 23,6 heures par jour pour les adultes et les enfants.

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.

3.5.5 Voies d'exposition

La voie de transfert considérant l'ingestion d'œufs, de volailles, de viande et de lait a été considérée à titre conservatoire en raison de la présence de dioxines.

Cette hypothèse est donc majorante. En effet, il a été considéré la présence d'élevages à chaque point récepteur.

¹³ Synthèse des travaux du Département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition - INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE (percentile 95 de l'étude retenus)

3.5.6 La non prise en compte du bruit de fond

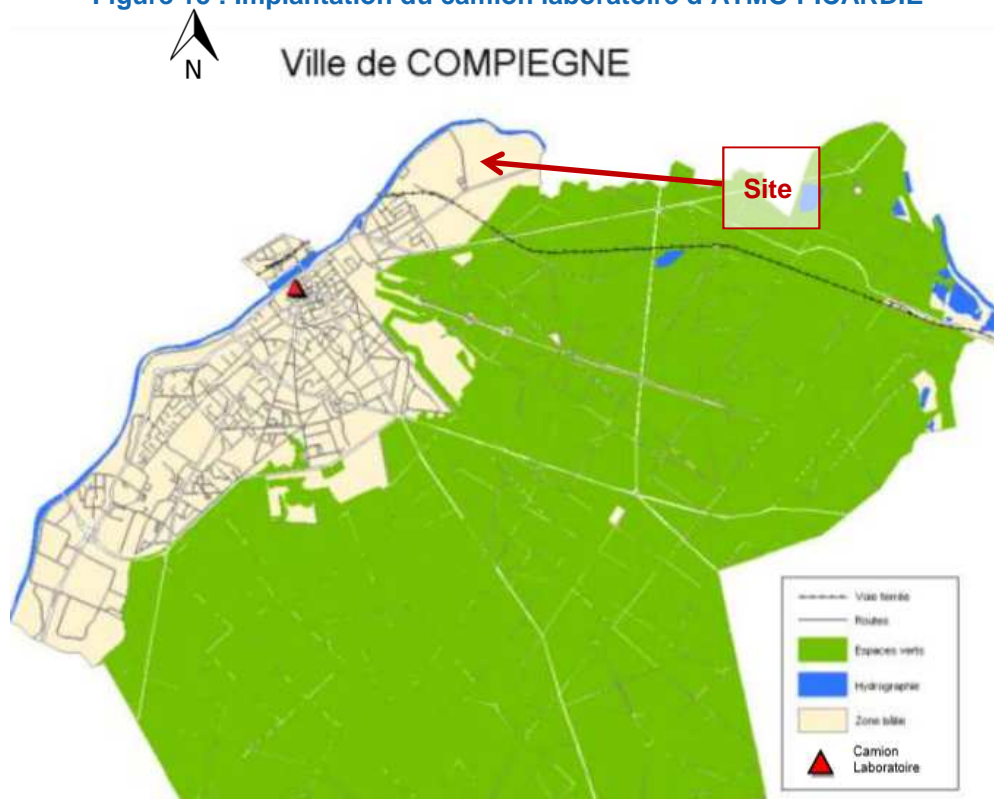
Dans la mesure où le bruit de fond et ses incidences sanitaires n'ont pas à ce jour fait l'objet d'une procédure de gestion nationale (malgré l'existence d'un groupe technique du Ministère en charge de l'environnement travaillant sur cette thématique), la présente étude a été menée en ne considérant que les risques sanitaires induits par l'émission de substances issues de l'activité du site existant et de son extension.

Il faut rappeler que :

- la présence potentielle de composés organiques volatils (benzène, solvants, etc.) ou de poussières dans l'air atmosphérique de certaines agglomérations (suivis parfois par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air), non liée au site, n'est pas prise en compte ;
- la présence potentielle dans l'air intérieur de composés organiques volatils (solvants, formaldéhydes, etc.) issus des aménagements et activités dans les locaux, non liée au site, n'est pas prise en compte.

Pour information, ATMO PICARDIE est en charge de la surveillance de la qualité de l'air en Picardie. Aucune station de mesure n'est présente à Compiègne. Une campagne de mesures a été menée à Compiègne par ATMO Picardie en 2011¹⁴.

Figure 15 : Implantation du camion laboratoire d'ATMO PICARDIE



Source : ATMO Picardie

¹⁴ Synthèse/Campagne de mesure de la qualité de l'air à Compiègne 2011/03/R/version du 25 juin 2012
http://www.atmo-picardie.com/publications/fichiers/140/synthese_Compiègne_2011.pdf

Les résultats des mesures sont proposés dans le tableau suivant :

Tableau 42 : Concentrations moyennes annuelles mesurées à Compiègne par ATMO Picardie

Substance	Moyenne annuelle 2011 mesurée par ATMO Picardie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration maximale modélisée par BURGEAP au niveau du riverain le plus impacté H ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		VG ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
		Scenario 1	Scenario 2 et 3	
SO ₂	2	3,0	1	50
NO ₂	31	6,2	0,02	40
PM10	33	0,2	0,02	20

Il est à noter que ces substances ne sont pas concernées par l'évaluation des risques sanitaires, ne disposant que de valeurs guides.

En considérant que les concentrations mesurées par ATMO Picardie soient représentatives des concentrations « bruit de fond » de l'ensemble de la zone d'étude, et que les flux à l'émission des rejets du site soient maximaux, alors les concentrations d'exposition globale au récepteur H seraient inférieures aux valeurs de gestion, pour le NO₂ et le SO₂. En ce qui concerne les particules, la concentration liée à un flux maximal de particules du site, représenterait 10% par rapport à la concentration bruit de fond.

CONCLUSION

Autorisée à recevoir des déchets non dangereux, REGEAL souhaite réceptionner des crasses d'Aluminium classées déchets dangereux. Dans ce cadre, une autorisation temporaire a été obtenue qui permettra à REGEAL de :

- Faire des mesures atmosphériques en sortie de fours rotatifs pour caractériser l'impact de l'admission de ces déchets sur les émissions à la source ;
- Bâtir son dossier de permitting ;
- Mettre à jour l'évaluation des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques du site.

Suite à la demande des autorités administratives, REGEAL a mandaté BURGEAP pour la réalisation de cette EQRS.

Le site est situé dans un environnement semi-urbain moyennement dense (environ 760 habitants au kilomètre carré à Compiègne contre une moyenne nationale de 118,27 habitants/km²). Entre 30 et 40 % de la population a moins de 30 ans et environ 20 % de la population a plus de 60 ans. La majorité de la population réside toute l'année sur le domaine d'étude (> 90 %).

Les sources d'émissions prises en compte dans cette étude sont les cheminées des fours RTF1, RTF2, RTF3, F et G et la cheminée CTT4.

Afin de déterminer l'impact de l'admission des crasses d'Aluminium sur les émissions à la source, les trois scénarios suivants ont été étudiés :

- **Scénario 1** : Mise à jour de l'EQRS basée sur les flux maximaux de l'arrêté préfectoral du site, réalisée en 2016 par BURGEAP et objet du rapport RACINO02352. Les risques liés à ce scénario ont été recalculés à partir des VTR, de certains polluants, mises à jour entre 2016 et 2021.
- **Scénario 2** : EQRS basée sur les émissions du site « actuelles » avant l'intégration des crasses d'Aluminium dans les déchets réceptionnés sur le site. Les mesures atmosphériques ont été réalisées en 2019. Les mesures atmosphériques (concentrations et flux) sont issues du contrôle réglementaire de 2019 du site.
- **Scénario 3** : EQRS basée sur les émissions du site « futures » après l'intégration des crasses d'Aluminium dans les déchets réceptionnés sur le site. Les mesures atmosphériques ont été par BURGEAP réalisées en 2020.

Les voies d'exposition retenues sont :

- Une exposition par inhalation pour les émissions de substances gazeuses et particulaires issues de l'installation,
- Une exposition par ingestion de sol impacté par les retombées atmosphériques des émissions du site,
- Une exposition par ingestion de végétaux et de matrices animales, impactés par transfert de la pollution du sol.
- Une exposition aux émissions sonores de l'installation.

Les rejets aqueux n'ont pas été retenus comme sources de danger car aucun rejet des eaux de process n'est réalisé. La voie d'exposition liée (ingestion d'eau, ...) n'a de fait pas été retenue.

La description des dangers potentiels présentés par les substances émises par le site (générales et spécifiques), et l'identification des relations entre les doses et la survenue des dangers propres à ces substances nous a conduits au choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) selon les critères de la note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014. Les niveaux d'exposition ont été évalués à partir des données issues de la modélisation et leur comparaison aux VTR a permis de caractériser le risque..

Nous arrivons aux conclusions suivantes :

► **Risque toxique pour les effets toxiques à seuil**

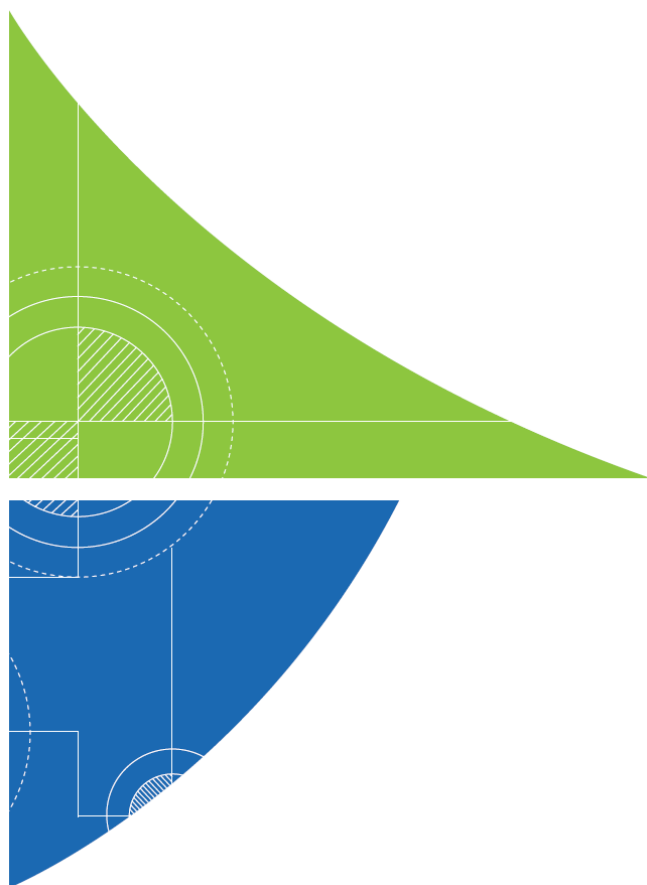
- Le risque toxique pour les effets à seuil associé à une inhalation des émissions atmosphériques du site, lors de l'intégration des crasses, est non significatif compte tenu des quotients de danger relatifs à chaque organe cible (au maximum 0,01 pour le système respiratoire pour le récepteur les plus exposés) inférieurs à la valeur repère de 1 et inférieur à celui du scénario 1 d'environ 86%.
- Le risque toxique pour les effets à seuil associé à une ingestion de sol, de végétaux et de matrices animales, lors de l'intégration des crasses, est non significatif compte tenu des quotients du danger relatifs à chaque organe cible, inférieurs à la valeur repère de 1 et au risque du scénario 1.

► **Risque toxique pour les effets toxiques sans seuil**

- Concernant le risque pour les effets sans seuil par inhalation, le calcul de l'excès de risque individuel maximal pour le fonctionnement du site, après l'intégration des crasses d'aluminium, aboutit à une valeur de l'ordre de 3.10^{-8} , pour les récepteurs les plus exposés, non significative en comparaison de la valeur repère de 10^{-5} et inférieur à l'excès de risque du scénario 1 de 98%.
- Concernant le risque pour les effets sans seuil par ingestion, le calcul de l'excès de risque individuel aboutit à une valeur maximale de l'ordre de $2,9.10^{-10}$, non significative en comparaison de la valeur repère de 10^{-5} et inférieur de 99% par rapport à l'excès de risque individuel du scénario 1.

Dans les conditions d'études retenues et en l'état actuel des connaissances scientifiques, le risque sanitaire lié aux émissions atmosphériques du site de REGEAL dans son état de fonctionnement futur, avec l'intégration des crasses d'aluminium, est non significatif pour les populations recensées.

ANNEXES



Annexe 1. Concentrations prises en compte en sortie de rejet

Cette annexe contient 3 pages.

Les concentrations et les flux pris en compte pour l'ensemble des rejets sont issus :

- des mesures et analyses réalisées en sortie de rejet par le LECES lors de l'utilisation des crasses d'aluminium;
- de la campagne de mesures réglementaires de :
 - 2017 pour RTF2 (seule campagne disponible) ;
 - 2018 pour RTF3 ;
 - 2019 pour RTF1, RTF3, CTT4, Four F et four G ;
 - 2020 pour RTF1, CTT4, Four F et four G (le rapport d'analyse pour RTF3 n'étant pas disponible à la date de rédaction du présent rapport).
- de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires de ce même site, objet du rapport BURGEAP RACINO02352, réalisée en 2016 sur la base des VLE de l'AP du 19/11/201 notamment.

Les tableaux suivants présentent les concentrations en polluants pour chaque scénario.

Concentration en polluants prises en compte en sortie de rejet (mg/m3) – Scénario 1

	RTF1	RTF2	RTF3	CTT4	Four F	Four G	Chaudière
Poussières totales	5	5	5	5	20	20	
SOx	100	100	100	100	35	35	
NOx	200	200	200	200	120	120	113
Plomb	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
Cadmium	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Cuivre	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Chrome	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Manganèse	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Nickel	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Vanadium	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Zinc	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
HCl	5	5	5	5			
HF	1	1	1	1			
Dioxines/Furannes	2.10 ⁻⁸	6.10 ⁻⁸	2.10 ⁻⁸	2.10 ⁻⁸			
COVnm	110	110	110	110	110	110	
Acétaldéhyde	30,1	0,7	30,1		6,6		
Acroléine					0,9		
Formaldéhyde		0,6		5,5	5,0	2,8	
Phénol		1,0			0,7	50,1	
Benzène	4,0	3,8	4,0				

En bleu : Valeur limite d'émission issue de l'AP de février 2011 – remarque pour les dioxines furannes, elles ont été divisées par 5

En orange : Hypothèse APSYS 2015

En violet : mesure indiquée dans le rapport APSYS

Concentration en polluants mesurées en sortie de rejet (mg/m3) – Scénario 2

	RTF1*	RTF2**	RTF3	CTT4	Four F	Four G	Chaudière
Poussières totales	0,4	1,8	0,3	1,1	5,6	5,9	
SOx		0	1,9		0,3		
NOx	1,3	1,5	5	18,4		19,0	
Plomb	0,0001	0,037	0,0002	0,0009	0,009	0,005	
Cadmium	0,00004	0,0003	0,0001	0,00007	0,002	0,003	
Cuivre	0,002	0,008	0,0003	0,009	0,01	0,008	
Chrome	0,0006		0,0009	0,04	0,006	0,005	
Manganèse	0,002		0,02	0,004	0,005	0,004	
Nickel	0,001		0,00009	0,0004	0,001	0,0001	
Vanadium	0,00001		0,000009	0,00007	0,0003	0,0003	
Zinc	0,08		0,009	0,009	0,02	0,05	
HCl		0,5	0,1	0,05			
HF	0,02	0,42	0,2	0,08			
Dioxines/Furannes	1.10 ⁻¹²	1.10 ⁻¹⁰	8.10 ⁻¹³	1.10 ⁻¹¹			
COVnm	7,1	0,5	7,8				
Acétaldéhyde	0,0007		0,01	0,0004			
Acroléine	0,0007		0,0004	0,002			
Formaldéhyde	0,0007		0,0004	0,02			
Phénol	0,02		0,002	0,004			
Benzène	0,009		0,002	0,01			

*Les concentrations du manganèse, nickel, vanadium et zinc sont issues des résultats du contrôle réglementaire de 2020 et non de 2019, au niveau duquel ces concentrations ne sont pas précisées.

**Les concentrations au niveau du four RTF2 sont issues de la campagne de mesures réglementaires du site (seule campagne disponible pour ce four).

Concentration en polluants mesurées en sortie de rejet (mg/m3) – Scénario 3

	RTF1	RTF2	RTF3	CTT4	Four F	Four G	Chaufferie
Poussières totales	6,9	1,8	1,1	1,1	5,6	5,9	
SOx	0,4	0	1,5		0,3		
NOx	6,5	1,5	7,1	18,4		19,0	
Plomb	0,009	0,037	0,009	0,0009	0,009	0,005	
Cadmium	0,0002	0,0003	0,0002	0,00007	0,002	0,003	
Cuivre	0,005	0,008	0,004	0,009	0,01	0,008	
Chrome	0,002		0,0006	0,04	0,006	0,005	
Manganèse	0,02		0,05	0,004	0,005	0,004	
Nickel	0,0008		0,001	0,0004	0,001	0,0001	
Vanadium	0,0003		0,0005	0,00007	0,0003	0,0003	
Zinc	0,09		0,09	0,009	0,02	0,05	
Aluminium	0,4		0,2				
HCl	0,1	0,5	0,4	0,05			
HF	0,05	0,42	0,02	0,08			
Dioxines/Furannes	1.10^{-12}	1.10^{-10}	1.10^{-8}	1.10^{-11}			
COVnm		0,5					
Acétaldéhyde	0,1		0,09	0,0004			
Acroléine	0,01			0,002			
Formaldéhyde	0,2		0,3	0,02			
Phénol	0,004			0,004			
Benzène	0,003		0,02	0,01			

Notons que, les rejets RTF1 et RTF3 étant les seules sources concernées par l'ajout des crasses d'aluminium dans les déchets, les mesures de BURGEAP ont été réalisées au niveau de ces deux fours seulement.

Annexe 2. Résultats des campagnes de mesures au niveau des rejets 2019 - 2020

Cette annexe contient 110 pages.

AFFIMET REGEAL - COMPIEGNES
RAPPORT D'ESSAI
MESURES SPECIFIQUES
DES REJETS DE POLLUANTS À L'ATMOSPHÈRE
Campagne n°1

RTF3

Date Intervention : 09/03/2020

INTERVENANTS
R. CORDONNIER - M. ATMANE

Agence de Douvrin

CLIENT : **AFFIMET REGEAL**
Avenue du Vermandois
60200 COMPIEGNES

N° de DOSSIER MAITRE : 8200083

REDACTEUR : R. CORDONNIER

DESTINATAIRES : MME BLONDELLE NATHALIE (1 copie)
Dossier Maître (1 copie)



Suivi des versions de rapport		
Version	Synthèse des modifications et le cas échéant explications	Chapitre(s), tableau(x) modifié(s)
1	Version initiale	/

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seul(e)s analyses et essais couvert(e)s par l'accréditation, identifié(e)s dans le tableau n°1, dans le chapitre « Synthèse des résultats »
Le rapport d'essai ne concerne que les objets soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similés photographiques intégraux annexes comprises.

	Vérificateur	Approbateur
Nom	P. KACZMAREK	R. CORDONNIER
Fonction	Responsable d'agence	Chargé d'affaire
Signature		

SOMMAIRE

1	OBJET DES MESURES	3
2	EXPRESSION DES RESULTATS.....	3
3	SYNTHESE DES RESULTATS.....	4
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	8
5	HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)	9
6	CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	10
7	POUSSIERES DANS LES FUMEEES.....	14
8	METAUX LOURDS.....	15
9	DIOXYDE DE SOUFRE	18
10	ACIDE CHLORHYDRIQUE	19
11	ACIDE FLUORHYDRIQUE.....	20
12	BENZENE.....	22
13	ALDEHYDES.....	23
14	PHENOL	24
15	PCDD/PCDF	25
16	GAZ DANS LES FUMEEES	28
17	MATERIEL MIS EN OEUVRE	33
18	INCERTITUDES DE MESURES.....	34
19	PARAMETRES MESURES	35

TABLEAUX

TABLEAU 1. CONFORMITE VIS-A-VIS DES NORMES	4
TABLEAU 2. CONFORMITE DES BLANCS.....	5
TABLEAU 3. SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS	6
TABLEAU 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	8
TABLEAU 5. ETUDE DE L'HOMOGENEITE	9
TABLEAU 6. RESULTATS DE LA MESURE DE L'HUMIDITE.....	11
TABLEAU 7. CARTE DE VITESSES ET CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	12
TABLEAU 8. CONFORMITE DE LA SECTION DE PRELEVEMENT	13
TABLEAU 9. CONCENTRATIONS EN POUSSIERES.....	14
TABLEAU 10. MESURES DE LA CONCENTRATION EN METAUX LOURDS	15
TABLEAU 11. MESURES DE LA CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE	18
TABLEAU 12. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....	19
TABLEAU 13. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE	21
TABLEAU 14. MESURES EN BENZENE	22
TABLEAU 15. MESURES EN ALDEHYDES	23
TABLEAU 16. MESURES EN PHENOL.....	24
TABLEAU 17. MESURES DE PCDD/F	25
TABLEAU 18. RESULTATS DES PRELEVEMENTS DES POLLUANTS GAZEUX	29
TABLEAU 19. LISTE DU MATERIEL UTILISE.....	33
TABLEAU 20. INCERTITUDES DE MESURES.....	34
TABLEAU 21. LIMITE DE QUANTIFICATION DANS LES CONDITIONS D'INTERVENTION	34
TABLEAU 22. PARAMETRES MESURES EN METHODE MANUELLE ET METHODOLOGIE DE RINÇAGE	35
TABLEAU 23. PARAMETRES MESURES EN METHODE AUTOMATIQUE	35

ANNEXES

ANNEXE 1 : REGLES DE CALCUL DES RESULTATS SELON LAB REF 22	37
--	----

1 OBJET DES MESURES

1.1 CONTEXTE DES MESURES

Notre prestation correspond à des essais tests de rejets atmosphériques de l'installation RTF3 dans le cadre d'une mise à jour de l'ERS du site AFFIMET REGEAL situé à COMPIEGNES, en tenant compte des prescriptions de l'arrêté d'exploitation et des textes en vigueur.

1.2 AGRÉMENTS

LECES est agréé par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie par l'arrêté du 28 mai 2015 pour « effectuer certains types de prélèvements et d'analyses à l'émission des substance dans l'atmosphère » pour les agréments suivants :

- Agrément 1 a et 1 b : prélèvement (1 a) et quantification (1 b) des poussières dans une veine gazeuse.
- Agrément 2 : prélèvement et analyse des composés organiques volatils totaux.
- Agréments 3 a : prélèvement de mercure (Hg).
- Agréments 4 a : prélèvement d'acide chlorhydrique (HCl).
- Agréments 5 a : prélèvement (5 a) d'acide fluorhydrique (HF).
- Agréments 6 a : prélèvement (6 a) de métaux lourds autres que le mercure (arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, nickel, plomb, antimoine, thallium, vanadium).
- Agrément 7 : prélèvement de dioxines et furannes dans une veine gazeuse (PCDD et PCDF).
- Agréments 9 a : prélèvement (9 a) d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Agréments 10 a : prélèvement (10 a) du dioxyde de soufre (SO₂).
- Agrément 11 : prélèvement et analyse des oxydes d'azote (NO_x).
- Agrément 12 : prélèvement et analyse du monoxyde de carbone (CO).
- Agrément 13 : prélèvement et analyse de l'oxygène (O₂).
- Agrément 14 : détermination de la vitesse et du débit-volume.
- Agrément 15 : prélèvement et détermination de la concentration en vapeur d'eau.
- Agrément 16 a : prélèvement (a) de l'ammoniac (NH₃).

2 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Les mesures sont exprimées dans les conditions normales de température et de pression (273 K, 1,013.10Pa) sur gaz sec. L'unité utilisée est le normal mètre cube (m₀³).

L'expression des résultats respecte les préconisations du document Cofrac LAB REF 22. La durée des prélèvements et/ou la technique analytique doit permettre de répondre aux exigences réglementaires qui consistent à atteindre une limite de quantification (LQ) inférieure à 10 % de la valeur limite d'émission pour le polluant visé par la VLE (composé individuel ou somme de composés).

Les règles applicables pour l'expression des résultats et l'évaluation de la conformité de l'installation sont les suivantes : réaliser une somme des différentes phases (particulaire et/gazeuse) en considérant :

- la valeur 0 si le composé n'est pas détecté à l'analyse ($C < LQ/3$), le résultat présente une typographie en gras et italique.
- $LQ/2$ si la valeur donnée par l'analyse est comprise entre $LQ/3$ et LQ . le résultat présente une typographie en gras et italique.

Pour les teneurs d'essais inférieures aux teneurs des blancs, les valeurs retenues pour les concentrations sont les teneurs obtenus sur le support du blanc (blanc final en cas de réalisation de 2 blancs) divisé par les volumes de l'essai concerné. Ces concentrations modifiées sont reportées avec un signe « < », en typographie gras et couleur blanche sur fond ombré.

Les étapes conduisant au calcul des résultats sont précisées à l'annexe 1.

Le diagnostic de conformité au regard des VLEs est établi par simple comparaison des résultats obtenus (moyenne dans le cas de plusieurs essais) à la VLE sans prise en compte des incertitudes.

Les résultats présentant dans le sein du rapport une distinction entre la phase particulaire et la phase gazeuse correspondent à une répartition à la température de filtration et non à la situation physique dans le conduit.

3 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

3.1 NORMES APPLIQUÉES ET ÉCARTS ÉVENTUELS

Tableau 1. Conformité vis-à-vis des normes

<i>Toute non-conformité entraîne l'impossibilité de préciser les incertitudes associées aux mesurages pour le paramètre concerné. Les non-conformités associées à la section de mesures se reportent sur le mesurage des polluants particuliers.</i>			
Paramètres	Norme	Réalisé sous accréditation Cofrac	Ecart à la norme
Humidité	NF EN 14790	Oui	Humidité hors gamme d'application de la norme
O ₂	NF EN 14789	Oui	Aucun écart à la norme
CO ₂	NFX 20-301	Oui	Aucun écart à la norme
CO	NF EN 15058	Oui	Aucun écart à la norme
NO _x	NF EN 14792	Oui	Aucun écart à la norme
COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Oui	Aucun écart à la norme
Conformité de la section de mesure et vitesse	NF EN ISO 16911-1 / NF EN 13284-1 / NF EN 15259	Oui	Aucun écart à la norme
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052	Oui	Aucun écart à la norme
Métaux lourds et mercure	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Oui (éléments présentés avec *)	Rendement d'absorption Pb, Mn, Zn
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
SO ₂	NF X 14791 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
HF	NF X 43-304 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
Formaldéhyde + Acétaldéhyde + Acroleïne	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
Benzène	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
Phénol	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
PCDD-F	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Oui	Temps de séjour dans la résine non conforme

L'humidité mesurée se situe hors du domaine d'application de la norme NF EN 14790 (4-40%). Pas d'impact sur les résultats.

Pb, Mn et Zn : Les rendements d'absorption sont non-conformes. Cela peut entraîner une légère sous-estimation des concentrations. Au vu de l'écart important entre le résultat et la VLE (sommes des métaux inférieure à 20% de la VLE), pas d'impact sur le jugement de conformité.

PCDD-F : Temps de séjour non conforme (0,4s pour 0,5s minimum), cela peut induire une légère sous-estimation des concentrations. Au vu de l'écart important entre le résultat et la VLE (sommes des PCDD-F inférieure à 10% de la VLE), pas d'impact sur le jugement de conformité.

3.2 CONFORMITE DES BLANCS DE SITE

Tableau 2. Conformité des blancs

Paramètre	Unité	VLE	Blanc	Validation blanc	LQ	Validation LQ
Poussières	mg/m ⁰³	5	0	Oui	0,7	Non
Cd *	mg/m ⁰³	0,01	0	Oui	0,001	Oui
Pb *	mg/m ⁰³	0,15	0,007	Oui	0,001	Oui
Cu *	mg/m ⁰³	0,1	0,005	Oui	0,006	Oui
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	mg/m ⁰³	1	0,07	Oui	0,05	Oui
HCl	mg/m ⁰³	5	0,12	Oui	0,3	Oui
SO2	mg/m ⁰³	100	0,39	Oui	0,24	Oui
HF	mg/m ⁰³	1	0,036	Oui	0,22	Non
Somme : Dioxines + Furannes	ng/m ⁰³	0,1	0,00002	Oui	0,00196	Oui

Poussières et HF : LQ non validées. Au vu de l'écart entre le résultat et la VLE, aucun impact sur le jugement de conformité.

3.3 RESULTATS

Les résultats des mesures de contrôle réalisées sur l'ensemble des installations sont présentés dans le *Tableau 3*.

Tableau 3. Synthèse des résultats obtenus

Client	AFFIMET REGEAL
Installation	RTF3
Date	09/03 et 10/03/20

	Essai 1	Essai 2	Moyenne
Horaire	09/03/20 16:15 - 21:24	10/03/20 16:20 - 17:05	-
Humidité (%) sur	0,8	1,1	1

	Essai 1	Essai 2	Moyenne	VLE	Conformité à la VLE
Horaire	09/03/20 15:50 - 16:05	10/03/20 14:10 - 14:25	-	-	-
Température (°C)	115	158	136	-	-
Vitesse (m/s)	15,7	14,8	15,2	>8	Conforme
Débit (m ³ /h)	55600	46700	51150	-	-

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Horaire Gaz	16:20 - 17:05	17:05 - 18:05	18:45 - 19:15				
O ₂ teneur	19,5	19,2	20,5	19,7	%	-	-
CO ₂ teneur	0,8	0,9	0,2	0,6	%	-	-
CO teneur	8,2	7,5	9,3	8,3	mg/m ³	-	-
CO flux				0,425	kg/h	-	-
NO _x teneur	9,8	15,3	8,9	11,3	mg/m ³ (NO ₂)	200	Conforme
NO _x flux				0,578	kg/h	16	Conforme
COVt teneur	4,9	4,2	4,7	4,6	mg eqC/m ³	30	Conforme
COVt flux				0,235	kg/h	2,4	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
Poussières teneur	0,9	0,2	1,6	0,9	mg/m ³	5	Conforme
Poussières flux	0,048	0,009	0,082	0,046	kg/h	0,4	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
HCl teneur	0,27	0,08	0,14	0,16	mg/m ³	5	Conforme
HCl flux	0,014	0,004	0,007	0,008	kg/h	0,4	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
SO ₂ teneur	1,2	7	0,8	3	mg/m ³	100	Conforme
SO ₂ flux	0,062	0,357	0,039	0,153	kg/h	8	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
Cd * teneur	0,0006	0,0005	0,0002	0,0004	mg/m ₀ ³	0,01	Conforme
Cd * flux	0,00003	0,00002	0,000008	0,00002	kg/h	0,0008	Conforme
Pb * teneur	0,02	0,01	0,02	0,02	mg/m ₀ ³	0,15	Conforme
Pb * flux	0,001	0,0006	0,0008	0,0008	kg/h	0,012	Conforme
Cr * teneur	0,0006	0,0004	0,001	0,0007	mg/m ₀ ³	-	-
Cr * flux	0,00003	0,00002	0,00006	0,00004	kg/h	0,0016	Conforme
Cu * teneur	0,004	0,003	0,007	0,005	mg/m ₀ ³	0,1	Conforme
Cu * flux	0,0002	0,0002	0,0004	0,0002	kg/h	0,008	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn teneur	0,18	0,14	0,25	0,19	mg/m ₀ ³	1	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn flux	0,009	0,007	0,013	0,01	kg/h	0,08	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
HF teneur	0,6	3	2,4	2	mg/m ₀ ³	1	Non-Conforme
HF flux	0,029	0,151	0,124	0,101	kg/h	0,08	Non-Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
Benzene teneur	0,09	0	0	0,03	mg/m ₀ ³	2	Conforme
Benzene flux	0,005	0	0	0,002	kg/h	0,16	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 16:20 - 17:05	10/03/2020 17:10 - 18:05	10/03/2020 18:47 - 19:17				
COV annexe III Acetaldehyde + Formaldehyde + Acroleine + Phenol teneur	0,2	0,3	0,6	0,4	mg/m ₀ ³	20	Conforme
COV annexe III Acetaldehyde + Formaldehyde + Acroleine + Phenol flux	0,01	0,01	0,03	0,02	kg/h	1,6	Conforme

	Essai 1 - <i>Cycle complet</i>	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 16:15 - 21:24			
Somme : PCDD/Fs teneur	0,002	ng/m ₀ ³	0,1	Conforme
Somme : PCDD/Fs flux	0,00008	mg/h	0,0016	Conforme

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Tableau 4. Description de l'installation

Installation	Nom usuel	RTF3
	Secteur	Métallurgie
Outil de production	Type	Four de fusion
	Description	Capacité : 15T Puissance : 5MW
	Type d'émission	Cyclique
Ventilateur d'extraction	Débit nominal	80 000 Nm3/h
Traitement de fumées	Type	Filtre à manches
	Paramètres de fonctionnement	Voir ci-dessous
Section de mesurage	Positionnement	Cheminée

	RTF 3	
Date	09/03/2020	10/03/2020
Horaire	16h15 - 21h15	Chargement : 16h20 - 17h05
		Fusion : 17h05 - 18h05
		Coulée : 18h45 - 19h15
OF	38479	38670
Charge	B	A
Matière concernée	Crasses aludunk	Crasses aludunk
Alliage produit	AS9U3F204	Matière culasse



5 HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)

Concernant les polluants émis sous forme gazeuse, la section de mesure possède les caractéristiques suivantes au sens de la norme NF EN 15259 et du guide d'application GA X43-551.

Tableau 5. Etude de l'homogénéité

			L'émissaire objet de ce rapport se situe dans le cas suivant
A	<p>Les effluents sont issus d'un seul émetteur et il n'y a pas d'entrée d'air,</p> <p>ou</p> <p>Les effluents sont issus de plusieurs émetteurs et la section de mesurage est située en aval d'un système d'homogénéisation tel qu'un ventilateur d'extraction et il n'y a pas d'entrée d'air en aval.</p>	La section de mesurage est réputée homogène	X
B	La caractérisation de l'écoulement au niveau de la section de mesure a été réalisée par le laboratoire ayant procédé au contrôle précédent.	La section de mesurage a été déclarée homogène	
C	Le diamètre du conduit est < 0.35 m	L'homogénéité n'a pas à être vérifiée	
D	<p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p> <p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p>	La vérification de l'homogénéité ne peut être réalisée	
E	L'installation ne répond pas aux conditions précisées en A, B, C ou D ou nous ne disposons pas de résultats antérieurs. La mesure de l'homogénéité a été faite dans le cadre de cette campagne de mesure	Voir les résultats du mesurage dans le corps du rapport	

6 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

6.1 PRINCIPE DE MESURE

Les débits gazeux circulant dans les gaines sont déterminés par exploration des vitesses appliquant les références normatives suivantes :

- Norme NF EN ISO 16911-1 relative à « Émissions de sources fixes — Détermination manuelle et automatique de la vitesse et du débit-volume d'écoulement dans les conduits — Partie 1 : Méthode de référence manuelle ».
- Norme NF EN 14790 relative à la « Détermination de la vapeur d'eau dans les conduits »,
- Norme NF EN 13284-1 relative au « Prélèvement de poussière dans une veine gazeuse ».

Bien que cette dernière norme ne soit pas destinée à la mesure du débit de conduite, elle est utilisée pour la mesure de flux de poussière, qui lui, nécessite la connaissance du débit dans le conduit ; en outre, le réglage de l'isocinétisme nécessite de connaître les vitesses aux points de prélèvement ; la norme sert donc de référence pour définir l'emplacement des points de mesure lorsque des mesures manuelles sont effectuées.

La mesure de débit consiste à :

- Définir dans la section de mesure la position des points de mesure qui devront être choisis en nombre suffisant pour connaître la répartition des vitesses de façon satisfaisante,
- Mesurer la pression différentielle (P_i) existant entre les prises de pression totale (P_t) et statique (P_s) d'un tube Pitot placé en ces points ainsi que la masse volumique du fluide dans les conditions de mesure,
- Déterminer la vitesse locale de l'écoulement (V_i) sur la base des mesures précédentes,
- Calculer par une méthode arithmétique la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer le débit réel humide (Q_v) égal au produit de la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer l'humidité des fumées pour exprimer le débit des fumées sèches,
- Déterminer la température en chaque point et la pression absolue dans la gaine pour exprimer les débits dans les conditions normales.

6.2 HUMIDITÉ

Tableau 6. Résultats de la mesure de l'humidité

	Essai 1	Essai 2
Mesurage réalisé sur	ligne principale	ligne secondaire
Type de mesure	Condensation	Absorption+Condensation
Heure début	16:15	16:20
Heure fin	21:24	17:05
Masse avant (g)	455,7	799,8
Masse après (g)	472,5	800,8
Delta masse (g)	16,8	1,0
Volume avant (m ³ sec)	165,567	18,367
Volume après (m ³ sec)	168,466	18,479
Volume réel sec (m ³ sec)	2,899	0,112
Delta P moyenne (mbar)	-60	0
T°C compteur moyenne (°C)	13,3	5
Volume Normal sec (m ₀ ³)	2,565	0,108
Volume vapeur d'eau (L)	20,91	1,24
Humidité mesurée (%)	0,8	1,1
Température des fumées (°C)	115	158
Humidité théorique à saturation (%)	96,63	96,63
Humidité retenue (%)	0,8	1,1
Domaine d'application de la norme NF EN 14790 : 4% à 40%	Taux d'humidité hors domaine d'application	Taux d'humidité hors domaine d'application
Moyenne	1,0	

6.3 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

Les caractéristiques aérauliques de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 7*.

Tableau 7. Carte de vitesses et caractéristiques aérauliques

CARTE DE VITESSE				
Essai		Essai 1	Essai 2	Moyenne
Date		09/03/2020	10/03/2020	-
Heure		15:50 - 16:05	14:10 - 14:25	-
Points de mesure (cm)		Vitesse en m/s		
Axe 1	6	15,4	14,9	15,2
	20	15,5	14,8	15,2
	40	16	14,6	15,3
	95	16,1	14,9	15,5
	115	16,2	14,9	15,6
	129	15,6	14,7	15,2
Axe 2	6	15,3	14,7	15
	20	15,6	14,8	15,2
	40	15,5	14,9	15,2
	95	15,7	14,6	15,2
	115	15,7	14,5	15,1
	129	15,6	14,7	15,2
Données gaz				
Pression atmo. (hPa)		1000	995	997,5
Teneur moyenne O ₂ (% vol.sec)		19,5	19,7	19,6
Teneur moyenne CO ₂ (% vol.sec)		0,6	0,6	0,6
Teneur moyenne H ₂ O (% vol/vol hum)		0,8	1,1	1,0
Masse volumique normale humide (kg/m ³)		1,281	1,285	1,3
Masse volumique (kg/m ³)		0,889	0,798	0,8
Caractéristiques aérauliques				
Débit réel (m ³ /h)		80800	76000	78400
Débit normal (m ₀ ³ /h) sec		55600	46700	51150
Débit normal (m ₀ ³ /h) hum		56000	47200	51600
Vitesse moyenne (m/s)		15,7	14,8	15,2
Surface section (m ²)		1,43	1,43	1,4
Pression statique (hPa)		-0,65	-0,54	-0,6
Pression absolue (hPa)		999,35	994,46	996,9
Température (°C)		115	158	136,5
Rapport Vmax/Vmin		1,1	1	1

6.4 RESPECT DE LA MESURE PAR RAPPORT AUX NORMES NF EN ISO 16911-1, NF EN 13284-1 ET NF EN 15259

Tableau 8. Conformité de la section de prélèvement

Caractéristiques générales du conduit	Forme de la gaine	Circulaire	
	Dimension des gaines (m)	1,35	
	Diamètre hydraulique (m)	1,35	
Emplacement de la section de mesure	Distance de longueur droite en amont en (m)	7	Suffisant
	Distance de longueur droite en aval en (m)	7	Suffisant
Plateforme d'accès et conditions d'installation du matériel	Dimension de la passerelle (m²)	10	C
	Zone de dégagement (m)	2	C
Points prélèvement	Nombre de brides sur le conduit	2	C
	Brides normalisées	Oui	
	Type de bride	100 x 400	C
	Nombre de lignes de prélèvement pour conformité selon NFX 44-052 & NF EN 13284-1	2	C
Vitesses	Rapport Vmax/Vmin <3	1,0	C
	Angle d'écoulement des gaz inférieur à 15°	0°	C
	Essai répétabilité sur site (< 5% de la vitesse)	0,0%	C
	Ecart température inférieur à 5% de la température moyenne		C
	P. différentielle minimale sur la section de mesurage >0,5 mm CE		C

7 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

7.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en poussière est réalisée par prélèvement isocinétique suivant la norme **NF EN 13284-1** ou **NF X44-052**.

Ces normes précisent le matériel et la méthode générale de prélèvement isocinétique de poussière dans un conduit dont le principe consiste à :

- Déterminer dans la section de mesure, la position des points de prélèvement qui doivent être choisis en nombre suffisant pour réaliser un échantillonnage représentatif,
- Mesurer la vitesse de l'effluent gazeux en chacun de ces points,
- Calculer le débit d'aspiration en chacun des points de l'exploration afin de réaliser un prélèvement isocinétique (vitesse à l'entrée de buse de prélèvement égale à la vitesse de l'écoulement au point considéré).

Un échantillonnage représentatif des gaz chargés en poussières est réalisé par exploration de la section de mesure. La durée du prélèvement est ajustée en fonction de la concentration.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan à haute efficacité. Le rinçage de sonde permet de récupérer, après évaporation, les poussières sédimentées dans le système de prélèvement. Les deux pesées déterminées contribuent avec la connaissance du volume de gaz prélevé au calcul de la concentration massique en particules solides (ou indice pondéral).

Les rejets de poussières sont caractérisés par leur concentration exprimée en mg/m_0^3 secs et leur flux massique exprimé en kg/h .

7.2 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

Les concentrations en poussières de l'installation contrôlée sont détaillées dans le Tableau 9.

Tableau 9. Concentrations en poussières

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3									
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial				
Réf. Filtre	S7674	S7675	S7676			S7673				
Réf. Rinçage LP	S6669	S6673	S6677			S6662				
Solution rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone				
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020				
Heure de début	16:20	17:10	18:47							
Heure de fin	17:05	18:05	19:17							
Durée (min)	45	55	30							
Volume prélevé (m_0^3)	1,552	2,166	1,053							
Rapport d'isocinétisme	99,4% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	C	112,9% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,9 m/s	C	101,2% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	C				
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C				
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C				

		Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Poussières	Masse filtre (mg)		0	0	0	0	0	0
	Masse rinçage (mg)		1,4	0,4	1,7	1,2	0,7	0
	Concentration normalisée (mg/m_0^3 sec)		0,9	0,2	1,6	0,9	0,7	0
	Flux (kg/h)		0,048	0,009	0,082	0,046	0,036	0

8 MÉTAUX LOURDS

8.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en métaux lourds est réalisée par prélèvement isocinétique..

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan avec :

- pour le mercure (NF EN 13211) : Un train de 2 barboteurs avec une solution à 2 % m/m de KMnO_4 et 10 % m/m d' H_2SO_4 est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse.
- Pour les autres métaux (NF EN 14385) : un train de 3 barboteurs avec une solution d'absorption composée d'un mélange d'acide nitrique (HNO_3) à 3,3 % m/m et d'eau oxygénée (H_2O_2) à 1,5 % m/m est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse des métaux lourds.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) :

- Par ICP-MS pour les métaux lourds particulaires et gazeux,
- Par AFS pour le mercure gazeux.

8.2 CONCENTRATION EN METAUX LOURDS DANS LES FUMÉES

Les concentrations en métaux lourds de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 10*.

Tableau 10. Mesures de la concentration en métaux lourds

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3									
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire									
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial				
Réf. Filtre	S7674+S6669	S7675+S6673	S7676+S6677			S7673+S6662				
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz				
Type solution de rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone				
Réf. B1+B2 (métaux)	S6663	S6670	S6674			S6659				
Réf. B3 (métaux)	S6664									
Type solution d'absorption	HNO3	HNO3	HNO3			HNO3				
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020				
Heure de début	16:20	17:10	18:47							
Heure de fin	17:05	18:05	19:17							
Durée (min)	45	55	30							
Volume prélevé ligne principale (m_0^3)	1,552	2,166	1,053							
Volume prélevé ligne secondaire ML (m_0^3)	0,103	0,118	0,065							
Rapport d'isocinétisme	99,4% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	112,9% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,9 m/s	101,2% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	C						
Test étanchéité ligne principale (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C							
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C							
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C							

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Cd *	Masse particulaire (mg)	0,000285	0,00104	0,000162	0,000496	0,000475	0
	Masse gazeuse (mg)	0,0000455	0	0	0,0000152	0,0000263	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000184	0,00048	0,000154	0,000273	0,00018	0
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,000441	0	0	0,000147	0,000255	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000625	0,00048	0,000154	0,00042	0,000241	0
	Flux (kg/h)	0,000032	0,0000246	0,00000787	0,0000215	0,0000123	0
Pb *	Masse particulaire (mg)	0,00211	0,00631	0,00172	0,00338	0,00254	0,000101
	Masse gazeuse (mg)	0,00209	0,00096	0,000885	0,00131	0,000674	0,000438
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00136	0,00291	0,00164	0,00197	0,000826	0,0000959
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0203	0,00812	0,0135	0,014	0,00608	0,0067
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0216	0,011	0,0152	0,0159	0,00533	0,0068
	Flux (kg/h)	0,00111	0,000564	0,000776	0,000815	0,000273	0,000348
Cr *	Masse particulaire (mg)	0,000979	0,00097	0,00122	0,00106	0,000142	0,000646
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000631	0,000448	0,00116	0,000746	0,00037	0,000614
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000631	0,000448	0,00116	0,000746	0,00037	0,000614
	Flux (kg/h)	0,0000323	0,0000229	0,0000593	0,0000382	0,0000189	0,0000314
Cu *	Masse particulaire (mg)	0,00085	0,00136	0,00227	0,00149	0,000717	0,0000625
	Masse gazeuse (mg)	0,000344	0,00032	0,000341	0,000335	0,0000131	0,00032
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000548	0,00063	0,00215	0,00111	0,000903	0,0000594
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00333	0,00271	0,00522	0,00375	0,00131	0,0049
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00388	0,00334	0,00737	0,00486	0,00219	0,00496
	Flux (kg/h)	0,000199	0,000171	0,000377	0,000249	0,000112	0,000254
Mn *	Masse particulaire (mg)	0,00251	0,00253	0,00374	0,00293	0,000705	0,00033
	Masse gazeuse (mg)	0,00154	0,000643	0,00516	0,00245	0,00239	0,00032
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00162	0,00117	0,00355	0,00211	0,00127	0,000313
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0149	0,00543	0,079	0,0331	0,04	0,0049
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0165	0,0066	0,0825	0,0352	0,0413	0,00521
	Flux (kg/h)	0,000846	0,000338	0,00422	0,0018	0,00211	0,000267
Ni *	Masse particulaire (mg)	0,00058	0,000589	0,000737	0,000635	0,0000882	0,000311
	Masse gazeuse (mg)	0,000116	0,00032	0	0,000145	0,000162	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000374	0,000272	0,0007	0,000449	0,000224	0,000295
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00113	0,00271	0	0,00128	0,00136	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0015	0,00298	0,0007	0,00173	0,00116	0,000295
	Flux (kg/h)	0,0000768	0,000152	0,0000358	0,0000883	0,0000591	0,0000151
V *	Masse particulaire (mg)	0,0000625	0,0000625	0,0000625	0,0000625	0	0
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0000403	0,0000289	0,0000594	0,0000428	0,0000154	0
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0000403	0,0000289	0,0000594	0,0000428	0,0000154	0
	Flux (kg/h)	0,00000206	0,00000148	0,00000304	0,00000219	0,000000788	0

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Zn	Masse particulaire (mg)	0,0743	0,111	0,0432	0,0761	0,0338	0,000856
	Masse gazeuse (mg)	0,00915	0,00701	0,00636	0,00751	0,00146	0,00361
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0479	0,0511	0,041	0,0467	0,00516	0,000813
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0888	0,0593	0,0973	0,0818	0,0199	0,0552
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,137	0,11	0,138	0,129	0,0157	0,0561
	Flux (kg/h)	0,00699	0,00565	0,00708	0,00657	0,000801	0,00287
Al	Masse particulaire (mg)	0,205	0,209	0,228	0,214	0,0123	0,163
	Masse gazeuse (mg)	0,0123	0,00596	0,00909	0,00912	0,00317	0,00284
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,132	0,0965	0,217	0,148	0,0617	0,154
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,119	0,0504	0,139	0,103	0,0465	0,0435
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,251	0,147	0,356	0,251	0,104	0,198
	Flux (kg/h)	0,0129	0,00752	0,0182	0,0129	0,00534	0,0101
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	Masse particulaire (mg)	0,0817	0,124	0,0531	0,0862	0,0385	0,00231
	Masse gazeuse (mg)	0,0133	0,00926	0,0127	0,0118	0,00473	0,00469
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0527	0,0571	0,0504	0,0534	0,00894	0,00219
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,129	0,0783	0,195	0,134	0,0689	0,0717
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,182	0,135	0,246	0,187	0,0662	0,0739
	Flux (kg/h)	0,00928	0,00692	0,0126	0,00959	0,00339	0,00378

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
Cd	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Pb	76,7%	Non-Conforme
Cr	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Mn	79,3%	Non-Conforme
Ni	24,9%	Concentration hors domaine d'application
V	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Zn	80,3%	Non-Conforme
Cu	71,0%	Concentration hors domaine d'application

9 DIOXYDE DE SOUFRE

9.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxyde de soufre est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 14791.

La concentration en SO₂ est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau oxygénée à 0,3 %. A l'issue du prélèvement, les ions sulfates résultant de la dissolution de SO₂ sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

9.2 CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en dioxyde de soufre de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 11*.

Tableau 11. Mesures de la concentration en dioxyde de soufre

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial	
Réf. Support 1	S6667	S6672	S6676			S6661	
Réf. Support 2	S6668						
Type Support	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%			barboteur H2O2 0.3 ou 3%	
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020	
Heure de début	16:20	17:10	18:47				
Heure de fin	17:05	18:05	19:17				
Durée (min)	45	55	30				
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,128	0,154	0,083				
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C	

SO2	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
	Masse support 1 (mg)	0,14	1,1	0,06	0,42	0,56	0,03
	Masse support 2 (mg)	0,02			0,02	0	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	1,2	7	0,8	3	3,5	0,4
	Flux (kg/h)	0,062	0,357	0,039	0,153	0,177	0,02

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
SO2	88,3%	Concentration hors domaine d'application

10 ACIDE CHLORHYDRIQUE

10.1 DESCRIPTION DU PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide chlorhydrique est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 1911-1.

La concentration en HCl est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau déminéralisée. A l'issue du prélèvement, les ions chlorures résultant de la dissolution d'HCl sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

10.2 CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE

Les concentrations en acide chlorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 12*.

Tableau 12. Mesures de la concentration en acide chlorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial	
Réf. Support 1	S6665	S6671	S6675			S6660	
Réf. Support 2	S6666						
Type Support	barboteur eau demi	barboteur eau demi	barboteur eau demi			barboteur eau demi	
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020	
Heure de début	16:20	17:10	18:47				
Heure de fin	17:05	18:05	19:17				
Durée (min)	45	55	30				
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,108	0,122	0,067				
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C	

HCl	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
	Masse support 1 (mg)	0,024	0,009	0,009	0,014	0,009	0,008
	Masse support 2 (mg)	0,004			0,004	0	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,27	0,08	0,14	0,16	0,1	0,12
	Flux (kg/h)	0,014	0,004	0,007	0,008	0,005	0,006

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
HCl	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

11 ACIDE FLUORHYDRIQUE

11.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide fluorhydrique est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF X43-304.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan. La phase gazeuse est piégée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution de NaOH 0,1N.

A l'issue du prélèvement, les ions fluorures résultant de la dissolution du HF sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

11.2 CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en acide fluorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 13*.

Tableau 13. Mesures de la concentration en acide fluorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial	
Réf. Filtre	S7678+S6689	S7679+S6694	S7680+S6699			S7677+S6682	
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz	
Type solution de rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone	
Réf. B1	S6683	S6690	S6695			S6678	
Réf. B2	S6684						
Type solution d'absorption	NaOH N/10	NaOH N/10	NaOH N/10			NaOH N/10	
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020	
Heure de début	16:20	17:10	18:47				
Heure de fin	17:05	18:05	19:17				
Durée (min)	45	55	30				
Volume prélevé ligne principale (m ³)	1,550	1,858	1,082				
Volume prélevé ligne secondaire HF (m ³)	0,176	0,198	0,112				
Rapport d'isocinétisme	99,3% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	96,6% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,9 m/s	103,9% bec : 9 mm vitesse gaine : 14,8 m/s	C			
Test étanchéité ligne principale (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C				
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C				
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C				

Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
HF	Masse particulaire (mg)	0,16	0,14	0,29	0,2	0,08
	Masse gazeuse (mg)	0,08	0,57	0,24	0,3	0,25
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ³ sec)	0,1	0,07	0,27	0,15	0,1
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ³ sec)	0,5	2,9	2,2	1,8	1,2
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,6	3	2,4	2	1,3
	Flux (kg/h)	0,029	0,151	0,124	0,101	0,064

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
HF	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur

12 BENZÈNE

12.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en benzène est réalisée par prélèvement suivant la norme NF EN 13649. Cette norme décrit le matériel et la méthode générale de prélèvement en benzène dans un conduit. La concentration en benzène est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube de charbon actif.

12.2 CONCENTRATION EN BENZENE DANS LES FUMEES

Les concentrations en benzène sont détaillées dans le *Tableau 14*.

Tableau 14. Mesures en benzène

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGAL - RTF3							
Essai n°	1	2	3	Moyenne		Ecart Type		Blanc initial
Réf. Support 1	S6687	S6692	S6697					S6680
Type Support	charbon actif	charbon actif	charbon actif					charbon actif
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020					10/03/2020
Heure de début	16:20	17:10	18:47					
Heure de fin	17:05	18:05	19:17					
Durée (min)	45	55	30					
Volume prélevé (m_0^3)	0,048	0,054	0,031					
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C		
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C		

Benzene	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
	Masse support 1 (mg)	0,004	0	0	0,001	0,003	0
	Concentration normalisée ($mg/m_0^3 \text{ sec}$)	0,09	0	0	0,03	0,05	0
	Flux (kg/h)	0,005	0	0	0,002	0,003	0

13 ALDEHYDES

13.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en aldéhydes est déterminée par prélèvement dans une solution de DNPH.

13.2 CONCENTRATION EN ALDEHYDES DANS LES FUMÉES

Les concentrations en aldéhydes sont détaillées dans le *Tableau 15*.

Tableau 15. Mesures en aldéhydes

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3									
Essai n°	1		2		3		Moyenne		Ecart Type	
Réf. Support 1	S6685		S6691		S6696				S6679	
Réf. Support 2	S6686									
Type Support	barboteur DNPH		barboteur DNPH		barboteur DNPH				barboteur DNPH	
Date	10/03/2020		10/03/2020		10/03/2020				10/03/2020	
Heure de début	16:20		17:10		18:47					
Heure de fin	17:05		18:05		19:17					
Durée (min)	45		55		30					
Volume prélevé (m ³)	0,110		0,117		0,066					
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C				
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C				

		Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Formaldehyde	Masse support 1 (mg)		0,014	0,027	0,026	0,022	0,01	0,007
	Masse support 2 (mg)		0,003			0,003		
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)		0,15	0,23	0,39	0,26	0,12	0,10
	Flux (kg/h)		0,007	0,011	0,018	0,012	0,01	0,005
Acetaldehyde	Masse support 1 (mg)		0,003	0,007	0,013	0,008	0,005	0,014
	Masse support 2 (mg)		0,003			0,003		
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)		0,06	0,06	0,20	0,10	0,08	0,21
	Flux (kg/h)		0,003	0,003	0,009	0,005	0,004	0,010
Acroleine	Masse support 1 (mg)		0	0	0	0	0	0
	Masse support 2 (mg)		0			0		
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)		0	0	0	0	0	0
	Flux (kg/h)		0	0	0	0	0	0

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
Formaldehyde	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support
Acetaldehyde	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support
Acroleine	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

14 PHENOL

14.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en phénol est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube XAD7.

14.2 CONCENTRATION EN PHENOL DANS LES FUMÉES

Les concentrations en phénol sont détaillées dans le *Tableau 16*.

Tableau 16. Mesures en phénol

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3							
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial		
Réf. Support 1	S6688	S6693	S6698			S6681		
Type Support	tube XAD 7	tube XAD 7	tube XAD 7			tube XAD 7		
Date	10/03/2020	10/03/2020	10/03/2020			10/03/2020		
Heure de début	16:20	17:10	18:47					
Heure de fin	17:05	18:05	19:17					
Durée (min)	45	55	30					
Volume prélevé (m_0^3)	0,071	0,084	0,046					
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C		
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C		

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Phenol	Masse support 1 (mg)	0	0	0	0	0	0
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m_0^3 sec)	0	0	0	0	0	0
	Flux (kg/h)	0	0	0	0	0	0

15 PCDD/PCDF

15.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxines/furannes est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF EN 1948-1.

La méthode de mesure est la suivante :

- la fraction particulaire est récupérée sur filtre plan,
- la fraction gazeuse, après condensation, est récupérée sur cartouche XAD2.

L'analyse du filtre, du condensat et de la cartouche XAD2 est réalisée selon les normes NF EN 1948-2 et NF EN 1948-3 par le laboratoire Micropolluants Technologies accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) pour l'analyse des dioxines/furannes.

15.2 CONCENTRATION EN PCDD/F

Les concentrations en PCDD/F de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 17*. Elles sont exprimées en I-TEQ.

Tableau 17. Mesures de PCDD/F

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3			
Type de prélèvement	Ligne principale			
Essai n°	1	Blanc initial		
Réf. Filtre, résine, condensat et rinçage	S6702+S6703+S6704	S6700+S6701		
Type filtre	Quartz	Quartz		
Type résine	XAD2 30 g	XAD2 30 g		
Type solution de rinçage	Acétone + Toluène	Acétone + Toluène		
Date	09/03/2020	09/03/2020		
Heure de début	16:15			
Heure de fin	21:24			
Durée (min)	309			
Volume prélevé (m ³)	2,556			
Rapport d'isocinétisme	102,8% bec : 4 mm vitesse gaine : 15,7 m/s	C		
Test étanchéité (%)	0,5%	C		
Température de filtration (°C)	120,0			
Température dans la résine (°C)	5,0	C		
Vitesse dans la résine (m/s)	31,9	C		
Temps de séjour dans la résine (s)	0,4	C		

	Essai n°	1	Blanc initial
2,3,7,8 TCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8 PeCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,4,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0,00135	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000529	0
	Flux (mg/h)	0,00000271	0
1,2,3,6,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0,00419	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000164	0
	Flux (mg/h)	0,00000837	0
1,2,3,7,8,9 HxCDD	Masse supports (ng)	0,00275	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000107	0
	Flux (mg/h)	0,0000055	0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	Masse supports (ng)	0,0268	0,00298
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000105	0,0000117
	Flux (mg/h)	0,00000537	0,000000597
OCDD	Masse supports (ng)	0,044	0,00589
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000172	0,0000023
	Flux (mg/h)	0,000000881	0,000000118
2,3,7,8 TCDF	Masse supports (ng)	0,00971	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00038	0
	Flux (mg/h)	0,0000194	0
1,2,3,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0,00142	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000277	0
	Flux (mg/h)	0,00000142	0
2,3,4,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0,00142	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000278	0
	Flux (mg/h)	0,0000142	0
1,2,3,4,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,00117	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000456	0
	Flux (mg/h)	0,00000233	0
1,2,3,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,00114	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000446	0
	Flux (mg/h)	0,00000228	0
2,3,4,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,00517	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000202	0
	Flux (mg/h)	0,0000103	0
1,2,3,7,8,9 HxCDF	Masse supports (ng)	0,00114	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000445	0
	Flux (mg/h)	0,00000228	0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	Masse supports (ng)	0,0127	0,00247
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000497	0,00000968
	Flux (mg/h)	0,00000254	0,000000495

	Essai n°	1	Blanc initial
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	Masse supports (ng)	0,00307	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000012	0
	Flux (mg/h)	0,000000615	0
OCDF	Masse supports (ng)	0,00878	0,00112
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00000344	0,000000438
	Flux (mg/h)	0,000000176	2,24E-08
Dioxines	Masse supports (ng)	0,0791	0,00887
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000446	0,000014
	Flux (mg/h)	0,0000228	0,000000714
Furannes	Masse supports (ng)	0,0457	0,00359
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00109	0,0000101
	Flux (mg/h)	0,0000556	0,000000517
Somme : PCDD/Fs	Masse supports (ng)	0,125	0,0125
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00153	0,0000241
	Flux (mg/h)	0,0000784	0,00000123

Marqueur	% de récupération	Conformité
1,2,3,7,8 PeCDF	91%	C
1,2,3,7,8,9 HxCDF	89%	C
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	99%	C

16 GAZ DANS LES FUMÉES

16.1 PRINCIPE DE MESURE

16.1.1 O₂, CO₂, CO, NO_x

Les concentrations en O₂, CO₂, CO, NO_x sont directement mesurées sur le site à l'aide d'analyseurs automatiques après élimination de la vapeur d'eau contenue dans l'effluent gazeux par un système soit à effet Peltier soit à perméation.

La prise d'échantillon est réalisée selon la méthode extractive consistant à :

- /// Prélever une fraction représentative de l'effluent gazeux au moyen d'une sonde de prélèvement portable chauffée en acier inoxydable, munie d'un filtre dépoussiéreur et raccordée à une ligne de prélèvement chauffée pour le transport du gaz vers le système de conditionnement de l'échantillon.
- /// Éliminer la vapeur d'eau au moyen de deux systèmes :

Description des systèmes possibles	Identification du système utilisé
Système muni de membrane de perméation permettant de séparer les molécules d'eau par un balayage à contre-courant d'air sec entraînant ainsi l'humidité pour obtenir un gaz sec.	
Système muni d'un serpentin et d'un condenseur en verre refroidi par effet Peltier permettant de séparer les molécules d'eau. Une pompe péristaltique permet l'évacuation des gouttelettes d'eau pour obtenir un gaz sec.	X

- /// Transférer des gaz secs vers les analyseurs au moyen d'un système portable de conditionnement de l'échantillonnage de gaz muni d'un système de condensation de sécurité, d'une pompe péristaltique et d'une ligne en PTFE.
- /// Alimenter à pression atmosphérique chaque analyseur au moyen d'un système de répartition.

Les normes utilisées sont les suivantes :

- Oxygène (O₂) : **NF EN 14789**,
- Monoxyde de carbone (CO) : **NF EN 15058**,
- Dioxyde de carbone (CO₂) : **NF X20-301**,
- monoxyde d'azote (NO) : **NF EN 14792**. Le rendement de conversion NO/NO₂ de nos analyseurs est inférieur à 95% mais supérieur à 80% conformément au LAB REF 22.

16.1.2 Mesure des COV, des COVNM et du CH₄

Les concentrations en COV sont directement mesurées à l'aide d'un analyseur automatique par ionisation de flamme après filtration par sonde chauffée et transfert par cordon chauffant (température de 180°C).

Les normes utilisées sont les suivantes :

- COV totaux : NF EN 12619,
- COV non méthanique et CH₄ : XP-X-43554

16.2 CONCENTRATION EN GAZ DANS LES FUMÉES

Les concentrations en polluants gazeux de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 18*.

Tableau 18. Résultats des prélèvements des polluants gazeux

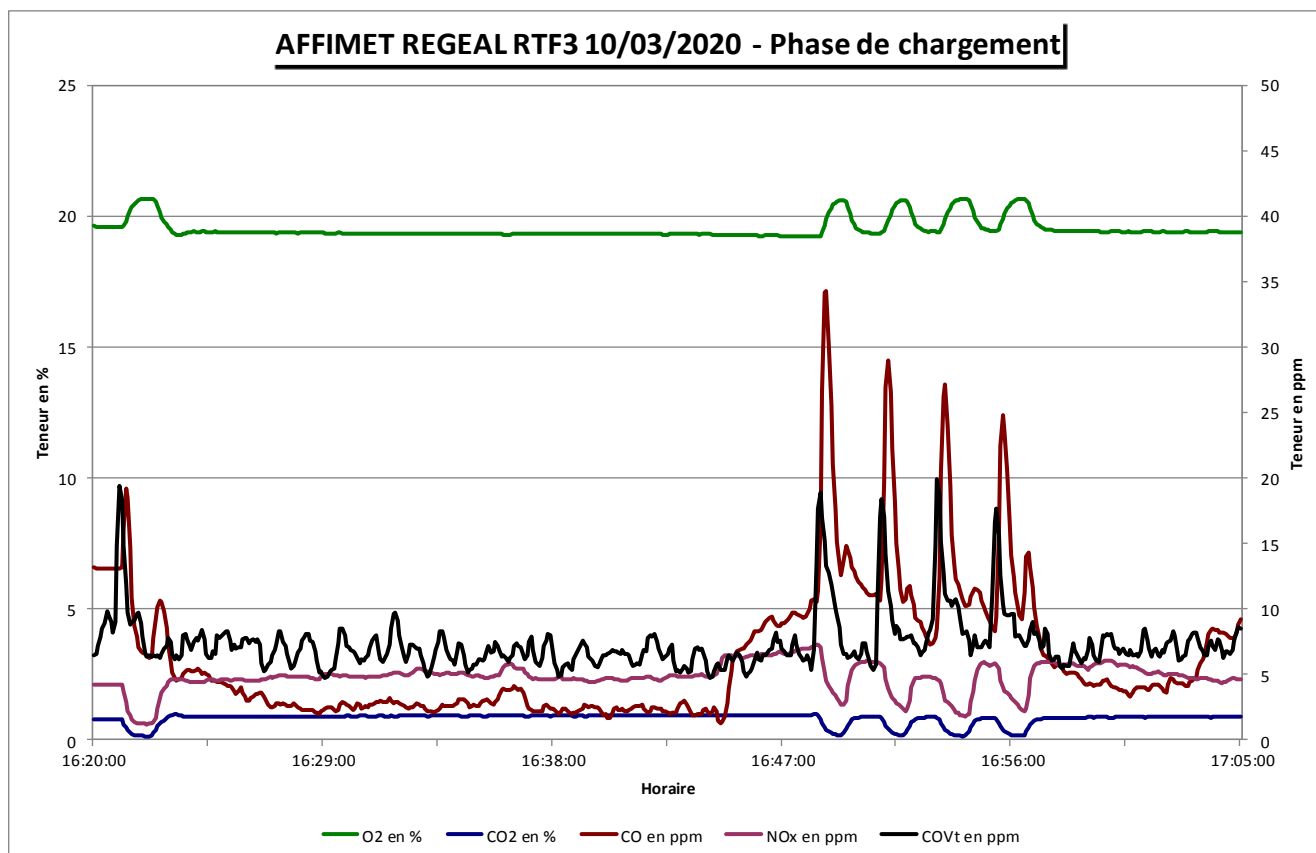
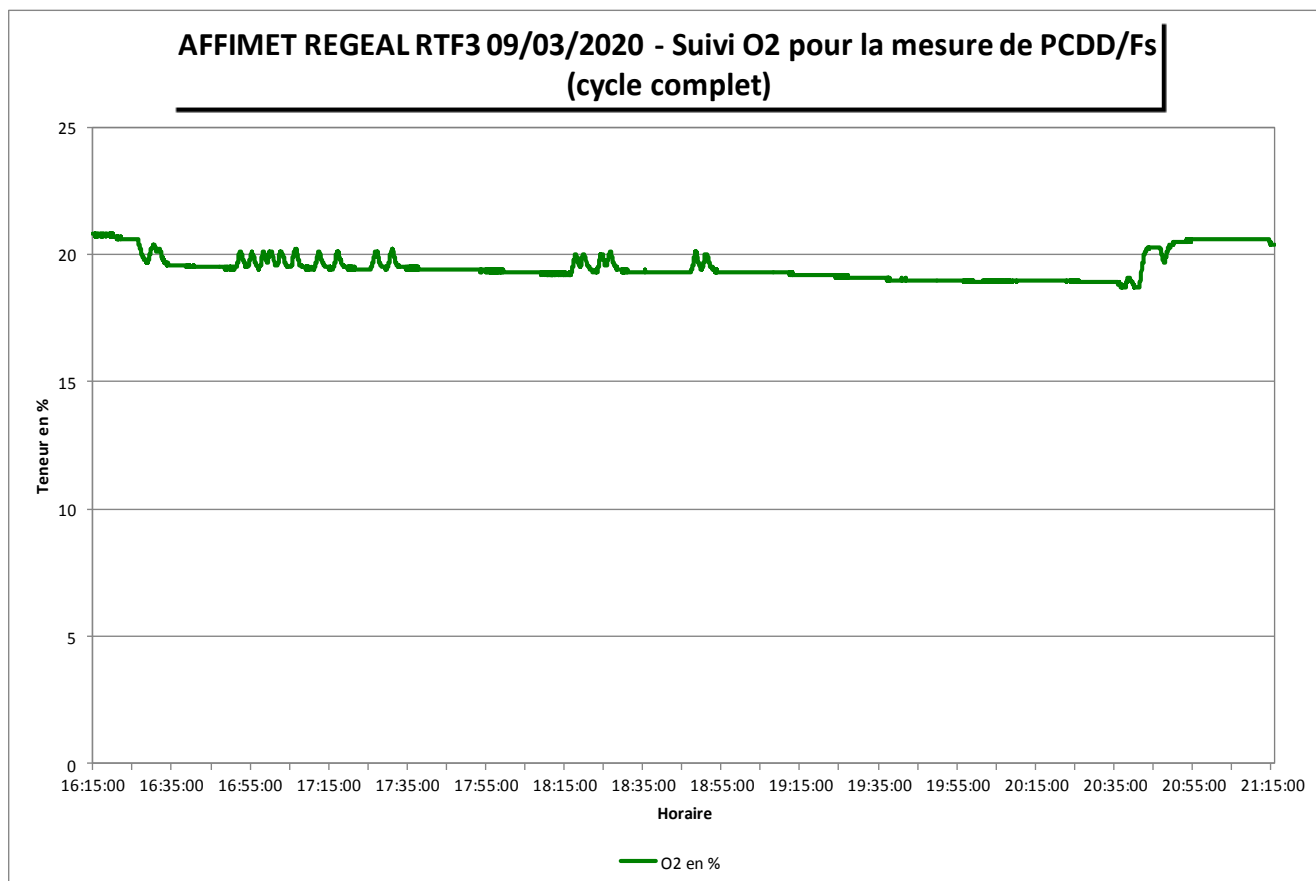
RTF3 du 09/03/2020		SYNTHÈSE DES RESULTATS
Paramètres		O ₂
Unité		%
Essai 1		
Heure de début	16:15	
Heure de fin	17:55	
Valeur moyenne		19,7
Valeur moyenne corrigée		19,7
Essai 2		
Heure de début	17:55	
Heure de fin	19:35	
Valeur moyenne		19,3
Valeur moyenne corrigée		19,3
Essai 3		
Heure de début	19:35	
Heure de fin	21:23	
Valeur moyenne		19,5
Valeur moyenne corrigée		19,5
Moyenne		
Valeur moyenne		19,5
Flux en kg/h		

RTF3	Calibration et tests	
09/03/2020	Substances	O ₂
16:15 - 21:23	unité	%
Matériel	Réf. Analyseur	IMC317
	Valeur PE	25
	Bouteille zéro	281
	Bouteille étal.	AIR
	Teneur B. étal	20,9
Ajustage analyseur avant mesure	Heure zéro	15:50
	Valeur zéro	0
	Heure étal.	15:53
	Valeur étal	20,90
	Heure zéro	15:55
	Valeur zéro	0
Vérification ligne avant mesure	Heure zéro	15:58
	Valeur zéro	0
	Heure étal.	16:00
	Valeur étal	20,80
	Temps de réponse (s)	25
	Taux de fuite	-0,5%
Après mesure	Heure zéro	21:27
	Valeur zéro	0,1
	Heure étal.	21:29
	Valeur étal	20,8
	Dérive Zéro	0,5%
	Dérive PE	0,5%

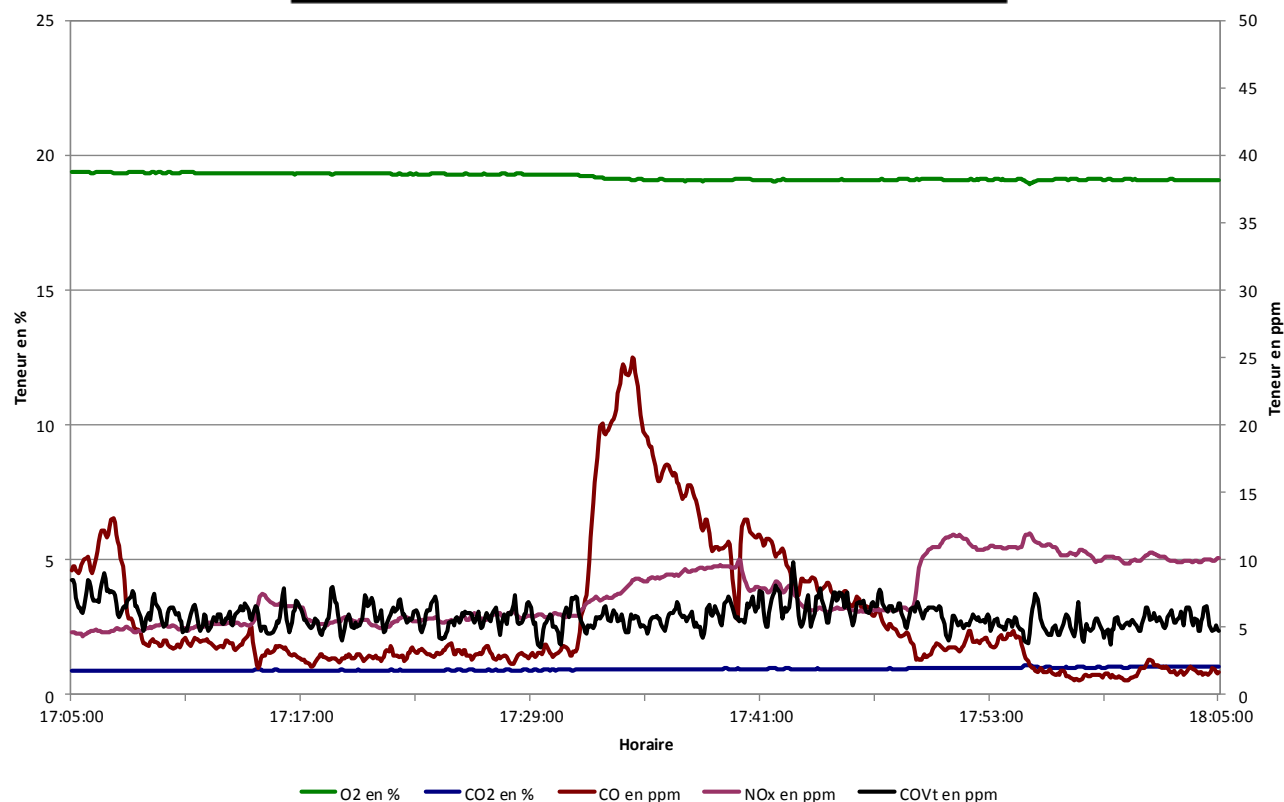
RTF3 du 10/03/2020		SYNTHESE DES RESULTATS				
Paramètres		O ₂	CO ₂	CO	NOx	COVt
Unité		%	%	mg/m ³	mg/m ³ (NO ₂)	mg eqC/m ³
Essai 1						
Heure de début	16:20					
Heure de fin	17:05					
Valeur moyenne		19,5	0,8	8,0	9,8	4,0
Valeur moyenne corrigée		19,5	0,8	8,2	9,8	4,9
Essai 2						
Heure de début	17:05					
Heure de fin	18:05					
Valeur moyenne		19,2	0,9	7,3	15,3	3,1
Valeur moyenne corrigée		19,2	0,9	7,5	15,3	4,2
Essai 3						
Heure de début	18:45					
Heure de fin	19:15					
Valeur moyenne		20,5	0,2	8,9	8,9	3,3
Valeur moyenne corrigée		20,5	0,2	9,3	8,9	4,7
Moyenne						
Valeur moyenne		19,7	0,6	8,3	11,3	4,6
Flux en kg/h				0,425	0,578	0,235

RTF3	Calibration et tests					
10/03/2020	Substances	O ₂	CO ₂	CO	NO	COVt
16:20 - 19:15	unité	%	%	ppm	ppm	ppm
Matériel	Réf. Analyseur	IMC303	IMC303	IMC303	IMC303	IMC243
	Valeur PE	25	20	200	250	100
	Bouteille zéro	281	281	281	281	AIR
	Bouteille étal.	AIR	275	275	275	276
	Teneur B. étal	20,9	10,1	100,7	80,1	59,2
Ajustage analyseur avant mesure	Heure zéro	13:04	13:04	13:04	13:04	13:12
	Valeur zéro	0	0	0	0	0
	Heure étal.	13:07	13:10	13:10	13:10	13:15
	Valeur étal	20,94	10,15	101,20	80,40	59,20
	Heure zéro	13:13	13:13	13:13	13:13	13:16
	Valeur zéro	-0,16	0,11	0,6	0,7	-0,5
Vérification ligne avant mesure	Heure zéro	13:20	13:20	13:20	13:20	13:26
	Valeur zéro	0,02	0	0,1	0,1	0
	Heure étal.	13:26	13:23	13:23	13:23	13:29
	Valeur étal	20,92	10,11	101,00	80,10	59,00
	Temps de réponse (s)	28	27	26	28	15
	Taux de fuite	-0,1%	-0,4%	-0,2%	-0,4%	-0,3%
Après mesure	Heure zéro	19:24	19:24	19:24	19:24	19:20
	Valeur zéro	-0,22	0,04	0	0	-2,7
	Heure étal.	19:29	19:27	19:27	19:27	19:22
	Valeur étal	20,72	10,37	96,1	78,4	54,8
	Dérive Zéro	1,1%	0,4%	0,1%	0,1%	4,7%
	Dérive PE	0,2%	2,2%	4,8%	2,0%	2,5%

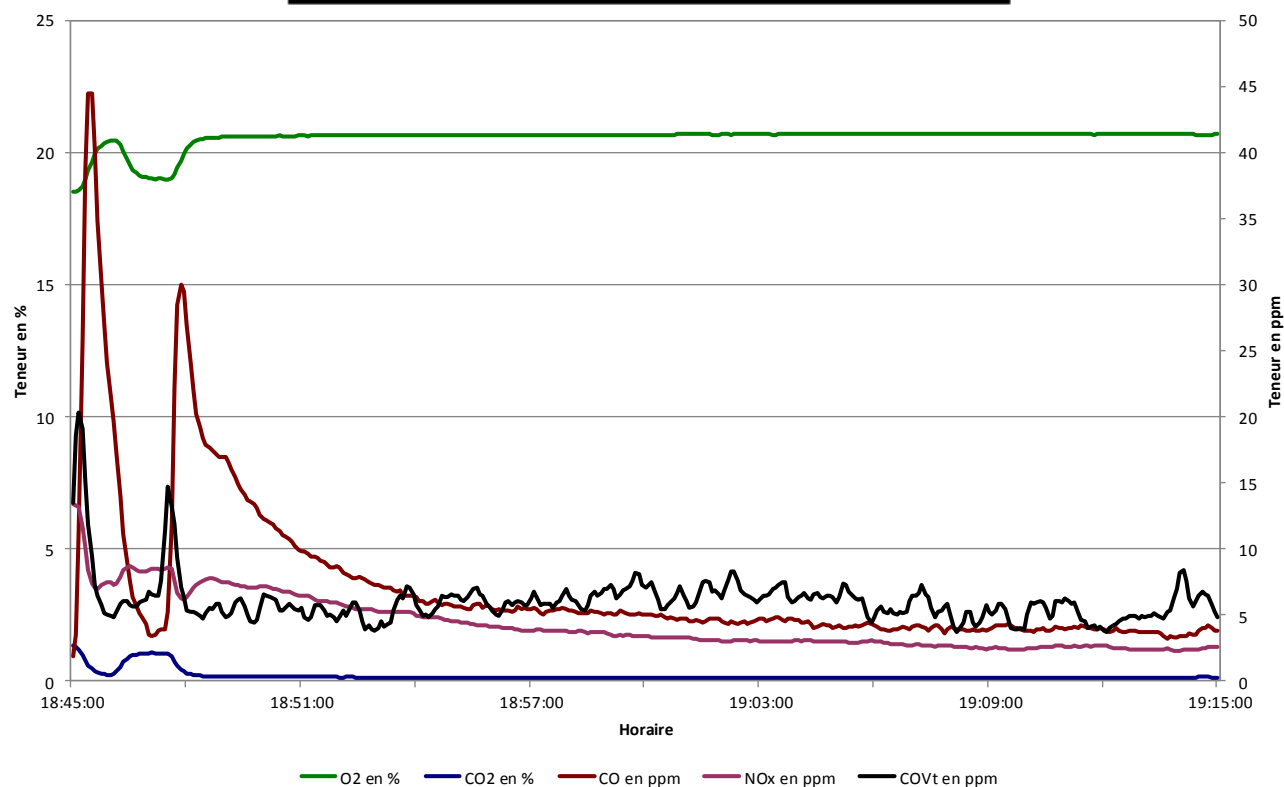
Courbe gaz 1. Prélèvements des polluants



AFFIMET REGEAL RTF3 10/03/2020 - Phase de fusion



AFFIMET REGEAL RTF3 10/03/2020 - Phase de coulée



17 MATÉRIEL MIS EN OEUVRE

Tableau 19. Liste du matériel utilisé

Paramètres	Norme	Méthode et appareillage	Identifiant
Vitesse	EN 16911	Tube de Pitot de type L	AC567
		Micromanomètre	IMP218
Température		Thermocouple de type K et thermomètre numérique	IMT318
Pression atmosphérique		Baromètre numérique	IMP305
Humidité	NF EN 14790	Balance numérique de précision	IMML15
		Compteur volumétrique sur gaz sec	IMD426
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
		Détermination de la masse de poussière par pesée sur une balance de précision	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
Métaux lourds particulaire	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
Métaux lourds gazeux	NF EN 14385 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans HNO ₃ associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD425
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H ₂ O associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD426
SO ₂	NF EN 14791 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H ₂ O ₂ associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD322
HF particulaire	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD306 + IMD428 + IMD463 + IMD419 + IMD424
HF gazeux	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans NaOH associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD428
Formaldéhyde + Acétaldéhyde + Acroleïne	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD463
Benzène	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD419
Phénol	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD424
Dioxines et Furanés	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Prélèvement sur filtre plan hors conduit (phase particulaire) puis après condensation sur résine XAD2 (phase gazeuse) associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	ST5 DADO
Acquisition de données	-	Acquisition de données	AC517
Concentration en O ₂	NF EN 14789	Paramagnétisme	IMC303
Concentration en CO ₂	NFX 20-301	Absorption infrarouge	IMC303
Concentration en CO	NF EN 15058	Absorption infrarouge	IMC303
Concentration en NO _x	NF EN 14792	Chimiluminescence	IMC303
Concentration en COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Ionisation de flamme	IMC243

18 INCERTITUDES DE MESURES

Les résultats des mesures sont donnés avec une incertitude valable pour un intervalle de confiance de 95 % avec un facteur d'élargissement $k = 2$.

Les incertitudes de mesure sont exprimées, en fonction des concentrations obtenues, en suivant les recommandations sur la mesure des émissions de polluants atmosphériques des installations fixes. Les incertitudes de mesures pour les installations contrôlées sont présentées dans le Tableau 20.

Tableau 20. Incertitudes de mesures

Polluants	Unité	Incertitude élargie $k = 2$
Débit	% relatif	10,0
Humidité	% relatif	20,0
O ₂	% relatif	1,2
CO ₂	% absolu	0,0
CO	mg/m ³	0,0
NO _x	mg/m ³	0,0
COVt	mg eqC/m ³	0,0
PCDD/F	% relatif	25,0
HF	% relatif	10,0
SO ₂	% relatif	15,0
HCl	% relatif	15,0
Métaux	% relatif	35,0
Mercure	% relatif	35,0
Poussières	% relatif	-

Le Tableau 21 présente les limites de quantification dans les conditions d'intervention.

Tableau 21. Limite de quantification dans les conditions d'intervention

Molécule	LQ associée	Unité
Poussières	0,7	mg/m ³
Cd *	0,001	mg/m ³
Pb *	0,001	mg/m ³
Cr *	0,006	mg/m ³
Cu *	0,006	mg/m ³
Mn *	0,006	mg/m ³
Ni *	0,006	mg/m ³
V *	0,006	mg/m ³
Zn	0,013	mg/m ³
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	0,045	mg/m ³
HCl	0,3	mg/m ³
SO ₂	0,24	mg/m ³
HF	0,22	mg/m ³
PCDD/F	1,96	pg/m ³

19 PARAMETRES MESURES

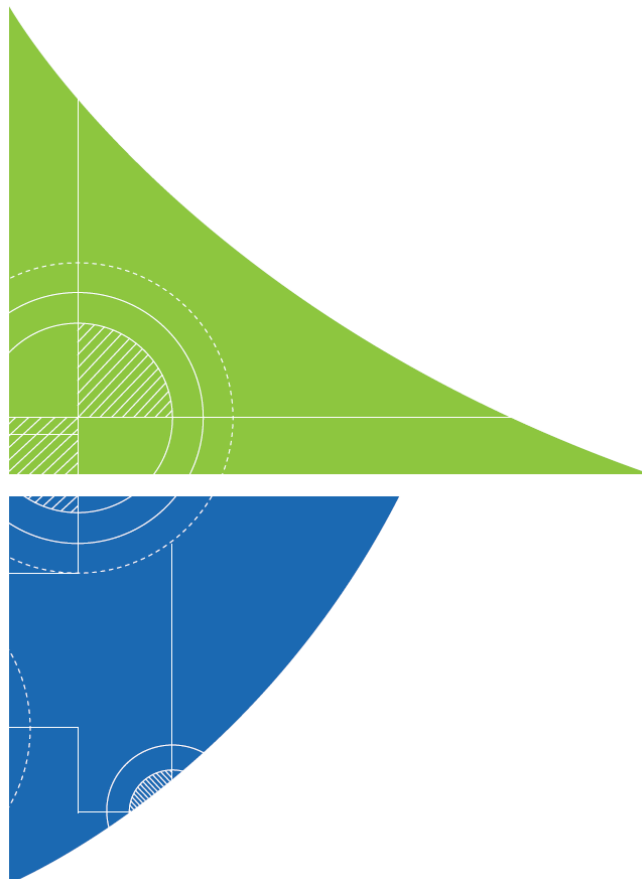
Tableau 22. Paramètres mesurés en méthode manuelle et méthodologie de rinçage

Mesures manuelles			
Essai	Paramètres mesurés	Mode opératoire de rinçage de la ligne principale	Point d'exploration
Essai 1	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 2	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 3	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 4	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai 5	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai 6	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai Résine 1	PCDD/F	Solvant miscible à l'eau puis toluène	Prélèvement en tout point

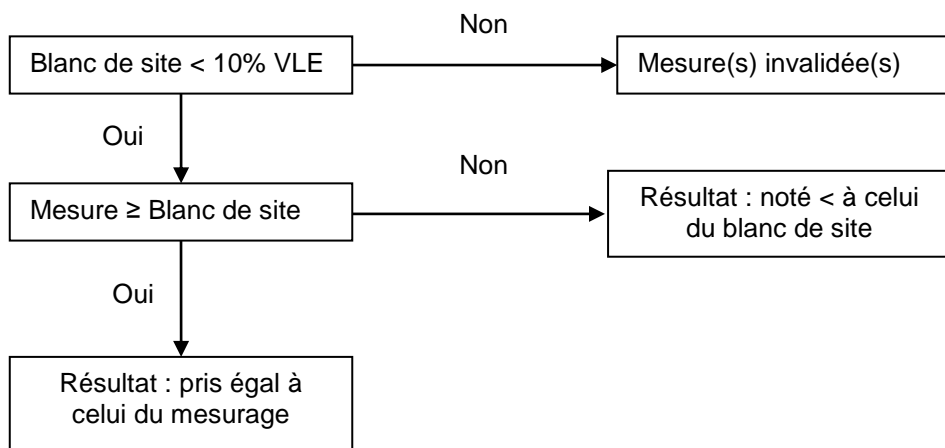
Tableau 23. Paramètres mesurés en méthode automatique

Mesures automatiques			
Série	Paramètres mesurés	Mesures simultanées avec mesures manuelles	Point d'exploration
Série 1	O ₂	Essai Résine 1 : PCDD/F	Prélèvement en un point (section homogène pour gaz)
Série 2	O ₂ / CO ₂ / CO / NO / COVt	Essai 1 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 2 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 3 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 4 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol / Essai 5 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol / Essai 6 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Prélèvement en un point (section homogène pour gaz)

ANNEXES



Annexe 1 : Règles de calcul des résultats selon LAB REF 22



Pour comparer la mesure au blanc de site, la règle de calcul énoncée ci-dessus dans le cas d'analyses inférieures à LQ/3 ou comprise entre LQ/3 et LQ doit être appliquée, que les résultats de la mesure et du blanc de site soient issus de l'analyse de plusieurs phases ou d'une seule (voir exemple dans le tableau ci-après pour une VLE de 70 mg/m⁰³).

Mesure (M), en mg/m ⁰³		Blanc de site (BS), en mg/m ⁰³		Conformité BS	Comparaison M / BS	Résultat
phase 1	phase 2	phase 1	phase 2			
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 > 0+0 M > BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 3 (LQ)	-	C	1,5+0 = 1,5 M = BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	3,5	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 < 3,5 M < BS	3,5
3,2		3,8	-	C	3,2 < 3,8 M < BS	3,8
< 3 (LQ)		< 1 (LQ/3)			1,5 > 0 M > BS	1,5
3,2	< 3 (LQ)	3,8	-	C	3,2+1,5 > 3,8 M > BS	4,7
3,2	< 1 (LQ/3)	3,4	-	C	3,2+0 < 3,4 M < BS	3,4
4	< 1,2 (LQ/3)	5,3	< 3,6 (LQ)	NC 5,3 + 1,8 > 7		NC

AFFIMET REGEAL - COMPIEGNES
RAPPORT D'ESSAI
CONTRÔLE RÉGLEMENTAIRE
DES REJETS DE POLLUANTS À L'ATMOSPHÈRE

RTF3

Date Intervention : 11/12/2020

INTERVENANTS
A.COURTOIS - P. KACZMAREK -

Agence de Lens

CLIENT : **AFFIMET REGEAL**
Avenue du Vermandois
60200 COMPIEGNES

N° de DOSSIER MAITRE : 8200083

REDACTEUR : PM. DUHAMEL

DESTINATAIRES : MME BLONDELLE NATHALIE (1 copie)



Suivi des versions de rapport		
Version	Synthèse des modifications et le cas échéant explications	Chapitre(s), tableau(x) modifié(s)
1	Version initiale	/

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seul(e)s analyses et essais couvert(e)s par l'accréditation, identifié(e)s dans le tableau n°1, dans le chapitre « Synthèse des résultats »

Le rapport d'essai ne concerne que les objets soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similés photographiques intégraux annexes comprises.

	Vérificateur	Approbateur
Nom	P. KACZMAREK	PM.DUHAMEL
Fonction	Responsable d'agence	Responsable d'affaire
Signature		

SOMMAIRE

1	OBJET DES MESURES	4
2	EXPRESSION DES RESULTATS.....	4
3	SYNTHESE DES RESULTATS.....	5
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	9
5	HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)	10
6	CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	11
7	POUSSIERES DANS LES FUMEEES.....	14
8	METAUX LOURDS.....	15
9	DIOXYDE DE SOUFRE	18
10	ACIDE CHLORHYDRIQUE	19
11	ACIDE FLUORHYDRIQUE.....	20
12	ALDEHYDES.....	22
13	PHENOL	23
14	BENZENE.....	24
15	PCDD/PCDF	25
16	GAZ DANS LES FUMEEES	28
17	MATERIEL MIS EN OEUVRE	32
18	INCERTITUDES DE MESURES.....	33
19	PARAMETRES MESURES	34

TABLEAUX

TABLEAU 1. CONFORMITE VIS-A-VIS DES NORMES	5
TABLEAU 2. CONFORMITE DES BLANCS.....	6
TABLEAU 3. SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS	7
TABLEAU 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	9
TABLEAU 5. ETUDE DE L'HOMOGENEITE	10
TABLEAU 6. CARTE DE VITESSES ET CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	12
TABLEAU 7. CONFORMITE DE LA SECTION DE PRELEVEMENT	13
TABLEAU 8. CONCENTRATIONS EN POUSSIERES	14
TABLEAU 9. MESURES DE LA CONCENTRATION EN METAUX LOURDS	15
TABLEAU 10. MESURES DE LA CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE	18
TABLEAU 11. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....	19
TABLEAU 12. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE	21
TABLEAU 13. MESURES EN ALDEHYDES	22
TABLEAU 14. MESURES EN PHENOL.....	23
TABLEAU 15. MESURES EN BENZENE	24
TABLEAU 16. MESURES DE PCDD/F	25
TABLEAU 17. RESULTATS DES PRELEVEMENTS DES POLLUANTS GAZEUX	29
TABLEAU 18. LISTE DU MATERIEL UTILISE.....	32
TABLEAU 19. INCERTITUDES DE MESURES.....	33
TABLEAU 20. LIMITE DE QUANTIFICATION DANS LES CONDITIONS D'INTERVENTION	33
TABLEAU 21. PARAMETRES MESURES EN METHODE MANUELLE ET METHODOLOGIE DE RINÇAGE	34
TABLEAU 22. PARAMETRES MESURES EN METHODE AUTOMATIQUE	34

ANNEXES

ANNEXE 1 : REGLES DE CALCUL DES RESULTATS SELON LAB REF 22	36
--	----

1 OBJET DES MESURES

1.1 CONTEXTE DES MESURES

Notre prestation correspond au contrôle des rejets atmosphériques de l'installation RTF3 du site AFFIMET REGEAL situé à COMPIEGNES, en tenant compte des prescriptions de l'arrêté d'exploitation et des textes en vigueur.

1.2 AGRÉMENTS

LECES est agréé par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie par l'arrêté du 28 mai 2015 pour « effectuer certains types de prélèvements et d'analyses à l'émission des substance dans l'atmosphère » pour les agréments suivants :

- Agrément 1 a et 1 b : prélèvement (1 a) et quantification (1 b) des poussières dans une veine gazeuse.
- Agrément 2 : prélèvement et analyse des composés organiques volatils totaux.
- Agréments 3 a : prélèvement de mercure (Hg).
- Agréments 4 a : prélèvement d'acide chlorhydrique (HCl).
- Agréments 5 a : prélèvement (5 a) d'acide fluorhydrique (HF).
- Agréments 6 a : prélèvement (6 a) de métaux lourds autres que le mercure (arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, nickel, plomb, antimoine, thallium, vanadium).
- Agrément 7 : prélèvement de dioxines et furannes dans une veine gazeuse (PCDD et PCDF).
- Agréments 9 a : prélèvement (9 a) d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Agréments 10 a : prélèvement (10 a) du dioxyde de soufre (SO₂).
- Agrément 11 : prélèvement et analyse des oxydes d'azote (NO_x).
- Agrément 12 : prélèvement et analyse du monoxyde de carbone (CO).
- Agrément 13 : prélèvement et analyse de l'oxygène (O₂).
- Agrément 14 : détermination de la vitesse et du débit-volume.
- Agrément 15 : prélèvement et détermination de la concentration en vapeur d'eau.
- Agrément 16 a : prélèvement (a) de l'ammoniac (NH₃).

2 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Les mesures sont exprimées dans les conditions normales de température et de pression (273 K, 1,013.10Pa) sur gaz sec. L'unité utilisée est le normal mètre cube (m₀³).

L'expression des résultats respecte les préconisations du document Cofrac LAB REF 22. La durée des prélèvements et/ou la technique analytique doit permettre de répondre aux exigences réglementaires qui consistent à atteindre une limite de quantification (LQ) inférieure à 10 % de la valeur limite d'émission pour le polluant visé par la VLE (composé individuel ou somme de composés).

Les règles applicables pour l'expression des résultats et l'évaluation de la conformité de l'installation sont les suivantes : réaliser une somme des différentes phases (particulaire et/gazeuse) en considérant :

- la valeur 0 si le composé n'est pas détecté à l'analyse ($C < LQ/3$), le résultat présente une typographie en gras et italique.
- $LQ/2$ si la valeur donnée par l'analyse est comprise entre $LQ/3$ et LQ . le résultat présente une typographie en gras et italique.

Pour les teneurs d'essais inférieures aux teneurs des blancs, les valeurs retenues pour les concentrations sont les teneurs obtenus sur le support du blanc (blanc final en cas de réalisation de 2 blancs) divisé par les volumes de l'essai concerné. Ces concentrations modifiées sont reportées avec un signe « < », en typographie gras et couleur blanche sur fond ombré.

Les étapes conduisant au calcul des résultats sont précisées à l'annexe 1.

Le diagnostic de conformité au regard des VLEs est établi par simple comparaison des résultats obtenus (moyenne dans le cas de plusieurs essais) à la VLE sans prise en compte des incertitudes.

Les résultats présentant dans le sein du rapport une distinction entre la phase particulaire et la phase gazeuse correspondent à une répartition à la température de filtration et non à la situation physique dans le conduit.

2.1 DONNEES FOURNIES PAR LE CLIENT

Les données suivantes sont fournies par le client :

/

La responsabilité du laboratoire ne peut être engagé lorsque les informations pouvant affecter la validité du laboratoire, sont fournies par le client.

3 SYNTHESE DES RÉSULTATS

3.1 NORMES APPLIQUEES ET ECARTS EVENTUELS

Tableau 1. Conformité vis-à-vis des normes

Toute non-conformité entraine l'impossibilité de préciser les incertitudes associées aux mesurages pour le paramètre concerné. Les non-conformités associés à la section de mesures se reportent sur le mesurage des polluants particuliers.			
Paramètres	Norme	Réalisé sous accréditation Cofrac	Ecart à la norme
O2	NF EN 14789	Oui	Aucun écart à la norme
CO2	NFX 20-301	Oui	Aucun écart à la norme
CO	NF EN 15058	Oui	Aucun écart à la norme
NOx	NF EN 14792	Oui	Aucun écart à la norme
COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Oui	Aucun écart à la norme
Conformité de la section de mesure et vitesse	NF EN ISO 16911-1 / NF EN 13284-1 / NF EN 15259	Oui	Aucun écart à la norme
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052	Oui	Rapport d'isocinétisme non conforme - Essai 3
Métaux lourds et mercure	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Oui (éléments présentés avec *)	Rendement d'absorption Cu, Mn, Zn
			Rapport d'isocinétisme non conforme - essai 3
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
SO2	NF X 14791 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
Formaldéhyde	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
HF	NF X 43-304 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
Phenol	XP T 90-109	Non	Aucun écart à la norme
Benzene	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
phenol	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
PCDD-F	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme

Poussières & Métaux : Rapport d'isocinétisme essai 3 non conforme (94% pour 95% minimum). Cela peut induire une légère sous estimation des concentrations. Au vu des faibles concentrations mesurées (inférieures à 20% de la VLE), cela n'a pas d'impact sur le résultat de conformité.

Métaux : Rendement d'absorption non conforme pour Cu, Mn et Zn. Cela peut induire une légère sous estimation des concentrations. Au vu des faibles concentrations mesurée (inférieures à 10% de la VLE), cela n'a pas d'impact sur le résultat de conformité.

Le taux d'Humidité est < à 4%, il est en dehors du domaine de validation de la Norme NF EN 14790

Mesures NOx – NF EN 14792 : l'analyseur mis en oeuvre (Réf analyseur IMC303) présente un rendement de Conversion en NO2 inférieur au critère de 95 % selon la norme NF EN 14792 mais qui reste supérieur à 80%. Pour un ratio NO2/NOx supérieur à 10%, peut aboutir à une sous-estimation des résultats.

Sur la demande du client (vis-à-vis de soucis de production), l'ensemble des paramètres ont été mesuré en simultané. Les mesures ont été réalisé en 1 point fixe. Cela induit une augmentation des incertitudes de mesure Les gaz étant défini comme homogène dans le conduit, l'impact est négligeable sur les résultats de conformité.

3.2 CONFORMITE DES BLANCS DE SITE

Tableau 2. Conformité des blancs

Paramètre	Unité	VLE	Blanc	Validation blanc	LQ	Validation LQ
Poussières	mg/m ₀ ³	5	0,3	Oui	0,8	Non
Cd *	mg/m ₀ ³	0,01	0,0	Oui	0,0006	Oui
Pb *	mg/m ₀ ³	0,15	0,001	Oui	0,001	Oui
Cu *	mg/m ₀ ³	0,1	0,00005	Oui	0,003	Oui
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	mg/m ₀ ³	1	0,04	Oui	0,02	Oui
HCl	mg/m ₀ ³	5	0,1	Oui	0,1	Oui
SO2	mg/m ₀ ³	100	0,1	Oui	0,1	Oui
HF	mg/m ₀ ³	1	0,07	Oui	0,3	Non
Somme : Dioxines + Furannes	ng/m ₀ ³	0,1	0,003	Oui	0,001	Oui

Poussières et HF : LQ non validées. Au vu de l'écart entre le résultat et la VLE, aucun impact sur le jugement de conformité.

3.3 RESULTATS

Les résultats des mesures de contrôle réalisées sur l'ensemble des installations sont présentés dans le *Tableau 3*.

Tableau 3. Synthèse des résultats obtenus

Client	AFFIMET REGEAL
Installation	RTF3
Date	11/12/2020

	Mesure
Horaire	09:50 - 10:05
Température (°C)	100
Vitesse (m/s)	16,6
Débit (m ³ /h)	59100

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Horaire Gaz	13:02 - 14:02	14:28 - 15:13	15:36 - 16:10				
O2 teneur	20,4	21,1	21,1	20,9	%	-	-
CO2 teneur	0,3	0	0	0,1	%	-	-
CO teneur	8,9	3,5	6,5	6,3	mg/m3	-	-
CO flux				0,372	kg/h	-	-
NOx teneur	4,6	1,2	3,2	3	mg/m3(NO2)	200	Conforme
NOx flux				0,177	kg/h	16	Conforme
COVt teneur	13,2	0,6	0,4	4,7	mg eqC/m3	30	Conforme
COVt flux				0,278	kg/h	2,4	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
Poussières teneur	1,9	1,0	0,9	1,3	mg/m ³	5	Conforme
Poussières flux	0,11	0,06	0,06	0,08	kg/h	0,4	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
Cd * teneur	0,00011	0,00004	0,00001	0,00005	mg/m ³	0,01	Conforme
Cd * flux	0,000006	0,000002	0,000001	0,000003	kg/h	0,0008	Conforme
Pb * teneur	0,004	0,002	0,002	0,003	mg/m ³	0,15	Conforme
Pb * flux	0,0002	0,0001	0,0001	0,0002	kg/h	0,012	Conforme
Cr * teneur	0,0007	0,0004	0,0005	0,0005	mg/m ³	-	
Cr * flux	0,00004	0,00003	0,00003	0,00003	kg/h	0,0016	Conforme
Cu * teneur	0,007	0,003	0,001	0,004	mg/m ³	0,1	Conforme
Cu * flux	0,0004	0,0002	0,00003	0,0002	kg/h	0,008	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn teneur	0,1	0,1	0,1	0,1	mg/m ³	1	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn flux	0,006	0,004	0,004	0,005	kg/h	0,08	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
HCl teneur	1,4	0,06	0,5	0,6	mg/m ₀ ³	5	Conforme
HCl flux	0,08	0,003	0,03	0,04	kg/h	0,4	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
SO2 teneur	0,2	0,1	0,1	0,1	mg/m ₀ ³	100	Conforme
SO2 flux	0,01	0,003	0,005	0,007	kg/h	8	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
HF teneur	0,05	0,003	0,003	0,02	mg/m ₀ ³	1	Conforme
HF flux	0,003	0,0001	0,0002	0,001	kg/h	0,08	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 13:02 - 14:02	11/12/2020 14:28 - 15:13	11/12/2020 15:36 - 16:10				
Benzene teneur	0,009	0	0,01	0,007	mg/m ₀ ³	20	Conforme
Benzene flux	0,0005	0	0,0008	0,0004	kg/h	1,6	Conforme

	Essai 1	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	11/12/2020 10:35 - 16:10			
Somme : Dioxines + Furannes teneur	0,02	ng/m ₀ ³	0,1	Conforme
Somme : Dioxines + Furannes flux	0,0014	mg/h	0,0016	Conforme

	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	04/11/2020 14:41 - 15:41	04/11/2020 15:45 - 16:45	04/11/2020 16:50 - 17:30				
COV annexe III Formaldehyde + Acetaldehyde + Acroleine + Phenol teneur	0,5	0,3	0,4	0,4	mg/m ₀ ³	20	Conforme
COV annexe III Formaldehyde + Acetaldehyde + Acroleine + Phenol flux	0,03	0,02	0,02	0,02	kg/h	1,1	Conforme

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Tableau 4. Description de l'installation

Installation	Nom usuel	RTF3
	Secteur	Métallurgie
Outil de production	Type	Four
	Description	Capacité : 15T Puissance : 5MW
	Type d'émission	cyclique
Ventilateur d'extraction	Débit nominal	80 000 Nm3/h
Traitement de fumées	Type	Filtre à manches
	Constructeur	-
	Paramètres de fonctionnement	Voir ci-dessous
Section de mesurage	Positionnement	Cheminée



5 HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)

Concernant les polluants émis sous forme gazeuse, la section de mesure possède les caractéristiques suivantes au sens de la norme NF EN 15259 et du guide d'application GA X43-551.

Tableau 5. Etude de l'homogénéité

			L'émissaire objet de ce rapport se situe dans le cas suivant
A	<p>Les effluents sont issus d'un seul émetteur et il n'y a pas d'entrée d'air,</p> <p>ou</p> <p>Les effluents sont issus de plusieurs émetteurs et la section de mesurage est située en aval d'un système d'homogénéisation tel qu'un ventilateur d'extraction et il n'y a pas d'entrée d'air en aval.</p>	La section de mesurage est réputée homogène	X
B	La caractérisation de l'écoulement au niveau de la section de mesure a été réalisée par le laboratoire ayant procédé au contrôle précédent.	La section de mesurage a été déclarée homogène	
C	Le diamètre du conduit est < 0.35 m	L'homogénéité n'a pas à être vérifiée	
D	<p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p> <p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p>	La vérification de l'homogénéité ne peut être réalisée	X
E	L'installation ne répond pas aux conditions précisées en A, B, C ou D ou nous ne disposons pas de résultats antérieurs. La mesure de l'homogénéité a été faite dans le cadre de cette campagne de mesure	Voir les résultats du mesurage dans le corps du rapport	

6 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

6.1 PRINCIPE DE MESURE

Les débits gazeux circulant dans les gaines sont déterminés par exploration des vitesses appliquant les références normatives suivantes :

- Norme NF EN ISO 16911-1 relative à « Émissions de sources fixes — Détermination manuelle et automatique de la vitesse et du débit-volume d'écoulement dans les conduits — Partie 1 : Méthode de référence manuelle ».
- Norme NF EN 14790 relative à la « Détermination de la vapeur d'eau dans les conduits »,
- Norme NF EN 13284-1 relative au « Prélèvement de poussière dans une veine gazeuse ».

Bien que cette dernière norme ne soit pas destinée à la mesure du débit de conduite, elle est utilisée pour la mesure de flux de poussière, qui lui, nécessite la connaissance du débit dans le conduit ; en outre, le réglage de l'isocinétisme nécessite de connaître les vitesses aux points de prélèvement ; la norme sert donc de référence pour définir l'emplacement des points de mesure lorsque des mesures manuelles sont effectuées.

La mesure de débit consiste à :

- Définir dans la section de mesure la position des points de mesure qui devront être choisis en nombre suffisant pour connaître la répartition des vitesses de façon satisfaisante,
- Mesurer la pression différentielle (P_i) existant entre les prises de pression totale (P_t) et statique (P_s) d'un tube Pitot placé en ces points ainsi que la masse volumique du fluide dans les conditions de mesure,
- Déterminer la vitesse locale de l'écoulement (V_i) sur la base des mesures précédentes,
- Calculer par une méthode arithmétique la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer le débit réel humide (Q_v) égal au produit de la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer l'humidité des fumées pour exprimer le débit des fumées sèches,
- Déterminer la température en chaque point et la pression absolue dans la gaine pour exprimer les débits dans les conditions normales.

6.2 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

Les caractéristiques aérauliques de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 6*.

Tableau 6. Carte de vitesses et caractéristiques aérauliques

CARTE DE VITESSE		
Essai		Essai 1
Date		11/12/2020
Heure		09:50 - 10:05
Points de mesure (cm)		Vitesse en m/s
Axe 1	6	16,5
	20	16,5
	40	16,6
	95	16,5
	115	16,7
	129	16,7
Axe 2	6	16,5
	20	16,5
	40	16,6
	95	16,5
	115	16,7
	129	16,7
Données gaz		
Pression atmo. (hPa)		988
Teneur moyenne O ₂ (% vol.sec)		20,9
Teneur moyenne CO ₂ (% vol.sec)		0,1
Teneur moyenne CO (ppm)		5
Teneur moyenne H ₂ O (% vol/vol hum)		3,1
Masse volumique normale humide (kg/m ₀ ³)		1,274
Masse volumique (kg/m ³)		0,909
Caractéristiques aérauliques		
Débit réel (m ³ /h)		85500
Débit normal (m ₀ ³ /h) sec		59100
Débit normal (m ₀ ³ /h) hum		61000
Vitesse moyenne (m/s)		16,6
Surface section (m ²)		1,43
Pression statique (hPa)		-0,21
Pression absolue (hPa)		987,79
Température (°C)		100
Rapport Vmax/Vmin		1

6.3 RESPECT DE LA MESURE PAR RAPPORT AUX NORMES NF EN ISO 16911-1, NF EN 13284-1 ET NF EN 15259

Tableau 7. Conformité de la section de prélèvement

Caractéristiques générales du conduit	Forme de la gaine	Circulaire	
	Dimension des gaines (m)	1,35	
	Diamètre hydraulique (m)	1,35	
Emplacement de la section de mesure	Distance de longueur droite en amont en (m)	7	Suffisant
	Distance de longueur droite en aval en (m)	7	Suffisant
Plateforme d'accès et conditions d'installation du matériel	Dimension de la passerelle (m²)	3	C
	Zone de dégagement (m)	2	NC
Points prélèvement	Nombre de brides sur le conduit	2	C
	Brides normalisées	Oui	
	Type de bride	100 x 400	C
	Nombre de lignes de prélèvement pour conformité selon NFX 44-052 & NF EN 13284-1	2	C
Vitesses	Rapport Vmax/Vmin <3	1,0	C
	Angle d'écoulement des gaz inférieur à 15°	0°	C
	Essai répétabilité sur site (< 5% de la vitesse)	0,0%	C
	Ecart température inférieur à 5% de la température moyenne		C
	P. différentielle minimale sur la section de mesurage >0,5 mm CE		C

7 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

7.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en poussière est réalisée par prélèvement isocinétique suivant la norme **NF EN 13284-1** ou **NF X44-052**.

Ces normes précisent le matériel et la méthode générale de prélèvement isocinétique de poussière dans un conduit dont le principe consiste à :

- Déterminer dans la section de mesure, la position des points de prélèvement qui doivent être choisis en nombre suffisant pour réaliser un échantillonnage représentatif,
- Mesurer la vitesse de l'effluent gazeux en chacun de ces points,
- Calculer le débit d'aspiration en chacun des points de l'exploration afin de réaliser un prélèvement isocinétique (vitesse à l'entrée de buse de prélèvement égale à la vitesse de l'écoulement au point considéré).

Un échantillonnage représentatif des gaz chargés en poussières est réalisé par exploration de la section de mesure. La durée du prélèvement est ajustée en fonction de la concentration.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan à haute efficacité. Le rinçage de sonde permet de récupérer, après évaporation, les poussières sédimentées dans le système de prélèvement. Les deux pesées déterminées contribuent avec la connaissance du volume de gaz prélevé au calcul de la concentration massique en particules solides (ou indice pondéral).

Les rejets de poussières sont caractérisés par leur concentration exprimée en mg/m_0^3 secs et leur flux massique exprimé en kg/h .

7.2 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

Les concentrations en poussières de l'installation contrôlée sont détaillées dans le Tableau 8.

Tableau 8. Concentrations en poussières

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3									
Essai n°	1		3		5		Moyenne		Ecart type	
Réf. Filtre	S9105		S9106		S9107					
Réf. Rinçage LP	S9740		S9740		S9740					
Solution rinçage	H2O + Acétone		H2O + Acétone		H2O + Acétone				H2O + Acétone	
Date	11/12/2020		11/12/2020		11/12/2020				11/12/2020	
Heure de début	13:02		14:28		15:36					
Heure de fin	14:02		15:13		16:10					
Durée (min)	60		45		34				34	
Volume prélevé (m_0^3)	2,147		1,569		1,255		1,663		0,370	
Rapport d'isocinétisme	103,4% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	100,8% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	94,1% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	NC				
Test étanchéité (%)	0,3%	C	0,3%	C	0,3%	C				
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C				

Poussières	Essai n°	1	3	5	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
	Masse filtre (mg)	2,9	0,35	0	1,1	1,3	0
	Masse rinçage (mg)	1,2	1,2	1,2	1,1	0,2	0,4
	Concentration normalisée (mg/m_0^3 sec)	1,9	1,0	0,9	1,2	0,5	0,3
	Flux (kg/h)	0,11	0,06	0,06	0,07	0,03	0,02

8 MÉTAUX LOURDS

8.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en métaux lourds est réalisée par prélèvement isocinétique..

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan avec :

- pour le mercure (NF EN 13211) : Un train de 2 barboteurs avec une solution à 2 % m/m de KMnO_4 et 10 % m/m d' H_2SO_4 est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse.
- Pour les autres métaux (NF EN 14385) : un train de 3 barboteurs avec une solution d'absorption composée d'un mélange d'acide nitrique (HNO_3) à 3,3 % m/m et d'eau oxygénée (H_2O_2) à 1,5 % m/m est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse des métaux lourds.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) :

- Par ICP-MS pour les métaux lourds particulaires et gazeux,
- Par AFS pour le mercure gazeux.

8.2 CONCENTRATION EN METAUX LOURDS DANS LES FUMÉES

Les concentrations en métaux lourds de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 9*.

Tableau 9. Mesures de la concentration en métaux lourds

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial	
Réf. Filtre	S9105	S9106	S9107			S9104+S9739	
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz	
Réf. Rinçage LP	S9740	S9740	S9740				
Type solution de rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone	
Réf. B1+B2 (métaux)	S9742	S9744	S9745			S9741	
Réf. B3 (métaux)	S9743						
Type solution d'absorption	HNO3	HNO3	HNO3			HNO3	
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020			11/12/2020	
Heure de début	13:02	14:28	15:36				
Heure de fin	14:02	15:13	16:10				
Durée (min)	60	45	34				
Volume prélevé ligne principale (m_0^3)	2,147	1,569	1,255	1,657	0,452	1,255	
Volume prélevé ligne secondaire ML (m_0^3)	0,244	0,161	0,129	0,178	0,059	0,129	
Rapport d'isocinétisme	103,4% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	100,8% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	94,1% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	NC	
Test étanchéité ligne principale (%)	0,3%	C	0,3%	C	0,3%	C	
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C	

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Cd *	Masse particulaire (mg)	0,000232	0,000601	0,0000167	0,000103	0,000114	0
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000108	0,000383	0,0000133	0,0000533	0,0000492	0
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000108	0,000383	0,0000133	0,0000533	0,0000492	0
	Flux (kg/h)	0,00000639	0,00000226	0,000000786	0,00000315	0,00000291	0
Pb *	Masse particulaire (mg)	0,00191	0,000531	0,000218	0,000887	0,000901	0,0000597
	Masse gazeuse (mg)	0,00699	0,000329	0,000223	0,000417	0,00025	0,0000682
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000891	0,000338	0,000174	0,000468	0,000375	0,0000476
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00287	0,00204	0,00172	0,00221	0,000592	0,000528
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00376	0,00238	0,0019	0,00268	0,000967	0,000575
	Flux (kg/h)	0,000222	0,000141	0,000112	0,000158	0,0000571	0,000034
Cr *	Masse particulaire (mg)	0,00141	0,000675	0,000647	0,000912	0,000434	0,000369
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000658	0,00043	0,000515	0,000535	0,000115	0,000294
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000658	0,00043	0,000515	0,000535	0,000115	0,000294
	Flux (kg/h)	0,0000389	0,0000254	0,0000305	0,0000316	0,0000068	0,0000174
Cu *	Masse particulaire (mg)	0,00949	0,00163	0,000679	0,00393	0,00484	0,0000625
	Masse gazeuse (mg)	0,000544	0,000368	0	0,000304	0,000278	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00442	0,00104	0,000541	0,002	0,00211	0,0000498
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00224	0,00228	0	0,0015	0,0013	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00666	0,00331	0,000541	0,0035	0,00306	0,0000498
	Flux (kg/h)	0,000393	0,000196	0,000032	0,000207	0,000181	0,00000294
Mn *	Masse particulaire (mg)	0,00489	0,00302	0,00117	0,00303	0,00186	0,00211
	Masse gazeuse (mg)	0,00551	0,00141	0,000676	0,00253	0,00261	0,000341
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00228	0,00192	0,00168	0,00196	0,000298	0,00168
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0226	0,00876	0,00523	0,0122	0,0092	0,00264
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0249	0,0107	0,00691	0,0142	0,00949	0,00432
	Flux (kg/h)	0,00147	0,000632	0,000408	0,000838	0,000561	0,000255
Ni *	Masse particulaire (mg)	0,00139	0,000758	0,000615	0,00092	0,00041	0,000269
	Masse gazeuse (mg)	0,000222	0	0	0,0000742	0,000128	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000646	0,000483	0,00049	0,00054	0,000092	0,000214
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,000914	0	0	0,000305	0,000527	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00156	0,000483	0,00049	0,000844	0,000619	0,000214
	Flux (kg/h)	0,0000922	0,0000285	0,000029	0,0000499	0,0000366	0,0000127
V *	Masse particulaire (mg)	0,000179	0,0000822	0	0,000087	0,0000895	0,000019
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0000833	0,0000524	0,0000151	0,0000503	0,0000341	0,0000151
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0000833	0,0000524	0,0000151	0,0000503	0,0000341	0,0000151
	Flux (kg/h)	0,00000492	0,0000031	0,000000895	0,00000297	0,00000202	0,000000895

Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Zn	Masse particulaire (mg)	0,0386	0,00994	0,00492	0,0178	0,000781
	Masse gazeuse (mg)	0,0119	0,00688	0,00793	0,00892	0,00489
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,018	0,00633	0,00392	0,00941	0,000622
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0491	0,0426	0,0613	0,051	0,00948
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,067	0,049	0,0652	0,0604	0,00995
	Flux (kg/h)	0,00396	0,00289	0,00385	0,00357	0,000588
Al	Masse particulaire (mg)	0,415	0,213	0,171	0,266	0,135
	Masse gazeuse (mg)	0,00929	0,00332	0,0013	0,00464	0,00416
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,193	0,136	0,136	0,155	0,0331
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0382	0,0206	0,0106	0,0231	0,014
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,231	0,156	0,147	0,178	0,0464
	Flux (kg/h)	0,0137	0,00924	0,00866	0,0105	0,00274
Somme : Cd + Pb + Cr + Cu + Mn + Ni + + V + Zn	Masse particulaire (mg)	0,0581	0,0167	0,00826	0,0277	0,0268
	Masse gazeuse (mg)	0,0189	0,00899	0,00882	0,0122	0,00594
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0271	0,0106	0,00735	0,015	0,0106
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0777	0,0557	0,0683	0,0672	0,0211
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,105	0,0664	0,0756	0,0822	0,0243
	Flux (kg/h)	0,00619	0,00392	0,00447	0,00486	0,00144

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
Cd	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Pb	83,4%	Concentration hors domaine d'application
Cr	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Cu	80,1%	Non-Conforme
Mn	83,7%	Non-Conforme
Ni	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
V	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Zn	89,1%	Non-Conforme

9 DIOXYDE DE SOUFRE

9.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxyde de soufre est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 14791.

La concentration en SO₂ est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau oxygénée à 0,3 %. A l'issue du prélèvement, les ions sulfates résultant de la dissolution de SO₂ sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

9.2 CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en dioxyde de soufre de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 10*.

Tableau 10. Mesures de la concentration en dioxyde de soufre

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Réf. Support 1	S9751	S9753	S9754			S9773
Réf. Support 2	S9752					
Type Support	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%			barboteur H2O2 0.3 ou 3%
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020			11/12/2020
Heure de début	13:02	14:28	15:36			
Heure de fin	14:02	15:13	16:10			
Durée (min)	60	45	34			
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,225	0,163	0,120	0,169	0,053	0,120
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C			
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C			

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
SO2	Masse support 1 (mg)	0,0418	0,0084	0,00955	0,0199	0,019	0,0079
	Masse support 2 (mg)	0,00525	0	0	0,00175	0,00303	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,209	0,0515	0,0798	0,113	0,0839	0,066
	Flux (kg/h)	0,0123	0,00305	0,00472	0,0067	0,00496	0,0039

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
SO2	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

10 ACIDE CHLORHYDRIQUE

10.1 DESCRIPTION DU PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide chlorhydrique est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 1911-1.

La concentration en HCl est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau déminéralisée. A l'issue du prélèvement, les ions chlorures résultant de la dissolution d'HCl sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

10.2 CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE

Les concentrations en acide chlorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 11*.

Tableau 11. Mesures de la concentration en acide chlorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial	
Réf. Support 1	S9747	S9749	S9750			S9746	
Réf. Support 2	S9748						
Type Support	barboteur eau demi	barboteur eau demi	barboteur eau demi			barboteur eau demi	
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020			11/12/2020	
Heure de début	13:02	14:28	15:36				
Heure de fin	14:02	15:13	16:10				
Durée (min)	60	45	34				
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,264	0,188	0,140	0,197	0,062	0,140	
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C				
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C				

Essai n°		1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
HCl	Masse support 1 (mg)	0,367	0,009	0,0666	0,148	0,192	0,0106
	Masse support 2 (mg)	0,00485	0	0	0,00162	0,0028	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	1,4	0,056	0,475	0,647	0,693	0,0753
	Flux (kg/h)	0,0833	0,00331	0,0281	0,0382	0,041	0,00445

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
HCl	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

11 ACIDE FLUORHYDRIQUE

11.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide fluorhydrique est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF X43-304.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan. La phase gazeuse est piégée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution de NaOH 0,1N.

A l'issue du prélèvement, les ions fluorures résultant de la dissolution du HF sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

11.2 CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en acide fluorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 12*.

Tableau 12. Mesures de la concentration en acide fluorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3						
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial	
Réf. Filtre	S9086	S9087	S9088			S9085+S9769	
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz	
Réf. Rinçage LP	S9770	S9770	S9770				
Type solution de rinçage	H2O + NaOH N/10	H2O + NaOH N/10	H2O + NaOH N/10			H2O + Acétone	
Réf. B1	S9759	S9761	S9762			S9758	
Type solution d'absorption	barboteur NaOH N/10	barboteur NaOH N/10	barboteur NaOH N/10			NaOH N/10	
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020			11/12/2020	
Heure de début	13:02	14:28	15:36				
Heure de fin	14:02	15:13	16:10				
Durée (min)	60	45	34				
Volume prélevé ligne principale (m ₀ ³)	2,074	1,588	1,347	1,670	0,370	0,054	
Volume prélevé ligne secondaire HF (m ₀ ³)	0,128	0,054	0,041	0,074	0,047	0,128	
Rapport d'isocinétisme	99,9% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	102% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	101% bec : 8 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	
Test étanchéité ligne principale (%)	0,3%	C	0,3%	C	0,3%	C	
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C	

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
HF	Masse particulaire (mg)	0,101	0	0	0,0335	0,0581	0,004
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0485	0,00252	0,00297	0,018	0,0264	0,0735
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0485	0,00252	0,00297	0,018	0,0264	0,0735
	Flux (kg/h)	0,00287	0,000149	0,000175	0,00106	0,00156	0,00435

12 ALDEHYDES

12.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en aldéhydes est déterminée par prélèvement dans une solution de DNPH.

12.2 CONCENTRATION EN ALDEHYDES DANS LES FUMÉES

Les concentrations en aldéhydes de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 13*.

Tableau 13. Mesures en aldéhydes

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	
Réf. Support 1	S9755	S9756	S9757			
Type Support	barboteur DNPH	barboteur DNPH	barboteur DNPH		barboteur DNPH	
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020		11/12/2020	
Heure de début	13:02	14:28	15:36		13:02	
Heure de fin	14:02	15:13	16:10		14:02	
Durée (min)	60	45	34		60	
Volume prélevé (m ³)	0,200	0,171	0,125	0,165	0,038	
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type
Acetaldehyde	Masse support 1 (mg)	0,05	0	0	0,0167	0,0289
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,25	0	0	0,0833	0,144
	Flux (kg/h)	0,0148	0	0	0,00492	0,00852
Acroleine	Masse support 1 (mg)	0	0	0	0	0
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0	0	0	0	0
	Flux (kg/h)	0	0	0	0	0
Formaldehyde	Masse support 1 (mg)	0,05	0,05	0,05	0,05	0
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,25	0,293	0,399	0,314	0,0768
	Flux (kg/h)	0,0148	0,0173	0,0236	0,0186	0,00454
Somme : Acetaldehyde + Acroleine + Formaldehyde	Masse support 1 (mg)	0,1	0,05	0,05	0,0667	0,0289
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,5	0,293	0,399	0,397	0,221
	Flux (kg/h)	0,0295	0,0173	0,0236	0,0235	0,0131

13 PHENOL

13.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en phénol est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube XAD7.

13.2 CONCENTRATION EN PHENOL DANS LES FUMÉES

Les concentrations en phénol sont détaillées dans le *Tableau 16*.

Tableau 14. Mesures en phénol

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	
Réf. Support 1	S9763	S9764	S9765			
Type Support	tube XAD 7	tube XAD 7	tube XAD 7			
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020			
Heure de début	13:02	14:28	15:36			
Heure de fin	14:02	15:13	16:10			
Durée (min)	60	45	34			
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,060	0,049	0,039	0,044	0,010	
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C			

Phenol	Essai n°	1	1	2	Moyenne	Ecart Type
	Masse support 1 (mg)	0	0	0	0	0
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0
	Flux (kg/h)	0	0	0	0	0

14 BENZÈNE

14.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en benzène est réalisée par prélèvement suivant la norme NF EN 13649. Cette norme décrit le matériel et la méthode générale de prélèvement en benzène dans un conduit. La concentration en benzène est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube de charbon actif.

14.2 CONCENTRATION EN BENZENE DANS LES FUMEES

Les concentrations en benzène sont détaillées dans le *Tableau 15*.

Tableau 15. Mesures en benzène

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	
Réf. Support 1	S9766	S9767	S9768			
Type Support	charbon actif	charbon actif	charbon actif		charbon actif	
Date	11/12/2020	11/12/2020	11/12/2020		11/12/2020	
Heure de début	13:02	14:28	15:36		13:02	
Heure de fin	14:02	15:13	16:10		14:02	
Durée (min)	60	45	34		60	
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,056	0,049	0,039	0,048	0,009	
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C			

Benzene	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type
	Masse support 1 (mg)	0,0005	0	0,0005	0,000333	0,000289
	Masse support 2 (mg)	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00887	0	0,0127	0,0072	0,00652
	Flux (kg/h)	0,000524	0	0,000752	0,000425	0,000386

15 PCDD/PCDF

15.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxines/furannes est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF EN 1948-1.

La méthode de mesure est la suivante :

- la fraction particulaire est récupérée sur filtre plan,
- la fraction gazeuse, après condensation, est récupérée sur cartouche XAD2.

L'analyse du filtre, du condensat et de la cartouche XAD2 est réalisée selon les normes NF EN 1948-2 et NF EN 1948-3 par le laboratoire Micropolluants Technologies accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) pour l'analyse des dioxines/furannes.

15.2 CONCENTRATION EN PCDD/F

Les concentrations en PCDD/F de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 16*. Elles sont exprimées en I-TEQ.

Tableau 16. Mesures de PCDD/F

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF3		
Type de prélèvement	Ligne principale		
Essai n°	1	Blanc initial	
Réf. Filtre, résine, condensat et rinçage	S9776+S9774	9778	
Type filtre	Quartz	Quartz	
Type résine	XAD2 80 g	XAD2 80 g	
Type solution de rinçage	Toluène	Toluène	
Date	11/12/2020	11/12/2020	
Heure de début	10:35		
Heure de fin	16:10		
Durée (min)	320		
Volume prélevé (m ³)	6,620	6,620	
Rapport d'isocinétisme	106,3% bec : 6 mm vitesse gaine : 16,6 m/s	C	
Test étanchéité (%)	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	120,0		
Température dans la résine (°C)	5,0	C	
Vitesse dans la résine (m/s)	27,5	C	
Temps de séjour dans la résine (s)	0,5	C	

	Essai n°	1	Blanc initial
2,3,7,8 TCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8 PeCDD	Masse supports (ng)	0,0161	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00122	0
	Flux (mg/h)	0,0000719	0
1,2,3,4,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0,0212	0,00665
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000321	0,0001
	Flux (mg/h)	0,0000189	0,00000593
1,2,3,6,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0,039	0,0141
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00059	0,000212
	Flux (mg/h)	0,0000348	0,0000125
1,2,3,7,8,9 HxCDD	Masse supports (ng)	0,0326	0,0284
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000492	0,000428
	Flux (mg/h)	0,0000291	0,0000253
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	Masse supports (ng)	0,753	0,453
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00114	0,000684
	Flux (mg/h)	0,0000672	0,0000404
OCDD	Masse supports (ng)	4,5	3
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000685	0,000456
	Flux (mg/h)	0,0000405	0,000027
2,3,7,8 TCDF	Masse supports (ng)	0,122	0,00148
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00185	0,0000224
	Flux (mg/h)	0,000109	0,00000132
1,2,3,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0,0437	0,00318
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00033	0,000024
	Flux (mg/h)	0,0000195	0,00000142
2,3,4,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0,138	0,00326
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0104	0,000246
	Flux (mg/h)	0,000616	0,0000145
1,2,3,4,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,0725	0,00635
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0011	0,0000959
	Flux (mg/h)	0,0000648	0,00000567
1,2,3,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,0957	0,00846
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00145	0,000128
	Flux (mg/h)	0,0000855	0,00000755
2,3,4,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0,183	0,0145
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00277	0,000219
	Flux (mg/h)	0,000163	0,0000129
1,2,3,7,8,9 HxCDF	Masse supports (ng)	0,058	0,0015
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000877	0,0000226
	Flux (mg/h)	0,0000518	0,00000134
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	Masse supports (ng)	0,347	0,101
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000524	0,000152
	Flux (mg/h)	0,000031	0,00000898

	Essai n°	1	Blanc initial
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	Masse supports (ng)	0,0631	0,0112
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000953	0,000017
	Flux (mg/h)	0,00000563	0,000001
OCDF	Masse supports (ng)	0,323	0,134
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000488	0,0000202
	Flux (mg/h)	0,00000289	0,00000119
Dioxines	Masse supports (ng)	5,4	3,5
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00444	0,00188
	Flux (mg/h)	0,000262	0,000111
Furannes	Masse supports (ng)	1,4	0,284
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0195	0,000946
	Flux (mg/h)	0,00115	0,0000559
Somme : Dioxines + Furannes	Masse supports (ng)	6,8	3,8
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0239	0,00283
	Flux (mg/h)	0,00141	0,000167

Marqueur	% de récupération	Conformité
1,2,3,7,8 PeCDF	109%	C
1,2,3,7,8,9 HxCDF	57%	C
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	72%	C

16 GAZ DANS LES FUMÉES

16.1 PRINCIPE DE MESURE

16.1.1 O₂, CO₂, CO, NO_x

Les concentrations en O₂, CO₂, CO, NO_x sont directement mesurées sur le site à l'aide d'analyseurs automatiques après élimination de la vapeur d'eau contenue dans l'effluent gazeux par un système soit à effet Peltier soit à perméation.

La prise d'échantillon est réalisée selon la méthode extractive consistant à :

- /// Prélever une fraction représentative de l'effluent gazeux au moyen d'une sonde de prélèvement portable chauffée en acier inoxydable, munie d'un filtre dépoussiéreur et raccordée à une ligne de prélèvement chauffée pour le transport du gaz vers le système de conditionnement de l'échantillon.
- /// Éliminer la vapeur d'eau au moyen de deux systèmes :

Description des systèmes possibles	Identification du système utilisé
Système muni de membrane de perméation permettant de séparer les molécules d'eau par un balayage à contre-courant d'air sec entraînant ainsi l'humidité pour obtenir un gaz sec.	
Système muni d'un serpentin et d'un condenseur en verre refroidi par effet Peltier permettant de séparer les molécules d'eau. Une pompe péristaltique permet l'évacuation des gouttelettes d'eau pour obtenir un gaz sec.	X

- /// Transférer des gaz secs vers les analyseurs au moyen d'un système portable de conditionnement de l'échantillonnage de gaz muni d'un système de condensation de sécurité, d'une pompe péristaltique et d'une ligne en PTFE.
- /// Alimenter à pression atmosphérique chaque analyseur au moyen d'un système de répartition.

Les normes utilisées sont les suivantes :

- Oxygène (O₂) : **NF EN 14789**,
- Monoxyde de carbone (CO) : **NF EN 15058**,
- Dioxyde de carbone (CO₂) : **NF X20-301**,
- monoxyde d'azote (NO) : **NF EN 14792**. Le rendement de conversion NO/NO₂ de nos analyseurs est inférieur à 95% mais supérieur à 80% conformément au LAB REF 22.

16.1.2 Mesure des COV, des COVNM et du CH₄

Les concentrations en COV sont directement mesurées à l'aide d'un analyseur automatique par ionisation de flamme après filtration par sonde chauffée et transfert par cordon chauffant (température de 180°C).

Les normes utilisées sont les suivantes :

- COV totaux : NF EN 12619,
- COV non méthanique et CH₄ : XP-X-43554

16.2 CONCENTRATION EN GAZ DANS LES FUMÉES

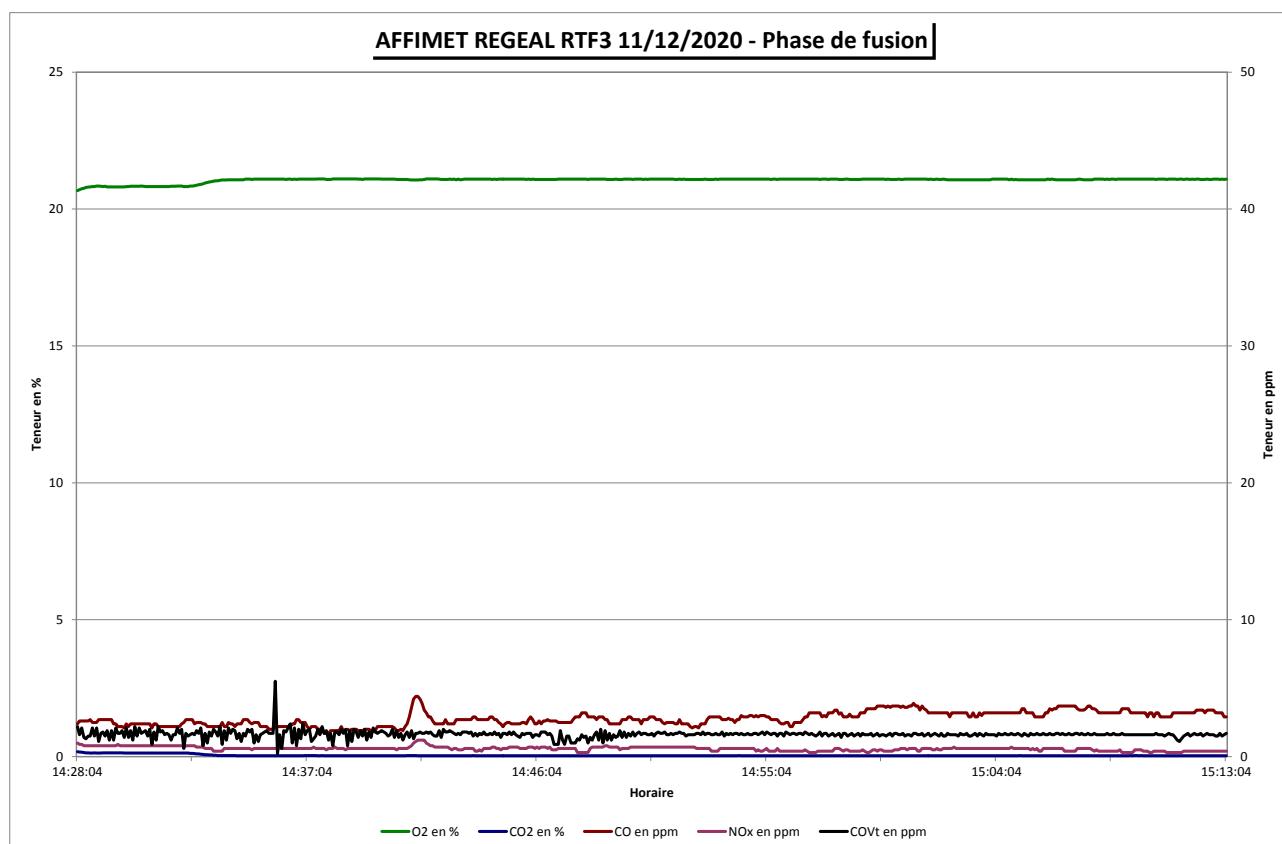
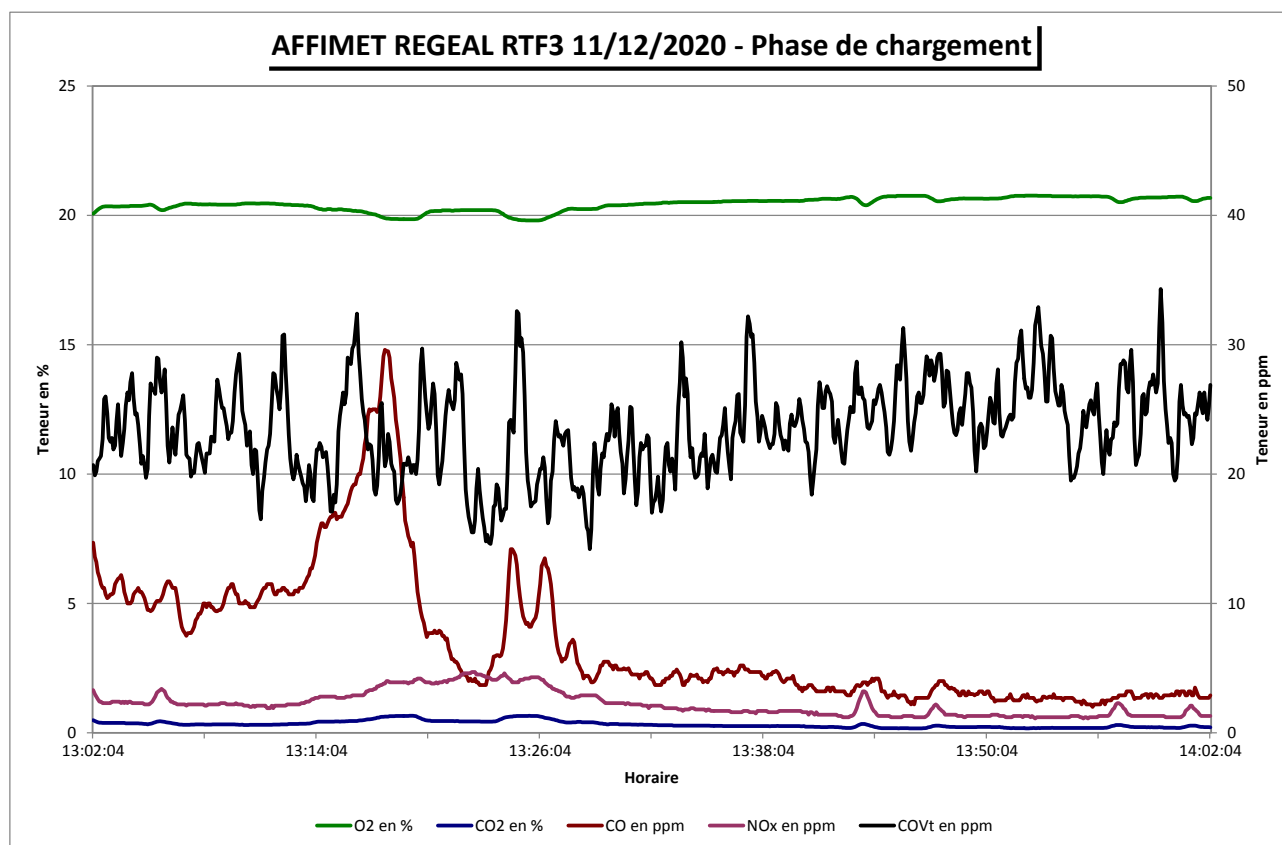
Les concentrations en polluants gazeux de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 17*.

Tableau 17. Résultats des prélèvements des polluants gazeux

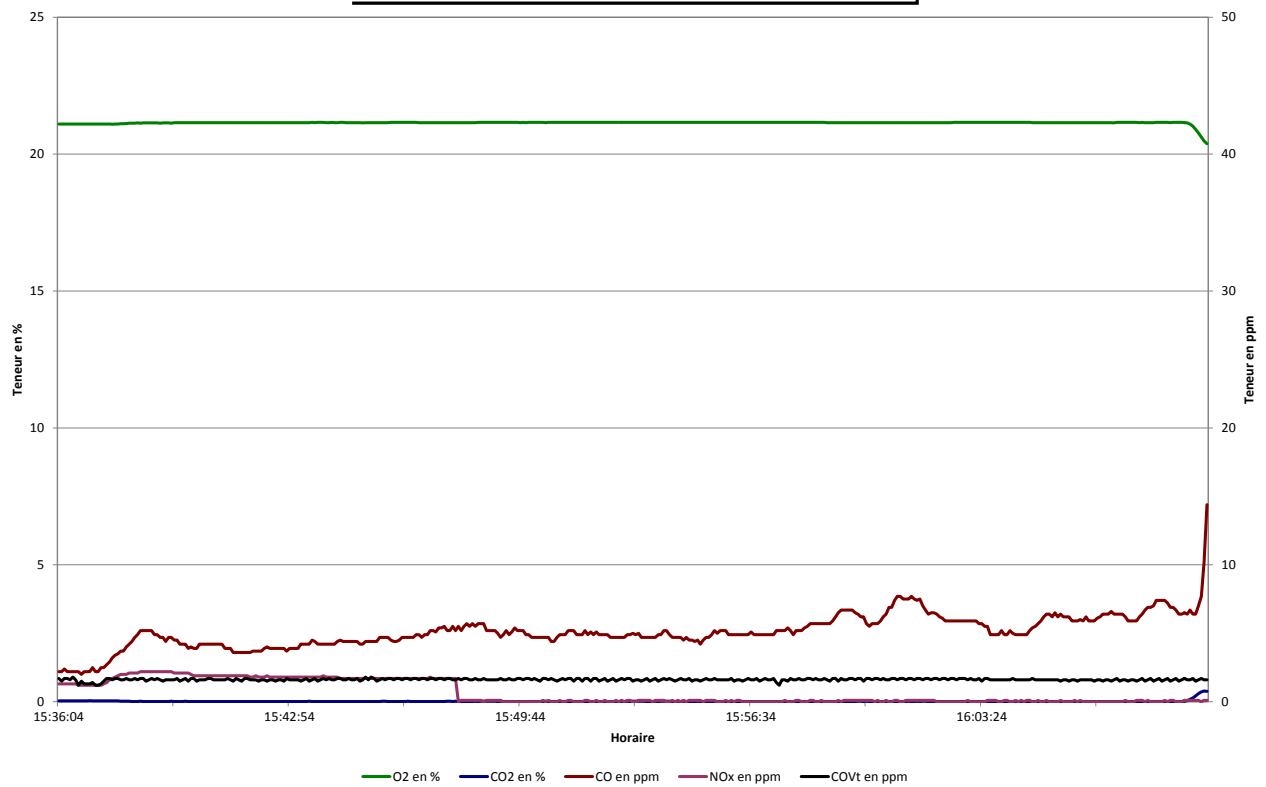
RTF3 du 11/12/2020		SYNTHÈSE DES RESULTATS				
Paramètres		O ₂	CO ₂	CO	NO _x	COVt
Unité		%	%	mg/m ³	mg/m ³ (NO ₂)	mg eqC/m ³
Essai 1						
Heure de début	13:02					
Heure de fin	14:02					
Valeur moyenne		20,4	0,3	8,8	4,6	13,0
Valeur moyenne corrigée		20,4	0,3	8,9	4,6	13,2
Essai 2						
Heure de début	14:28					
Heure de fin	15:13					
Valeur moyenne		21,1	0,0	3,5	1,2	0,6
Valeur moyenne corrigée		21,1	0,0	3,5	1,2	0,6
Essai 3						
Heure de début	15:36					
Heure de fin	16:10					
Valeur moyenne		21,1	0,0	6,4	3,2	0,4
Valeur moyenne corrigée		21,1	0,0	6,5	3,2	0,4
Moyenne						
Valeur moyenne		20,9	0,1	6,3	3,0	4,7
Flux en kg/h				0,372	0,177	0,278

RTF3	Calibration et tests					
11/12/2020	Substances	O ₂	CO ₂	CO	NO	COVt
13:02 - 16:10	unité	%	%	ppm	ppm	ppm
Matériel	Réf. Analyseur	IMC242	IMC242	IMC242	IMC242	IMC243
	Valeur PE	25	20	500	100	100
	Bouteille zéro	322	322	322	322	AIR
	Bouteille étal.	AIR	320	320	320	312
	Teneur B. étal	20,9	9,98	399	180,2	61,32
Ajustage analyseur avant mesure	Heure zéro	08:00	08:00	08:00	08:00	09:00
	Valeur zéro	-0,02	-0,1	0	0,1	0
	Heure étal.	08:08	08:04	8:04	8:04	9:04
	Valeur étal	20,89	9,96	399,20	180,30	61,30
	Heure zéro	8:11	8:11	8:11	8:11	9:08
	Valeur zéro	0,01	-0,01	0	0,6	0
Vérification ligne avant mesure	Heure zéro	08:18	08:18	08:18	08:18	09:10
	Valeur zéro	-0,01	-0,01	0	0,6	0
	Heure étal.	08:25	08:22	08:22	8:22	09:12
	Valeur étal	20,95	9,96	397,90	183,20	61,30
	Temps de réponse (s)	60	60	60	60	0
	Taux de fuite	0,3%	0,0%	-0,3%	1,6%	0,0%
Après mesure	Heure zéro	17:13	17:13	17:13	17:13	17:17
	Valeur zéro	0,08	-0,03	0,04	0,02	0
	Heure étal.	17:24	17:21	17:21	17:21	17:29
	Valeur étal	21,14	9,93	387	183,7	59,4
	Dérive Zéro	0,4%	0,2%	0,0%	0,3%	0,0%
	Dérive PE	0,5%	0,1%	2,7%	0,6%	3,1%

Courbe gaz 1. Prélèvements des polluants



AFFIMET REGEAL RTF3 11/12/2020 - Phase de coulée



17 MATÉRIEL MIS EN OEUVRE

Tableau 18. Liste du matériel utilisé

Paramètres	Norme	Méthode et appareillage	Identifiant
Vitesse	EN 16911	Tube de Pitot de type L	IMP313
		Micromanomètre	IMP218
Température		Thermocouple de type K et thermomètre numérique	IMT318
Pression atmosphérique		Baromètre numérique	IMP310
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD442 + IMD425 + IMD462 + IMD439 + IMD403
		Détermination de la masse de poussière par pesée sur une balance de précision	IMD442 + IMD425 + IMD462 + IMD439 + IMD403
Métaux lourds particulaire	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD442 + IMD425 + IMD462 + IMD439 + IMD403
Métaux lourd gazeux	NF EN 14385 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans HNO3 associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD425
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H2O associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD462
SO2	NF EN 14791 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H2O2 associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD439
Aldéhydes	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD403
HF particulaire	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD354 + IMD402
HF gazeux	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans NaOH associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD402
Phénol,	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	AC631
Benzene	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	AC640
Phenol	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	AC631
Dioxines et Furanes	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Prélèvement sur filtre plan hors conduit (phase particulaire) puis après condensation sur résine XAD2 (phase gazeuse) associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD602
Acquisition de données	-	Acquisition de données	AC517
Concentration en O2	NF EN 14789	Paramagnétisme	IMC242
Concentration en CO2	NFX 20-301	Absorption infrarouge	IMC242
Concentration en CO	NF EN 15058	Absorption infrarouge	IMC242
Concentration en NOx	NF EN 14792	Chimiluminescence	IMC242
Concentration en SO2	NF X 20 351	Absorption infrarouge	IMC242
Concentration en COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Ionisation de flamme	IMC243
Concentration en COVM	XP X 43 554	Ionisation de flamme	IMC243

18 INCERTITUDES DE MESURES

Les résultats des mesures sont donnés avec une incertitude valable pour un intervalle de confiance de 95 % avec un facteur d'élargissement $k = 2$.

Les incertitudes de mesure sont exprimées, en fonction des concentrations obtenues, en suivant les recommandations sur la mesure des émissions de polluants atmosphériques des installations fixes. Les incertitudes de mesures pour les installations contrôlées sont présentées dans le Tableau 19.

Tableau 19. Incertitudes de mesures

Polluants	Unité	Incertitude élargie $k = 2$
Débit	% relatif	10,0
O ₂	% relatif	1,3
CO ₂	% absolu	0,5
CO	mg/m ³	25,0
NO _x	mg/m ³	8,0
COVt	mg eqC/m ³	4,6
PCDD/F	% relatif	25,0
HF	% relatif	10,0
SO ₂	% relatif	15,0
HCl	% relatif	15,0
Métaux	% relatif	35,0
Mercure	% relatif	35,0
Poussières	% relatif	43,0

Le Tableau 20 présente les limites de quantification dans les conditions d'intervention.

Tableau 20. Limite de quantification dans les conditions d'intervention

Molécule	LQ associée	Unité
Poussières	0,7	mg/m ³
Cd *	0,0006	mg/m ³
Pb *	0,0006	mg/m ³
Cr *	0,003	mg/m ³
Cu *	0,003	mg/m ³
Mn *	0,003	mg/m ³
Ni *	0,003	mg/m ³
V *	0,003	mg/m ³
Zn	0,006	mg/m ³
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	0,02	mg/m ³
HCl	0,1	mg/m ³
SO ₂	0,1	mg/m ³
HF	0,3	mg/m ³
PCDD/F	1	pg/m ³

19 PARAMETRES MESURES

Tableau 21. Paramètres mesurés en méthode manuelle et méthodologie de rinçage

Mesures manuelles			
Essai	Paramètres mesurés	Mode opératoire de rinçage de la ligne principale	Point d'exploration
Essai 1	Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en un point
Essai 2	HF	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en un point
Essai 3	Phénol / Benzène	Pas de rinçage de la ligne principale	Prélèvement en un point
Essai 4	Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en un point
Essai 5	HF	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en un point
Essai 6	Phénol / Benzène	Pas de rinçage de la ligne principale	Prélèvement en un point
Essai 7	Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en un point
Essai 8	HF	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en un point
Essai 9	Phénol / Benzène	Pas de rinçage de la ligne principale	Prélèvement en un point
Essai Résine 1	PCDD/F	Solvant miscible à l'eau puis toluène	Prélèvement en un point

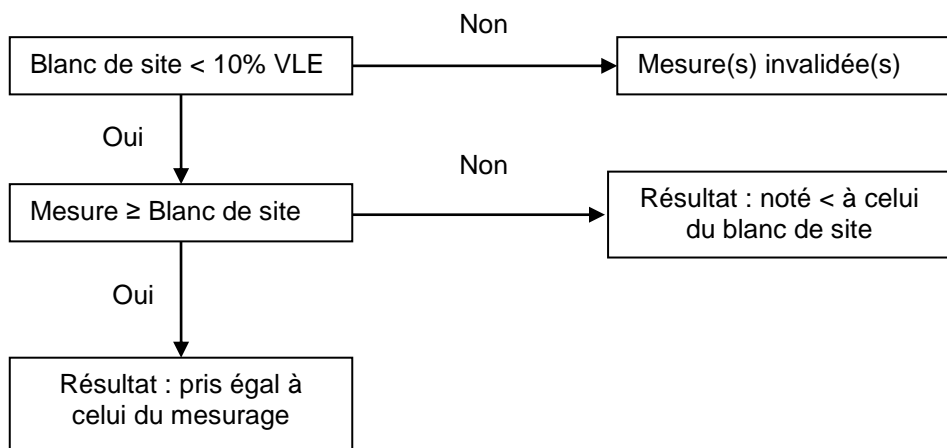
Tableau 22. Paramètres mesurés en méthode automatique

Mesures automatiques			
Série	Paramètres mesurés	Mesures simultanées avec mesures manuelles	Point d'exploration
Série 1	O ₂ / CO ₂ / CO / NO / SO ₂ / COVt / COVM / COVnM	Essai 1 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde / Essai 2 : HF / Essai 3 : Phénol / Benzène / Essai 4 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde / Essai 5 : HF / Essai 6 : Phénol / Benzène / Essai 7 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Acétaldéhyde+Acroléine+Formaldéhyde / Essai 8 : / HF / Essai 9 : Phénol / Benzène / Essai Résine 1 : PCDD/F	Prélèvement en un point (section homogène pour gaz)

ANNEXES



Annexe 1 : Règles de calcul des résultats selon LAB REF 22



Pour comparer la mesure au blanc de site, la règle de calcul énoncée ci-dessus dans le cas d'analyses inférieures à LQ/3 ou comprise entre LQ/3 et LQ doit être appliquée, que les résultats de la mesure et du blanc de site soient issus de l'analyse de plusieurs phases ou d'une seule (voir exemple dans le tableau ci-après pour une VLE de 70 mg/m³).

Mesure (M), en mg/m ³		Blanc de site (BS), en mg/m ³		Conformité BS	Comparaison M / BS	Résultat
phase 1	phase 2	phase 1	phase 2			
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 > 0+0 M > BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 3 (LQ)	-	C	1,5+0 = 1,5 M = BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	3,5	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 < 3,5 M < BS	3,5
3,2		3,8	-	C	3,2 < 3,8 M < BS	3,8
< 3 (LQ)		< 1 (LQ/3)			1,5 > 0 M > BS	1,5
3,2	< 3 (LQ)	3,8	-	C	3,2+1,5 > 3,8 M > BS	4,7
3,2	< 1 (LQ/3)	3,4	-	C	3,2+0 < 3,4 M < BS	3,4
4	< 1,2 (LQ/3)	5,3	< 3,6 (LQ)	NC 5,3 + 1,8 > 7		NC

AFFIMET REGEAL - COMPIEGNES
RAPPORT D'ESSAI
MESURES SPECIFIQUES
DES REJETS DE POLLUANTS À L'ATMOSPHERE
Campagne n°1

RTF1

Date Intervention : 09/03/2020

INTERVENANTS
R. CORDONNIER - M. ATMANE

Agence de Douvrin

CLIENT : **AFFIMET REGEAL**
Avenue du Vermandois
60200 COMPIEGNES

N° de DOSSIER MAITRE : 8200083

REDACTEUR : R. CORDONNIER

DESTINATAIRES : MME BLONDELLE NATHALIE (1 copie)
Dossier Maître (1 copie)



Suivi des versions de rapport		
Version	Synthèse des modifications et le cas échéant explications	Chapitre(s), tableau(x) modifié(s)
1	Version initiale	/
2	Correction résultats Dioxines	P7, P26, P27

L'accréditation par le Cofrac atteste de la compétence du laboratoire pour les seul(e)s analyses et essais couvert(e)s par l'accréditation, identifié(e)s dans le tableau n°1, dans le chapitre « Synthèse des résultats »
Le rapport d'essai ne concerne que les objets soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous la forme de fac-similés photographiques intégraux annexes comprises.

	Vérificateur	Approbateur
Nom	P. KACZMAREK	R. CORDONNIER
Fonction	Responsable d'agence	Chargé d'affaire
Signature		

SOMMAIRE

1	OBJET DES MESURES	3
2	EXPRESSION DES RESULTATS.....	3
3	SYNTHESE DES RESULTATS.....	4
4	DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	8
5	HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)	9
6	CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	10
7	POUSSIERES DANS LES FUMEEES.....	14
8	METAUX LOURDS.....	15
9	DIOXYDE DE SOUFRE	18
10	ACIDE CHLORHYDRIQUE	19
11	ACIDE FLUORHYDRIQUE.....	20
12	BENZENE.....	22
13	ALDEHYDES.....	23
14	PHENOL	24
15	PCDD/PCDF	25
16	GAZ DANS LES FUMEEES	28
17	MATERIEL MIS EN OEUVRE	33
18	INCERTITUDES DE MESURES.....	34
19	PARAMETRES MESURES	35

TABLEAUX

TABLEAU 1. CONFORMITE VIS-A-VIS DES NORMES	4
TABLEAU 2. CONFORMITE DES BLANCS.....	5
TABLEAU 3. SYNTHESE DES RESULTATS OBTENUS	6
TABLEAU 4. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION	8
TABLEAU 5. ETUDE DE L'HOMOGENEITE	9
TABLEAU 6. RESULTATS DE LA MESURE DE L'HUMIDITE.....	11
TABLEAU 7. CARTE DE VITESSES ET CARACTERISTIQUES AERAULIQUES	12
TABLEAU 8. CONFORMITE DE LA SECTION DE PRELEVEMENT	13
TABLEAU 9. CONCENTRATIONS EN POUSSIERES	14
TABLEAU 10. MESURES DE LA CONCENTRATION EN METAUX LOURDS	15
TABLEAU 11. MESURES DE LA CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE	18
TABLEAU 12. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....	19
TABLEAU 13. MESURES DE LA CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE	21
TABLEAU 14. MESURES EN BENZENE	22
TABLEAU 15. MESURES EN ALDEHYDES	23
TABLEAU 16. MESURES EN PHENOL.....	24
TABLEAU 17. MESURES DE PCDD/F	25
TABLEAU 18. RESULTATS DES PRELEVEMENTS DES POLLUANTS GAZEUX	29
TABLEAU 19. LISTE DU MATERIEL UTILISE.....	33
TABLEAU 20. INCERTITUDES DE MESURES.....	34
TABLEAU 21. LIMITE DE QUANTIFICATION DANS LES CONDITIONS D'INTERVENTION	34
TABLEAU 22. PARAMETRES MESURES EN METHODE MANUELLE ET METHODOLOGIE DE RINÇAGE	35
TABLEAU 23. PARAMETRES MESURES EN METHODE AUTOMATIQUE	35

ANNEXES

ANNEXE 1 : REGLES DE CALCUL DES RESULTATS SELON LAB REF 22	37
--	----

1 OBJET DES MESURES

1.1 CONTEXTE DES MESURES

Notre prestation correspond à des essais tests de rejets atmosphériques de l'installation RTF1 dans le cadre d'une mise à jour de l'ERS du site AFFIMET REGEAL situé à COMPIEGNES, en tenant compte des prescriptions de l'arrêté d'exploitation et des textes en vigueur.

1.2 AGRÉMENTS

LECES est agréé par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie par l'arrêté du 28 mai 2015 pour « effectuer certains types de prélèvements et d'analyses à l'émission des substance dans l'atmosphère » pour les agréments suivants :

- Agrément 1 a et 1 b : prélèvement (1 a) et quantification (1 b) des poussières dans une veine gazeuse.
- Agrément 2 : prélèvement et analyse des composés organiques volatils totaux.
- Agréments 3 a : prélèvement de mercure (Hg).
- Agréments 4 a : prélèvement d'acide chlorhydrique (HCl).
- Agréments 5 a : prélèvement (5 a) d'acide fluorhydrique (HF).
- Agréments 6 a : prélèvement (6 a) de métaux lourds autres que le mercure (arsenic, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, nickel, plomb, antimoine, thallium, vanadium).
- Agrément 7 : prélèvement de dioxines et furannes dans une veine gazeuse (PCDD et PCDF).
- Agréments 9 a : prélèvement (9 a) d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Agréments 10 a : prélèvement (10 a) du dioxyde de soufre (SO₂).
- Agrément 11 : prélèvement et analyse des oxydes d'azote (NO_x).
- Agrément 12 : prélèvement et analyse du monoxyde de carbone (CO).
- Agrément 13 : prélèvement et analyse de l'oxygène (O₂).
- Agrément 14 : détermination de la vitesse et du débit-volume.
- Agrément 15 : prélèvement et détermination de la concentration en vapeur d'eau.
- Agrément 16 a : prélèvement (a) de l'ammoniac (NH₃).

2 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Les mesures sont exprimées dans les conditions normales de température et de pression (273 K, 1,013.10Pa) sur gaz sec. L'unité utilisée est le normal mètre cube (m₀³).

L'expression des résultats respecte les préconisations du document Cofrac LAB REF 22. La durée des prélèvements et/ou la technique analytique doit permettre de répondre aux exigences réglementaires qui consistent à atteindre une limite de quantification (LQ) inférieure à 10 % de la valeur limite d'émission pour le polluant visé par la VLE (composé individuel ou somme de composés).

Les règles applicables pour l'expression des résultats et l'évaluation de la conformité de l'installation sont les suivantes : réaliser une somme des différentes phases (particulaire et/gazeuse) en considérant :

- la valeur 0 si le composé n'est pas détecté à l'analyse ($C < LQ/3$), le résultat présente une typographie en gras et italique.
- $LQ/2$ si la valeur donnée par l'analyse est comprise entre $LQ/3$ et LQ . le résultat présente une typographie en gras et italique.

Pour les teneurs d'essais inférieures aux teneurs des blancs, les valeurs retenues pour les concentrations sont les teneurs obtenus sur le support du blanc (blanc final en cas de réalisation de 2 blancs) divisé par les volumes de l'essai concerné. Ces concentrations modifiées sont reportées avec un signe « < », en typographie gras et couleur blanche sur fond ombré.

Les étapes conduisant au calcul des résultats sont précisées à l'annexe 1.

Le diagnostic de conformité au regard des VLEs est établi par simple comparaison des résultats obtenus (moyenne dans le cas de plusieurs essais) à la VLE sans prise en compte des incertitudes.

Les résultats présentant dans le sein du rapport une distinction entre la phase particulaire et la phase gazeuse correspondent à une répartition à la température de filtration et non à la situation physique dans le conduit.

3 SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

3.1 NORMES APPLIQUÉES ET ÉCARTS ÉVENTUELS

Tableau 1. Conformité vis-à-vis des normes

<p><i>Toute non-conformité entraîne l'impossibilité de préciser les incertitudes associées aux mesurages pour le paramètre concerné.</i> <i>Les non-conformités associées à la section de mesures se reportent sur le mesurage des polluants particuliers.</i></p>			
Paramètres	Norme	Réalisé sous accréditation Cofrac	Ecart à la norme
Humidité	NF EN 14790	Oui	Humidité hors gamme d'application de la norme
O ₂	NF EN 14789	Oui	Aucun écart à la norme
CO ₂	NFX 20-301	Oui	Aucun écart à la norme
CO	NF EN 15058	Oui	Aucun écart à la norme
NO _x	NF EN 14792	Oui	Aucun écart à la norme
COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Oui	Aucun écart à la norme
Conformité de la section de mesure et vitesse	NF EN ISO 16911-1 / NF EN 13284-1 / NF EN 15259	Oui	Aucun écart à la norme
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052	Oui	Aucun écart à la norme
Métaux lourds et mercure	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Oui (éléments présentés avec *)	Rendement d'absorption Pb, Mn, Zn
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
SO ₂	NF X 14791 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
HF	NF X 43-304 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme
Formaldehyde + Acetaldehyde + Acroleine	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
Benzene	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
Phenol	Méthode interne	Non	Aucun écart à la norme
PCDD-F	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Oui	Aucun écart à la norme

L'humidité mesurée se situe hors du domaine d'application de la norme NF EN 14790 (4-40%). Pas d'impact sur les résultats.

Pb, Mn et Zn : Les rendements d'absorption sont non-conformes. Cela peut entraîner une légère sous-estimation des concentrations. Au vu de l'écart important entre le résultat et la VLE (sommes des métaux inférieure à 20% de la VLE), pas d'impact sur le jugement de conformité.

3.2 CONFORMITE DES BLANCS DE SITE

Tableau 2. Conformité des blancs

Paramètre	Unité	VLE	Blanc	Validation blanc	LQ	Validation LQ
Poussières	mg/m ₀ ³	5	0	Oui	0,9	Non
Cd *	mg/m ₀ ³	0,01	0	Oui	0,001	Oui
Pb *	mg/m ₀ ³	0,15	0,003	Oui	0,001	Oui
Cu *	mg/m ₀ ³	0,1	0,0002	Oui	0,007	Oui
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	mg/m ₀ ³	1	0,05	Oui	0,05	Oui
HCl	mg/m ₀ ³	5	0,16	Oui	0,4	Oui
SO2	mg/m ₀ ³	100	0,54	Oui	0,3	Oui
HF	mg/m ₀ ³	1	0,05	Oui	0,2	Non
Somme : Dioxines + Furannes	ng/m ₀ ³	0,1	0,00004	Oui	0,0034	Oui

Poussières et HF : LQ non validées. Au vu de l'écart entre le résultat et la VLE, aucun impact sur le jugement de conformité.

3.3 RESULTATS

Les résultats des mesures de contrôle réalisées sur l'ensemble des installations sont présentés dans le *Tableau 3*.

Tableau 3. Synthèse des résultats obtenus

Client	AFFIMET REGEAL
Installation	RTF1
Date	09/03 et 10/03/20

	Essai 1	Essai 2	Moyenne
Horaire	09/03/20 14:40 - 15:30	10/03/20 15:45 - 20:45	-
Humidité (%)	0,8	1	0,9

	Essai 1	Essai 2	Moyenne	VLE	Conformité à la VLE
Horaire	09/03/20 13:15 - 13:30	10/03/20 15:15 - 15:30	-	-	-
Température (°C)	65	68	66	-	-
Vitesse (m/s)	6	7,9	7	>12	Non-Conforme
Débit (m ³ /h)	16300	21000	18650	-	-

09/03/2020							
	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Horaire Gaz	13:45 - 14:30	14:30 - 15:30	15:35 - 16:05				
O2 teneur	19,8	20	20,8	20,2	%	-	-
CO2 teneur	0,7	0,6	0,1	0,5	%	-	-
CO teneur	25,7	7,4	4,5	12,5	mg/m3	-	-
CO flux				0,233	kg/h	-	-
NOx teneur	5,7	9,9	4	6,5	mg/m3(NO2)	200	Conforme
NOx flux				0,121	kg/h	11	Conforme
COVt teneur	1,4	0,4	0,2	0,7	mg eqC/m3	30	Conforme
COVt flux				0,013	kg/h	1,65	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
Poussières teneur	9,4	7,6	3,6	5,9	mg/m03	5	Non-Conforme
Poussières flux	0,175	0,142	0,067	0,11	kg/h	0,275	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
HCl teneur	0,1	0,1	0,2	0,1	mg/m ₀ ³	5	Conforme
HCl flux	0,002	0,002	0,003	0,002	kg/h	0,275	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
SO2 teneur	0,3	0,3	0,6	0,4	mg/m ₀ ³	100	Conforme
SO2 flux	0,006	0,006	0,012	0,008	kg/h	5,5	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
Cd * teneur	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	mg/m ₀ ³	0,01	Conforme
Cd * flux	0,000004	0,000003	0,000002	0,000003	kg/h	0,0006	Conforme
Pb * teneur	0,01	0,005	0,01	0,01	mg/m ₀ ³	0,15	Conforme
Pb * flux	0,0002	0,0001	0,0002	0,0002	kg/h	0,0083	Conforme
Cr * teneur	0,003	0,0008	0,002	0,002	mg/m ₀ ³	-	-
Cr * flux	0,00006	0,00001	0,00003	0,00004	kg/h	0,0011	Conforme
Cu * teneur	0,003	0,004	0,008	0,005	mg/m ₀ ³	0,1	Conforme
Cu * flux	0,00005	0,00008	0,0002	0,00009	kg/h	0,0055	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn teneur	0,15	0,07	0,17	0,13	mg/m ₀ ³	1	Conforme
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn flux	0,003	0,001	0,003	0,002	kg/h	0,055	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
HF teneur	0,05	0,05	0,05	0,05	mg/m ₀ ³	1	Conforme
HF flux	0,0009	0,0009	0,001	0,0009	kg/h	0,055	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
Benzene teneur	0,01	0	0	0,003	mg/m ₀ ³	2	Conforme
Benzene flux	0,0002	0	0	0,00006	kg/h	0,11	Conforme

	Essai 1 - <i>Chargement</i>	Essai 2 - <i>Fusion</i>	Essai 3 - <i>Coulée</i>	Moyenne	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	09/03/2020 13:45 - 14:30	09/03/2020 14:40 - 15:30	09/03/2020 15:40 - 16:05				
COV annexe III Formaldehyde + Acetaldehyde + Acroleine + Phenol teneur	0,3	0,2	0,4	0,3	mg/m ₀ ³	20	Conforme
COV annexe III Formaldehyde + Acetaldehyde + Acroleine + Phenol flux	0,006	0,004	0,01	0,005	kg/h	1,1	Conforme

	Essai 1 - <i>Cycle complet</i>	Unité	VLE	Conformité à la VLE
Date et Heure	10/03/2020 15:45 - 20:45			
Somme : Dioxines + Furannes teneur	0,0002	ng/m ₀ ³	0,1	Conforme
Somme : Dioxines + Furannes flux	0,000004	mg/h	0,0011	Conforme

4 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

Tableau 4. Description de l'installation

Installation	Nom usuel	RTF1
	Secteur	Métallurgie
Outil de production	Type	Four de fusion
	Description	Capacité : 15T Puissance : 5MW
	Type d'émission	Cyclique
Ventilateur d'extraction	Débit nominal	55 000 Nm3/h
Traitement de fumées	Type	Filtre à manches
	Paramètres de fonctionnement	Voir ci-dessous
Section de mesurage	Positionnement	Cheminée

	RTF1	
Date	09/03/2020	10/03/2020
Horaire	Chargement : 13h45 - 14h30	15h40 - 20h40
	Fusion : 14h30 - 15h30	
	Coulée : 15h35 - 16h05	
OF	38649	38419
Charge	A	B
Matière concernée	Crasses TrimetSJ	Crasses TrimetSJ
Alliage produit	AS10GF101	AS9U3F108



5 HOMOGENEITE DE LA SECTION DE MESURE (COMPOSES GAZEUX)

Concernant les polluants émis sous forme gazeuse, la section de mesure possède les caractéristiques suivantes au sens de la norme NF EN 15259 et du guide d'application GA X43-551.

Tableau 5. Etude de l'homogénéité

			L'émissaire objet de ce rapport se situe dans le cas suivant
A	<p>Les effluents sont issus d'un seul émetteur et il n'y a pas d'entrée d'air,</p> <p>ou</p> <p>Les effluents sont issus de plusieurs émetteurs et la section de mesurage est située en aval d'un système d'homogénéisation tel qu'un ventilateur d'extraction et il n'y a pas d'entrée d'air en aval.</p>	La section de mesurage est réputée homogène	X
B	La caractérisation de l'écoulement au niveau de la section de mesure a été réalisée par le laboratoire ayant procédé au contrôle précédent.	La section de mesurage a été déclarée homogène	
C	Le diamètre du conduit est < 0.35 m	L'homogénéité n'a pas à être vérifiée	
D	<p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p> <p>L'installation ne comporte qu'un axe de prélèvement</p> <p>Et/ou</p> <p>La plate forme de prélèvement ne permet pas l'exploration de l'ensemble de la section</p>	La vérification de l'homogénéité ne peut être réalisée	
E	L'installation ne répond pas aux conditions précisées en A, B, C ou D ou nous ne disposons pas de résultats antérieurs. La mesure de l'homogénéité a été faite dans le cadre de cette campagne de mesure	Voir les résultats du mesurage dans le corps du rapport	

6 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

6.1 PRINCIPE DE MESURE

Les débits gazeux circulant dans les gaines sont déterminés par exploration des vitesses appliquant les références normatives suivantes :

- Norme NF EN ISO 16911-1 relative à « Émissions de sources fixes — Détermination manuelle et automatique de la vitesse et du débit-volume d'écoulement dans les conduits — Partie 1 : Méthode de référence manuelle ».
- Norme NF EN 14790 relative à la « Détermination de la vapeur d'eau dans les conduits »,
- Norme NF EN 13284-1 relative au « Prélèvement de poussière dans une veine gazeuse ».

Bien que cette dernière norme ne soit pas destinée à la mesure du débit de conduite, elle est utilisée pour la mesure de flux de poussière, qui lui, nécessite la connaissance du débit dans le conduit ; en outre, le réglage de l'isocinétisme nécessite de connaître les vitesses aux points de prélèvement ; la norme sert donc de référence pour définir l'emplacement des points de mesure lorsque des mesures manuelles sont effectuées.

La mesure de débit consiste à :

- Définir dans la section de mesure la position des points de mesure qui devront être choisis en nombre suffisant pour connaître la répartition des vitesses de façon satisfaisante,
- Mesurer la pression différentielle (P_i) existant entre les prises de pression totale (P_t) et statique (P_s) d'un tube Pitot placé en ces points ainsi que la masse volumique du fluide dans les conditions de mesure,
- Déterminer la vitesse locale de l'écoulement (V_i) sur la base des mesures précédentes,
- Calculer par une méthode arithmétique la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer le débit réel humide (Q_v) égal au produit de la vitesse moyenne débitante par l'aire de section du conduit,
- Déterminer l'humidité des fumées pour exprimer le débit des fumées sèches,
- Déterminer la température en chaque point et la pression absolue dans la gaine pour exprimer les débits dans les conditions normales.

6.2 HUMIDITÉ

Tableau 6. Résultats de la mesure de l'humidité

	Essai 1	Essai 2
Mesurage réalisé sur	ligne secondaire	ligne principale
Type de mesure	Absorption+Condensation	Condensation
Heure début	14:40	15:45
Heure fin	15:30	20:45
Masse avant (g)	956,4	455,6
Masse après (g)	957,2	467,1
Delta masse (g)	0,8	11,5
Volume avant (m ³ sec)	18,188	2713,680
Volume après (m ³ sec)	18,309	2715,305
Volume réel sec (m ³ sec)	0,121	1,625
Delta P moyenne (mbar)	0	-55
T°C compteur moyenne (°C)	7,9	6
Volume Normal sec (m ₀ ³)	0,116	1,478
Volume vapeur d'eau (L)	1,00	14,31
Humidité mesurée (%)	0,9	1,0
Température des fumées (°C)	65	68
Humidité théorique à saturation (%)	24,87	28,40
Humidité retenue (%)	0,8	1,0
Domaine d'application de la norme NF EN 14790 : 4% à 40%	Taux d'humidité hors domaine d'application	Taux d'humidité hors domaine d'application
Moyenne	0,9	

6.3 CARACTÉRISTIQUES AÉRAULIQUES

Les caractéristiques aérauliques de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 7*.

Tableau 7. Carte de vitesses et caractéristiques aérauliques

CARTE DE VITESSE				
Essai		Essai 1	Essai 2	Moyenne
Date		09/03/2020	10/03/2020	-
Heure		13:15 - 13:30	15:15 - 15:30	-
Points de mesure (cm)		Vitesse en m/s		
Axe 1	5	6,1	7,3	6,7
	16	5,9	8,2	7
	33	6,7	8,2	7,4
	77	6,3	8	7,2
	94	6,1	8,2	7,2
	105	6,3	7,6	7
Axe 2	5	6,1	7,6	6,8
	16	5,8	7,7	6,8
	33	5,4	7,6	6,5
	77	5,6	7,5	6,6
	94	5,8	8,3	7
	105	6,3	8,5	7,4
Données gaz				
Pression atmo. (hPa)		1000	995	997,5
Teneur moyenne O ₂ (% vol.sec)		20,2	20,4	20,3
Teneur moyenne CO ₂ (% vol.sec)		0,2	0,2	0,2
Teneur moyenne H ₂ O (% vol/vol hum)		0,8	1,0	0,9
Masse volumique normale humide (kg/m ³)		1,284	1,283	1,3
Masse volumique (kg/m ³)		1,023	1,008	1
Caractéristiques aérauliques				
Débit réel (m ³ /h)		20600	27000	23800
Débit normal (m ₀ ³ /h) sec		16300	21000	18650
Débit normal (m ₀ ³ /h) hum		16400	21200	18800
Vitesse moyenne (m/s)		6	7,9	7
Surface section (m ²)		0,95	0,95	1
Pression statique (hPa)		-0,12	-0,09	-0,1
Pression absolue (hPa)		999,88	994,91	997,4
Température (°C)		65	68	66,5
Rapport Vmax/Vmin		1,1	1,1	1,1

6.4 RESPECT DE LA MESURE PAR RAPPORT AUX NORMES NF EN ISO 16911-1, NF EN 13284-1 ET NF EN 15259

Tableau 8. Conformité de la section de prélèvement

Caractéristiques générales du conduit	Forme de la gaine	Circulaire	
	Dimension des gaines (m)	1,1	
	Diamètre hydraulique (m)	1,10	
Emplacement de la section de mesure	Distance de longueur droite en amont en (m)	10	Suffisant
	Distance de longueur droite en aval en (m)	10	Suffisant
Plateforme d'accès et conditions d'installation du matériel	Dimension de la passerelle (m²)	10	C
	Zone de dégagement (m)	2	C
Points prélèvement	Nombre de brides sur le conduit	2	C
	Brides normalisées	Oui	
	Type de bride	100 x 400	C
	Nombre de lignes de prélèvement pour conformité selon NFX 44-052 & NF EN 13284-1	2	C
Vitesses	Rapport Vmax/Vmin <3	1,1	C
	Angle d'écoulement des gaz inférieur à 15°	0°	C
	Essai répétabilité sur site (< 5% de la vitesse)	0,0%	C
	Ecart température inférieur à 5% de la température moyenne		C
	P. différentielle minimale sur la section de mesurage >0,5 mm CE		C

7 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

7.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en poussière est réalisée par prélèvement isocinétique suivant la norme **NF EN 13284-1** ou **NF X44-052**.

Ces normes précisent le matériel et la méthode générale de prélèvement isocinétique de poussière dans un conduit dont le principe consiste à :

- Déterminer dans la section de mesure, la position des points de prélèvement qui doivent être choisis en nombre suffisant pour réaliser un échantillonnage représentatif,
- Mesurer la vitesse de l'effluent gazeux en chacun de ces points,
- Calculer le débit d'aspiration en chacun des points de l'exploration afin de réaliser un prélèvement isocinétique (vitesse à l'entrée de buse de prélèvement égale à la vitesse de l'écoulement au point considéré).

Un échantillonnage représentatif des gaz chargés en poussières est réalisé par exploration de la section de mesure. La durée du prélèvement est ajustée en fonction de la concentration.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan à haute efficacité. Le rinçage de sonde permet de récupérer, après évaporation, les poussières sédimentées dans le système de prélèvement. Les deux pesées déterminées contribuent avec la connaissance du volume de gaz prélevé au calcul de la concentration massique en particules solides (ou indice pondéral).

Les rejets de poussières sont caractérisés par leur concentration exprimée en mg/m_0^3 secs et leur flux massique exprimé en kg/h .

7.2 POUSSIÈRES DANS LES FUMÉES

Les concentrations en poussières de l'installation contrôlée sont détaillées dans le Tableau 9.

Tableau 9. Concentrations en poussières

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1									
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial				
Réf. Filtre	S7666	S7667	S7668			S7665				
Réf. Rinçage LP	S6718	S6722	S6726			S6711				
Solution rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone				
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020				
Heure de début	13:45	14:40	15:40							
Heure de fin	14:30	15:30	16:05							
Durée (min)	38	50	25							
Volume prélevé (m_0^3)	1,238	1,682	0,841							
Rapport d'isocinétisme	106,3% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,7 m/s	108,7% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,8 m/s	107,2% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,8 m/s							
Test étanchéité (%)	0,0%	0,0%	0,0%							
Température de filtration (°C)	180,0	180,0	180,0							

		Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Poussières	Masse filtre (mg)		8,6	12,4	1,5	7,5	5,5	0
	Masse rinçage (mg)		3	0,4	1,6	1,7	1,3	0
	Concentration normalisée (mg/m_0^3 sec)		9,4	7,6	3,6	6,9	3	0
	Flux (kg/h)		0,175	0,142	0,067	0,1	0,1	0

8 MÉTAUX LOURDS

8.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en métaux lourds est réalisée par prélèvement isocinétique..

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan avec :

- pour le mercure (NF EN 13211) : Un train de 2 barboteurs avec une solution à 2 % m/m de KMnO_4 et 10 % m/m d' H_2SO_4 est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse.
- Pour les autres métaux (NF EN 14385) : un train de 3 barboteurs avec une solution d'absorption composée d'un mélange d'acide nitrique (HNO_3) à 3,3 % m/m et d'eau oxygénée (H_2O_2) à 1,5 % m/m est utilisé pour piéger la forme aérosol et gazeuse des métaux lourds.

Les analyses sont réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) :

- Par ICP-MS pour les métaux lourds particulaires et gazeux,
- Par AFS pour le mercure gazeux.

8.2 CONCENTRATION EN METAUX LOURDS DANS LES FUMÉES

Les concentrations en métaux lourds de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 10*.

Tableau 10. Mesures de la concentration en métaux lourds

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1									
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire									
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial				
Réf. Filtre	S7666+S6718	S7667+S6722	S7668+S6726			S7665+S6711				
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz				
Type solution de rinçage	H ₂ O + Acétone	H ₂ O + Acétone	H ₂ O + Acétone			H ₂ O + Acétone				
Réf. B1+B2 (métaux)	S6712	S6719	S6723			S6708				
Réf. B3 (métaux)	S6713									
Type solution d'absorption	HNO ₃	HNO ₃	HNO ₃			HNO ₃				
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020				
Heure de début	13:45	14:40	15:40							
Heure de fin	14:30	15:30	16:05							
Durée (min)	38	50	25							
Volume prélevé ligne principale (m ₀ ³)	1,238	1,682	0,841							
Volume prélevé ligne secondaire ML (m ₀ ³)	0,091	0,114	0,050							
Rapport d'isocinétisme	106,3% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,7 m/s	108,7% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,8 m/s	107,2% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,8 m/s	C						
Test étanchéité ligne principale (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C	C						
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C	C						
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C	C						

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Cd *	Masse particulaire (mg)	0,000261	0,0003	0,000105	0,000222	0,000103	0
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000211	0,000178	0,000125	0,000171	0,0000434	0
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000211	0,000178	0,000125	0,000171	0,0000434	0
	Flux (kg/h)	0,00000393	0,00000333	0,00000233	0,0000032	0,00000081	0
Pb *	Masse particulaire (mg)	0,00549	0,00147	0,00162	0,00286	0,00228	0,0000937
	Masse gazeuse (mg)	0,000549	0,000511	0,000543	0,000534	0,0000206	0,000157
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00443	0,000872	0,00192	0,00241	0,00183	0,000111
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00601	0,00447	0,0109	0,00712	0,00335	0,00316
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,0104	0,00534	0,0128	0,00953	0,00382	0,00327
	Flux (kg/h)	0,000195	0,0000996	0,000239	0,000178	0,0000713	0,0000609
Cr *	Masse particulaire (mg)	0,00401	0,00127	0,0014	0,00223	0,00155	0,000737
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00324	0,000753	0,00166	0,00188	0,00126	0,000876
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00324	0,000753	0,00166	0,00188	0,00126	0,000876
	Flux (kg/h)	0,0000604	0,000014	0,000031	0,0000352	0,0000235	0,0000163
Cu *	Masse particulaire (mg)	0,00357	0,00168	0,00114	0,00213	0,00128	0,000126
	Masse gazeuse (mg)	0	0,000349	0,000342	0,00023	0,0002	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00289	0,000996	0,00136	0,00175	0,001	0,00015
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0,00305	0,00688	0,00331	0,00345	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00289	0,00405	0,00823	0,00506	0,00281	0,00015
	Flux (kg/h)	0,0000538	0,0000755	0,000154	0,0000943	0,0000525	0,00000279
Mn *	Masse particulaire (mg)	0,0161	0,00217	0,00366	0,00733	0,00767	0,000466
	Masse gazeuse (mg)	0,000547	0,000742	0,00213	0,00114	0,000864	0,000339
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,013	0,00129	0,00436	0,00623	0,00609	0,000554
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,00598	0,0065	0,0428	0,0184	0,0211	0,0068
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,019	0,00779	0,0472	0,0247	0,0203	0,00736
	Flux (kg/h)	0,000355	0,000145	0,00088	0,00046	0,000378	0,000137
Ni *	Masse particulaire (mg)	0,00151	0,000637	0,000638	0,000928	0,000503	0,000302
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,00122	0,000379	0,000759	0,000785	0,000421	0,000359
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,00122	0,000379	0,000759	0,000785	0,000421	0,000359
	Flux (kg/h)	0,0000227	0,00000706	0,0000141	0,0000146	0,00000784	0,0000067
V *	Masse particulaire (mg)	0,000876	0,000231	0,000185	0,000431	0,000386	0,0000625
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,000707	0,000137	0,00022	0,000355	0,000308	0,0000743
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,000707	0,000137	0,00022	0,000355	0,000308	0,0000743
	Flux (kg/h)	0,0000132	0,00000256	0,0000041	0,00000662	0,00000575	0,00000139

Essai n°		1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
Zn	Masse particulaire (mg)	0,0831	0,0365	0,0257	0,0485	0,0305	0,000848
	Masse gazeuse (mg)	0,00421	0,00299	0,00353	0,00357	0,000611	0,00166
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0671	0,0217	0,0306	0,0398	0,0241	0,00101
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,046	0,0261	0,071	0,0477	0,0225	0,0333
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,113	0,0478	0,102	0,0875	0,0349	0,0343
	Flux (kg/h)	0,00211	0,000892	0,00189	0,00163	0,00065	0,00064
Al	Masse particulaire (mg)	0,758	0,31	0,256	0,441	0,275	0,167
	Masse gazeuse (mg)	0,00477	0,00296	0,00567	0,00446	0,00138	0,00136
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,612	0,184	0,305	0,367	0,221	0,199
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,0521	0,0259	0,114	0,064	0,0452	0,0272
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,664	0,21	0,419	0,431	0,227	0,226
	Flux (kg/h)	0,0124	0,00392	0,00781	0,00804	0,00424	0,00421
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	Masse particulaire (mg)	0,115	0,0443	0,0345	0,0646	0,0443	0,00264
	Masse gazeuse (mg)	0,0053	0,00459	0,00655	0,00548	0,0017	0,00215
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ₀ ³ sec)	0,0929	0,0263	0,041	0,0534	0,035	0,00313
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ₀ ³ sec)	0,058	0,0401	0,132	0,0766	0,0504	0,0433
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,151	0,0665	0,173	0,13	0,0638	0,0464
	Flux (kg/h)	0,00281	0,00124	0,00322	0,00242	0,00119	0,000865

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
Cd	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Pb	72,0%	Non-Conforme
Cr	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Mn	80,9%	Non-Conforme
Ni	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
V	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur
Zn	87,8%	Non-Conforme
Cu	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur

9 DIOXYDE DE SOUFRE

9.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxyde de soufre est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 14791.

La concentration en SO₂ est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau oxygénée à 0,3 %. A l'issue du prélèvement, les ions sulfates résultant de la dissolution de SO₂ sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

9.2 CONCENTRATION EN DIOXYDE DE SOUFRE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en dioxyde de soufre de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 11*.

Tableau 11. Mesures de la concentration en dioxyde de soufre

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Réf. Support 1	S6716	S6721	S6725			S6710
Réf. Support 2	S6717					
Type Support	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%	barboteur H2O2 0.3 ou 3%			barboteur H2O2 0.3 ou 3%
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020
Heure de début	13:45	14:40	15:40			
Heure de fin	14:30	15:30	16:05			
Durée (min)	38	50	25			
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,109	0,136	0,062			
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C			
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C			

	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
SO2	Masse support 1 (mg)	0,02	0,04	0,04	0,03	0,01	0,03
	Masse support 2 (mg)	0,02			0,02	0	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,31	0,32	0,62	0,42	0,18	0,54
	Flux (kg/h)	0,006	0,006	0,012	0,008	0,003	0,01

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
SO2	50,9%	Concentration hors domaine d'application

10 ACIDE CHLORHYDRIQUE

10.1 DESCRIPTION DU PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide chlorhydrique est réalisée par prélèvement ponctuel suivant la norme NF EN 1911-1.

La concentration en HCl est déterminée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution d'eau déminéralisée. A l'issue du prélèvement, les ions chlorures résultant de la dissolution d'HCl sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

10.2 CONCENTRATION EN ACIDE CHLORHYDRIQUE

Les concentrations en acide chlorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 12*.

Tableau 12. Mesures de la concentration en acide chlorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1					
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Réf. Support 1	S6714	S6720	S6724			S6709
Réf. Support 2	S6715					
Type Support	barboteur eau demi	barboteur eau demi	barboteur eau demi			barboteur eau demi
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020
Heure de début	13:45	14:40	15:40			
Heure de fin	14:30	15:30	16:05			
Durée (min)	38	50	25			
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,092	0,116	0,052			
Test étanchéité (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C			
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C			

HCl	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
	Masse support 1 (mg)	0,004	0,009	0,008	0,007	0,003	0,008
	Masse support 2 (mg)	0,005			0,005	0	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,09	0,08	0,16	0,11	0,04	0,16
	Flux (kg/h)	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,003

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
HCl	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

11 ACIDE FLUORHYDRIQUE

11.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en acide fluorhydrique est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF X43-304.

La phase particulaire est séparée de la phase gazeuse par un filtre plan. La phase gazeuse est piégée par barbotage d'un échantillon gazeux dans une solution de NaOH 0,1N.

A l'issue du prélèvement, les ions fluorures résultant de la dissolution du HF sont dosés par chromatographie ionique par le laboratoire Micropolluants Technologie accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr).

11.2 CONCENTRATION EN ACIDE FLUORHYDRIQUE DANS LES FUMÉES

Les concentrations en acide fluorhydrique de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 13*.

Tableau 13. Mesures de la concentration en acide fluorhydrique

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1						
Type de prélèvement	Ligne principale + Ligne Secondaire						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial	
Réf. Filtre	S7670+S6736	S7671+S6741	S7672+S6746			S7669+S6729	
Type filtre	Quartz	Quartz	Quartz			Quartz	
Type solution de rinçage	H2O + Acétone	H2O + Acétone	H2O + Acétone			H2O + Acétone	
Réf. B1	S6730	S6737	S6742			S6727	
Réf. B2	S6731						
Type solution d'absorption	NaOH N/10	NaOH N/10	NaOH N/10			NaOH N/10	
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020	
Heure de début	13:45	14:40	15:40				
Heure de fin	14:30	15:30	16:05				
Durée (min)	38	50	25				
Volume prélevé ligne principale (m ³)	1,257	1,721	0,821				
Volume prélevé ligne secondaire HF (m ³)	0,152	0,190	0,084				
Rapport d'isocinétisme	110,2% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,6 m/s	111,2% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,8 m/s	109,4% bec : 12 mm vitesse gaine : 5,6 m/s				
Test étanchéité ligne principale (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C				
Test étanchéité ligne secondaire (%)	0,0% C	0,0% C	0,0% C				
Température de filtration (°C)	180,0 C	180,0 C	180,0 C				

Essai n°		1	2	3	Moyenne	Ecart type	Blanc initial
HF	Masse particulaire (mg)	0,06	0,08	0,05	0,06	0,02	0,004
	Masse gazeuse (mg)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée phase particulaire (mg/m ³ sec)	0,05	0,047	0,055	0,051	0,004	0,048
	Concentration normalisée phase gazeuse (mg/m ³ sec)	0	0	0	0	0	0
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,05	0,047	0,055	0,051	0,004	0,048
	Flux (kg/h)	0,0009	0,0009	0,001	0,0009	0,0001	0,0009

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
HF	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier barboteur

12 BENZÈNE

12.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en benzène est réalisée par prélèvement suivant la norme NF EN 13649. Cette norme décrit le matériel et la méthode générale de prélèvement en benzène dans un conduit. La concentration en benzène est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube de charbon actif.

12.2 CONCENTRATION EN BENZENE DANS LES FUMEES

Les concentrations en benzène sont détaillées dans le *Tableau 14*.

Tableau 14. Mesures en benzène

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1						
Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial	
Réf. Support 1	S6734	S6739	S6744			S6680	
Type Support	charbon actif	charbon actif	charbon actif			charbon actif	
Date	09/03/2020	09/03/2020	09/03/2020			09/03/2020	
Heure de début	13:45	14:40	15:40				
Heure de fin	14:30	15:30	16:05				
Durée (min)	38	50	25				
Volume prélevé (m_0^3)	0,050	0,055	0,023				
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C	

Benzene	Essai n°	1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
	Masse support 1 (mg)	0,0005	0	0	0,0002	0,0003	0
	Concentration normalisée (mg/m_0^3 sec)	0,01	0	0	0,003	0,006	0
	Flux (kg/h)	0,0002	0	0	0,00006	0,0001	0

13 ALDEHYDES

13.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en aldéhydes est déterminée par prélèvement dans une solution de DNPH.

13.2 CONCENTRATION EN ALDEHYDES DANS LES FUMEES

Les concentrations en aldéhydes sont détaillées dans le *Tableau 15*.

Tableau 15. Mesures en aldéhydes

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1									
Essai n°	1		2		3		Moyenne		Ecart Type	
Réf. Support 1	S6732		S6738		S6743				S6728	
Réf. Support 2	S6733									
Type Support	barboteur DNPH		barboteur DNPH		barboteur DNPH				barboteur DNPH	
Date	09/03/2020		09/03/2020		09/03/2020				09/03/2020	
Heure de début	13:45		14:40		15:40					
Heure de fin	14:30		15:30		16:05					
Durée (min)	38		50		25					
Volume prélevé (m ³)	0,087		0,115		0,051					
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C				
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C				

Essai n°		1	2	3	Moyenne	Ecart Type	Blanc initial
Formaldehyde	Masse support 1 (mg)	0,005	0,012	0,014	0,01	0,005	0,008
	Masse support 2 (mg)	0,004			0,004	0	
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,11	0,11	0,27	0,16	0,1	0,07
	Flux (kg/h)	0,002	0,002	0,004	0,003	0,002	0,001
Acetaldehyde	Masse support 1 (mg)	0,011	0,012	0,007	0,01	0,003	0,015
	Masse support 2 (mg)	0,004			0,004	0	
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,17	0,11	0,14	0,14	0,03	0,13
	Flux (kg/h)	0,003	0,002	0,002	0,002	0,0005	0,002
Acroleine	Masse support 1 (mg)	0,003	0	0	0,001	0,002	0
	Masse support 2 (mg)	0			0	0	
	Concentration normalisée (mg/m ³ sec)	0,03	0	0	0,01	0,02	0
	Flux (kg/h)	0,001	0	0	0,0002	0,0003	0

Essai 1		
Molécule	Rendement	Conclusion
Formaldehyde	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support
Acetaldehyde	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support
Acroleine	-	Conforme : non quantifiable dans le dernier support

14 PHENOL

14.1 PRINCIPE DE MESURE

La concentration en phénol est déterminée par un piégeage des gaz secs dans un tube XAD7.

14.2 CONCENTRATION EN PHENOL DANS LES FUMÉES

Les concentrations en phénol sont détaillées dans le *Tableau 16*.

Tableau 16. Mesures en phénol

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1									
Essai n°	1		2		3		Moyenne		Ecart Type	
Réf. Support 1	S6735		S6740		S6745				S6681	
Type Support	tube XAD 7		tube XAD 7		tube XAD 7				tube XAD 7	
Date	09/03/2020		09/03/2020		09/03/2020				09/03/2020	
Heure de début	13:45		14:40		15:40					
Heure de fin	14:30		15:30		16:05					
Durée (min)	38		50		25					
Volume prélevé (m ₀ ³)	0,065		0,077		0,034					
Test étanchéité (%)	0,0%	C	0,0%	C	0,0%	C				
Température de filtration (°C)	180,0	C	180,0	C	180,0	C				

		1		2		3		Moyenne		Ecart Type		Blanc initial	
Phenol	Essai n°												
	Masse support 1 (mg)	0,0004		0,0003		0,0001		0,0002		0,0002		0	
	Concentration normalisée (mg/m ₀ ³ sec)	0,006		0,004		0,002		0,004		0,002		0	
	Flux (kg/h)	0,0001		0,0001		0,00003		0,0001		0,00004		0	

15 PCDD/PCDF

15.1 PRINCIPE DE MESURE

La mesure de la concentration en dioxines/furannes est réalisée par prélèvement iso-cinétique suivant la norme NF EN 1948-1.

La méthode de mesure est la suivante :

- la fraction particulaire est récupérée sur filtre plan,
- la fraction gazeuse, après condensation, est récupérée sur cartouche XAD2.

L'analyse du filtre, du condensat et de la cartouche XAD2 est réalisée selon les normes NF EN 1948-2 et NF EN 1948-3 par le laboratoire Micropolluants Technologies accrédité COFRAC (N° d'accréditation 1-1151 – portée disponible sur www.cofrac.fr) pour l'analyse des dioxines/furannes.

15.2 CONCENTRATION EN PCDD/F

Les concentrations en PCDD/F de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 17*. Elles sont exprimées en I-TEQ.

Tableau 17. Mesures de PCDD/F

Paramètres de prélèvements	AFFIMET REGEAL - RTF1		
Type de prélèvement	Ligne principale		
Essai n°	1	Blanc initial	
Réf. Filtre, résine, condensat et rinçage	S6705+S6706+S6707	S6700+S6701	
Type filtre	Quartz	Quartz	
Type résine	XAD2 30 g	XAD2 30 g	
Type solution de rinçage	Acétone + Toluène	Acétone + Toluène	
Date	10/03/2020	10/03/2020	
Heure de début	15:45		
Heure de fin	20:45		
Durée (min)	300		
Volume prélevé (m ⁰ ³)	1,480		
Rapport d'isocinétisme	104,3% bec : 4 mm vitesse gaine : 8,1 m/s	C	
Test étanchéité (%)	0,0%	C	
Température de filtration (°C)	120,0		
Température dans la résine (°C)	5,0	C	
Vitesse dans la résine (m/s)	18,4	C	
Temps de séjour dans la résine (s)	0,7	C	

	Essai n°	1	Blanc initial
2,3,7,8 TCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8 PeCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,4,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,6,7,8 HxCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8,9 HxCDD	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	Masse supports (ng)	0,0144	0,00298
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000972	0,0000201
	Flux (mg/h)	0,00000181	0,000000376
OCDD	Masse supports (ng)	0,0406	0,00589
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000274	0,00000398
	Flux (mg/h)	0,000000511	0,0000000742
2,3,7,8 TCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
2,3,4,7,8 PeCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,4,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
2,3,4,6,7,8 HxCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,7,8,9 HxCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	Masse supports (ng)	0,0105	0,00247
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000708	0,0000167
	Flux (mg/h)	0,00000132	0,000000312

1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	Masse supports (ng)	0	0
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0	0
	Flux (mg/h)	0	0
OCDF	Masse supports (ng)	0,0085	0,00112
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,00000575	0,000000756
	Flux (mg/h)	0,000000107	0,0000000141
Dioxines	Masse supports (ng)	0,055	0,00887
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000125	0,0000241
	Flux (mg/h)	0,00000233	0,00000045
Furannes	Masse supports (ng)	0,019	0,00359
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,0000766	0,0000175
	Flux (mg/h)	0,00000143	0,000000326
Somme : PCDD/Fs	Masse supports (ng)	0,074	0,0125
	Concentration normalisée (ng/m ₀ ³ sec)	0,000202	0,0000416
	Flux (mg/h)	0,00000376	0,000000776

Marqueur	% de récupération	Conformité
1,2,3,7,8 PeCDF	92%	C
1,2,3,7,8,9 HxCDF	93%	C
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	99%	C

16 GAZ DANS LES FUMÉES

16.1 PRINCIPE DE MESURE

16.1.1 O₂, CO₂, CO, NO_x

Les concentrations en O₂, CO₂, CO, NO_x sont directement mesurées sur le site à l'aide d'analyseurs automatiques après élimination de la vapeur d'eau contenue dans l'effluent gazeux par un système soit à effet Peltier soit à perméation.

La prise d'échantillon est réalisée selon la méthode extractive consistant à :

- /// Prélever une fraction représentative de l'effluent gazeux au moyen d'une sonde de prélèvement portable chauffée en acier inoxydable, munie d'un filtre dépoussiéreur et raccordée à une ligne de prélèvement chauffée pour le transport du gaz vers le système de conditionnement de l'échantillon.
- /// Éliminer la vapeur d'eau au moyen de deux systèmes :

Description des systèmes possibles	Identification du système utilisé
Système muni de membrane de perméation permettant de séparer les molécules d'eau par un balayage à contre-courant d'air sec entraînant ainsi l'humidité pour obtenir un gaz sec.	
Système muni d'un serpentin et d'un condenseur en verre refroidi par effet Peltier permettant de séparer les molécules d'eau. Une pompe péristaltique permet l'évacuation des gouttelettes d'eau pour obtenir un gaz sec.	X

- /// Transférer des gaz secs vers les analyseurs au moyen d'un système portable de conditionnement de l'échantillonnage de gaz muni d'un système de condensation de sécurité, d'une pompe péristaltique et d'une ligne en PTFE.
- /// Alimenter à pression atmosphérique chaque analyseur au moyen d'un système de répartition.

Les normes utilisées sont les suivantes :

- Oxygène (O₂) : **NF EN 14789**,
- Monoxyde de carbone (CO) : **NF EN 15058**,
- Dioxyde de carbone (CO₂) : **NF X20-301**,
- monoxyde d'azote (NO) : **NF EN 14792**. Le rendement de conversion NO/NO₂ de nos analyseurs est inférieur à 95% mais supérieur à 80% conformément au LAB REF 22.

16.1.2 Mesure des COV, des COVNM et du CH₄

Les concentrations en COV sont directement mesurées à l'aide d'un analyseur automatique par ionisation de flamme après filtration par sonde chauffée et transfert par cordon chauffant (température de 180°C).

Les normes utilisées sont les suivantes :

- COV totaux : NF EN 12619,
- COV non méthanique et CH₄ : XP-X-43554

16.2 CONCENTRATION EN GAZ DANS LES FUMÉES

Les concentrations en polluants gazeux de l'installation contrôlée sont détaillées dans le *Tableau 18*.

Tableau 18. Résultats des prélèvements des polluants gazeux

RTF1 du 09/03/2020		SYNTHÈSE DES RESULTATS				
Paramètres		O ₂	CO ₂	CO	NOx	COVt
Unité		%	%	mg/m ³	mg/m ³ (NO ₂)	mg eqC/m ³
Essai 1						
Heure de début	13:45					
Heure de fin	14:30					
Valeur moyenne		19,8	0,7	25,5	5,7	0,7
Valeur moyenne corrigée		19,8	0,7	25,7	5,7	1,4
Essai 2						
Heure de début	14:30					
Heure de fin	15:30					
Valeur moyenne		20,0	0,6	7,2	9,9	-0,2
Valeur moyenne corrigée		20,0	0,6	7,4	9,9	0,4
Essai 3						
Heure de début	15:35					
Heure de fin	16:05					
Valeur moyenne		20,8	0,1	4,4	4,0	-0,3
Valeur moyenne corrigée		20,8	0,1	4,5	4,0	0,2
Moyenne						
Valeur moyenne		20,2	0,5	12,5	6,5	0,7
Flux en kg/h				0,233	0,121	0,013

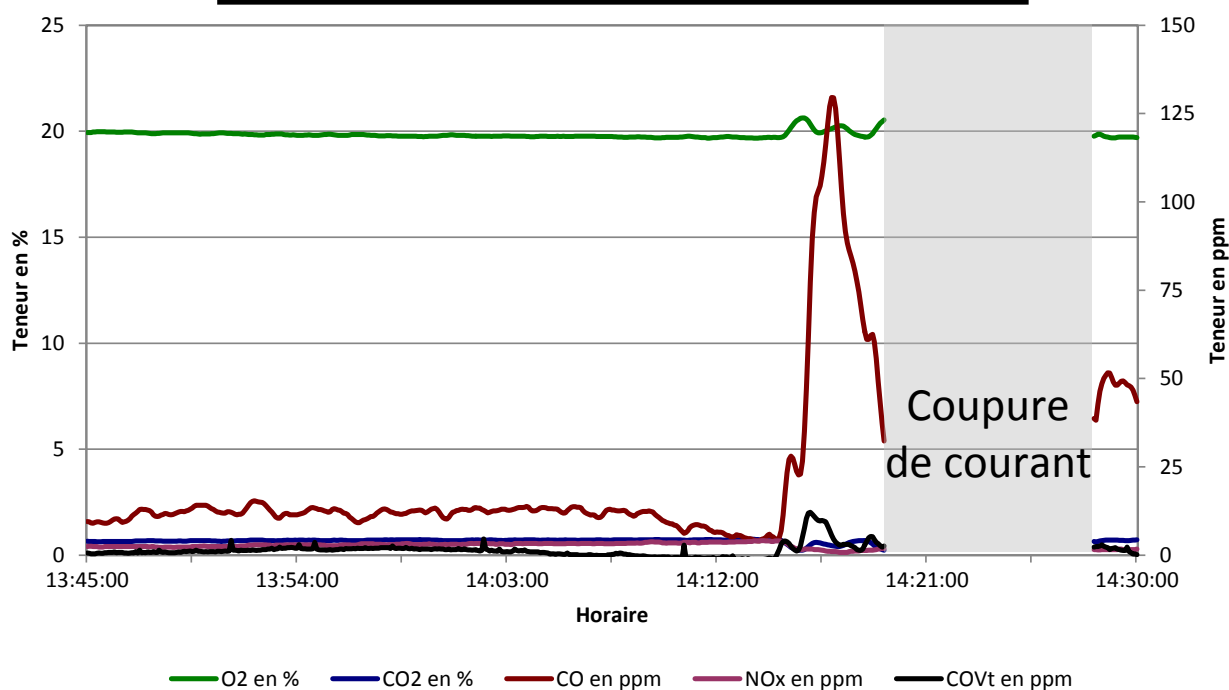
RTF1	Calibration et tests					
09/03/2020	Substances	O ₂	CO ₂	CO	NO	COVt
13:45 - 16:05	unité	%	%	ppm	ppm	ppm
Matériel	Réf. Analyseur	IMC303	IMC303	IMC303	IMC303	IMC243
	Valeur PE	25	20	200	250	100
	Bouteille zéro	281	281	281	281	AIR
	Bouteille étal.	AIR	275	275	275	276
	Teneur B. étal	20,9	10,1	100,7	80,1	59,2
Ajustage analyseur avant mesure	Heure zéro	13:02	13:02	13:02	13:02	13:06
	Valeur zéro	0	0	-0,2	0	0
	Heure étal.	13:05	13:09	13:09	13:09	13:22
	Valeur étal	20,94	10,14	100,70	80,70	59,20
	Heure zéro	13:13	13:13	13:13	13:13	13:27
	Valeur zéro	-0,12	0,06	0	0,4	-1,9
Vérification ligne avant mesure	Heure zéro	13:29	13:29	13:29	13:29	13:33
	Valeur zéro	0,02	0	0	0,1	-1,5
	Heure étal.	13:33	13:31	13:31	13:31	13:35
	Valeur étal	20,92	10,12	100,40	80,40	59,00
	Temps de réponse (s)	26	28	27	29	14
	Taux de fuite	-0,1%	-0,2%	-0,3%	-0,4%	-0,3%
Après mesure	Heure zéro	16:47	16:47	16:47	16:47	16:45
	Valeur zéro	0	0,03	0	0	-0,9
	Heure étal.	16:54	16:49	16:49	16:49	17:04
	Valeur étal	20,91	10,24	97,3	80,4	62,2
	Dérive Zéro	0,1%	0,3%	0,0%	0,1%	1,1%
	Dérive PE	0,0%	0,9%	3,1%	0,1%	4,4%

RTF1 du 10/03/2020		SYNTHESE DES RESULTATS
Paramètres		O ₂
Unité		%
Essai 1		
Heure de début	15:45	
Heure de fin	17:25	
Valeur moyenne		20,3
Valeur moyenne corrigée		20,3
Essai 2		
Heure de début	17:25	
Heure de fin	19:05	
Valeur moyenne		20,1
Valeur moyenne corrigée		20,1
Essai 3		
Heure de début	19:05	
Heure de fin	20:45	
Valeur moyenne		20,7
Valeur moyenne corrigée		20,7
Moyenne		
Valeur moyenne		20,4
Flux en kg/h		

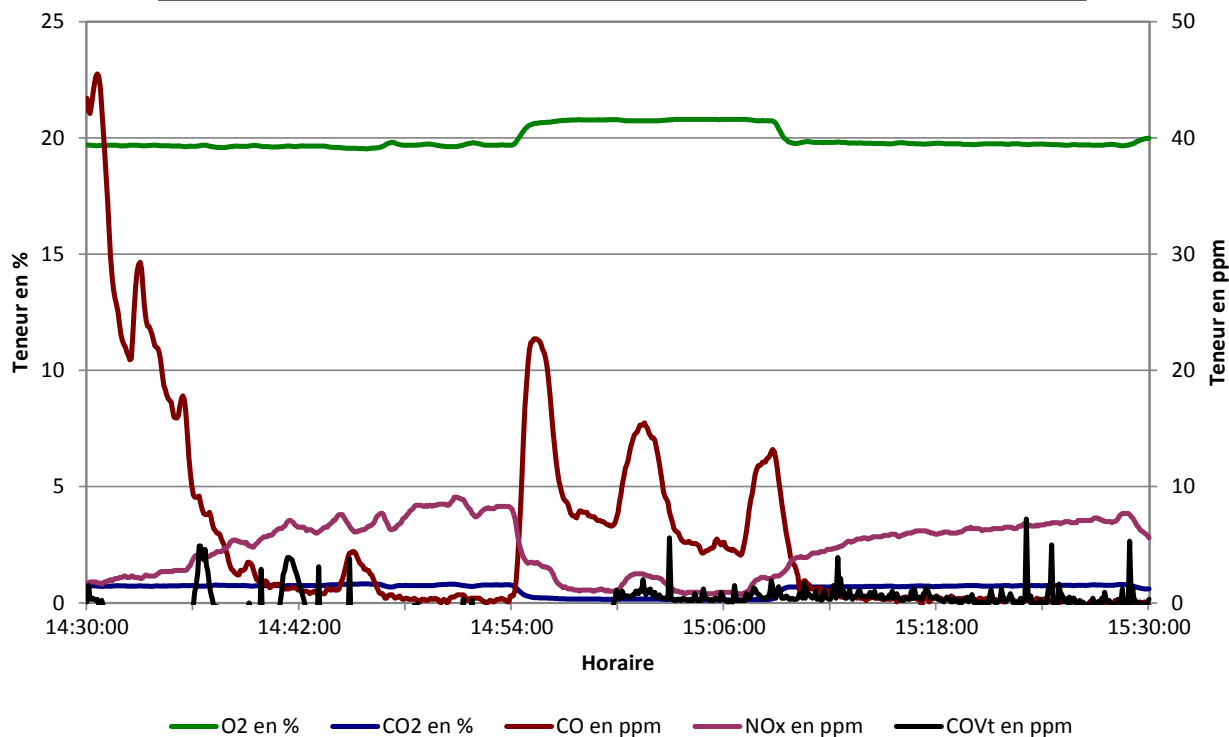
RTF1	Calibration et tests	
10/03/2020	Substances	O ₂
15:45 - 20:45	unité	%
Matériel	Réf. Analyseur	IMC317
	Valeur PE	25
	Bouteille zéro	281
	Bouteille étal.	AIR
	Teneur B. étal	20,9
Ajustage analyseur avant mesure	Heure zéro	15:14
	Valeur zéro	0
	Heure étal.	15:16
	Valeur étal	20,90
	Heure zéro	15:18
	Valeur zéro	0
Vérification ligne avant mesure	Heure zéro	15:20
	Valeur zéro	0
	Heure étal.	15:23
	Valeur étal	20,90
	Temps de réponse (s)	25
	Taux de fuite	0,0%
Après mesure	Heure zéro	20:48
	Valeur zéro	0,1
	Heure étal.	20:50
	Valeur étal	20,8
	Dérive Zéro	0,5%
	Dérive PE	1,0%

Courbe gaz 1. Prélèvements des polluants

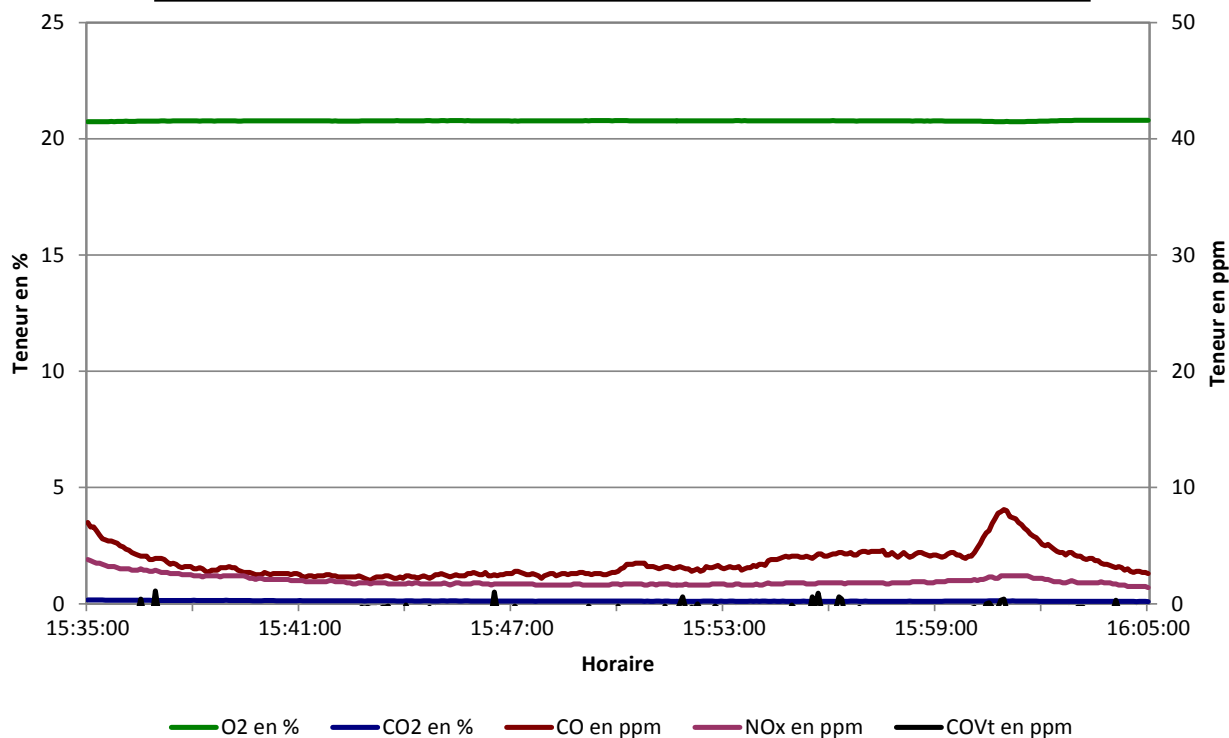
AFFIMET REGEAL RTF1 09/03/2020 - Phase de chargement



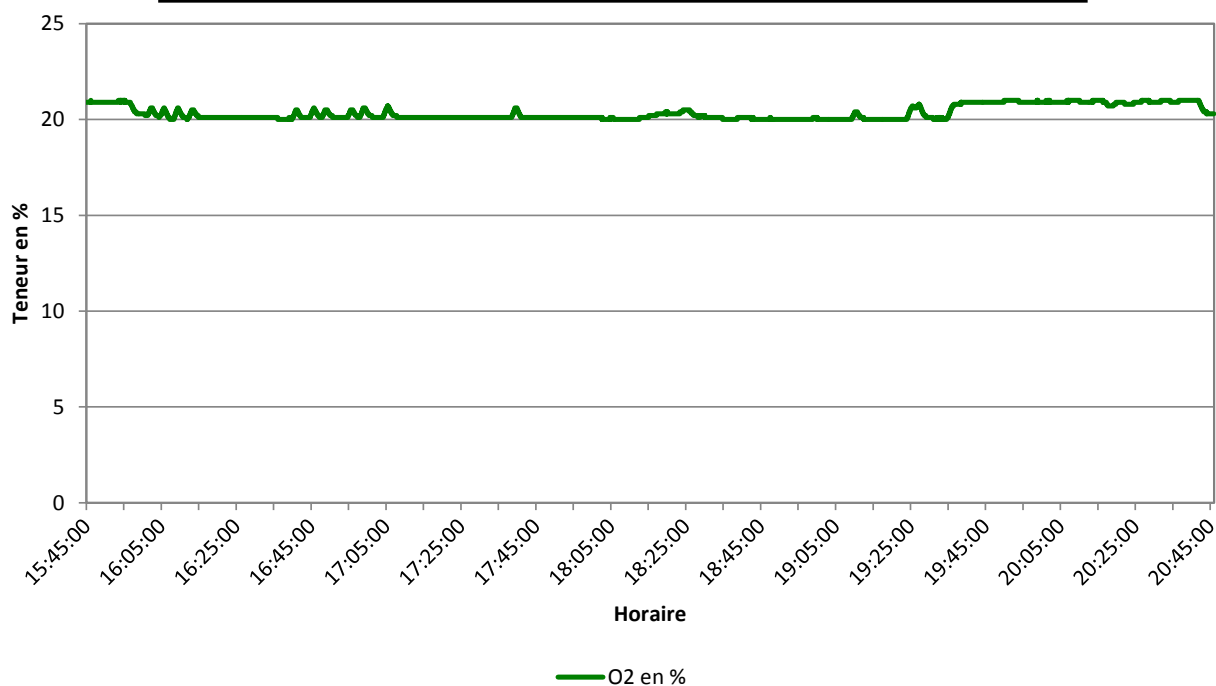
AFFIMET REGEAL RTF1 09/03/2020 - Phase de fusion



AFFIMET REGEAL RTF1 09/03/2020 - Phase de coulée



AFFIMET REGEAL RTF1 10/03/2020 - Suivi O2 pour la mesure de PCDD/Fs (cycle complet)



17 MATÉRIEL MIS EN OEUVRE

Tableau 19. Liste du matériel utilisé

Paramètres	Norme	Méthode et appareillage	Identifiant
Vitesse	EN 16911	Tube de Pitot de type L	AC567
		Micromanomètre	IMP218
Température		Thermocouple de type K et thermomètre numérique	IMT318
Pression atmosphérique		Baromètre numérique	IMP305
Humidité	NF EN 14790	Balance numérique de précision	IMML15
		Compteur volumétrique sur gaz sec	IMD439
Poussières	NF EN 13284-1 / NF X44-052 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
		Détermination de la masse de poussière par pesée sur une balance de précision	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
Métaux lourds particulaire	NF EN 14385 / NF EN 13211 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD350 + IMD425 + IMD426 + IMD322
Métaux lourd gazeux	NF EN 14385 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans HNO ₃ associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD425
HCl	NF EN 1911 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H ₂ O associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD426
SO ₂	NF EN 14791 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans H ₂ O ₂ associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD322
HF particulaire	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement isocinétique avec sonde titane et porte filtre hors conduit associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD306 + IMD428 + IMD463 + IMD419 + IMD424
HF gazeux	NF X 43-304 / GA X 43-551	Prélèvement par barbotage dans NaOH associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD428
Formaldéhyde + Acétaldéhyde + Acroleïne	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD463
Benzene	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD419
Phénol	Méthode interne	Prélèvement sur support dédié associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD424
Dioxines et Furanes	EN 1948-1,2,3 / GA X 43-551	Prélèvement sur filtre plan hors conduit (phase particulaire) puis après condensation sur résine XAD2 (phase gazeuse) associé à un compteur volumétrique sur gaz sec	IMD439
Acquisition de données	-	Acquisition de données	AC517
Concentration en O ₂	NF EN 14789	Paramagnétisme	IMC303
Concentration en CO ₂	NFX 20-301	Absorption infrarouge	IMC303
Concentration en CO	NF EN 15058	Absorption infrarouge	IMC303
Concentration en NO _x	NF EN 14792	Chimiluminescence	IMC303
Concentration en COVt	NF EN 12619 NF EN 13526	Ionisation de flamme	IMC243

18 INCERTITUDES DE MESURES

Les résultats des mesures sont donnés avec une incertitude valable pour un intervalle de confiance de 95 % avec un facteur d'élargissement $k = 2$.

Les incertitudes de mesure sont exprimées, en fonction des concentrations obtenues, en suivant les recommandations sur la mesure des émissions de polluants atmosphériques des installations fixes. Les incertitudes de mesures pour les installations contrôlées sont présentées dans le Tableau 20.

Tableau 20. Incertitudes de mesures

Polluants	Unité	Incertitude élargie $k = 2$
Débit	% relatif	10,0
Humidité	% relatif	20,0
O ₂	% relatif	1,2
CO ₂	% absolu	0,5
CO	mg/m ³	10,0
NO _x	mg/m ³	20,0
COVt	mg eqC/m ³	4,6
PCDD/F	% relatif	25,0
HF	% relatif	10,0
SO ₂	% relatif	15,0
HCl	% relatif	15,0
Métaux	% relatif	35,0
Mercuré	% relatif	35,0
Poussières	% relatif	35,0

Le Tableau 21 présente les limites de quantification dans les conditions d'intervention.

Tableau 21. Limite de quantification dans les conditions d'intervention

Molécule	LQ associée	Unité
Poussières	0,9	mg/m ³
Cd *	0,001	mg/m ³
Pb *	0,001	mg/m ³
Cr *	0,007	mg/m ³
Cu *	0,007	mg/m ³
Mn *	0,007	mg/m ³
Ni *	0,007	mg/m ³
V *	0,007	mg/m ³
Zn	0,013	mg/m ³
Somme : Cd * + Pb * + Cr * + Cu * + Mn * + Ni * + V * + Zn	0,049	mg/m ³
HCl	0,4	mg/m ³
SO ₂	0,3	mg/m ³
HF	0,2	mg/m ³
PCDD/F	3,4	pg/m ³

19 PARAMETRES MESURES

Tableau 22. Paramètres mesurés en méthode manuelle et méthodologie de rinçage

Mesures manuelles			
Essai	Paramètres mesurés	Mode opératoire de rinçage de la ligne principale	Point d'exploration
Essai 1	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 2	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 3	Poussières / ML / HCl / SO ₂	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes, puis HNO ₃	Prélèvement en tout point
Essai 4	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai 5	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai 6	Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Eau puis acétone avec séparation en deux aliquotes	Prélèvement en tout point
Essai Résine 1	PCDD/F	Solvant miscible à l'eau puis toluène	Prélèvement en tout point

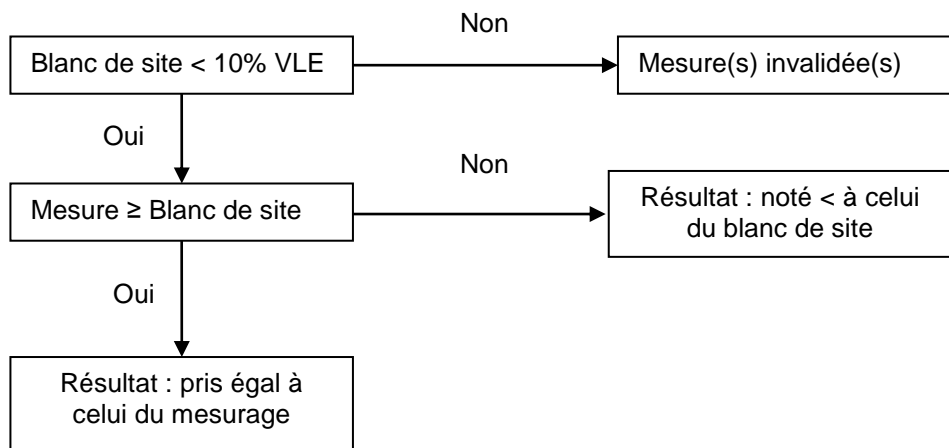
Tableau 23. Paramètres mesurés en méthode automatique

Mesures automatiques			
Série	Paramètres mesurés	Mesures simultanées avec mesures manuelles	Point d'exploration
Série 1	O ₂ / CO ₂ / CO / NO / COVt	Essai 1 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 2 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 3 : Poussières / ML / HCl / SO ₂ / Essai 4 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol / Essai 5 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol / Essai 6 : Poussières / HF / Aldéhydes / C ₆ H ₆ / Phénol	Prélèvement en un point (section homogène pour gaz)
Série 2	O ₂	Essai Résine 1 : PCDD/F	Prélèvement en un point (section homogène pour gaz)

ANNEXES



Annexe 1 : Règles de calcul des résultats selon LAB REF 22



Pour comparer la mesure au blanc de site, la règle de calcul énoncée ci-dessus dans le cas d'analyses inférieures à LQ/3 ou comprise entre LQ/3 et LQ doit être appliquée, que les résultats de la mesure et du blanc de site soient issus de l'analyse de plusieurs phases ou d'une seule (voir exemple dans le tableau ci-après pour une VLE de 70 mg/m³).

Mesure (M), en mg/m ³		Blanc de site (BS), en mg/m ³		Conformité BS	Comparaison M / BS	Résultat
phase 1	phase 2	phase 1	phase 2			
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 > 0+0 M > BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	< 3 (LQ)	-	C	1,5+0 = 1,5 M = BS	1,5
< 3 (LQ)	< 1 (LQ/3)	3,5	< 1 (LQ/3)	C	1,5+0 < 3,5 M < BS	3,5
3,2		3,8	-	C	3,2 < 3,8 M < BS	3,8
< 3 (LQ)		< 1 (LQ/3)			1,5 > 0 M > BS	1,5
3,2	< 3 (LQ)	3,8	-	C	3,2+1,5 > 3,8 M > BS	4,7
3,2	< 1 (LQ/3)	3,4	-	C	3,2+0 < 3,4 M < BS	3,4
4	< 1,2 (LQ/3)	5,3	< 3,6 (LQ)	NC 5,3 + 1,8 > 7		NC

Annexe 3. Données toxicologiques

Cette annexe contient 7 pages.

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.

Tous les modes d'exposition sont 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).

Types d'effets distingués

Pour chaque substance, différents effets toxiques peuvent être considérés. On distinguera dans le présent document les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (ou tératogènes consistant à la modification de l'ADN en particulier), les effets sur la reproduction (reprotoxicité) des autres effets toxiques.

Différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union Européenne et l'US-EPA) ont classé les effets suscités en catégories ou classes. Celles-ci sont présentées en page suivante. 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.

Les mentions de danger des substances sont présentées en préambule ainsi que les symboles (SGH01 à SGH09) qui les représentent. Ces mentions de danger sont liées au classement établi par l'Union Européenne.

Classification en termes de cancérogénicité

UE	US-EPA	CIRC
C1 (H350 ou H350i) : cancérogène avéré ou présumé l'être : C1A : Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré C1B : Substance dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé	A : Preuves suffisantes chez l'homme	1 : Agent ou mélange cancérogène pour l'homme
C2 : Substance suspectée d'être cancérogène pour l'homme	B1 : Preuves limitées chez l'homme B2 : Preuves non adéquates chez l'homme et preuves suffisantes chez l'animal	2A : Agent ou mélange probablement cancérogène pour l'homme
Carc.3 : Substance préoccupante pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles (R40)	C : Preuves inadéquates chez l'homme et preuves limitées chez l'animal	2B : Agent ou mélange peut-être cancérogène pour l'homme
	D : Preuves insuffisantes chez l'homme et l'animal E : Indications d'absence de cancérogénicité chez l'homme et chez l'animal	3 : Agent ou mélange inclassables quant à sa cancérogénicité pour l'homme 4 : Agent ou mélange probablement non cancérogène chez l'homme -

Classification en termes de mutagénicité

UE	
M1 (H340) : Substance dont la capacité d'induire des mutations héréditaires est avérée ou qui sont à considérer comme induisant des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains. Substance dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée.	M1A : Classification fondée sur des résultats positifs d'études épidémiologiques humaines. Substance considérée comme induisant des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.
	M1B : Classification fondée sur des essais in vivo de mutagénicité sur des cellules germinales et somatiques et qui ont donné un ou des résultats positifs et sur des essais qui ont montré que la substance a des effets mutagènes sur les cellules germinales humaines, sans que la transmission de ces mutations à la descendance n'ait été établie.
M2 (H341) : Substances préoccupantes du fait qu'elle pourrait induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.	

Classification en termes d'effets reprotoxiques

UE	
R1 (H360 ou H360F ou H360D ou H360FD ou H360Fd ou H360fD) : Reprotoxique avéré ou présumé	R1A : Substance dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée. La classification d'une substance dans cette catégorie s'appuie largement sur des études humaines.
	R1B : Substance présumée toxique pour la reproduction humaine. La classification d'une substance dans cette catégorie s'appuie largement sur des données provenant d'études animales.
R2 (H361 ou H361f ou H361d ou H361fd) : Substance suspectée d'être toxique pour la reproduction humaine. Les substances sont classées dans cette catégorie lorsque les résultats des études ne sont pas suffisamment probants pour justifier une classification dans la catégorie 1 mais qui font apparaître un effet indésirable sur la fonction sexuelle et la fertilité ou sur le développement.	

La toxicité pour la reproduction comprend l'altération des fonctions ou de la capacité de reproduction chez l'homme ou la femme et l'induction d'effets néfastes non héréditaires sur la descendance.

Les effets sur la fertilité masculine ou féminine recouvrent les effets néfastes sur :

- sur la libido,
- le comportement sexuel,
- les différents aspects de la spermatogenèse ou de l'oogenèse,
- l'activité hormonale ou la réponse physiologique qui perturberaient la fécondation
- la fécondation elle-même ou le développement de l'ovule fécondé.

La toxicité pour le développement est considérée dans son sens le plus large, perturbant le développement normal aussi bien avant qu'après la naissance.

Les produits chimiques les plus préoccupants sont ceux qui sont toxiques pour la reproduction à des niveaux d'exposition qui ne donnent pas d'autres signes de toxicité.

Symboles et phrases de risques

Le SGH ou Système général harmonisé de classification et d'étiquetage des produits chimiques est un ensemble de recommandations élaborées au niveau international. Il vise à harmoniser les règles de classification des produits chimiques et de communication des dangers (étiquettes, fiches de données de sécurité). En Europe, dans les secteurs du travail et de la consommation, le SGH est mis en application via le règlement CLP. Le nouveau règlement européen CLP (*Classification, Labelling and Packaging*) 1272/2008 du 16 décembre 2008 relatif à la classification à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges et modifiant les directives 67/548/CEE, 1999/45/CE et le règlement 1907/2006 a été publié le 31 décembre 2008 au Journal officiel de l'Union européenne.

Le règlement CLP est entré en vigueur le **20 janvier 2009**. Il prévoit néanmoins une période de transition durant laquelle l'ancien et le nouveau système de classification et d'étiquetage coexisteront. Sauf dispositions particulières prévues par le texte, la mise en application du nouveau règlement devient obligatoire à partir du **1er décembre 2010** pour les **substances** et du **1er juin 2015** pour les **mélanges**. Il est à souligner que, pour éviter toute confusion, les produits ne peuvent porter de double étiquetage. Au 1er juin 2015, le système préexistant sera définitivement abrogé et la nouvelle réglementation sera la seule en vigueur.

Les principales nouveautés pour l'étiquette de sécurité sont l'apparition de nouveaux pictogrammes de danger, de forme losange et composés d'un symbole noir sur un fond blanc bordé de rouge, et l'ajout de mention d'avertissement indiquant la gravité du danger ("DANGER", pour les produits les plus dangereux, et "ATTENTION"). Les étiquettes comporteront également des mentions de danger (ex: "Mortel par inhalation") en remplacement des phrases de risque (phrases R) et des nouveaux conseils de prudence (ex: "Éviter tout contact avec les yeux, la peau ou les vêtements").

MENTIONS DE DANGER

28 mentions de danger physique

- H200 : Explosif instable
- H201 : Explosif ; danger d'explosion en masse
- H202 : Explosif ; danger sérieux de projection
- H203 : Explosif ; danger d'incendie, d'effet de souffle ou de projection
- H204 : Danger d'incendie ou de projection
- H205 : Danger d'explosion en masse en cas d'incendie
- H220 : Gaz extrêmement inflammable
- H221 : Gaz inflammable
- H222 : Aérosol extrêmement inflammable
- H223 : Aérosol inflammable
- H224 : Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
- H225 : Liquide et vapeurs très inflammables
- H226 : Liquide et vapeurs inflammables
- H228 : Matière solide inflammable
- H240 : Peut exploser sous l'effet de la chaleur
- H241 : Peut s'enflammer ou exploser sous l'effet de la chaleur
- H242 : Peut s'enflammer sous l'effet de la chaleur
- H250 : S'enflamme spontanément au contact de l'air
- H251 : Matière auto-échauffante ; peut s'enflammer
- H252 : Matière auto-échauffante en grandes quantités ; peut s'enflammer
- H260 : Dégage au contact de l'eau des gaz inflammables qui peuvent s'enflammer spontanément
- H261 : Dégage au contact de l'eau des gaz
- H270 : Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant
- H271 : Peut provoquer un incendie ou une explosion ; comburant puissant
- H272 : Peut aggraver un incendie ; comburant
- H280 : Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
- H281 : Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques
- H290 : Peut être corrosif pour les métaux

38 mentions de danger pour la santé

- H300 : Mortel en cas d'ingestion
- H301 : Toxique en cas d'ingestion
- H302 : Nocif en cas d'ingestion
- H304 : Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires
- H310 : Mortel par contact cutané
- H311 : Toxique par contact cutané
- H312 : Nocif par contact cutané
- H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H315 : Provoque une irritation cutanée
- H340 : Peut induire des anomalies génétiques <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H350 : Peut provoquer le cancer <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H351 : Susceptible de provoquer le cancer <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H360 : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus <indiquer l'effet spécifique s'il est connu> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H361 : Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus <indiquer l'effet s'il est connu> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H362 : Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
- H317 : Peut provoquer une allergie cutanée
- H318 : Provoque des lésions oculaires graves
- H319 : Provoque une sévère irritation des yeux
- H330 : Mortel par inhalation
- H331 : Toxique par inhalation
- H332 : Nocif par inhalation
- H334 : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation
- H335 : Peut irriter les voies respiratoires
- H336 : Peut provoquer somnolence ou vertiges
- H370 : Risque avéré d'effets graves pour les organes <ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H371 : Risque présumé d'effets graves pour les organes <ou indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H372 : Risque avéré d'effets graves pour les organes <indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>
- H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes <indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus> à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée <indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger>

Pour certaines mentions de danger pour la santé des lettres sont ajoutées au code à 3 chiffres :







- H350i : Peut provoquer le cancer par inhalation
- H360F : Peut nuire à la fertilité
- H360D : Peut nuire au fœtus
- H361f : Susceptible de nuire à la fertilité
- H361d : Susceptible de nuire au fœtus
- H360FD : Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus
- H361fd : Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
- H360Fd : Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus
- H360Df : Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité.

5 mentions de danger pour l'environnement

- H400 : Très toxique pour les organismes aquatiques
- H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H411 : Toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H412 : Nocif pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- H413 : Peut être nocif à long terme pour les organismes aquatiques

Symboles de danger

- SHG01 : Explosif** (ce produit peut exploser au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, d'un choc ou de frottements).
- SGH02 : Inflammable** (Le produit peut s'enflammer au contact d'une flamme, d'une étincelle, d'électricité statique, sous l'effet de la chaleur, de frottements, au contact de l'air ou au contact de l'eau en dégageant des gaz inflammables).
- SGH03 : Comburant** (peut provoquer ou aggraver un incendie – peut provoquer une explosion en présence de produit inflammable).
- SGH04 : Gaz sous pression** (peut exploser sous l'effet de la chaleur (gaz comprimé, liquéfié et dissous) – peut causer des brûlures ou blessures liées au froid (gaz liquéfiés réfrigérés).
- SGH05 : Corrosif** (produit qui ronge et peut attaquer ou détruire des métaux – peut provoquer des brûlures de la peau et des lésions aux yeux en cas de contact ou de projection).
- SGH06 : Toxique ou mortel** (le produit peut tuer rapidement – empoisonne rapidement même à faible dose).
- SGH07 : Dangereux pour la santé** (peut empoisonner à forte dose – peut irriter la peau, les yeux, les voies respiratoires – peut provoquer des allergies cutanées – peut provoquer somnolence ou vertige – produit qui détruit la couche d'ozone).
- SGH08 : Nuit gravement pour la santé** (peut provoquer le cancer, modifier l'ADN, nuire à la fertilité ou au fœtus, altérer le fonctionnement de certains organes – peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires – peut provoquer des difficultés respiratoires ou des allergies respiratoires).
- SGH09 : Dangereux pour l'environnement** (produit polluant – provoque des effets néfastes à court et/ou long terme sur les organismes des milieux aquatiques).

SGH01	SGH02	SGH03
		
SGH04	SGH05	SGH06
		
SGH07	SGH08	SGH09
		

Le tableau ci-après reprend l'ensemble des informations propres à chaque substance considérée dans la présente étude.

Substance	CAS n°R	Volatilité	Solubilité	Classement	Mention de danger	classement cancérogénécité		
		Pv	S	Symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA
Aluminium	7429-90-5	non adequat	non adequat	-	H250, H261,	-	1	-
Cadmium (Cd)	7440-43-9	non adequat	non adequat	SGH06, SGH08, SGH09	H350, H341, H361fd, H330, H372, H400, H410	C1B/C2 M1B/M2 R1B/R2	1	prob canc
Chrome III (CrIII)	1308-38-9	non adequat	non adequat	-	-	-	3	D
Chrome VI (CrVI)	trioxyde de Cr 1333-82-0	non adequat	non adequat	SGH03, SGH05, SGH06, SGH08, SGH09	H271, H350, H340, H361f, H330, H311, H301, H372, H314, H334, H317, H410	C1A M1B R2	1	A (inh°) D (oral)
Cuivre (Cu)	7440-50-8	non adequat	non adequat	-	-	-	3	D
Manganèse (Mn)	non adéquat	non adequat	non adequat	SGH07 (dioxyde)	H332, H302 (dioxyde)	-	-	D
Nickel (Ni)	7440-02-0	non adequat	non adequat	SGH07, SGH08	H351, H372, H317, H412	C2	2B	A
Plomb (Pb)	7439-92-1	non adequat	non adequat	SGH07, SGH08, SGH09	H360Df, H332, H373, H400, H410	R1A	2B	B2
Vanadium (Va)	7440-62-2	non adequat	non adequat	-	-	-	3	D
benzène	71-43-2	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H350, H340, H372, H304, H319, H315	C1A M1B	1	A
phénol	108-95-2	+	++	SGH06, SGH08, SGH05	H341, H331, H311, H301, H373, H314	M2	3	D
Acétaldéhyde	75-07-00	++	++	SGH02, SGH07, SGH08	H224, H351, H319, H335	C2	2B	B2

Substance	CAS n°R	Volatilité	Solubilité	Classement	Mention de danger	classement cancérogénicité		
		Pv	S	Symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA
Formaldéhyde	50-00-0	++	++	SGH06, SGH08, SGH05	H341, H331, H311, H301, H314, H317, H350	C2	1	B1
Acroléine	107-02-8	++	++	SGH02, SGH05, SGH06, SGH09	H225, H330, H311, H301, H314, H400	-	3	-
Dioxines et furanes	non adéquat	--	--	nd	nd	-	2,3,7,8 TCDD = 1 autres = 3	-
Poussières particules suspension ou en	non adéquat	non adéquat	non adéquat	-	-	-	-	-
Dioxyde d'azote	10102-44-0	gaz	++	SGH03, SGH04, SGH05, SGH06	H270, H330, H314	-	-	D
Dioxyde de soufre	7746-09-05	gaz	++	T	R23, R36, R37	-	3	-
acide chlorhydrique	7647-01-0	gaz	++	SGH04, SGH05, SGH06	H331, H314	-	3	-
acide fluorhydrique	7664-39-3	nd	++	SGH05, SGH06	H330, H310, H300, H314	-	-	D

LEGENDE Volatilité :

++ : Pv > 1000 Pa (COV)
+ : 1000 > Pv > 10 Pa (COV)
- : 10 > Pv > 10-2 Pa (non COV)
-- : 10-2 > Pv > 10-5 Pa (non COV)

LEGENDE Solubilité :

++ : S > 100 mg/l
+ : 100 > S > 1 mg/l
- : 1 > S > 0.01 mg/l
-- : S < 0.01 mg/l

Annexe 4. Présentation du logiciel de modélisation ADMS 5

Cette annexe contient 6 pages.

ASPECTS TECHNIQUES : MODELISATION ATMOSPHERIQUE

Grâce à ses performances techniques, ADMS est considéré par l'INERIS¹⁵, l'InVS¹⁶ 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

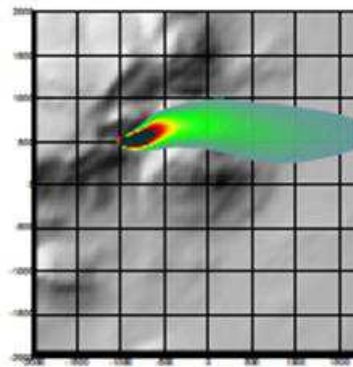
Beaucoup de gaussiens « classiques » travaillent en mode statistique : à partir de données météorologiques horaires ou tri-horaires, ils regroupent les situations météorologiques par classes, et effectuent le calcul de dispersion en attribuant un poids statistique à chacun des résultats. ADMS effectue 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).

¹⁵ Guide méthodologique « Évaluation des Risques Sanitaires dans les Études d'impact des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement », INERIS 2003.

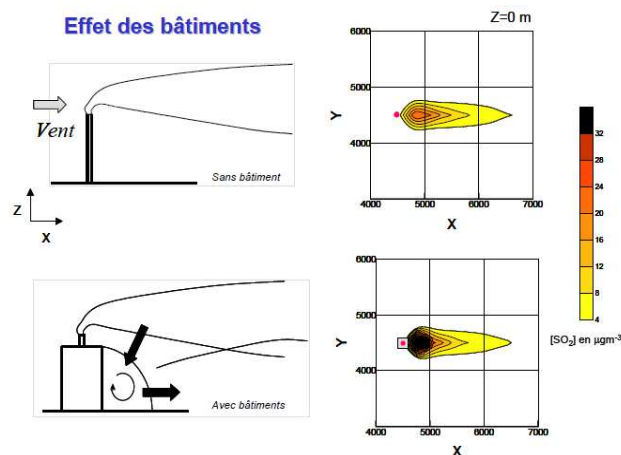
¹⁶ Rapport « INCINERATEURS ET SANTE, Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition » Institut de Veille Sanitaire - Département Santé Environnement, 2003.



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 dépôt 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 particuliers. 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 :

$$\Lambda = a \times P^b$$

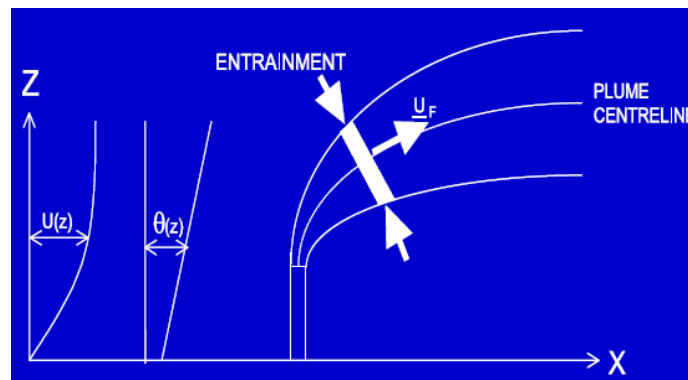
Où :

- Λ 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.

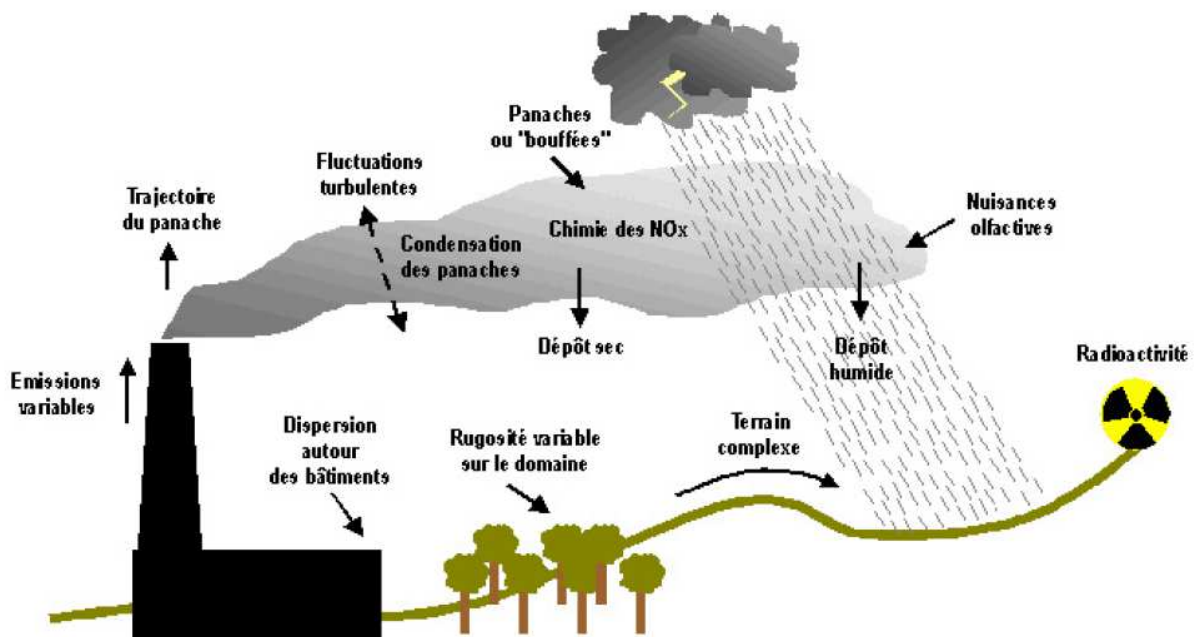


Modèle intégral de trajectoire utilisé dans ADMS

MODULES INTEGRES AU LOGICIEL 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/NO₂ et la concentration en ozone : en général, les taux d'émissions concernent en effets les NO_x, et les valeurs réglementaires le NO₂. 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.

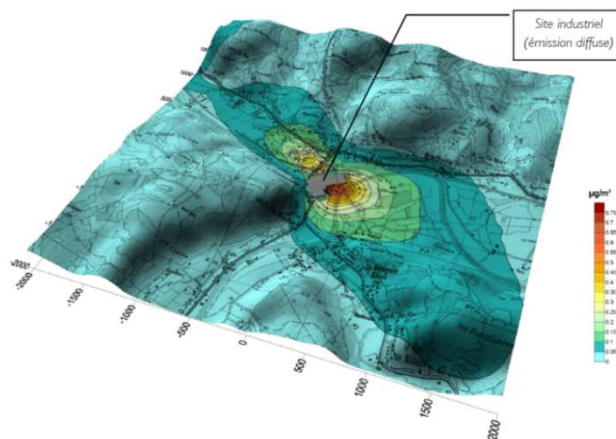


Phénomènes et processus pris en compte par ADMS

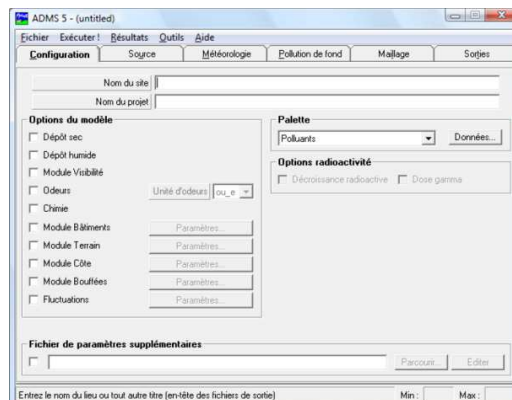
EXPLOITATION DES RESULTATS

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 5. Concentrations et dépôts modélisés sur l'ensemble des récepteurs

Cette annexe contient 8 pages.

CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

► Scénario 1

	SO2	NO2	HCl	HF	Acétaldéhyde	Acroléine	Formaldéhyde
A	2.60E+00	6.27E+00	9.56E-02	1.92E-02	5.87E-01	7.69E-03	8.31E-02
B	2.40E+00	5.50E+00	1.09E-01	2.18E-02	4.73E-01	2.79E-03	6.19E-02
C	7.37E-01	1.55E+00	3.49E-02	6.99E-03	1.20E-01	4.79E-04	1.25E-02
D	5.03E-01	1.05E+00	2.37E-02	4.74E-03	9.31E-02	3.47E-04	8.26E-03
E	8.41E-01	1.77E+00	3.95E-02	7.91E-03	1.61E-01	6.13E-04	1.38E-02
F	1.21E+00	2.57E+00	5.64E-02	1.13E-02	2.75E-01	9.86E-04	1.98E-02
G	1.62E+00	3.40E+00	7.67E-02	1.53E-02	2.86E-01	1.08E-03	2.76E-02
H	2.95E+00	6.20E+00	1.39E-01	2.78E-02	5.33E-01	2.06E-03	5.56E-02
I	7.15E-01	1.51E+00	3.37E-02	6.75E-03	1.19E-01	4.94E-04	1.25E-02
J	1.94E-01	4.09E-01	9.09E-03	1.82E-03	3.43E-02	1.43E-04	3.56E-03
K	3.17E-01	6.75E-01	1.48E-02	2.96E-03	5.80E-02	2.59E-04	6.32E-03
L	6.27E-01	1.32E+00	2.95E-02	5.91E-03	1.18E-01	4.34E-04	1.01E-02
M	2.13E-01	4.47E-01	1.00E-02	2.00E-03	3.80E-02	1.52E-04	3.77E-03

	Phénol	Benzène	PM10	Pb	Cd	Cr	Cu
A	5.03E-01	7.01E-02	3.46E-01	5.45E-03	3.64E-04	7.27E-04	3.64E-03
B	1.51E-01	6.01E-02	1.85E-01	4.01E-03	2.68E-04	5.35E-04	2.68E-03
C	2.81E-02	2.24E-02	3.40E-02	1.01E-03	6.73E-05	1.35E-04	6.73E-04
D	2.05E-02	1.55E-02	2.23E-02	6.09E-04	4.06E-05	8.13E-05	4.06E-04
E	3.60E-02	2.59E-02	3.64E-02	1.16E-03	7.75E-05	1.55E-04	7.75E-04
F	5.82E-02	3.75E-02	7.67E-02	1.93E-03	1.29E-04	2.58E-04	1.29E-03
G	6.26E-02	4.91E-02	6.75E-02	2.31E-03	1.54E-04	3.08E-04	1.54E-03
H	1.16E-01	8.52E-02	1.53E-01	4.50E-03	3.00E-04	6.01E-04	3.00E-03
I	2.88E-02	2.15E-02	3.61E-02	1.00E-03	6.70E-05	1.34E-04	6.70E-04
J	8.33E-03	5.70E-03	7.79E-03	2.00E-04	1.33E-05	2.66E-05	1.33E-04
K	1.49E-02	9.02E-03	1.36E-02	3.22E-04	2.15E-05	4.30E-05	2.15E-04
L	2.57E-02	1.94E-02	3.16E-02	8.94E-04	5.96E-05	1.19E-04	5.96E-04
M	8.90E-03	6.35E-03	8.49E-03	2.19E-04	1.46E-05	2.93E-05	1.46E-04

	Mn	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	3.64E-03	3.64E-03	7.27E-04	3.64E-03	3.62E-10
B	2.68E-03	2.68E-03	5.35E-04	2.68E-03	4.17E-10
C	6.73E-04	6.73E-04	1.35E-04	6.73E-04	1.85E-10
D	4.06E-04	4.06E-04	8.13E-05	4.06E-04	1.04E-10
E	7.75E-04	7.75E-04	1.55E-04	7.75E-04	1.82E-10
F	1.29E-03	1.29E-03	2.58E-04	1.29E-03	2.35E-10
G	1.54E-03	1.54E-03	3.08E-04	1.54E-03	3.85E-10
H	3.00E-03	3.00E-03	6.01E-04	3.00E-03	6.81E-10
I	6.70E-04	6.70E-04	1.34E-04	6.70E-04	1.79E-10
J	1.33E-04	1.33E-04	2.66E-05	1.33E-04	3.44E-11
K	2.15E-04	2.15E-04	4.30E-05	2.15E-04	5.17E-11
L	5.96E-04	5.96E-04	1.19E-04	5.96E-04	1.45E-10
M	1.46E-04	1.46E-04	2.93E-05	1.46E-04	3.84E-11

► Scénario 2

	SO2	NO2	HCl	HF	Acétaldéhyde	Acroléine	Formaldéhyde
A	4.10E-02	9.84E-01	1.14E-02	1.08E-02	1.60E-04	6.18E-06	1.12E-05
B	7.10E-02	3.95E-01	7.14E-03	7.38E-03	1.03E-04	8.02E-06	2.94E-05
C	1.84E-02	7.38E-02	2.03E-03	2.04E-03	2.56E-05	1.90E-06	6.07E-06
D	1.43E-02	5.36E-02	1.50E-03	1.52E-03	1.96E-05	1.41E-06	4.07E-06
E	2.46E-02	9.32E-02	2.57E-03	2.61E-03	3.39E-05	2.41E-06	6.75E-06
F	4.28E-02	1.51E-01	4.12E-03	4.25E-03	5.73E-05	3.99E-06	1.00E-05
G	4.43E-02	1.67E-01	4.65E-03	4.71E-03	6.02E-05	4.48E-06	1.38E-05
H	8.34E-02	3.21E-01	8.42E-03	8.60E-03	1.12E-04	8.69E-06	2.88E-05
I	1.81E-02	7.52E-02	1.99E-03	2.00E-03	2.54E-05	1.88E-06	6.03E-06
J	5.24E-03	2.19E-02	5.56E-04	5.63E-04	7.30E-06	5.45E-07	1.75E-06
K	8.77E-03	3.91E-02	9.27E-04	9.44E-04	1.25E-05	9.35E-07	3.10E-06
L	1.81E-02	6.69E-02	1.90E-03	1.92E-03	2.48E-05	1.77E-06	4.96E-06
M	5.81E-03	2.34E-02	6.16E-04	6.24E-04	8.06E-06	5.96E-07	1.86E-06

	Phénol	Benzène	PM10	Pb	Cd	Cr	Cu
A	5.56E-05	3.92E-05	1.58E-02	7.94E-05	1.27E-05	3.78E-05	5.85E-05
B	1.12E-04	6.88E-05	5.84E-03	2.56E-05	4.08E-06	1.69E-05	2.22E-05
C	2.79E-05	1.66E-05	7.93E-04	4.61E-06	6.04E-07	2.86E-06	3.72E-06
D	2.12E-05	1.24E-05	5.44E-04	2.80E-06	3.79E-07	1.82E-06	2.35E-06
E	3.63E-05	2.11E-05	8.99E-04	5.64E-06	7.92E-07	3.72E-06	4.81E-06
F	6.18E-05	3.52E-05	2.06E-03	1.01E-05	1.53E-06	7.10E-06	9.08E-06
G	6.66E-05	3.92E-05	1.56E-03	1.06E-05	1.44E-06	6.95E-06	8.91E-06
H	1.28E-04	7.60E-05	3.70E-03	2.07E-05	2.95E-06	1.43E-05	1.80E-05
I	2.74E-05	1.63E-05	8.58E-04	4.68E-06	6.23E-07	2.92E-06	3.81E-06
J	7.95E-06	4.73E-06	1.95E-04	9.46E-07	1.28E-07	5.98E-07	7.78E-07
K	1.34E-05	8.08E-06	3.63E-04	1.63E-06	2.28E-07	1.04E-06	1.35E-06
L	2.67E-05	1.55E-05	7.66E-04	4.25E-06	5.88E-07	2.79E-06	3.60E-06
M	8.77E-06	5.19E-06	2.08E-04	1.02E-06	1.37E-07	6.47E-07	8.40E-07

	Mn	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	3.06E-05	1.73E-05	2.48E-06	2.39E-04	6.51E-13
B	1.39E-05	7.18E-06	8.32E-07	1.06E-04	9.47E-13
C	2.49E-06	1.25E-06	1.27E-07	1.87E-05	2.08E-13
D	1.63E-06	8.15E-07	8.05E-08	1.22E-05	1.40E-13
E	3.33E-06	1.67E-06	1.68E-07	2.50E-05	2.82E-13
F	6.42E-06	3.24E-06	3.25E-07	4.87E-05	5.52E-13
G	6.13E-06	3.07E-06	3.06E-07	4.61E-05	5.31E-13
H	1.24E-05	6.20E-06	6.24E-07	9.34E-05	1.07E-12
I	2.54E-06	1.28E-06	1.31E-07	1.90E-05	2.09E-13
J	5.25E-07	2.64E-07	2.69E-08	3.94E-06	4.38E-14
K	9.00E-07	4.56E-07	4.77E-08	6.78E-06	7.18E-14
L	2.51E-06	1.26E-06	1.25E-07	1.88E-05	2.15E-13
M	5.71E-07	2.87E-07	2.89E-08	4.28E-06	4.83E-14

► Scénario 3

	SO2	NO2	HCl	HF	Acétaldéhyde	Acroléine	Formaldéhyde
A	2.13E-02	1.02E+00	4.70E-03	9.85E-03	1.03E-03	8.82E-06	3.06E-03
B	1.35E-02	4.11E-01	3.07E-03	6.16E-03	7.87E-04	2.40E-05	2.09E-03
C	3.17E-03	7.79E-02	1.01E-03	1.72E-03	2.00E-04	6.17E-06	5.27E-04
D	2.39E-03	5.68E-02	7.14E-04	1.27E-03	1.55E-04	4.75E-06	4.08E-04
E	4.13E-03	9.88E-02	1.21E-03	2.18E-03	2.68E-04	8.15E-06	7.05E-04
F	6.89E-03	1.60E-01	1.80E-03	3.50E-03	4.59E-04	1.41E-05	1.20E-03
G	7.41E-03	1.77E-01	2.25E-03	3.94E-03	4.75E-04	1.48E-05	1.25E-03
H	1.40E-02	3.39E-01	3.96E-03	7.17E-03	8.84E-04	2.82E-05	2.32E-03
I	3.15E-03	7.93E-02	9.83E-04	1.69E-03	1.97E-04	6.06E-06	5.22E-04
J	9.10E-04	2.31E-02	2.65E-04	4.73E-04	5.70E-05	1.76E-06	1.50E-04
K	1.57E-03	4.12E-02	4.31E-04	7.91E-04	9.67E-05	2.94E-06	2.56E-04
L	3.01E-03	7.09E-02	8.97E-04	1.61E-03	1.96E-04	6.01E-06	5.17E-04
M	9.98E-04	2.47E-02	2.94E-04	5.23E-04	6.31E-05	1.95E-06	1.66E-04

	Phénol	Benzène	PM10	Pb	Cd	Cr	Cu
A	9.09E-06	2.37E-04	1.63E-02	8.25E-05	1.27E-05	2.97E-05	5.44E-05
B	3.19E-05	1.64E-04	6.39E-03	2.80E-05	4.11E-06	1.20E-05	1.94E-05
C	6.94E-06	4.00E-05	8.98E-04	5.12E-06	6.10E-07	1.79E-06	3.12E-06
D	4.84E-06	3.04E-05	6.20E-04	3.15E-06	3.83E-07	1.10E-06	1.94E-06
E	8.10E-06	5.24E-05	1.03E-03	6.35E-06	8.00E-07	2.26E-06	3.98E-06
F	1.26E-05	8.79E-05	2.37E-03	1.15E-05	1.54E-06	4.26E-06	7.47E-06
G	1.60E-05	9.39E-05	1.80E-03	1.19E-05	1.46E-06	4.27E-06	7.39E-06
H	3.28E-05	1.77E-04	4.24E-03	2.33E-05	2.98E-06	9.03E-06	1.50E-05
I	6.87E-06	3.96E-05	9.70E-04	5.20E-06	6.29E-07	1.85E-06	3.20E-06
J	1.99E-06	1.14E-05	2.20E-04	1.05E-06	1.29E-07	3.72E-07	6.50E-07
K	3.48E-06	1.96E-05	4.06E-04	1.81E-06	2.31E-07	6.63E-07	1.14E-06
L	5.96E-06	3.84E-05	8.79E-04	4.79E-06	5.94E-07	1.68E-06	2.97E-06
M	2.14E-06	1.26E-05	2.36E-04	1.14E-06	1.38E-07	3.98E-07	6.99E-07

	Al	Mn	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	1.21E-04	3.26E-05	1.34E-05	2.38E-06	2.42E-04	6.69E-12
B	1.05E-04	1.65E-05	4.66E-06	7.99E-07	9.94E-05	4.10E-12
C	2.28E-05	3.09E-06	7.09E-07	1.20E-07	1.70E-05	8.76E-13
D	1.55E-05	2.03E-06	4.49E-07	7.60E-08	1.11E-05	5.90E-13
E	3.13E-05	4.15E-06	9.33E-07	1.59E-07	2.28E-05	1.19E-12
F	6.15E-05	8.04E-06	1.80E-06	3.08E-07	4.42E-05	2.31E-12
G	5.80E-05	7.66E-06	1.71E-06	2.89E-07	4.18E-05	2.19E-12
H	1.16E-04	1.55E-05	3.50E-06	5.92E-07	8.48E-05	4.36E-12
I	2.30E-05	3.14E-06	7.31E-07	1.24E-07	1.74E-05	8.85E-13
J	4.82E-06	6.51E-07	1.50E-07	2.55E-08	3.60E-06	1.85E-13
K	7.95E-06	1.11E-06	2.66E-07	4.53E-08	6.23E-06	3.07E-13
L	2.39E-05	3.13E-06	6.94E-07	1.18E-07	1.71E-05	9.09E-13
M	5.32E-06	7.10E-07	1.61E-07	2.73E-08	3.90E-06	2.03E-13

DEPOTS MOYENS ANNUELS ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)

► Scénario 1

	Pb	Cd	Cu	Cr	Mn
A	2.73E-04	1.82E-05	1.82E-04	3.64E-05	1.82E-04
B	8.81E-05	5.88E-06	5.88E-05	1.18E-05	5.88E-05
C	1.78E-05	1.19E-06	1.19E-05	2.38E-06	1.19E-05
D	8.89E-06	5.93E-07	5.93E-06	1.19E-06	5.93E-06
E	2.15E-05	1.43E-06	1.43E-05	2.87E-06	1.43E-05
F	3.40E-05	2.27E-06	2.27E-05	4.54E-06	2.27E-05
G	5.57E-05	3.71E-06	3.71E-05	7.44E-06	3.71E-05
H	9.28E-05	6.19E-06	6.19E-05	1.24E-05	6.19E-05
I	1.72E-05	1.14E-06	1.14E-05	2.29E-06	1.14E-05
J	3.26E-06	2.17E-07	2.17E-06	4.35E-07	2.17E-06
K	5.42E-06	3.62E-07	3.62E-06	7.23E-07	3.62E-06
L	1.40E-05	9.32E-07	9.32E-06	1.87E-06	9.32E-06
M	3.33E-06	2.22E-07	2.22E-06	4.45E-07	2.22E-06

	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	1.82E-04	3.64E-05	1.82E-04	3.58E-11
B	5.88E-05	1.18E-05	5.88E-05	1.51E-11
C	1.19E-05	2.38E-06	1.19E-05	3.62E-12
D	5.93E-06	1.19E-06	5.93E-06	1.67E-12
E	1.43E-05	2.87E-06	1.43E-05	3.83E-12
F	2.27E-05	4.54E-06	2.27E-05	4.97E-12
G	3.71E-05	7.44E-06	3.71E-05	1.02E-11
H	6.19E-05	1.24E-05	6.19E-05	1.64E-11
I	1.14E-05	2.29E-06	1.14E-05	3.47E-12
J	2.17E-06	4.35E-07	2.17E-06	6.45E-13
K	3.62E-06	7.23E-07	3.62E-06	1.01E-12
L	9.32E-06	1.87E-06	9.32E-06	2.47E-12
M	2.22E-06	4.45E-07	2.22E-06	6.52E-13

► Scénario 2

	Pb	Cd	Cu	Cr	Mn
A	2.47E-06	3.73E-07	1.89E-06	1.27E-06	1.10E-06
B	4.83E-07	6.74E-08	3.84E-07	2.85E-07	2.39E-07
C	7.79E-08	9.56E-09	6.04E-08	4.58E-08	4.03E-08
D	3.92E-08	4.99E-09	3.17E-08	2.43E-08	2.20E-08
E	9.92E-08	1.31E-08	8.15E-08	6.24E-08	5.66E-08
F	1.70E-07	2.44E-08	1.47E-07	1.14E-07	1.04E-07
G	2.46E-07	3.19E-08	2.01E-07	1.55E-07	1.38E-07
H	4.09E-07	5.41E-08	3.39E-07	2.64E-07	2.32E-07
I	7.58E-08	9.34E-09	5.88E-08	4.44E-08	3.91E-08
J	1.45E-08	1.80E-09	1.13E-08	8.58E-09	7.66E-09
K	2.55E-08	3.31E-09	2.03E-08	1.54E-08	1.36E-08
L	6.38E-08	8.42E-09	5.26E-08	4.05E-08	3.67E-08
M	1.48E-08	1.85E-09	1.16E-08	8.85E-09	7.91E-09

	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	5.98E-07	7.49E-08	8.51E-06	5.47E-14
B	1.23E-07	1.38E-08	1.81E-06	1.70E-14
C	2.01E-08	2.01E-09	3.00E-07	3.43E-15
D	1.10E-08	1.07E-09	1.63E-07	1.92E-15
E	2.84E-08	2.79E-09	4.23E-07	4.90E-15
F	5.24E-08	5.20E-09	7.84E-07	8.98E-15
G	6.90E-08	6.77E-09	1.03E-06	1.22E-14
H	1.16E-07	1.15E-08	1.74E-06	2.04E-14
I	1.96E-08	1.96E-09	2.91E-07	3.30E-15
J	3.84E-09	3.80E-10	5.72E-08	6.60E-16
K	6.85E-09	6.97E-10	1.02E-07	1.13E-15
L	1.84E-08	1.80E-09	2.75E-07	3.21E-15
M	3.96E-09	3.91E-10	5.91E-08	6.84E-16

► Scénario 3

	Pb	Cd	Cu	Cr	Mn
A	2.64E-06	3.76E-07	1.68E-06	8.93E-07	1.27E-06
B	5.26E-07	6.79E-08	3.34E-07	1.94E-07	2.87E-07
C	8.63E-08	9.66E-09	5.05E-08	2.82E-08	5.01E-08
D	4.40E-08	5.05E-09	2.61E-08	1.44E-08	2.75E-08
E	1.12E-07	1.32E-08	6.71E-08	3.69E-08	7.09E-08
F	1.92E-07	2.46E-08	1.21E-07	6.73E-08	1.31E-07
G	2.76E-07	3.22E-08	1.66E-07	9.34E-08	1.73E-07
H	4.59E-07	5.47E-08	2.81E-07	1.63E-07	2.91E-07
I	8.39E-08	9.44E-09	4.92E-08	2.75E-08	4.85E-08
J	1.61E-08	1.82E-09	9.41E-09	5.19E-09	9.56E-09
K	2.83E-08	3.35E-09	1.70E-08	9.50E-09	1.69E-08
L	7.18E-08	8.51E-09	4.32E-08	2.39E-08	4.61E-08
M	1.64E-08	1.87E-09	9.65E-09	5.34E-09	9.88E-09

	Al	Ni	V	Zn	Dioxines Furannes
A	7.16E-06	4.08E-07	7.16E-08	8.21E-06	3.11E-13
B	1.89E-06	7.72E-08	1.32E-08	1.69E-06	7.47E-14
C	3.75E-07	1.12E-08	1.90E-09	2.74E-07	1.44E-14
D	2.13E-07	5.94E-09	1.00E-09	1.48E-07	8.11E-15
E	5.46E-07	1.55E-08	2.63E-09	3.84E-07	2.08E-14
F	1.01E-06	2.87E-08	4.91E-09	7.12E-07	3.81E-14
G	1.33E-06	3.78E-08	6.39E-09	9.37E-07	5.03E-14
H	2.21E-06	6.43E-08	1.09E-08	1.58E-06	8.33E-14
I	3.62E-07	1.10E-08	1.86E-09	2.66E-07	1.39E-14
J	7.27E-08	2.12E-09	3.59E-10	5.21E-08	2.78E-15
K	1.25E-07	3.88E-09	6.59E-10	9.32E-08	4.82E-15
L	3.56E-07	9.97E-09	1.69E-09	2.49E-07	1.36E-14
M	7.53E-08	2.18E-09	3.69E-10	5.37E-08	2.88E-15

Annexe 6. Hypothèses et détails des calculs des doses d'exposition

Cette annexe contient 9 pages.

Inhalation de substances dans l'air extérieur et/ou intérieur

► Inhalation de substances gazeuses et particulaires

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_i : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps t_i (en mg/m³)
- t_i : fraction du temps d'exposition à la concentration C_i 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_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (T_m) 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 quel que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quel que soit la cible considérée.

Les volumes respiratoires moyens sont pris égaux à 20 m³/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 m³/jour en période active et 17,5 m³/jour en période de sommeil, pour les enfants de 7 à 12 ans, la moyenne est de 20,9 m³/jour et de 21,4 m³/jour pour les adolescents de 12 à 17 ans.

Pour les enfants de 0 à 7 ans, le volume respiratoire considéré est de 10 m³/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 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 considérées 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**.

A la différence des volumes respiratoires, le poids des cibles intervient dans les calculs des doses d'exposition et donc des risques sanitaires.

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/m²/s)

T_{sol} : Durée d'accumulation dans le sol superficiel - Valeur généralement utilisée : 10 ans. Par ailleurs, l'hypothèse que l'ensemble des dépôts va s'accumuler sans aucune perte (lixiviation, lessivage, érosion...) est posée.

d_{sol} : densité moyenne du sol (kg/m³) – Valeur utilisée : 1700 kg/m³

$p_{\text{dépôt}}$: profondeur du dépôt (m) – Valeur utilisée pour le sol : 1cm.

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.

► Consommation de végétaux produits localement

Ingestion de végétaux

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_{vgt} : consommation journalière de végétaux, en kg/j

f_{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 pour la consommation de végétaux de 20,86 % pour les légumes feuilles et 8,44 % pour les légumes racinaires (population non agricole).

Ne connaissant pas les végétaux cultivés à l'avenir sur le site (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'Oise. Les résultats sont repris dans le tableau suivant.

	Consommation totale		Autoconsommation prise en compte	
	Légumes-feuilles (g/j)	Légumes racines (g/j)	Quantité de légumes feuilles (g/j)	Quantité de légumes racines (g/j)
Adultes	50,67	31,25	17,55	10,94
Enfants	21	21	7,27	7,35

La fraction de polluant réellement ingéré a été prise égale à 100%.

Concentration dans le sol

Dans le cadre d'une étude de risque sanitaire d'une étude d'impact, la concentration dans les sols est déterminée soit par la mesure soit à partir des dépôts surfaciques obtenus par modélisation atmosphérique.

Le calcul de la concentration dans un sol racinaire a été réalisé avec l'équation générique suivante issue du modèle intégré CALTOX :

$$C_{\text{vgt}} = \left(\frac{\text{dépôt} \times T_{\text{vég}}}{d_{\text{sol}} \times p_{\text{dépôt} - \text{vég}}} \right)$$

Avec : $C_{\text{vgt},i}$: concentration moyenne du contaminant i dans les produits du jardin, en mg/kg de poids frais

Dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique ($\text{mg}/\text{m}^2/\text{s}$)

$T_{\text{vég}}$: Durée d'accumulation dans les sols – Valeur généralement utilisée : 30 ans

d_{sol} : densité moyenne du sol (kg/m^3) – Valeur utilisée : 1700 kg/m^3

$p_{\text{dépôt} - \text{vég}}$: profondeur du dépôt (m) - Valeur utilisée pour les végétaux : 30 cm

Les paramètres suivants ont été considérés :

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 végétaux

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:

$$C_{aerien,i} (poids\ sec) = BCF_{sol-aerien} (poids\ sec) \times C_{sol} \quad \text{et} \quad C_{racine,i} (poids\ sec) = BCF_{sol-racine} (poids\ sec) \times C_{sol}$$

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) :

$$C_{racine,i} (poids - humide) = C_{racine,i} (poids - sec) \times 0,202$$

Pour les parties aériennes du végétal (taux d'humidité de 0.883) :

$$C_{aerien,i} (poids - humide) = C_{aerien,i} (poids - sec) \times 0,117$$

Facteurs de bioconcentration

BCF considérées 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
Cadmium	0.125	0.064	HHRAP	HHRAP
Chrome III	0.00488	0.0045	HHRAP	HHRAP
Chrome VI	0.00488	0.0045	HHRAP	HHRAP
Cuivre	0.8	0.61	RAIS	INERIS
Manganèse	0.68	0.68	RAIS	RAIS
Nickel	0.00931	0.008	HHRAP	HHRAP
Plomb	0.0136	0.009	HHRAP	HHRAP
Vanadium	1	1	RAIS	RAIS
Zinc	0.097	0.9	HHRAP	HHRAP
Dioxines	0.00455	1.03	HHRAP	HHRAP

► Consommation de produits d'animaux élevés localement

Ingestion de produits animaux

Dans le cadre d'une exposition aux polluants organiques persistants lipophiles, les quantités 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)

Pour l'autoconsommation d'œuf, de lait, de viande bovine, de viande de volailles, nous prendrons les valeurs issues de la base de données CIBLEX.

	Autoconsommation prise en compte			
	Œuf (g/j)	Lait (g/j)	Volaille (g/j)	Bœuf (g/j)
Adultes	7,42	11,00	9,33	0,85
Enfants	3,09	21,94	5,22	0,52

Ci : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)

Le transfert dans la chaîne alimentaire est modélisé à partir des valeurs 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 impactées 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 impact sur les 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_i : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg)
- I_{surf} : concentration d'exposition relative au milieu i impacté via le sol supérieur (mg/kg.j),
- I_{prof} : concentration d'exposition relative au milieu i impacté 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_v : Ingestion quotidienne d'herbe par les poules/les vaches (kg/j),
- E : Eclaboussure pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante),
- I_s : Ingestion quotidienne de sol par les poules/les vaches (kg/j),
- B_e : 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),
- $C_{polluant_sol\ sup}$: Teneur en substance mesurée dans le compartiment « sol supérieur » (mg/kg)
- $C_{polluant_sol\ prof}$: Teneur en substance 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 et PCB-DL)	Unité	Valeur	Source
Facteur de biotransfert entre les poules et les œufs	(mg/kg frais)/(mg/l)	24.6	INERIS
Facteur de biotransfert entre les poules et la viande	(mg/kg frais)/(mg/l)	24.2*	INERIS
Facteur de biotransfert entre les bovins et la viande	(mg/kg frais)/(mg/l)	0,24**	Caltox*
Facteur de biotransfert entre les bovins et leur lait	(mg/kg frais)/(mg/l)	0,18	INERIS
Coefficient de partition plantes / sol	kg sol / kg plantes	0,00455***	HHRAP

*Cette valeur est obtenue en multipliant le coefficient de transfert dans les œufs 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 œufs, 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 bovines 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 Caltex.

***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.

Annexe 7. Quotient de Danger (QD) et Excès de Risques Individuels

Cette annexe contient 8 pages.

QD INALHATION Adulte / Enfant / Vie entière

► Scénario 1

Récepteur	HCl	HF	Cd	Cd (effets cancérogènes)	Cu	Mn	Ni	V	acétaldéhyde	acroléine
B	0.005	0.002	0.001	0.001	0.003	0.009	0.012	0.005	0.003	0.019
C	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003
D	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002
E	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.003	0.003	0.002	0.001	0.004
F	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	0.004	0.006	0.003	0.002	0.007
G	0.004	0.001	0.000	0.001	0.002	0.005	0.007	0.003	0.002	0.007
H	0.007	0.002	0.001	0.001	0.003	0.010	0.013	0.006	0.003	0.014
I	0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
K	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.002
L	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.003
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001

Récepteur	formaldéhyde	benzène	phénol	Cr VI	Cr III
B	0.001	0.006	0.001	0.002	0.000
C	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000
F	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000
G	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000
H	0.000	0.009	0.001	0.002	0.000
I	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000

► Scénario 2 et 3

Récepteur	HCl	HF	Cd	Cd (effets cancérogènes)	Cu	Mn	Ni	V	acétaldéhyde	acroléine
B	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Récepteur	formaldéhyde	benzène	phénol	Cr VI	Cr III
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
H	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

QD INGESTION Vie entière

► Scénario 1

Récepteur	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Mn sol	Mn vx	Ni	Zn	dioxines
B	5.12E-03	8.34E-04	5.80E-05	1.26E-06	4.68E-05	3.73E-05	1.18E-04	7.62E-04	2.43E-05	9.19E-02
C	1.04E-03	1.69E-04	1.18E-05	2.54E-07	9.42E-06	7.55E-06	2.40E-05	1.54E-04	4.92E-06	2.20E-02
D	5.17E-04	8.43E-05	5.85E-06	1.27E-07	4.71E-06	3.76E-06	1.20E-05	7.69E-05	2.45E-06	1.02E-02
E	1.25E-03	2.03E-04	1.41E-05	3.07E-07	1.14E-05	9.07E-06	2.89E-05	1.85E-04	5.93E-06	2.33E-02
F	1.99E-03	3.23E-04	2.24E-05	4.84E-07	1.79E-05	1.44E-05	4.58E-05	2.94E-04	9.37E-06	3.02E-02
G	3.24E-03	5.26E-04	3.66E-05	7.94E-07	2.94E-05	2.35E-05	7.49E-05	4.79E-04	1.53E-05	6.22E-02
H	5.41E-03	8.79E-04	6.11E-05	1.33E-06	4.91E-05	3.93E-05	1.25E-04	8.02E-04	2.56E-05	9.99E-02
I	1.00E-03	1.63E-04	1.13E-05	2.45E-07	9.07E-06	7.29E-06	2.33E-05	1.49E-04	4.77E-06	2.11E-02
J	1.90E-04	3.09E-05	2.15E-06	4.67E-08	1.73E-06	1.38E-06	4.40E-06	2.82E-05	9.00E-07	3.92E-03
K	3.15E-04	5.13E-05	3.57E-06	7.73E-08	2.86E-06	2.29E-06	7.31E-06	4.68E-05	1.50E-06	6.15E-03
L	8.15E-04	1.32E-04	9.23E-06	2.00E-07	7.40E-06	5.91E-06	1.87E-05	1.21E-04	3.85E-06	1.51E-02
M	1.94E-04	3.15E-05	2.19E-06	4.77E-08	1.76E-06	1.41E-06	4.47E-06	2.88E-05	9.18E-07	3.97E-03

► Scénario 2

Récepteur	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Mn sol	Mn vx	Ni	Zn	dioxines
B	2.80E-05	9.57E-06	3.79E-07	3.05E-08	1.13E-06	1.52E-07	4.82E-07	1.59E-06	7.47E-07	1.03E-04
C	4.54E-06	1.36E-06	5.97E-08	4.90E-09	1.82E-07	2.56E-08	8.13E-08	2.60E-07	1.24E-07	2.09E-05
D	2.29E-06	7.09E-07	3.13E-08	2.60E-09	9.62E-08	1.39E-08	4.44E-08	1.43E-07	6.73E-08	1.17E-05
E	5.78E-06	1.86E-06	8.05E-08	6.68E-09	2.48E-07	3.58E-08	1.14E-07	3.68E-07	1.75E-07	2.98E-05
F	9.90E-06	3.47E-06	1.45E-07	1.22E-08	4.52E-07	6.60E-08	2.09E-07	6.80E-07	3.24E-07	5.47E-05
G	1.43E-05	4.52E-06	1.99E-07	1.66E-08	6.14E-07	8.75E-08	2.78E-07	8.95E-07	4.26E-07	7.42E-05
H	2.39E-05	7.69E-06	3.35E-07	2.82E-08	1.05E-06	1.47E-07	4.67E-07	1.50E-06	7.19E-07	1.24E-04
I	4.41E-06	1.33E-06	5.81E-08	4.73E-09	1.76E-07	2.47E-08	7.89E-08	2.54E-07	1.20E-07	2.01E-05
J	8.45E-07	2.56E-07	1.12E-08	9.16E-10	3.39E-08	4.85E-09	1.55E-08	4.98E-08	2.36E-08	4.01E-06
K	1.48E-06	4.69E-07	2.01E-08	1.65E-09	6.10E-08	8.62E-09	2.75E-08	8.88E-08	4.22E-08	6.87E-06
L	3.72E-06	1.20E-06	5.19E-08	4.33E-09	1.60E-07	2.33E-08	7.40E-08	2.39E-07	1.14E-07	1.95E-05
M	8.61E-07	2.63E-07	1.14E-08	9.47E-10	3.51E-08	5.02E-09	1.60E-08	5.13E-08	2.44E-08	4.16E-06

► Scénario 3

Récepteur	Pb	Cd	Cu	Cr III	Cr VI	Mn sol	Mn vx	Ni	Zn	dioxines	Al
B	3.05E-05	9.66E-06	3.29E-07	2.07E-08	7.69E-07	1.82E-07	5.80E-07	9.99E-07	7.00E-07	4.54E-04	4.71E-07
C	5.02E-06	1.37E-06	4.99E-08	3.01E-09	1.12E-07	3.18E-08	1.01E-07	1.45E-07	1.13E-07	8.77E-05	9.36E-08
D	2.55E-06	7.17E-07	2.57E-08	1.54E-09	5.70E-08	1.74E-08	5.55E-08	7.69E-08	6.12E-08	4.93E-05	5.31E-08
E	6.53E-06	1.87E-06	6.63E-08	3.95E-09	1.46E-07	4.49E-08	1.43E-07	2.01E-07	1.59E-07	1.27E-04	1.36E-07
F	1.12E-05	3.49E-06	1.19E-07	7.19E-09	2.67E-07	8.31E-08	2.64E-07	3.72E-07	2.94E-07	2.32E-04	2.51E-07
G	1.61E-05	4.56E-06	1.64E-07	9.98E-09	3.70E-07	1.10E-07	3.49E-07	4.90E-07	3.88E-07	3.06E-04	3.31E-07
H	2.67E-05	7.77E-06	2.77E-07	1.74E-08	6.45E-07	1.84E-07	5.87E-07	8.32E-07	6.54E-07	5.07E-04	5.51E-07
I	4.89E-06	1.34E-06	4.86E-08	2.94E-09	1.09E-07	3.07E-08	9.78E-08	1.43E-07	1.10E-07	8.46E-05	9.00E-08
J	9.37E-07	2.59E-07	9.32E-09	5.55E-10	2.06E-08	6.05E-09	1.93E-08	2.75E-08	2.16E-08	1.69E-05	1.81E-08
K	1.65E-06	4.76E-07	1.68E-08	1.02E-09	3.76E-08	1.07E-08	3.42E-08	5.02E-08	3.85E-08	2.93E-05	3.11E-08
L	4.17E-06	1.21E-06	4.27E-08	2.55E-09	9.47E-08	2.93E-08	9.31E-08	1.29E-07	1.03E-07	8.25E-05	8.86E-08
M	9.55E-07	2.65E-07	9.51E-09	5.72E-10	2.11E-08	6.27E-09	2.00E-08	2.82E-08	2.22E-08	1.75E-05	1.88E-08

ERI INHALATION – Vie entière

► Scénario 1

Récepteur	Pb	Ni	benzène	Cr VI	ERIsomme adulte
B	2.06E-08	1.95E-07	6.70E-07	9.19E-07	1.80E-06
C	5.18E-09	4.90E-08	2.49E-07	2.31E-07	5.34E-07
D	3.13E-09	2.96E-08	1.72E-07	1.39E-07	3.44E-07
E	5.97E-09	5.65E-08	2.89E-07	2.66E-07	6.17E-07
F	9.93E-09	9.39E-08	4.18E-07	4.42E-07	9.64E-07
G	1.19E-08	1.12E-07	5.47E-07	5.28E-07	1.20E-06
H	2.32E-08	2.19E-07	9.49E-07	1.03E-06	2.22E-06
I	5.16E-09	4.88E-08	2.40E-07	2.30E-07	5.23E-07
J	1.03E-09	9.69E-09	6.35E-08	4.56E-08	1.20E-07
K	1.66E-09	1.57E-08	1.01E-07	7.38E-08	1.92E-07
L	4.60E-09	4.35E-08	2.16E-07	2.05E-07	4.69E-07
M	1.13E-09	1.07E-08	7.08E-08	5.02E-08	1.33E-07

► Scénario 2

Récepteur	Pb	Ni	benzène	Cr VI	ERIsomme adulte
B	1.32E-10	5.23E-10	7.66E-10	2.90E-08	3.05E-08
C	2.37E-11	9.11E-11	1.85E-10	4.90E-09	5.20E-09
D	1.44E-11	5.94E-11	1.38E-10	3.12E-09	3.33E-09
E	2.90E-11	1.22E-10	2.35E-10	6.38E-09	6.77E-09
F	5.19E-11	2.36E-10	3.92E-10	1.22E-08	1.28E-08
G	5.44E-11	2.24E-10	4.37E-10	1.19E-08	1.26E-08
H	1.06E-10	4.52E-10	8.47E-10	2.46E-08	2.60E-08
I	2.41E-11	9.31E-11	1.82E-10	5.01E-09	5.31E-09
J	4.86E-12	1.92E-11	5.27E-11	1.02E-09	1.10E-09
K	8.36E-12	3.32E-11	9.00E-11	1.78E-09	1.91E-09
L	2.19E-11	9.17E-11	1.73E-10	4.78E-09	5.07E-09
M	5.25E-12	2.09E-11	5.78E-11	1.11E-09	1.19E-09

► Scénario 3

Récepteur	Pb	Ni	benzène	Cr VI	ERIsomme adulte
B	1.44E-10	3.40E-10	1.82E-09	2.05E-08	2.28E-08
C	2.63E-11	5.17E-11	4.45E-10	3.07E-09	3.59E-09
D	1.62E-11	3.27E-11	3.39E-10	1.88E-09	2.27E-09
E	3.27E-11	6.80E-11	5.84E-10	3.87E-09	4.56E-09
F	5.89E-11	1.31E-10	9.79E-10	7.30E-09	8.47E-09
G	6.11E-11	1.24E-10	1.05E-09	7.33E-09	8.56E-09
H	1.20E-10	2.55E-10	1.97E-09	1.55E-08	1.78E-08
I	2.67E-11	5.33E-11	4.42E-10	3.16E-09	3.69E-09
J	5.42E-12	1.09E-11	1.27E-10	6.38E-10	7.82E-10
K	9.29E-12	1.94E-11	2.19E-10	1.14E-09	1.38E-09
L	2.46E-11	5.06E-11	4.28E-10	2.87E-09	3.38E-09
M	5.87E-12	1.17E-11	1.40E-10	6.83E-10	8.41E-10

ERI INGESTION – Vie entière

► Scénario 1

Récepteur	Pb	Cr VI	ERIsomme vie entière
B	1.18E-08	8.99E-09	2.08E-08
C	2.38E-09	1.82E-09	4.20E-09
D	1.19E-09	9.09E-10	2.10E-09
E	2.87E-09	2.19E-09	5.06E-09
F	4.54E-09	3.47E-09	8.01E-09
G	7.45E-09	5.67E-09	1.31E-08
H	1.24E-08	9.45E-09	2.19E-08
I	2.30E-09	1.75E-09	4.05E-09
J	4.35E-10	3.32E-10	7.67E-10
K	7.24E-10	5.52E-10	1.28E-09
L	1.87E-09	1.43E-09	3.30E-09
M	4.45E-10	3.40E-10	7.85E-10

► Scénario 2

Récepteur	Pb	Cr VI	ERIsomme vie entière
B	6.45E-11	2.18E-10	2.83E-10
C	1.04E-11	3.50E-11	4.54E-11
D	5.24E-12	1.85E-11	2.37E-11
E	1.32E-11	4.77E-11	6.09E-11
F	2.27E-11	8.69E-11	1.10E-10
G	3.29E-11	1.19E-10	1.52E-10
H	5.46E-11	2.02E-10	2.57E-10
I	1.01E-11	3.39E-11	4.40E-11
J	1.94E-12	6.54E-12	8.48E-12
K	3.41E-12	1.18E-11	1.52E-11
L	8.53E-12	3.09E-11	3.94E-11
M	1.98E-12	6.74E-12	8.72E-12

► Scénario 3

Récepteur	Pb	Cr VI	ERIsomme vie entière
B	7.03E-11	1.48E-10	2.18E-10
C	1.15E-11	2.15E-11	3.30E-11
D	5.88E-12	1.10E-11	1.69E-11
E	1.49E-11	2.82E-11	4.31E-11
F	2.57E-11	5.16E-11	7.73E-11
G	3.69E-11	7.15E-11	1.08E-10
H	6.13E-11	1.25E-10	1.86E-10
I	1.12E-11	2.10E-11	3.22E-11
J	2.15E-12	3.96E-12	6.11E-12
K	3.78E-12	7.26E-12	1.10E-11
L	9.57E-12	1.82E-11	2.78E-11
M	2.19E-12	4.08E-12	6.27E-12