

A l'attention de
Aubert & Duval

Date
Juin 2022

Référence
FRERAPM005-R2.V1

SITE AUBERT & DUVAL – PAMBIERS (09) INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM) POST SINISTRE







QSSE Temp015 Rev H



SITE AUBERT & DUVAL – PAMIERIS (09) INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM) POST SINISTRE

Référence **FRERAPM005-R2.V1**
Version **V1**
Date **20/06/2022**
Rédacteur **Pierre-Yves Guernion/Caroline Liebert**
Vérificateur **Nicolas Ampen**
Approbateur **Bertrand Latrobe**

Rédacteur :		
Vérificateur :		
Approbateur :		

Ramboll a rédigé ce document à la demande du client et pour répondre aux objectifs qui y sont précisés. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers et ne saurait être tenu responsable des pertes, dommages ou frais occasionnés de quelque nature que ce soit qui seraient dus à l'interprétation par ce tiers des informations contenues dans le présent document.

Révision du Document

Révision	Date	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur	Description
1	02/06/2022	PYG/CLI	NAM	BLT	Version provisoire
V1	20/06/2022	PYG/CLI	NAM	BLT	Version intégrant les commentaires d'Aubert & Duval
Contact client Directeur de projet		Nicolas Ampen nampen@ramboll.com Tél : 06 74 09 53 36			
Ramboll France SAS 155, rue Louis de Broglie, Immeuble le Cézanne 13100 AIX-EN-PROVENCE Tel : +33 (0)4 42 90 74 96 Fax : +33 (0)4 42 90 71 58				SAS au capital de 38 115 € Représentant Légal : Guy Lewis RCS AIX-EN-PROVENCE 2002 B 1288 SIRET : 443 685 029 00094 APE : 7112B	

Etablissement émetteur :
Ramboll
Immeuble Le Cézanne
155 rue Louis de Broglie
13100 Aix-en-Provence
T +33 (0)4 42 90 74 96
F +33 (0)4 42 90 71 58
www.ramboll.com

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	1
2.	PRESENTATION DU CONTEXTE ET DU SITE	2
2.1	Contexte	2
2.2	Localisation et voisinage	3
2.3	Contexte naturel	4
2.3.1	Géologie	4
2.3.2	Hydrogéologie	4
2.3.3	Hydrologie	4
2.3.4	Vulnérabilité et sensibilité des milieux	4
2.4	Conditions environnementales pendant l'incendie	4
2.5	Recensement des récepteurs	5
3.	METHODOLOGIE ET REFERENTIELS	7
3.1	Objectifs de l'IEM	7
3.2	Référentiels	9
3.3	Démarche mise en œuvre	10
4.	PRELEVEMENTS ET ANALYSES POST-INCENDIE REALISEES	11
4.1	Prélèvements d'air ambiant	11
4.2	Prélèvements de sols	13
4.2.1	Campagne post-incendie	13
4.2.2	Campagne additionnelle	15
4.2.3	Synthèse	15
4.3	Prélèvements de végétaux	15
4.4	Prélèvements d'eaux de surface	16
4.5	Prélèvements de sédiments	18
4.6	Prélèvements d'eaux souterraines	20
4.7	Synthèse des milieux retenus pour l'IEM	22
5.	SCHEMA CONCEPTUEL ET TRACEURS RETENUS	23
5.1	Schéma conceptuel	23
5.2	Traceurs associés à l'incendie	24
6.	METHODE D'INTERPRETATION DES RESULTATS - IEM	26
6.1	Valeurs de référence utilisées	26
6.2	Calculs de risques partiels	28
6.2.1	Définition des scénarios d'exposition	29
6.2.1.1	Scénarios d'exposition - Inhalation	29
6.2.1.2	Scénarios d'exposition - Ingestion	29
6.2.2	Sélection des VTR (Valeurs Toxicologiques de Référence)	30
7.	RESULTATS DE L'IEM	32
7.1	IEM Air ambiant	32
7.2	IEM Sols	33
7.3	IEM Végétaux	37

7.4	IEM Eaux de surface	42
7.5	Conclusions de l'IEM	44
8.	ANALYSE DES INCERTITUDES	45
8.1	Analyse globale des incertitudes	45
8.2	Tests de sensibilité	46
9.	CONCLUSION GENERALE	50
	LIMITATIONS ET RESPONSABILITES	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site Aubert & Duval de Pamiers	3
Figure 2 : Zone d'impact potentiel associée à l'incendie	5
Figure 3 : Etapes et critères de l'IEM (source : INERIS)	8
Figure 4 : Localisation des prélèvements d'air le jour-même et les jours ayant suivi l'incendie	12
Figure 5 : Prélèvements de sols réalisés lors des deux campagnes (septembre 2021 et janvier 2022) et de végétaux réalisés lors de la campagne additionnelle (janvier 2022)	14
Figure 6 : Prélèvements d'eaux de surface réalisés le 10 septembre 2021.....	17
Figure 7 : Prélèvements de sédiments réalisés le 28 janvier 2022	19
Figure 8 : Réseau de surveillance des eaux souterraines du site Aubert & Duval de Pamiers.....	21
Figure 9 : Schéma conceptuel potentiel associé à l'incendie du 10 septembre 2021	23
Figure 10 : Schéma conceptuel associé à l'incendie du 10 septembre 2021 ...	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récepteurs inventoriés dans les panaches de fumées	6
Tableau 2 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM selon la méthodologie « ICPE » (source : Ineris)	9
Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements d'air ambiant.....	11
Tableau 4 : Caractéristiques des prélèvements de sols – Campagne 1	13
Tableau 5 : Caractéristiques des prélèvements d'eaux superficielles	16
Tableau 6 : Synthèse des campagnes de prélèvements réalisées et de la sélection des milieux pertinents pour l'IEM.....	22
Tableau 7 : Valeurs de référence recherchées dans le cadre de l'IEM.....	26
Tableau 8 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM.....	29
Tableau 9 : Définition des scénarios relatifs à l'ingestion.....	30
Tableau 10 : IEM Air ambiant – Résultats des calculs de risques partiels.....	32
Tableau 11 : IEM Sols de surface – Evaluation de la dégradation du milieu ...	33
Tableau 12 : IEM Sols de surface – Evaluation de la compatibilité du milieu via des calculs de risques partiels	34
Tableau 13 : IEM Sols de surface – Détail des vulnérabilités.....	36
Tableau 14 : IEM Végétaux – Evaluation de l'état du milieu.....	38
Tableau 15 : IEM Végétaux – Evaluation de la compatibilité du milieu <i>via</i> des calculs de risques partiels	39
Tableau 16 : IEM Végétaux – Détail des vulnérabilités.....	41

Tableau 17 : IEM Eaux de surface	43
Tableau 18 : IEM Sols de surface - Résultats du test de sensibilité sur la quantité de sol ingérée par l'adulte	47
Tableau 19 : IEM Végétaux - Résultats du test de sensibilité sur les taux d'auto-consommation	48

ANNEXES

Annexe 1

Arrete préfectoral de mesures d'urgence du 10 septembre 2021

Annexe 2

Inventaire des récepteurs potentiels

Annexe 3

Méthodologie des calculs de risques partiels et paramètres d'exposition

Annexe 4

Méthodologie et résultats de la sélection des VTR

GLOSSAIRE

AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
ADEME	Agence de la transition écologique (anciennement Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie)
AEP	Alimentation en Eau Potable
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AOX	Composés Organiques halogénés
APMU	Arrêté Préfectoral de Mesures d'Urgence
ARS	Agence Régionale de Santé
ASPITET	Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
DBO-5	Demande Biologique en Oxygène à 5 jours
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DGS	Direction Générale de la Santé
DGPR	Direction Générale de la Prévention des Risques
DO	Oxygène Dissous
DREAL	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EFSA	European Food Safety Authority
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU(i/o)	Excès de Risque Unitaire (pour l'inhalation/la voie orale)
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ETM	Éléments Traces Métalliques
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HAS	Haute Autorité de Santé
HCSP	Haut Conseil de Santé Publique
HCT	Hydrocarbures Totaux (fraction C10-C40)
IEM	Interprétation de l'Etat des Milieux
INCA	Individuelles Nationales sur les Consommations Alimentaires
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
InVS	Institut national de Veille Sanitaire (<i>actuellement SPF</i>)
IRIS	Integrated Risk Information System
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
MES	Matières En Suspension
MS/MF	Matière Sèche / Matière Fraîche
NGF	Nivellement Général de la France
NQE	Norme de Qualité Environnementale
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORP	Potentiel d'Oxydo-Réduction
PCB(-DL)	Polychlorobiphényles (-Dioxin Like)
PCDD/F	Polychlorodibenzo-p-dioxines/furanes
PFC	PolyFluoroCarbones

QD	Quotient de Danger
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (<i>National Institute for Public Health and the Environment - Netherlands</i>)
SPF	Santé Publique France (<i>anciennement InVS</i>)
(I)-TEQ	(International) - Toxic Equivalent
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
VAS	Valeurs d'Analyse de la Situation
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

1. INTRODUCTION

Suite à l'incendie du 10 septembre 2021 sur le site Aubert & Duval de Pamiers (09), le Préfet de l'Ariège a prescrit un arrêté de mesures d'urgence le 10 septembre 2021 à l'encontre de la société Aubert & Duval. Cet arrêté préfectoral de mesures d'urgence (APMU), présenté en Annexe 1, impose dans les articles 6.1 et 6.2 la réalisation d'un plan de prélèvements des différents milieux potentiellement impactés par l'incendie, et, dans l'article 6.3, la nécessité d'interpréter les résultats de ces mesures par la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM).

Concernant les prélèvements et analyses réalisés dans l'environnement, plusieurs séries de prélèvements et d'analyses ont été réalisées dans les heures et jours qui ont suivi l'incendie. Sur la base des résultats de ces mesures, un plan d'investigations complémentaires a été proposé, et validé par les Autorités (cf. document Ramboll FRERAPM005-M3v1 en date du 17/12/2021). Les prélèvements et analyses complémentaires associés à ce plan d'investigation ont été réalisés les 27 et 28 janvier 2022, et les résultats ont été présentés dans le rapport Ramboll REH2021N00348-RAM-RP-00002.V1 en date du 12 avril 2022.

L'objet du présent rapport est de présenter l'IEM post-sinistre associée à l'ensemble de ces résultats d'analyses.

L'interprétation des données est réalisée conformément à la méthodologie d'IEM, décrite dans le guide INERIS¹ « *Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées* » deuxième édition – septembre 2021 et à la « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » (Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, avril 2017). La méthodologie utilisée a fait l'objet d'un mémo (Cf. mémo Ramboll FRERAPM005-M5.V1 du 22/03/2022) et a été validée en amont de cette étude par la DREAL².

¹ Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques

² Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

2. PRESENTATION DU CONTEXTE ET DU SITE

2.1 Contexte

Depuis 1817, date de démarrage de son activité, le site Aubert & Duval (A&D) est exploité pour des activités de production de pièces métallurgiques haut de gamme pour l'industrie aéronautique en particulier.

Le 10 septembre 2021, un incendie s'est déclaré dans le bâtiment ACS (utilisé pour des activités de traitement de surface par bains chauds d'acides) situé au centre du site Aubert & Duval. Le sinistre, qui a duré 3h35 minutes (de 6h50 à 10h25) n'a affecté que le bâtiment ACS qui a été détruit en partie. Le panache de fumées associé s'est d'abord développé vers le nord/nord-est puis rapidement vers l'est. En complément, une reprise de feu a eu lieu vers 17h30 au niveau du local Archives, situé en R+2 de l'atelier ACS. Cette reprise de feu a concerné une dizaine de boîtes à archives et aucune fumée n'a été visible depuis l'extérieur.

Suite à l'incendie, un Arrêté préfectoral de mesures d'urgence (APMU) a été pris dès le 10/09/2021 par la Préfecture de l'Ariège. Cet arrêté préfectoral prévoyait, à l'article 6.1, l'élaboration d'un plan de prélèvement, à l'article 6.2, sa mise en œuvre, et à l'article 6.3 l'interprétation des résultats selon une démarche d'IEM.

En particulier, l'article 6.3 était rédigé de la manière suivante :

« Les résultats d'analyses des différents prélèvements sont interprétés selon la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) (méthodologie sites et sols pollués) en vue d'identifier une éventuelle contamination de l'environnement par les produits et matières dangereuses diffusées. Ainsi, l'état naturel de l'environnement (zones témoins) et les valeurs de gestion réglementaires en vigueur pour les eaux de boisson, les denrées alimentaires et l'air extérieur sont les références pour l'appréciation des risques et la gestion. En l'absence de valeurs de gestion réglementaires, une évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée.

Les références suivantes sont utilisées, en l'absence de données réglementaires plus récentes :

Milieux	Références
Sol	<ul style="list-style-type: none">Etat initial de l'environnement, si l'information est disponible ou environnement témoin (témoins du plan d'échantillonnage) ;Fond géochimique naturel local
Eau	<ul style="list-style-type: none">Critères de potabilité des eaux (si usage pour eau potable)Critères de qualité des eaux brutes destinées à la production d'eau potableNQE (Normes de qualité environnementales – Directive cadre sur l'eau)
Denrées alimentaires	<ul style="list-style-type: none">Destinées à l'homme : Règlement européen CE/1831/2003 modifié par celui du 2 décembre 2011 (1259/2011), complété par les recommandations du 23 août 2011 (pour les fruits et légumes)Destinées à l'alimentation animale : règlement européen du 28 mars 2012
Air	<ul style="list-style-type: none">Valeurs réglementaires dans l'air ambiant extérieur

Les résultats et leur interprétation tels que décrits ci-dessus sont transmis à l'inspection des installations classées. (...) ».

2.2 Localisation et voisinage

Le site Aubert & Duval est implanté sur le territoire communal de Pamiers (09 - département de l'Ariège), à environ 50 km au sud de l'agglomération de Toulouse (cf. Figure 1). Le voisinage immédiat du site est constitué par :

- Au nord : une zone résidentielle dense incluant des maisons avec jardins puis à environ 500 m l'Ariège au-delà de laquelle des maisons individuelles sont présentes ;
- Au sud : des maisons individuelles, un bras canalisé de l'Ariège, l'Ariège puis des champs agricoles ;
- A l'ouest : l'Ariège à proximité directe du site puis un quartier résidentiel en rive gauche de l'Ariège et des champs agricoles ;
- A l'est : un bras canalisé de l'Ariège puis le centre-ville de Pamiers très résidentiel comprenant du plus proche au plus éloigné du site :
 - Des maisons de ville sans jardins, des bâtiments publics et des commerces ;
 - Un second bras canalisé de l'Ariège puis des maisons individuelles avec jardins ;
 - A environ 1 km du site, une voie ferrée.

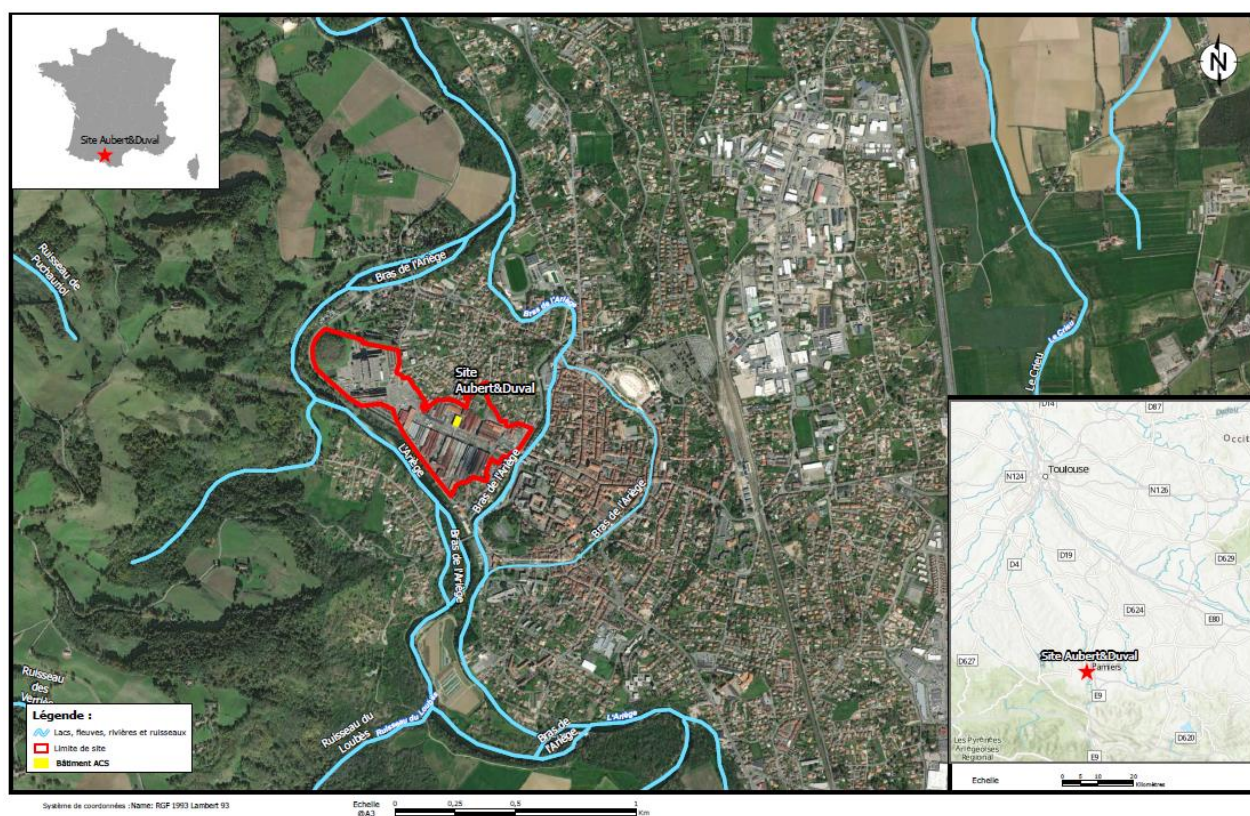


Figure 1 : Localisation du site Aubert & Duval de Pamiers

La zone située entre la voie ferrée et l'autoroute A66 (situé à 2 km à l'est du site) comprend également des zones pavillonnaires et résidentielles ainsi que des zones commerciales et artisanales. A l'est de l'autoroute se développent principalement des champs agricoles puis la commune de La Tour du Crieu, au sud-est.

Le site de Aubert & Duval se trouve à une altitude moyenne de 280 m NGF³.

³ Nivellement Général de la France

2.3 Contexte naturel

2.3.1 Géologie

Selon la carte géologique de Pamiers (BRGM⁴ n°242, échelle 1/50 000), le site est situé dans la plaine alluviale de l'Ariège. Les formations géologiques attendues au droit du site et dans ses alentours sont principalement des alluvions de l'Ariège.

2.3.2 Hydrogéologie

Le premier aquifère continu rencontré au droit du site est constitué par la formation alluviale et est fortement influencé par l'Ariège. L'eau souterraine s'écoule vers le nord-ouest en direction de l'Ariège.

L'aquifère est exploité dans le secteur avec la présence de plusieurs puits et captages référencés comme utilisés pour des besoins industriels et agricoles (irrigation).

2.3.3 Hydrologie

Le site se situe en bordure de la rivière Ariège qui s'écoule vers le nord pour rejoindre la Garonne à environ 55 km au nord du site. L'Ariège forme un coude entourant le site. Plusieurs bras de l'Ariège, canalisés, circulent à l'est du site au niveau du centre-ville pour rejoindre l'Ariège au nord du site.

L'Ariège est exploité à Pamiers et en amont de la ville de Pamiers pour l'alimentation en eau potable (AEP). Au niveau de Pamiers, la prise d'eau se situe en amont hydraulique du site, au niveau de la plaine du Foulon, où se situe le point de prélèvement du sédiment n°1 (Amont Eloigné Ariège) et dont le périmètre de protection s'étend le long de l'Ariège amont entre la Plaine du Foulon et les communes de Benagues et Saint Jean du Falga. Après confirmation auprès de l'Agence Régionale de Santé (ARS), la prise d'eau la plus proche existant en aval se situe sur la commune de Cintegabelle au lieu-dit Le Bayssac à environ 20 km du site. Il ne peut être exclu que des prises d'eau individuelles existent plus près du site pour des usages de type agricole et/ou jardinage.

L'Ariège est également exploité pour des activités de pêche.

2.3.4 Vulnérabilité et sensibilité des milieux

Les principaux récepteurs potentiels associés à l'incendie sont identifiés à l'extérieur du site avec :

- La rivière Ariège en lien avec la nappe alluviale au droit du site (récepteur environnemental), dont la vulnérabilité est estimée forte car au voisinage direct du site et accueillant ses rejets industriels et la sensibilité forte en raison des activités de pêche pratiquée dans son lit au niveau du site ;
- Les légumes des potagers présents dans le périmètre des panaches de fumée dont la vulnérabilité est estimée modérée à forte en fonction de leur distance au site et de leur localisation et la sensibilité estimée modérée à forte en fonction de leurs usages de consommation par la population.

2.4 Conditions environnementales pendant l'incendie

D'un point de vue géographique, il a été nécessaire de définir la zone d'impact potentiel de l'incendie. Pour ce faire, ont été pris en considération les témoignages et photos recueillis pendant l'incendie, ainsi que les données météorologiques de la station Météo France de Montaut, située à 9 km au nord/nord-est du site, dans la même plaine topographique.

Ainsi, il a été mesuré, le 10 septembre 2021 entre 6h50 et 10h25 (horaires de l'incendie), les directions et vitesses de vents suivantes en fonction des tranches horaires :

- 6h01 à 7h : direction du vent de 210° - vitesse de 1.1 m/s
- 7h01 à 8h : direction du vent de 240° - vitesse de 0.9 m/s
- 8h01 à 9h : direction du vent de 260° - vitesse de 1.2 m/s

⁴ Bureau de Recherches Géologiques et Minières

- 9h01 à 10h : direction du vent de 310° - vitesse de 1.6 m/s
- 10h01 à 11h : direction du vent de 260° - vitesse de 1.6 m/s

Le panache de fumées s'est donc déplacé, durant la première heure du sinistre, vers la zone située au nord-est du site puis à partir de 8h01 vers la zone située à l'est/sud-est du site jusqu'à l'heure de l'extinction (10h25). Des témoignages faisant état d'odeurs associées à l'incendie ayant été relevés sur la partie ouest de la Tour-du-Crieu mais pas au-delà, il a été établi que la zone d'impact potentiel s'étendait jusqu'à cette zone d'un point de vue géographique. La zone d'impact potentiel d'un point de vue des émissions atmosphériques est donc matérialisée dans la Figure 2 présentée ci-après.

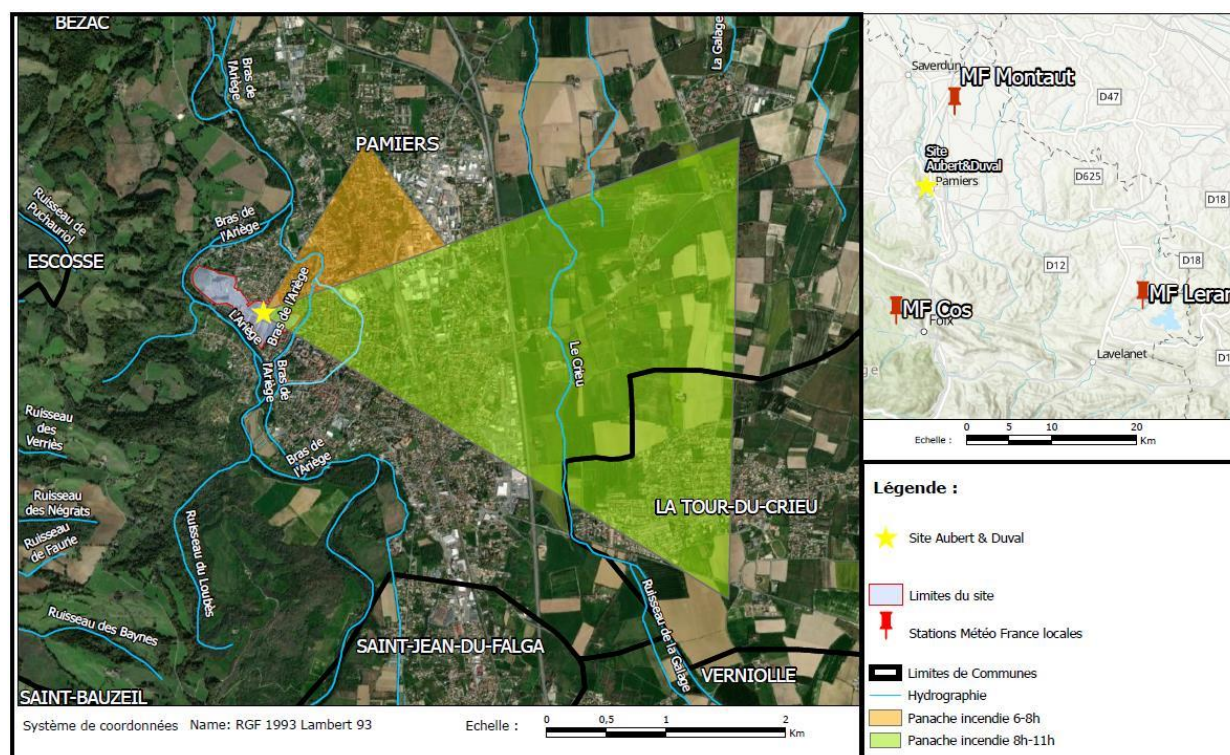


Figure 2 : Zone d'impact potentiel associée à l'incendie

2.5 Recensement des récepteurs

Un travail de recensement des récepteurs considérés comme sensibles a été réalisé dans le périmètre des panaches de fumées. Les principaux récepteurs mis en évidence sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Récepteurs inventoriés dans les panaches de fumées

Récepteurs sensibles	Descriptif
Usage des eaux souterraines	Alimentation en Eau Potable
	Piézomètres
	Puits agricoles
	Puits domestiques
	Puits industriels
	Sources
Habitats	Zones résidentielles et jardins
	Hôpitaux et maisons de retraite
	Ecoles et Lycées
	Agricultures
Rivière Ariège	Activité de pêche de loisirs
	Irrigation à usage agricole et/ou individuel non exclue

Aucun élevage n'a été identifié dans la zone d'impact potentiel. Cependant, la présence d'habitats de type pavillonnaire ne permet pas d'exclure la présence de poulaillers individuels dans cette zone. Toujours d'un point de vue agricole, la partie la plus à l'est de la zone d'impact potentiel sur Pamiers et la Tour-du-Crieu est une zone de cultures, comme visible en Annexe 2.

La cartographie des récepteurs sensibles inventoriés est d'ailleurs présentée dans cette Annexe 2.

3. METHODOLOGIE ET REFERENTIELS

3.1 Objectifs de l'IEM

L'Interprétation de l'État des Milieux (IEM) est une méthodologie d'analyse de l'état de l'environnement autour d'un site, initialement développée pour l'évaluation et la gestion des sites et sols pollués. Il s'agit d'une démarche d'analyse des informations recueillies dans les milieux potentiellement impactés par une contamination (passée, présente) et pouvant conduire à une exposition des populations. L'évaluation de la dégradation des milieux est menée par la comparaison des concentrations de polluants mesurées dans les milieux vis-à-vis de valeurs repères de qualité ou de gestion.

Dans le cas présent, l'IEM vise ainsi à :

- Caractériser l'état actuel des milieux à l'aide de mesures ;
- Déterminer si les émissions de l'incendie ont contribué à la dégradation de ces milieux ;
- Déterminer si l'état actuel des milieux est compatible avec les usages constatés et apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises lors de l'incendie.

A noter que dans le cas présent, spécifique à l'incendie du 10 septembre 2021, l'objectif de l'étude est de caractériser l'état des milieux dans la zone d'impact potentiel de l'incendie (Cf. Figure 2).

Pour répondre aux objectifs précédents et exploiter les résultats pour la suite de l'étude, l'évaluation s'appuie sur l'outil d'interprétation de l'état des milieux décrit dans les guides du Ministère de l'Environnement 2007 et 2017 (applicables à un contexte « sites et sols pollués ») et dans le guide INERIS 2021 (applicable à un contexte « ICPE », plus adapté dans le cas présent).

Pour chaque matrice considérée, l'IEM est réalisée par étapes, en l'occurrence :

- 1^{ère} étape : comparaison aux points témoins ;
- 2^{ème} étape : comparaison aux valeurs de gestion réglementaires et indicatives ;
- 3^{ème} étape : si nécessaire, évaluation des risques sanitaires.

A noter que, pour les sols, en complément de la prise en compte des points témoins, prélevés en dehors de la zone d'influence potentielle de l'incendie, une comparaison entre les résultats obtenus sur les sols de surface (0-5 cm) et sur l'horizon plus profond (5-30 cm) est également effectuée, l'impact potentiel de l'incendie étant attendu dans la couche superficielle (0-5 cm).

Pour la 2^{ème} étape, les valeurs de référence précisées dans l'arrêté préfectoral de mesures d'urgence du 10 septembre 2021 sont utilisées, et complétées par d'autres valeurs pertinentes, si nécessaire.

Pour la 3^{ème} étape (évaluation des risques sanitaires), la méthodologie décrite dans le guide INERIS de septembre 2021 est utilisée. Cette méthode permet de réaliser, en l'absence de valeurs réglementaires, pour chaque milieu et chaque substance, une étape intermédiaire de calcul de risque partiel, afin d'interpréter les résultats pour chacune des substances.

La figure suivante résume la démarche d'IEM mise en œuvre.

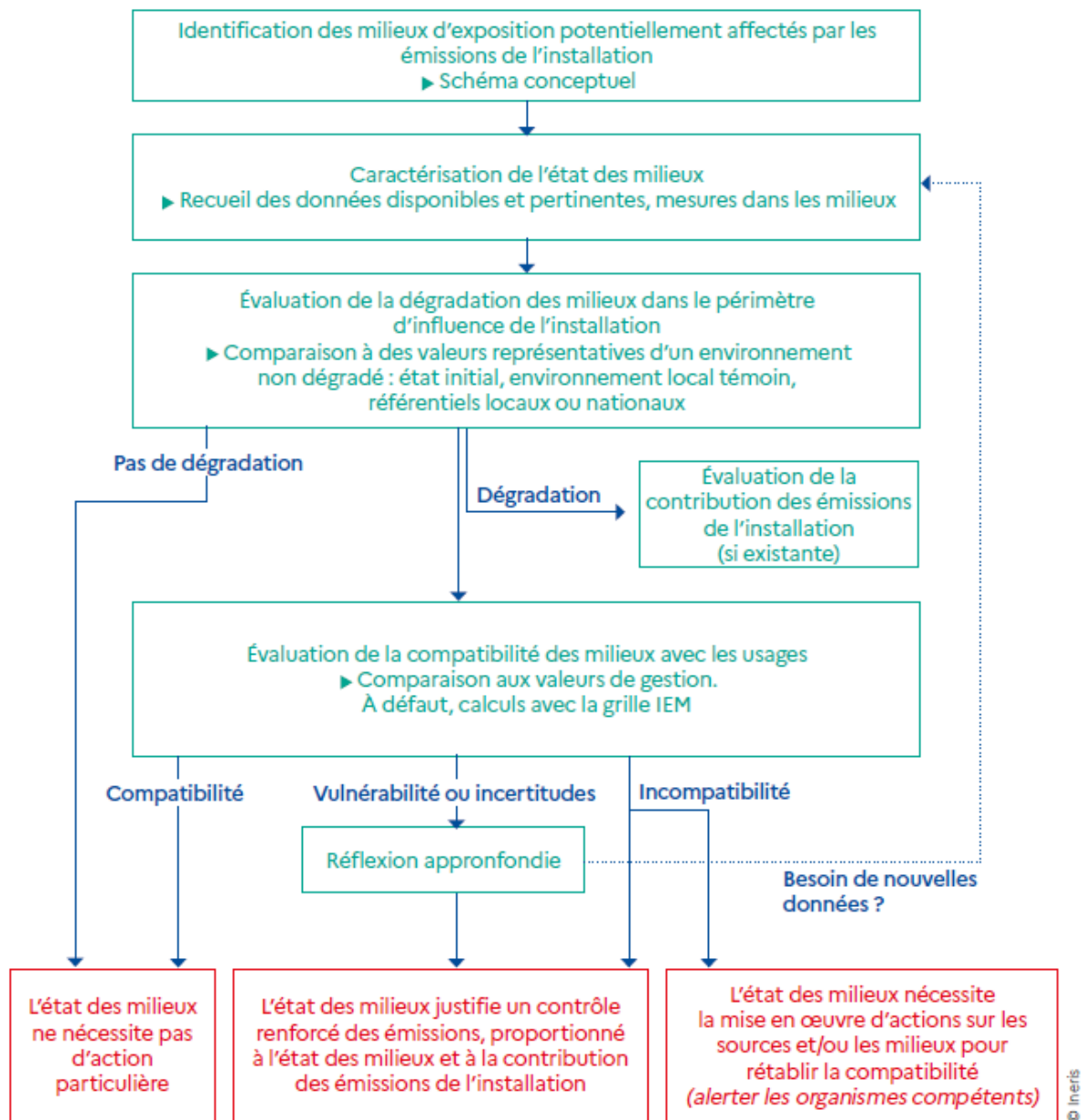


Figure 3 : Etapes et critères de l'IEM (source : INERIS)

Le tableau ci-dessous présente les critères d'interprétation utilisés dans l'IEM, y compris les bornes de comparaison pour les résultats des calculs de risques partiels (QD : Quotient de Danger, pour les effets à seuil et ERI : Excès de Risque Individuel, pour les effets sans seuil).

Tableau 2 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM selon la méthodologie « ICPE » (source : Ineris)

Comparaison aux valeurs de gestion	OU	Quantification des risques « grille IEM » (en l'absence de valeurs de gestion)	Interprétation
Concentrations mesurées < valeurs de gestion		QD : < 0,2 ERI : < 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages
Incertitude sur la comparaison*		QD : entre 0,2 et 5 ERI : entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Milieu vulnérable ⁵⁰ Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
Concentrations mesurées > valeurs de gestion		QD : > 5 ERI : > 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
* Comparaison incertaine du fait d'incertitudes analytiques, d'un manque de représentativité des mesures, d'une évolution possible dans le futur... (voir §3.5.3 « Vulnérabilité des milieux ou incertitudes conduisant à une réflexion approfondie avant prise de décision ») et la Question 16 : « Quels sont les critères et les points de vigilance à respecter dans la comparaison des résultats de mesures ? »).			

© Ineris

Il est important de noter que cette évaluation des milieux ne correspond pas à l'évaluation de l'impact de l'incendie seul, mais à l'impact de la pollution historique, cumulée à l'impact potentiel de l'incendie, voire, dans une moindre mesure, aux événements postérieurs à l'incendie. Il s'agit donc d'une évaluation intégratrice, et ce particulièrement pour les milieux Sols et Végétaux.

3.2 Référentiels

L'IEM a été réalisée conformément à la méthodologie en vigueur, comme présenté dans les guides méthodologiques suivants :

- Le guide INERIS « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées* » mise à jour de septembre 2021 ;
- La note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) 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 ;
- Les guides et documents associés au logiciel MODUL'ERS de l'INERIS et notamment : « *Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS* » publié en février 2015 et mis à jour en juin 2017 ;
- Le guide « *Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués* » publié par la DGPR en avril 2017 et les guides associés de 2017 et 2007 (notamment « *Interprétation de l'Etat des Milieux* ») ;
- Le guide INERIS « *Bilan des choix de VTR disponible sur le portail des substances chimiques de l'INERIS* », mis à jour fin 2021.

L'étude et les conclusions ont été élaborées en l'état actuel des connaissances scientifiques, tant du point de vue chimique que toxicologique. L'étude respectera les grands principes suivants :

- Principe de prudence scientifique,
- Principe de proportionnalité,
- Principe de spécificité,
- Principe de transparence.

3.3 Démarche mise en œuvre

La démarche mise en œuvre pour la réalisation de l'IEM comprend les étapes suivantes :

1. Caractérisation de l'environnement des sites et de ses enjeux ;
2. Schéma conceptuel et sélection des substances d'intérêt pour chaque voie d'exposition pertinente au regard des émissions liées à l'incendie et du potentiel de danger sanitaire de chaque substance ;
3. En l'absence de données locales existantes pour la caractérisation de l'état des milieux, élaboration et réalisation d'un programme d'échantillonnage dans les milieux pertinents ;
4. Réalisation de l'IEM par comparaison des résultats d'analyses (issus des données existantes ou du programme complémentaire) aux valeurs de gestion dans les différents milieux.

L'environnement du site et les enjeux sensibles ont été présentés dans la section 2. Le choix des milieux pertinents et le périmètre d'étude de l'IEM sont présentés en section 4. Les autres étapes sont présentées dans les sections suivantes.

4. PRELEVEMENTS ET ANALYSES POST-INCENDIE REALISES

Comme indiqué précédemment, plusieurs séries de prélèvements et d'analyses ont été réalisées dans les heures et jours qui ont suivi l'incendie. Sur la base des résultats de ces mesures, un plan d'investigations complémentaires a été proposé, validé par les Autorités (cf. document Ramboll FRERAPM005-M3v1 en date du 17/12/2021), puis mis en œuvre en janvier 2022. Les résultats sont présentés dans le rapport Ramboll REH2021N00348-RAM-RP-00002.V1 en date du 12 avril 2022.

Les milieux suivants ont été investigués dans le cadre de l'ensemble de la surveillance post-incendie :

- Air ambiant ;
- Sols ;
- Végétaux ;
- Eaux de surface ;
- Sédiments ;
- Eaux souterraines.

Dans les paragraphes suivants, pour chaque milieu, les prélèvements et analyses réalisés sont brièvement présentés et la sélection comme milieu pertinent pour l'IEM est discutée.

Il faut noter que des prélèvements d'air ambiant dans les bâtiments sur site et des prélèvements sur lingettes (suies) ont également été réalisés. Ces prélèvements ne sont pas pertinents dans le cadre d'une IEM (ce ne sont pas des milieux d'exposition directs de la population riveraine) mais leurs résultats sont utilisés pour déterminer les traceurs de l'incendie (Cf. paragraphe 5.2).

4.1 Prélèvements d'air ambiant

Des mesures d'air ambiant ont été réalisées le jour même et dans les jours suivant l'incendie, soit un total de 30 points de prélèvements (pour certains, plusieurs prélèvements au droit d'un même point). La localisation des points de prélèvement est illustrée en Figure 4.

La durée des prélèvements est d'environ 2 heures pour chaque prélèvement. En ce qui concerne les prélèvements en date du jour de l'incendie, ceux-ci ont été réalisés de manière échelonnée entre 14h30 et 18h00.

Tableau 3 : Caractéristiques des prélèvements d'air ambiant

Date	Point de prélèvement	Analyses réalisées
10/09/2021	1 à 8	Screening COV + pack acides
11/09/2021	9 à 16	Screening COV
12/09/2021	17 à 24	Screening COV + pack acides + HCN
13/09/2021	25 à 32	Screening COV + pack acides + HCN
14/09/2021	33 à 40	Screening COV + pack acides + HCN

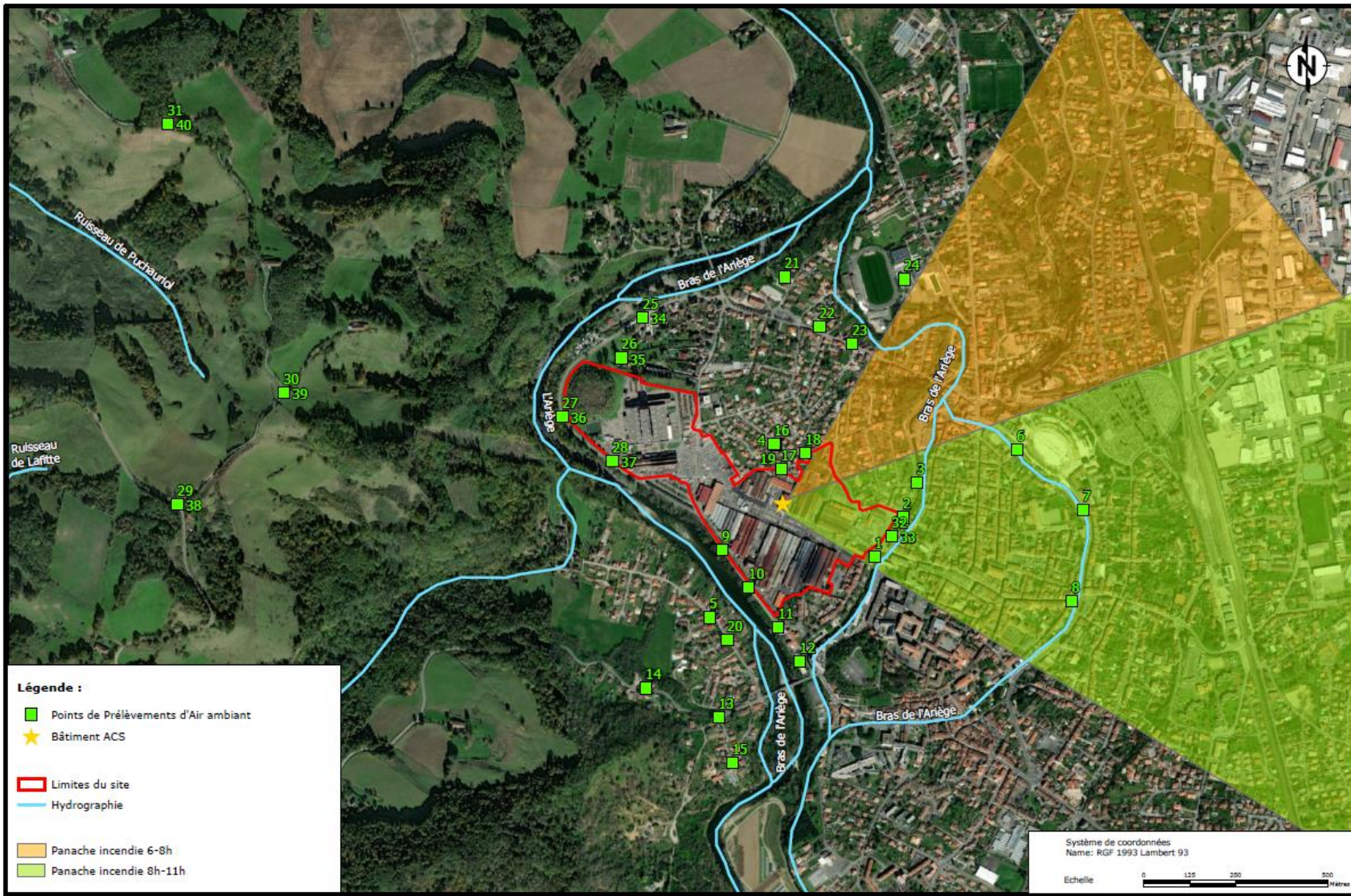


Figure 4 : Localisation des prélèvements d'air le jour-même et les jours ayant suivi l'incendie

L'analyse appelée « pack acides » regroupe les composés gazeux (acide bromique – HBr, acide nitrique – HNO₃, acide phosphorique – H₃PO₄, acide sulfurique – H₂SO₄, acide fluorhydrique ou fluorure d'hydrogène – HF et acide chlorhydrique ou chlorure d'hydrogène – HCl). Le screening « COV » (Composés Organiques Volatils) permet d'identifier les COV majoritaires, avec une limite de quantification de l'ordre de 0,05 mg/m³.

Les résultats d'analyses ne montrent pas de détection en COV, HBr, H₃PO₄, H₂SO₄, HF, HCl et HCN pour l'ensemble des échantillons entre le 10 et le 14 septembre. Seul de l'acide nitrique (HNO₃) est détecté aux points n°3 et n°8, à l'ouest et au sud-ouest du site, le 10 septembre 2021, avec des concentrations respectives de 0,04 et 0,07 mg/m³ pour un seuil de détection de 0,02 mg/m³.

L'air ambiant est retenu comme milieu pertinent pour l'IEM.

Il faut noter qu'aucune autre donnée n'est disponible pour l'air ambiant. Aucune station de l'Association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air (AASQA) locale, Atmo Occitanie, n'est présente dans la zone d'étude, les plus proches se situant sur l'agglomération toulousaine, à une cinquantaine de kilomètres de Pamiers.

4.2 Prélèvements de sols

4.2.1 Campagne post-incendie

Une première campagne de prélèvements de sols a été réalisée les 14 et 15 septembre 2021.

Tableau 4 : Caractéristiques des prélèvements de sols – Campagne 1

Localisation	Dénomination	Quantitatif	Profondeur de prélèvement (cm)
Sur site	SS-10 & SS-11	2	0 – 5 et 5 - 30
Hors site - proche	SS-1 à SS-4 & SS-9	5	0 – 5 et 5 - 30
Hors site - intermédiaire	SS-10 & SS-8	4	0 – 5 et 5 - 30
Témoins	SS-12 à SS-14	3	0 – 5 et 5 - 30

La localisation des points de prélèvement est illustrée en Figure 5. Les points témoins ont été retenus en dehors de la zone d'impact potentiel de l'incendie, sur la base des données de vent et des observations de panache du 10 septembre 2021.

Une première liste de composés a été recherchée initialement sur l'ensemble de ces échantillons de sols. Cette liste a été étendue par la suite sur les échantillons pertinents dans le cadre de l'IEM. En l'occurrence, les points SS-10 et SS-11 ont été exclus de l'IEM, du fait de leur localisation sur site et de l'absence d'usage associé. En complément, le point témoin SS-14 a été également exclu de l'IEM, ce point témoin présentant de fortes anomalies en lien avec des usages passés, il ne pouvait être maintenu comme témoin. Les composés recherchés sur les (11x2) échantillons de sols retenus dans le cadre de l'IEM sont les suivants :

- Les 13 éléments traces métalliques (ETM) (Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Ti et Zn) ;
- Les 16 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) de la liste de l'US-EPA⁵ ;
- Les dioxines et furannes (PCDD/F)⁶ ;
- Les fluorures et les cyanures.

⁵ United States Environmental Protection Agency

⁶ PolyChloroDibenzoDioxines / PolyChloroDibenzoFurannes

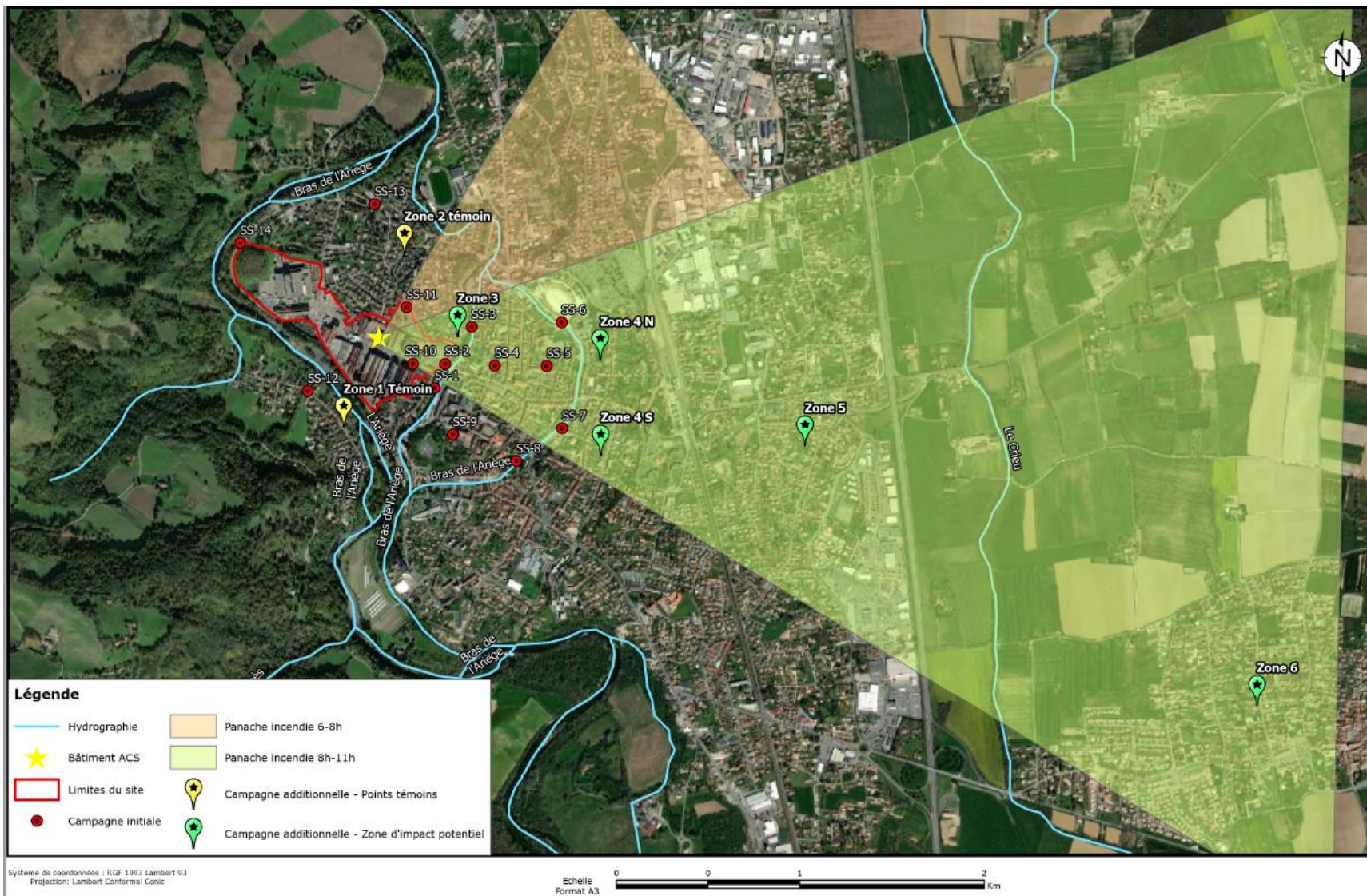


Figure 5 : Prélèvements de sols réalisés lors des deux campagnes (septembre 2021 et janvier 2022) et de végétaux réalisés lors de la campagne additionnelle (janvier 2022)

4.2.2 Campagne additionnelle

Comme présenté en introduction, les prélèvements et analyses réalisés dans les jours qui ont suivi l'incendie ont fait l'objet d'une première interprétation des données, afin d'identifier la nécessité ou non de réaliser des prélèvements et analyses complémentaires (cf. document Ramboll FRERAPM005-M3v1 en date du 17/12/2021).

Principalement du fait de l'absence de prélèvements et d'analyses de végétaux dans les investigations post-incendie, un programme complémentaire d'échantillonnage visant les jardins a été proposé, jardins sur lesquels des prélèvements conjoints de légumes et de sols ont été réalisés. De la même manière que pour la première campagne, des points témoins ont été définis en dehors de la zone d'impact potentielle de l'incendie (soit les points 1 et 2). Aussi, des prélèvements de sols ont été réalisés les 26 et 27 janvier 2022 sur les points présentés en Figure 5. Les composés recherchés sur les (7x2) échantillons de sols complémentaires réalisés sont les suivants :

- Les 13 ETM (Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Ti et Zn) ;
- Les 16 HAP de la liste de l'US-EPA ;
- Les PCDD/F ;
- Les fluorures et les cyanures.

4.2.3 Synthèse

Les sols sont retenus comme milieu pertinent pour l'IEM.

Il faut toutefois noter que dans le cadre de l'interprétation des résultats issus de la première campagne de septembre 2021, aucun impact de l'incendie n'a été décelé dans les sols, en comparant les points de la zone d'impact potentiel et les points témoins, ainsi qu'en comparant l'horizon superficiel (0-5 cm) et l'horizon plus profond (5-30 cm) (Cf. mémo FRERAPM005-M2.V1 du 21/10/2021). Lors de la campagne additionnelle de janvier 2022 (Cf. rapport REH2021N00348-RAM-RP-00002.V1 du 12/04/2022), à l'exception d'une anomalie en PCDD/F identifiée sur le jardin de la zone 4s, les analyses ont montré des niveaux de concentration dans les sols de la zone d'impact potentielle du même ordre de grandeur des échantillons témoins et plus largement dans l'ensemble dans les niveaux de concentration des valeurs de référence applicables.

4.3 Prélèvements de végétaux

Comme évoqué dans le paragraphe 4.2, aucun prélèvement de végétaux n'a été réalisé dans les jours qui ont suivi l'incendie. Aussi, des prélèvements ont été réalisés, suite à la validation du programme de surveillance environnementale complémentaire. Les jardins investigués sont présentés dans la Figure 5 ci-dessus. Les points de prélèvement de végétaux sont les mêmes que ceux de la campagne additionnelle de sols (cf. paragraphe 4.2.2).

Dans la mesure du possible, les mêmes typologies de légumes ont été analysés. Au final, 16 échantillons de légumes ont été prélevés dont :

- 7 échantillons de poireaux (sur les 7 jardins) ;
- 5 échantillons de salades (Jardins 1, 2, 3, 5 et 6) ;
- 4 échantillons de choux (Jardins 1, 3, 4N et 6).

Les composés recherchés sur les échantillons de végétaux réalisés sont les suivants :

- Les 13 ETM (Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Ti et Zn) ;
- Les 16 HAP de la liste de l'US-EPA ;
- Les PCDD/F ;
- Les fluorures.

A noter qu'il n'a pas été possible pour des raisons analytiques de réaliser les analyses de cyanures dans les végétaux (interférence analytique associée à la présence de sulfures dans les choux et les poireaux et matrice insuffisante pour les salades).

Le rapport factuel de la campagne de mesures additionnelles (rapport REH2021N00348-RAM-RP-00002.V1 du 12/04/2022) indique que les résultats analytiques montrent globalement des concentrations similaires et dans les mêmes ordres de grandeur entre les végétaux présents dans les potagers témoins et les potagers des secteurs situés dans la zone d'impact potentiel pour les ETM, les HAP, les dioxines furanes et les fluorures.

Les végétaux sont retenus comme milieu pertinent pour l'IEM du fait des usages constatés (présence de potagers).

4.4 Prélèvements d'eaux de surface

Des prélèvements d'eaux superficielles ont été réalisés dans l'Ariège le 10 septembre 2021.

Tableau 5 : Caractéristiques des prélèvements d'eaux superficielles

Localisation	Quantitatif	Point de prélèvement
Amont (témoin)	1	Point 1
Aval	2	Points 3 et 4
Canal	1	Point 5

Un prélèvement (noté Point 2) a été réalisé sur les eaux du site en amont immédiat du point de rejet dans l'Ariège, mais n'est pas considéré dans l'IEM. En effet, il s'agit d'un prélèvement d'eaux de rejets, et non d'un milieu en tant que tel.

La localisation des points de prélèvement est illustrée en Figure 6. Les analyses réalisées sur ces échantillons sont les suivants :

- pH, conductivité et température ;
- Les éléments traces métalliques (Cu, Ni et Zn) ;
- Les anions nitrates (NO_3^-), chlorures (Cl^-) et fluorures (F^-) ;
- Le phénol.

Le milieu eaux de surface est retenu pour la suite de l'IEM, du fait des usages constatés (pêche et potentiellement, irrigation).

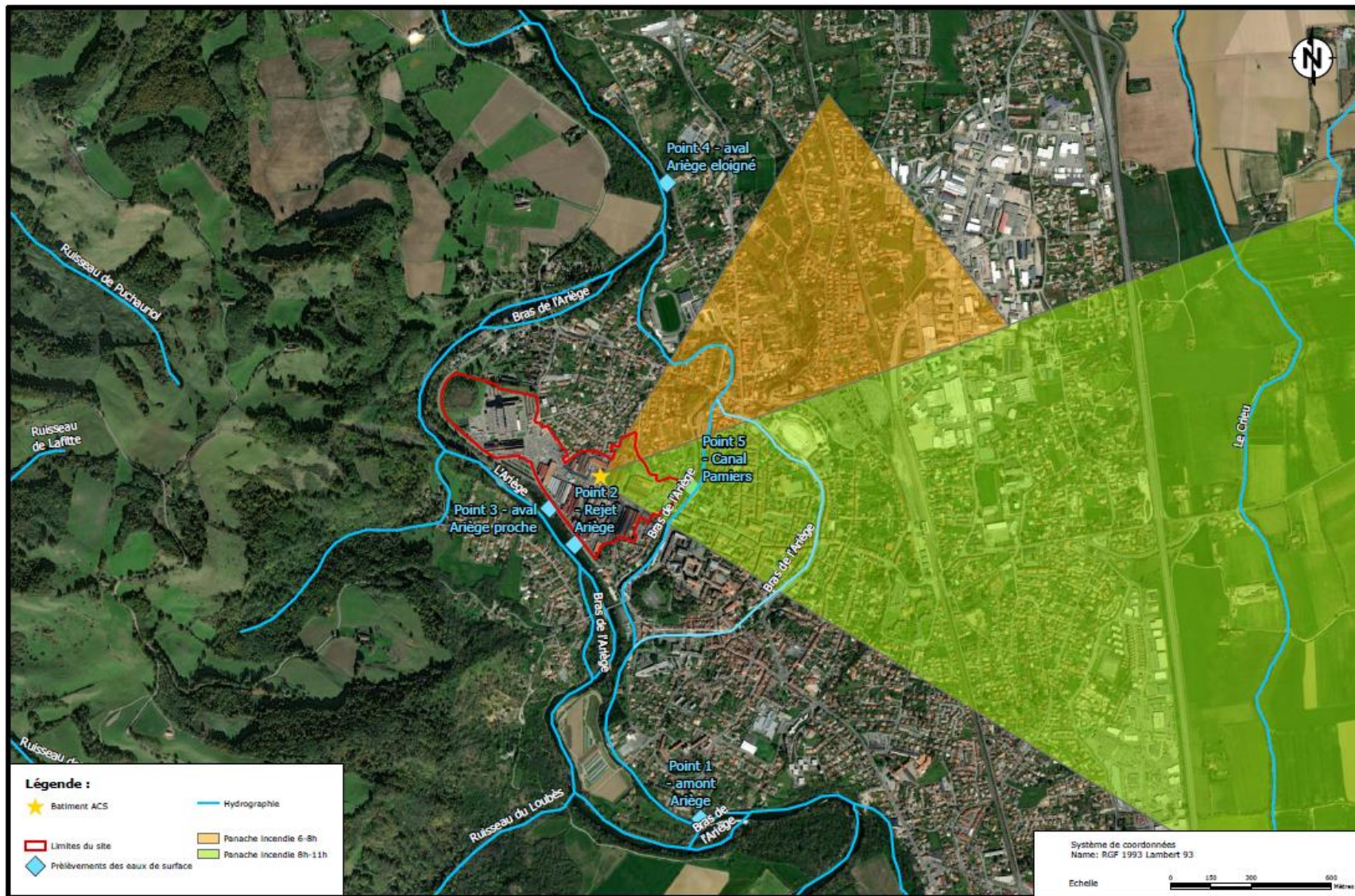


Figure 6 : Prélèvements d’eau de surface réalisés le 10 septembre 2021

4.5 Prélèvements de sédiments

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés dans le cadre du programme d'investigations complémentaires. Les points de prélèvements utilisés pour les eaux de surface le jour de l'incendie ont d'une manière générale servi à définir le plan d'échantillonnage des sédiments. Celui-ci est présenté en Figure 7.

Les composés recherchés sur les échantillons de sédiments réalisés sont les suivants :

- Les 13 ETM (Sb, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Ti et Zn) ;
- Les 16 HAP de la liste de l'US-EPA ;
- Les PCDD/F ;
- Les fluorures et les cyanures.

Les résultats ont montré une absence d'impact dans les sédiments. De plus, il ne s'agit pas d'un milieu direct d'exposition des populations, aussi ce milieu n'est pas retenu dans la suite de l'IEM.

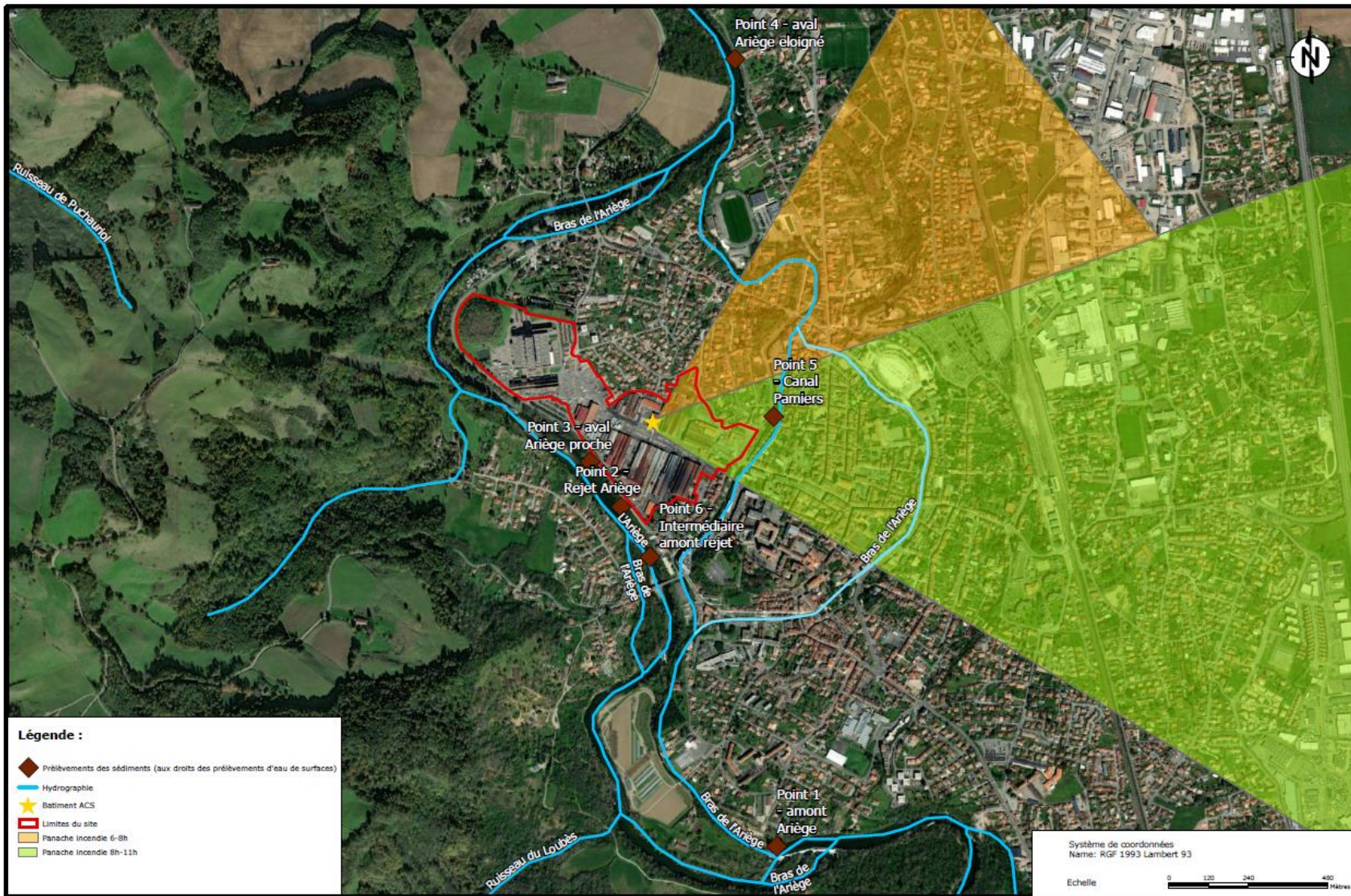


Figure 7 : Prélèvements de sédiments réalisés le 28 janvier 2022

4.6 Prélèvements d'eaux souterraines

Le réseau de surveillance des eaux souterraines au droit du site est constitué de 19 piézomètres, comme présenté en Figure 8. Un suivi spécifique de ces eaux souterraines a été réalisé post incendie. La première campagne de prélèvement le 22 septembre a visé les piézomètres « prioritaires » car potentiellement les plus impactés par l'incendie, et a été complété le 5 octobre par les piézomètres « secondaires ». Les composés suivis dans ce cadre sont les suivants :

- pH, température, Matières en Suspension (MES), oxygène dissous, Demande Chimique en Oxygène (DCO) , Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours (DBO-5) ;
- Composés Organiques halogénés (AOX) ;
- Fluorures ;
- Indice phénol ;
- Les HydroCarbures Totaux (HCT) C10-C40 ;
- Les 13 ETM (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Ti, V et Zn) ;
- Les 16 HAP de la liste de l'US-EPA ;
- Les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes) ;
- Les PCDD/F ;
- Les PolychloroBiphényles-Dioxin Like (PCB-DL) ;
- Les phtalates (7 composés) ;
- Les PolyFluoroCarbones (PFC) (14 composés).

Il ressort de ces analyses l'absence de détection de plusieurs composés, dont le zinc, le titane, ou encore les BTEX. Plusieurs composés (ou famille de composés) organiques présentent des niveaux maximums dans la partie ouest du site (PZ-1, PZ-2b, PZ-3 et PZ-4b). C'est notamment le cas des PCDD/F, des PCB ou encore des HCT, en lien avec des contaminations plus anciennes. Les points PZ-20 et PZ-21, les plus proches de la zone incendiée, et les plus susceptibles d'avoir été impactés par l'incendie, ne présentent aucune anomalie dans les concentrations relevées. Aussi, aucun impact associé à l'incendie n'a pu être relevé sur les eaux souterraines du site d'Aubert & Duval.

Sur la base de ces résultats, le milieu eaux souterraines n'est pas retenu dans la suite de l'IEM.

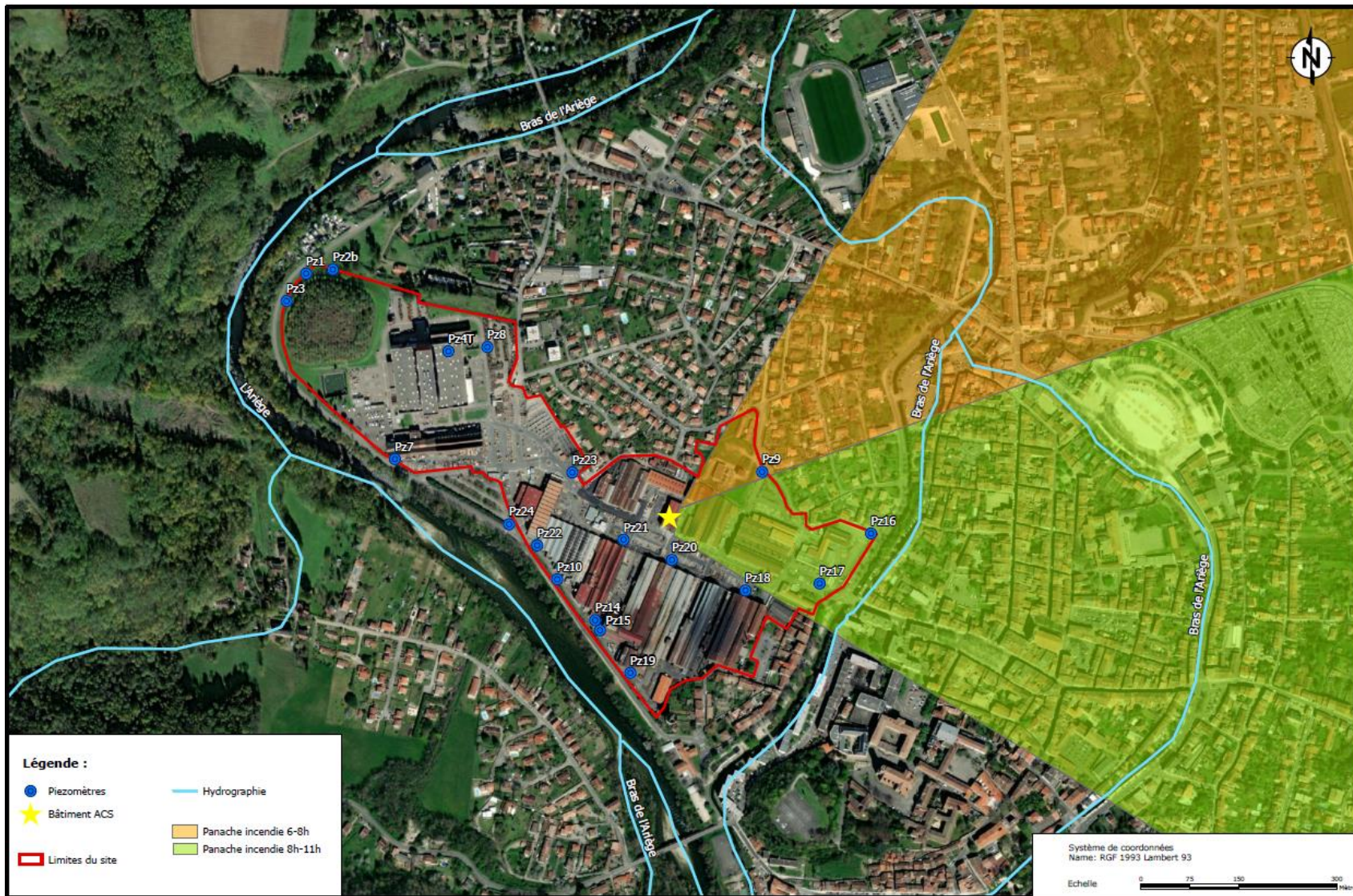


Figure 8 : Réseau de surveillance des eaux souterraines du site Aubert & Duval de Pamiers

4.7 Synthèse des milieux retenus pour l'IEM

Le tableau suivant synthétise les milieux retenus et non retenus pour la suite de l'IEM.

Tableau 6 : Synthèse des campagnes de prélèvements réalisées et de la sélection des milieux pertinents pour l'IEM

Milieu	Campagnes	Utilisation IEM ?	Justification/commentaire
Air	10-14/09/21	Oui	Uniquement données du 10/09/2021 (aucune détection les autres jours)
Suies	13/09/21	Non	Les suies/retombées ne sont pas un milieu « direct » d'exposition et ne peuvent donc être utilisées dans une démarche de type IEM
Sols	14-15/09/21 26-27/01/22	Oui	Uniquement sols hors site
Végétaux	26-27/01/22	Oui	-
Eaux souterraines	22/09/2021 05/10/2021	Non	Pas d'impact identifié sur les eaux souterraines sur site. De fait, eaux souterraines hors site exclues du schéma conceptuel
Eaux de surface	10/09/21	Oui	Hors eaux prélevées au point de rejet, qui ne constituent pas un milieu naturel
Sédiments	27-28/01/22	Non	Absence d'impact sur les sédiments et pas d'usage direct

5. SCHEMA CONCEPTUEL ET TRACEURS RETENUS

5.1 Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel s'appuie sur la notion de risque, qui est définie par :

- Une source de contamination ;
- Un vecteur de transfert de la contamination vers un milieu d'exposition ;
- Une cible ou un enjeu.

Dans le cas spécifique de cette IEM, la source de contamination potentielle est constituée des émissions liées à l'incendie du 10 septembre 2021 sur le site d'Aubert & Duval de Pamiers.

La Figure 9 représente le schéma conceptuel dit « potentiel » associé à l'incendie, dans le sens où il indique tous les impacts potentiellement envisageables suite à cet incendie.

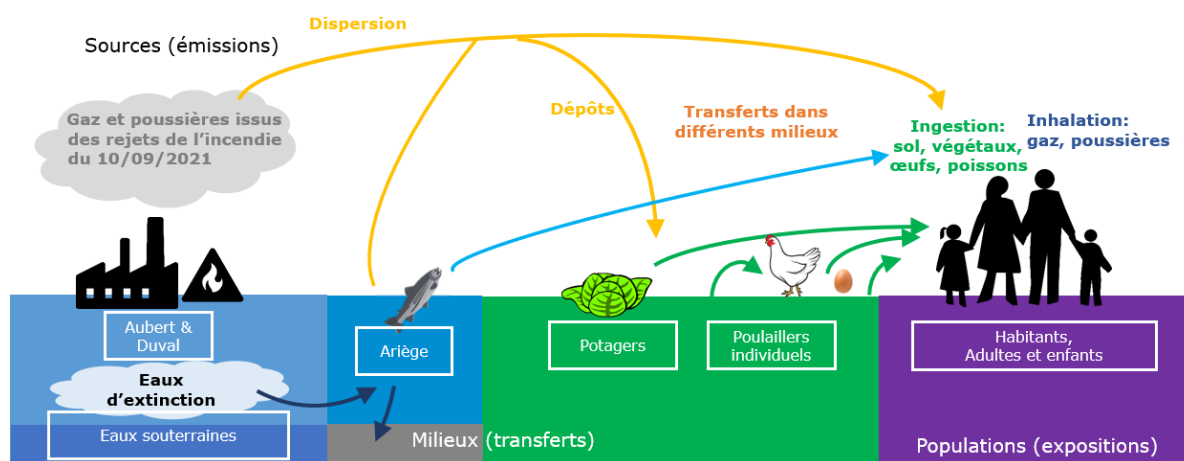


Figure 9 : Schéma conceptuel potentiel associé à l'incendie du 10 septembre 2021

Ce schéma indique deux sources d'émissions potentielles associées à l'incendie :

- Les émissions atmosphériques (fumées) contenant des gaz et des particules ;
- Les eaux d'extinction de l'incendie, constituant une source d'émissions aqueuses, pouvant également contenir des produits de dégradation de l'incendie.

L'impact de ces sources potentielles peut *in fine* se retrouver :

- Dans l'air ambiant (inhalation de gaz et de particules) ;
- Dans les sols, puis dans les végétaux et produits animaux, *via* les dépôts (ingestion) ;
- Dans les eaux de surface, puis dans les sédiments (ingestion) ;
- Dans les eaux souterraines (ingestion).

Comme repris dans le paragraphe 4.6, les premières interprétations des résultats réalisées dans le mémorandum Ramboll n°FRERAPM005-M3.V1 daté du 17 décembre 2021 indiquent l'absence d'impact de l'incendie identifié sur les eaux souterraines sur site. De fait, les eaux souterraines peuvent être exclues du schéma conceptuel. De même, le rapport d'investigations Ramboll REH2021N00348-RAM-RP-00002.V1 en date du 12 avril 2022 indique l'absence d'impact sur les sédiments. Aussi, les sédiments peuvent également être exclus du schéma conceptuel, et donc de l'IEM.

Aussi, sur la base de ces informations, le schéma conceptuel final retenu dans le cadre de cette IEM est présenté Figure 10.

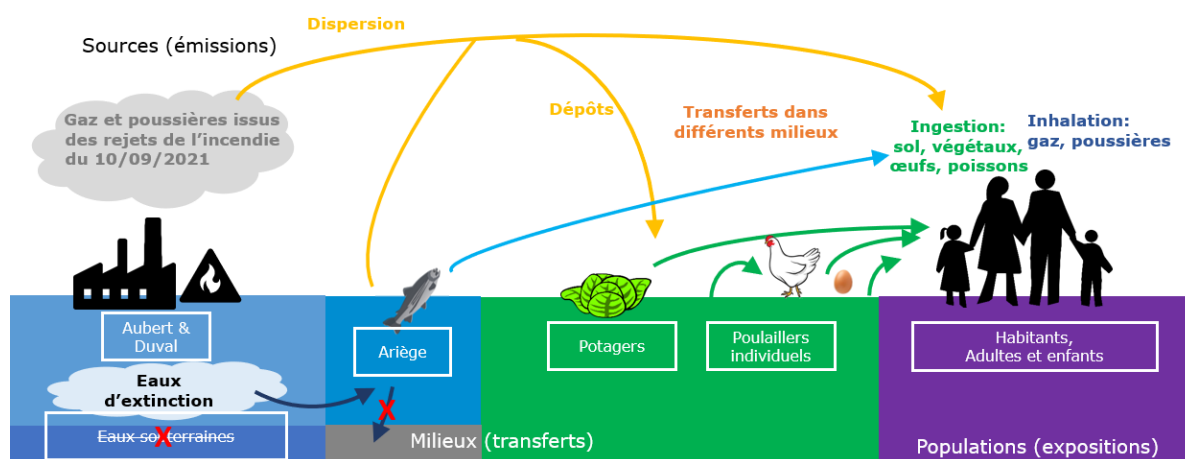


Figure 10 : Schéma conceptuel associé à l'incendie du 10 septembre 2021

Il faut noter que les prélèvements n'ont concerné que les milieux de transferts directs (air, sols de surface, végétaux et eaux de surface). Les autres milieux sont considérés comme « indirects » (œufs, poissons...) et comme indiqué dans le guide INERIS 2021, ils ne sont pas prélevés en première approche en règle générale, en raison notamment des incertitudes liées à leur prélèvement et à l'interprétation des analyses (qui peuvent également s'appliquer aux prélèvements de végétaux).

5.2 Traceurs associés à l'incendie

Pour chacun des milieux investigués, une liste de composés a été recherchée. Cependant, la liste des composés recherchés est plus large que la liste des traceurs potentiels de l'incendie, et ce pour plusieurs raisons :

- Soit certains composés étaient suspectés d'être des traceurs de l'incendie, sur la base des produits et composants brûlés ;
- Soit les analyses des composés sont réalisées sous la forme de « packs » analytiques, plus larges que les seuls composés recherchés (cas des ETM en particulier).

Il faut donc garder en mémoire, dans la démarche d'IEM, que tous les composés analysés ne sont pas forcément à relier à l'incendie. Pour déterminer de manière plus précise la signature de l'incendie, des prélèvements de suies ont été réalisés à l'aide de lingettes :

- Dans les jours qui ont suivi l'incendie :
 - Sur site, à proximité immédiate du bâtiment incendié, sur des façades directement exposées aux fumées ;
 - Hors site dans la zone d'impact potentiel, et sur des points témoins ;
- A l'intérieur du bâtiment incendié les 7 et 21 décembre 2021, une fois que les conditions étaient réunies pour une intervention en sécurité dans ce bâtiment.

Ces analyses de suies ne sont pas considérées dans l'IEM. En effet, le guide INERIS de 2021 indique que l'IEM doit être réalisée sur les milieux d'exposition directe, ce qui n'est pas le cas des dépôts. Cela étant, ces données ont malgré tout fait l'objet d'interprétation et d'analyses, et ont en particulier servi à déterminer quels étaient les traceurs potentiels de l'incendie. En particulier, le mémo Ramboll FRERAPM005-M4.V1 en date du 12 avril 2022 indique en conclusion que les analyses par lingettes réalisées à l'intérieur du bâtiment incendié ACS, et confrontées à des analyses témoins, ont permis de mettre en évidence que les composés suivants pouvaient être identifiés comme traceurs potentiels de l'incendie :

- Le zinc et, avec une incertitude plus élevée les ETM Ti, Cr, Cd, Cu, Hg et Pb ;
- Les fluorures ;

- Les HAP (*a priori* 10 congénères : l'anthracène, le benzo(a)anthracène, le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(g,h,i)pérylène, le benzo(k)fluoranthène, le chrysène, le fluoranthène, l'indéno(1,2,3-cd)pyrène et le pyrène, qui ont été détectés dans au moins un échantillon de suies dans le bâtiment incendié) ;
- Les PCDD/F.

Ces conclusions pourront également être prises en considération dans l'IEM pour l'interprétation des résultats.

6. METHODE D'INTERPRETATION DES RESULTATS – IEM

6.1 Valeurs de référence utilisées

L'interprétation des résultats sur l'air ambiant, les sols, les végétaux et les eaux de surface est réalisée conformément à la méthodologie de l'IEM, présentée au paragraphe 3.1 et notamment à la Figure 3.

Les résultats des campagnes de mesures ont en premier lieu été comparés entre eux et par rapport au point local témoin, lorsqu'existant, afin d'évaluer la dégradation du milieu. A noter qu'aucun état initial (avant incendie) n'est disponible pour les milieux et la zone étudiés. Des valeurs issues de référentiels locaux ou nationaux indiquant des gammes de valeurs habituelles dans des milieux non dégradés sont également utilisés.

Lorsque la concentration maximale relevée dans la zone d'impact potentielle est supérieure à la concentration maximale relevée dans les points témoins ou les référentiels locaux/nationaux, alors cette valeur est comparée aux valeurs de référence réglementaires ou indicatives.

Les valeurs de référence recherchées sont présentées dans le Tableau 7, et intègrent celles listées par la DREAL dans l'arrêté préfectoral du 10 septembre 2021 lorsque pertinent⁷. Les valeurs de référence utilisées (réglementaires ou indicatives) sont détaillées ci-après.

Tableau 7 : Valeurs de référence recherchées dans le cadre de l'IEM

Milieux	Références		
	Valeurs d'évaluation de la dégradation du milieu	Valeurs de référence réglementaires	Valeurs de référence indicatives
Air	Etat de l'environnement, témoin (témoins du plan d'échantillonnage – points hors panache)	Valeurs réglementaires françaises dans l'air ambiant extérieur	Valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
Sol	Etat de l'environnement, témoin (témoins du plan d'échantillonnage) Fond géochimique naturel local	-	-
Denrées alimentaires	Etat de l'environnement, témoin (témoins du plan d'échantillonnage)	Valeurs du règlement européen CE/1881/2006 du 19 décembre 2006 dans sa version consolidée Recommandation 2013/711 de la commission européenne du 3 décembre 2013 dans sa version consolidée	Données de l'Etude de l'Alimentation Totale infantile (EATi) menée par l'ANSES Données ADEME (BAPPET)
Eau	Etat de l'environnement, témoin (témoins du plan d'échantillonnage)	Critères de potabilité des eaux Critères de qualité des eaux brutes destinées à la production d'eau potable NQE (Normes de qualité environnementales – Directive cadre sur l'eau)	Valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

⁷ La recommandation 2011/516/UE de la Commission du 23 août 2011 sur la réduction de la présence de dioxines, de furannes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires citée dans l'APMU a été abrogée et remplacée par la recommandation 2013/711/UE du 3 décembre 2013. Les valeurs réglementaires pour les denrées destinées à l'alimentation animale n'ont pas été reportées, en l'absence de prélèvements de ce type de denrées.

Pour l'air ambiant, il existe des valeurs réglementaires françaises, définies dans le Code de l'Environnement, ainsi que des valeurs guides de l'OMS, pour un nombre limité de polluants. Pour le seul polluant détecté lors des mesures en air ambiant (en l'occurrence l'acide nitrique – HNO₃), aucune valeur, réglementaire ou guide, n'existe.

Pour les sols, il n'existe pas de valeurs réglementaires, aussi les valeurs indicatives suivantes sont utilisées :

- Les valeurs de fonds géochimiques moyens issues de la base de données ASPITET de l'INRA⁸, relatives aux gammes de valeurs d'ETM couramment observées dans les sols français « ordinaires » de toutes granulométries ;
- Les concentrations ubiquitaires fournies par l'INERIS dans ses fiches de données toxicologiques et environnementales pour l'antimoine et les HAP ;
- Les valeurs de bruit de fond des sols français en dioxines et furannes définies par le BRGM⁹ pour les sols ruraux, urbains et sous influence industrielle.

Pour les végétaux, il existe des valeurs réglementaires pour l'alimentation humaine, pour différents types de végétaux, issues du règlement de la Commission Européenne (CE) n° 1881/2006 du 19 décembre 2006 et de ses modifications, notamment :

- Le règlement n° 420/2011 du 29 avril 2011 modifiant le règlement n° 1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires ;
- Le règlement n° 2021/1317 du 9 août 2021 modifiant le règlement n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en plomb dans certaines denrées alimentaires ;
- Le règlement n° 2021/1323 du 10 août 2021 modifiant le règlement n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en cadmium dans certaines denrées alimentaires ;

A noter également l'existence de valeurs indicatives pour les PCDD/F et les PCB-DL, fixées dans la recommandation 2013/711 de la commission européenne en date du 03 décembre 2013 (0,30 ng TEQ¹⁰ OMS/kg de poids frais pour les PCDD/F et 0,10 ng TEQ OMS/kg de poids frais pour les PCB-DL).

De plus, les valeurs indicatives suivantes peuvent également être utilisées :

- Les données issues de l'Etude de l'Alimentation Totale infantile (EATi) menée par l'ANSES en 2016 et présentant notamment des données de contamination moyenne des aliments infantiles, mais aussi courants, pour des composés inorganiques et organiques ;
- Pour discussion uniquement, les données extraites de la base de données BAPPET¹¹ de l'ADEME¹² (2015), regroupant des informations documentaires relatives à la contamination des plantes potagères par les éléments traces métalliques dans différents contextes de pollution. Ces informations sont issues principalement des publications scientifiques.

Pour les eaux de surface, les textes suivants sont pris en référence :

- L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine (modifié en dernier lieu par l'arrêté du 4 août 2017) :
 - Limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, présentées en Annexe I de cet arrêté ;

⁸ ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). « Teneurs totales en éléments traces dans les sols - Gammes de valeurs "ordinaires".

⁹ Bureau de Recherches Géologiques et Minières. « Dioxines/furannes dans les sols français : troisième état des lieux, analyses 1998-2012 », BRGM/RP-63111-FR, décembre 2013.

¹⁰ Sommes pondérées par les TEF [(I-)TEQ : (International) - Toxicity Equivalent Factor].

¹¹ Base de données des teneurs en éléments traces métalliques de plantes potagères.

¹² Agence de la transition écologique, anciennement Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie.

- Limites de qualité des eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, présentées en Annexe III de cet arrêté ;
- Les arrêtés ministériels du 28 juin 2016 et du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface, définissant des Normes de Qualité Environnementale (NQE) ;
- Les valeurs guides de l'OMS pour l'eau potable¹³.

En cas de dépassement d'une valeur réglementaire, le milieu est jugé incompatible avec son usage. Cela peut toutefois être discuté au cas par cas.

Lorsqu'aucune valeur de référence (ni réglementaire ni indicative) n'est disponible pour une substance donnée ou que la concentration mesurée de la substance concernée est supérieure à la valeur de référence indicative associée, un calcul de risques partiel est réalisé *via* la grille de calculs de risques IEM (outil développé par le Ministère en charge de l'Environnement). Ce calcul permet d'évaluer la compatibilité entre les concentrations mesurées et les usages des milieux. La méthodologie associée à ce calcul est présentée au paragraphe 6.2.

6.2 Calculs de risques partiels

Le calcul de risques partiels « IEM » permet d'évaluer la compatibilité entre les concentrations mesurées et les usages des milieux en cas d'absence ou de dépassement de valeur de référence.

Conformément au guide IEM de l'INERIS (2021), les calculs sont faits isolément par substance et par voie d'exposition. Pour l'air ambiant, la voie d'exposition directe par inhalation est considérée. Pour les milieux « Sol », « Végétaux » et « Eaux de surface », la voie d'exposition par ingestion est considérée. Plusieurs scénarios d'exposition sont définis selon les zones et les populations exposées. Ces scénarios sont présentés au paragraphe 6.2.1.

Les risques calculés sont exprimés sous forme d'un Quotient de Danger (QD) pour les effets à seuil et d'un Excès de Risque Individuel (ERI) pour les effets sans seuil. Ces QD et ERI sont calculés sur la base :

- Des concentrations mesurées dans les milieux (air, sols, végétaux et eaux de surface) ;
- Des paramètres d'exposition considérés (poids de la cible, temps d'exposition...) pour chaque scénario (cf. paragraphe 6.2.1) ;
- Des valeurs toxicologiques de référence (VTR) associées (cf. Annexe 4).

Les équations de calcul sont présentées en Annexe 3.

Les résultats de la quantification partielle des risques sont alors interprétés selon les critères définis dans les guides IEM, présentés dans le Tableau 8. Le milieu est ainsi jugé vulnérable si les valeurs de QD et d'ERI dépassent respectivement les seuils de 0,2 et 10^{-6} , et incompatible si les valeurs de QD et d'ERI dépassent respectivement les seuils de 5 et 10^{-4} .

¹³ World Health Organization (WHO). Guidelines for drinking-water quality, Fourth edition incorporating the first addendum, 2017.

Tableau 8 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM

Comparaison aux valeurs de gestion	OU	Quantification des risques « grille IEM » (en l'absence de valeurs de gestion)	Interprétation
Concentrations mesurées < valeurs de gestion		QD : < 0,2 ERI : < 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages
Incertitude sur la comparaison*		QD : entre 0,2 et 5 ERI : entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Milieu vulnérable ⁵⁰ Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
Concentrations mesurées > valeurs de gestion		QD : > 5 ERI : > 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
* Comparaison incertaine du fait d'incertitudes analytiques, d'un manque de représentativité des mesures, d'une évolution possible dans le futur... (voir §3.5.3 « Vulnérabilité des milieux ou incertitudes conduisant à une réflexion approfondie avant prise de décision ») et la Question 16 : « Quels sont les critères et les points de vigilance à respecter dans la comparaison des résultats de mesures ? »).			

© Ineris

6.2.1 Définition des scénarios d'exposition

Lorsque des calculs de risques partiels sont nécessaires (substance par substance, voie d'exposition par voie d'exposition), ceux-ci ne doivent concerner que des voies d'exposition directes afin de vérifier la compatibilité du milieu avec l'usage. Les voies étudiées ici sont donc l'inhalation, l'ingestion de sol, l'ingestion de végétaux et l'ingestion d'eau de surface.

Les calculs réalisés prennent en compte au mieux les usages constatés sur les zones d'étude, dans la mesure du possible.

6.2.1.1 Scénarios d'exposition – Inhalation

Comme indiqué précédemment, au vu de la courte durée de l'incendie (quelques heures), et de l'absence de toute détection des composés recherchés après l'incendie (entre le 11 et le 14 septembre 2021), le scénario pris en compte est l'inhalation aigue par les populations présentées autour du site le 10 septembre. Les VTR aigues des substances seront donc prises en compte.

A noter que dans le cas de l'inhalation aigue, aucune distinction n'est faite entre les adultes et les enfants.

6.2.1.2 Scénarios d'exposition – Ingestion

L'ingestion de sols de surface et de végétaux concerne essentiellement les jardins et jardins potagers de la zone d'étude.

L'ingestion d'eaux de surface est un scénario majorant considérant la consommation directe des eaux de surface, alors qu'elle n'a pas été répertoriée dans la zone d'étude. Les usages des eaux de surface sont relatifs à l'irrigation de cultures et à la pêche.

La description de ces scénarios est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 9 : Définition des scénarios relatifs à l'ingestion

Voie d'exposition	Description	Populations concernées	Matrices considérées	Fréquence d'exposition	Taux d'(auto)-consommation considérés
Ingestion de sol	Ingestion accidentelle de sol de surface lors de loisirs ou d'activités de jardinage	Enfants et adultes	Horizons de sol : 0-5 cm 0-30 cm	Permanente (365 j/an)	Enfant : 91 mg/j Adultes : 50 mg/j
Ingestion de végétaux	Consommations de fruits et légumes en milieu plutôt urbain	Enfants et adultes – Population générale	Fruits et légumes assimilés aux poireaux, choux et salades	Permanente (365 j/an)	Entre 10 et 25% selon les denrées
Ingestion d'eau de surface	Consommation d'eau de surface comme eau de boisson (majorant)	Enfants et adultes	Eaux de surface	Permanente (365 j/an)	Enfant : 0,26 L/j Adulte : 0,55 L/j

Les paramètres d'exposition (durées d'exposition, poids corporels, quantités de sol ingérées...) sont présentés en Annexe 3. Il s'agit de données conventionnelles et de données issues de publications de l'INERIS, notamment le document « *Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS* » de juin 2017. Les données de consommation sont notamment issues de la base de données CIBLEX¹⁴ et des études INCA¹⁵.

En première approche, une exposition chronique est considérée pour les calculs de risques partiels de l'IEM. Cette hypothèse est majorante.

6.2.2 Sélection des VTR (Valeurs Toxicologiques de Référence)

Une VTR est un repère toxicologique qui permet de quantifier un risque pour la santé humaine. Elle exprime la relation dose-réponse, c'est-à-dire la relation quantitative entre un niveau d'exposition à un agent dangereux (« dose ») et l'incidence observée d'un effet indésirable donné (« réponse »). Cette appellation VTR regroupe toutes les relations quantitatives entre une dose et l'apparition d'un effet lié à une exposition aiguë ou à une exposition chronique continue ou répétée dans le temps (effets à seuil) ; ou entre une dose et une probabilité d'effet (effets sans seuil).

Chaque VTR est définie pour une substance individuelle, un type d'effet (à seuil ou sans seuil), une voie d'exposition (inhalation ou ingestion) et une durée d'exposition (aiguë, subchronique ou chronique). Elles sont nommées :

- Pour les effets à seuil : Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA) exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation, et Doses Journalières Admissibles (DJA) exprimées en $\text{mg}/\text{kg}_{\text{p.c.}}/\text{j}$ ¹⁶ pour l'ingestion ;
- Pour les effets sans seuil : Excès de Risque Unitaire pour l'inhalation (ERU_I) et pour la voie orale (ERU_O), exprimés respectivement en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ et en $(\text{mg}/\text{kg}_{\text{p.c.}}/\text{j})^{-1}$.

¹⁴ CIBLEX, juin 2003. Banque de données de paramètres descriptifs de la population française au voisinage d'un site pollué.

¹⁵ Etudes Individuelles Nationales sur les Consommations Alimentaires (ANSES/AFSSA : Agence française de sécurité sanitaire des aliments, désormais ANSES).

¹⁶ mg/kg de poids corporel/jour

Les VTR sont recherchées, selon les recommandations de la note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014, dans les bases de données toxicologiques d'organismes de référence français (ANSES¹⁷, INERIS¹⁸) et internationaux (IRIS/US-EPA¹⁹, ATSDR²⁰, OMS/IPCS²¹, Santé Canada, RIVM²², OEHHA²³ et EFSA²⁴).

Les VTR définies pour une exposition aigue par inhalation et chronique par ingestion sont recherchées.

La méthodologie détaillée et les résultats de la recherche et de la sélection des VTR sont présentés en Annexe 4.

Ces VTR ont été recherchées en mai 2022.

Il faut noter les points suivants :

- Le chrome total a été assimilé à du chrome trivalent (Cr III). Il est en effet peu probable que du chrome hexavalent (Cr VI), plus toxique, ait été présent dans les fumées de l'incendie et soit présent en quantité significative dans les milieux. En effet, le chrome VI a tendance à être largement transformé en chrome III dans les sols et est peu disponible pour les végétaux²⁵ ;
- Hormis pour le naphthalène, les VTR sans seuil (ERU) retenues pour les HAP proviennent de l'application de Facteurs d'Equivalent Toxiques (FET) à l'ERU₀ du benzo(a)pyrène (méthodologie INERIS). Les FET sont présentés en Annexe 4.

¹⁷ Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

¹⁸ Notamment le document INERIS-177741-2035498-v1.0 « *Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS – Mise à jour fin 2019* » daté du 28 janvier 2020.

¹⁹ Integrated Risk Information System, US-EPA

²⁰ Agency for Toxic Substances and Disease Registry

²¹ Organisation Mondiale de la Santé / International Programme on Chemical Safety

²² Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (*National Institute of Public Health and the Environment - Netherlands*)

²³ Office of Environmental Health Hazard Assessment

²⁴ European Food Safety Authority (*Autorité européenne de sécurité des aliments*)

²⁵ Source : INERIS, Fiche de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS pour le chrome et ses dérivés. INERIS –DRC-01-05590-00DF253, Version N°2-4-février 2005.

7. RESULTATS DE L'IEM

L'interprétation des résultats selon la démarche IEM présentée précédemment fait l'objet de ce chapitre, pour chaque milieu d'exposition retenu.

7.1 IEM Air ambiant

Pour le milieu Air ambiant, seul l'acide nitrique a été quantifié le 10 septembre 2021. Pour tous les autres composés recherchés, le milieu peut être considéré comme non dégradé. Pour rappel, aucune molécule n'a été détectée du 11 au 14 septembre. Les résultats des mesures en HNO₃ du 10 septembre 2021 sont présentés dans le Tableau 10.

Les points de mesures 1 à 3 et 6 à 8 ont été réalisés dans la zone d'impact potentiel, alors que les points 4 et 5 peuvent être considérés comme des points témoins, n'étant pas sous le vent du panache le 10 septembre. Les niveaux observés sur les points 3 et 8 sont supérieurs à ceux observés sur les points témoins. Aucune valeur de référence n'étant disponible pour l'acide nitrique, il est donc nécessaire de passer à l'étape de calcul de risque partiel.

Une seule VTR court-terme est disponible pour l'acide nitrique, définie pour 1 heure d'exposition. Le tableau suivant présente les résultats des calculs de risques partiels (QD)²⁶ pour une exposition d'une heure par inhalation à l'acide nitrique.

Tableau 10 : IEM Air ambiant – Résultats des calculs de risques partiels

Point	Type de point	Concentration en HNO ₃ (µg/m ³)		QD aigu partiel (enfant et adulte)	
		VTR aiguë - 1 heure (µg/m³)		86	
1	Zone d'impact	<	20	<	0,23
2	Zone d'impact	<	20	<	0,23
3	Zone d'impact		40		0,47
4	Point témoin	<	20	<	0,23
5	Point témoin	<	20	<	0,23
6	Zone d'impact	<	30	<	0,35
7	Zone d'impact	<	30	<	0,35
8	Zone d'impact		70		0,81

Milieu vulnérable
Milieu incompatible

Sur les points 3 et 8, sur lesquels l'acide nitrique a été détecté, le QD partiel est > 0,2, tout en restant inférieur à 5. Aussi, sur ces deux points, le milieu Air Ambiant est considéré comme vulnérable pour ce composé. Pour les autres points, même si le composé n'a pas été détecté, il n'est pas formellement possible de conclure, car les calculs réalisés avec la limite de quantification sont supérieurs (parfois très légèrement) à la limite de 0,2. On se situe donc dans la zone d'incertitude. Les mesures réalisées les jours suivants ne montrent aucune détection d'acide nitrique. La vulnérabilité semble donc avoir été temporaire, tout en restant à des niveaux de risques jugés non préoccupants selon la méthodologie des Evaluations de Risques Sanitaires (ERS), qui définit une valeur repère de 1 pour le QD (QD<1).

Ainsi, sur la base de ces éléments, l'état du milieu « air ambiant » dans l'environnement du site d'Aubert & Duval à Pamiers le 10 septembre 2021 et les jours qui ont suivi, peut être considéré comme compatible avec les usages constatés pour la seule substance détectée (acide nitrique). Il faut toutefois noter une vulnérabilité potentielle du milieu le jour même de l'incendie pour ce composé, qui n'a pas perduré dans le temps.

²⁶ Les effets à seuil étant par définition chroniques, aucun ERI n'est calculé pour la voie inhalation.

7.2 IEM Sols

Il faut noter que pour les données de sols, il était originellement prévu de traiter séparément les données 0-5 cm et les données 5-30 cm. En effet, l'horizon 0-5 cm devait correspondre à celui où l'impact potentiel de l'incendie était le plus important. Cela reste vrai pour la 1^{ère} campagne, réalisé juste après l'incendie. Cela étant, lors des investigations complémentaires réalisées en janvier 2022, il s'avère que, tout d'abord, au vu du délai, le risque de migration entre la zone 0-5 cm et 5-30 cm est plus important, et que, de surcroît, plusieurs jardins ont été travaillés entre la période de l'incendie et le prélèvement (bêchage, retournement...). Aussi, en première approche, tous les échantillons sont considérés de la même manière.

Le tableau suivant présente les teneurs maximales dans les sols de la zone d'impact potentiel et de l'environnement témoin, ainsi que les valeurs de référence utilisées pour évaluer la dégradation du milieu.

Tableau 11 : IEM Sols de surface – Evaluation de la dégradation du milieu

Paramètres analysés	Unité (MS)	LQ	Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France) Gamme de valeurs "ordinaires" et d'anomalies naturelles (Programme ASPITET de l'INRA)			Autres valeurs de référence (HAP : INERIS, PCDD/F : BRGM)	Teneurs maximales au niveau des points témoins		Teneurs maximales dans la zone d'impact potentiel	
			Soils ordinaires	Anomalies naturelles modérées	Fortes anomalies naturelles		0-0,05 m	0,05-0,30 m	0-0,05 m	0,05-0,30 m
METAUX										
Antimoine (Sb)	mg/kg	1	-	-	-	< 1	4,0	3,7	6,0	5,5
Arsenic (As)	mg/kg	1	25	60	284		23,0	24,3	23,4	24,6
Baryum (Ba)	mg/kg	1	-	-	-		140,0	160,0	378,0	261,0
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,4	0,45	2	46,30		0,72	0,69	1,1	1,4
Chrome (Cr)	mg/kg	5	90	150	3 180		41,8	32,5	101,0	59,5
Cuivre (Cu)	mg/kg	5	20	62	160		138,0	168,0	210,0	190,0
Mercure (Hg)	mg/kg	0,1	0,10	2,30	-		0,24	0,20	0,73	1,4
Molybdène (Mo)	mg/kg	1	-	-	-		2,9	1,8	8,4	4,9
Nickel (Ni)	mg/kg	1	60	130	2 076		43,6	29,7	155,0	78,4
Plomb (Pb)	mg/kg	5	50	90	10 180		73,6	77,0	164,0	218,0
Selenium (Se)	mg/kg	1	0,70	2,0	4,5	0,10 à 4,5	1,0	1,0	1,3	1,0
Titane (Ti)	mg/kg	5	-	-	-		620,0	629,0	720,0	730,0
Zinc (Zn)	mg/kg	5	100	250	11 426		230,0	190,0	370,0	535,0
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES HAP										
naphtalène	mg/kg	0,05				<0,002	0,05	0,05	0,05	0,05
acénaphthylène	mg/kg	0,05					0,05	0,05	0,11	0,17
acénaphthène	mg/kg	0,05				0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
fluorène	mg/kg	0,05				<0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
phénanthrène	mg/kg	0,05				<0,01	0,22	0,18	0,58	0,83
anthracène	mg/kg	0,05				0,01	0,09	0,05	0,25	0,35
fluoranthène	mg/kg	0,05				<0,04	0,42	0,43	1,60	1,30
pyrène	mg/kg	0,05				<0,02	0,30	0,36	1,20	1,10
benzo(a)anthracène	mg/kg	0,05					0,27	0,30	0,98	1,20
chrysène	mg/kg	0,05				0,005 à 0,05	0,26	0,35	0,96	1,40
benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0,05				<0,1	0,45	0,57	1,70	2,60
benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0,05				<0,05	0,16	0,18	0,57	0,86
benzo(a)pyrène	mg/kg	0,05				0,002	0,27	0,23	0,88	1,60
dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg	0,05				<0,01	0,05	0,05	0,25	0,42
benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg	0,05				0,005 à 0,07	0,23	0,24	1,10	2,00
indéno(1,2,3-c,d)pyrène	mg/kg	0,05				0,05 à 0,15	0,29	0,26	1,00	1,80
HAP (somme 16, USEPA)	mg/kg	-				<0,41	2,60	3,03	9,80	16,00
DIOXINES ET DIBENZOFURANNES										
TEQ-PCDD/F-OMS 2005 (limite inférieure)	ng TEQ/kg		< 2 ng TEQ/kg MS : sols ruraux et une partie des sols urbains 2-8 ng TEQ/kg MS : sols urbains et sols sous influence industrielle				2,50	2,30	39,50	6,30
TEQ-PCDD/F-WHO 2005 (limite supérieure)	ng TEQ/kg	3	8-17 ng TEQ/kg MS : une partie des sols sous influence industrielle				3,66	4,37	39,70	6,30
AUTRES ANALYSES CHIMIQUES										
Fluorure	mg/kg	20					20	20	20	20
Cyanures libres	mg/kg	1					2,0	1,8	2,6	2,1
Cyanures totaux	mg/kg	1					2,5	2,3	4,4	3,1
Laboratoire	MS	Matière sèche								
	0,05	Concentration inférieure à la limite de quantification du laboratoire								
	0,05	Concentration supérieure à celle des témoins								
Evaluation de la dégradation		Concentration supérieure au seuil ASPITET - sols ordinaires (ETM) ou aux valeurs du BRGM (PCDD/F)								

Pour rappel, aucune valeur réglementaire n'existe pour les sols.

Ce tableau montre que :

- Les teneurs maximales mesurées dans les sols dans la zone d'impact potentiel sont supérieures à celles des points témoins pour l'ensemble des composés recherchés, hormis pour le naphtalène, l'acénaphène et les fluorures. Ces trois composés ne sont détectés ni au niveau des témoins ni dans l'environnement du site, indiquant l'absence de dégradation du milieu ;
- Les teneurs maximales en arsenic mesurées dans l'environnement du site et au niveau des témoins sont similaires et inférieures à la valeur de fond géochimique pour les sols ordinaires, indiquant également l'absence de dégradation du milieu pour ce composé ;
- Les autres composés présentent des teneurs maximales supérieures aux valeurs des témoins et aux valeurs de référence, ou ne disposent pas de valeur de référence, ils doivent donc faire l'objet de calculs de risques partiels, en l'absence de valeur de gestion réglementaire.

Le tableau suivant présente les résultats des calculs de risques partiels.

Tableau 12 : IEM Sols de surface – Evaluation de la compatibilité du milieu via des calculs de risques partiels

Composé retenu ⁽¹⁾	Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)		Calculs de risques IEM - Ingestion de sol				
	VTR à seuil - CHRONIQUE	VTR sans seuil - CHRONIQUE	Concentrations dans les sols superficiels (0-30 cm)	QD		ERI	
				ENFANT	ADULTE	ENFANT	ADULTE
Unité	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	mg/kg sec	-	-	-	-
Antimoine (Sb)	0,006	-	5,95	0,006	0,001	-	-
Baryum (Ba)	0,20	-	378,00	0,012	0,001	-	-
Cadmium (Cd)	0,00035	-	1,37	0,025	0,003	-	-
Chrome (Cr)	0,005	-	101,00	0,129	0,014	-	-
Cuivre (Cu)	0,15	-	210,00	0,009	0,001	-	-
Mercure (Hg)	0,00057	-	1,36	0,015	0,002	-	-
Molybdène (Mo)	0,005	-	8,41	0,011	0,001	-	-
Nickel (Ni)	0,0028	-	155,00	0,352	0,039	-	-
Plomb (Pb)	0,00063	8,50E-03	218,00	2,202	0,246	1,01E-06	5,64E-07
Selenium (Se)	0,005	-	1,30	0,002	0,000	-	-
Titane (Ti) ⁽²⁾	-	-	730,00	-	-	-	-
Zinc (Zn)	0,30	-	535,00	0,011	0,001	-	-
Acénaphthylène	-	1,00E-03	0,17	-	-	9,27E-11	5,17E-11
Anthracène	0,30	1,00E-02	0,35	0,000	0,000	1,91E-09	1,07E-09
Benzo(a)anthracène	-	1,00E-01	1,20	-	-	6,55E-08	3,65E-08
Benzo(a)pyrène	0,00	1,00E+00	1,60	0,034	0,004	8,73E-07	4,87E-07
Benzo(b)fluoranthène	-	1,00E-01	2,60	-	-	1,42E-07	7,91E-08
Benzo(g,h,i)pérylène	0,03	1,00E-02	2,00	0,000	0,000	1,09E-08	6,09E-09
Benzo(k)fluoranthène	-	1,00E-01	0,86	-	-	4,69E-08	2,62E-08
Chrysène	-	1,00E-02	1,40	-	-	7,64E-09	4,26E-09
Dibenzo(a,h)anthracène	-	1,00E+00	0,42	-	-	2,29E-07	1,28E-07
Fluoranthène	0,04	1,00E-03	1,60	0,000	0,000	8,73E-10	4,87E-10
Fluorène	0,04	1,00E-03	0,05	0,000	0,000	2,78E-11	1,55E-11
Indéno(1,2,3)pyrène	-	1,00E-01	1,80	-	-	9,82E-08	5,48E-08
Phénanthrène	0,04	1,00E-03	0,83	0,000	0,000	4,53E-10	2,53E-10
Pyrène	0,03	1,00E-03	1,20	0,000	0,000	6,55E-10	3,65E-10
PCDD/F, assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	2,86E-10	-	3,97E-05	0,884	0,099	-	-
Cyanures libres	0,015	-	2,60	0,001	0,000	-	-
Cyanures totaux	0,015	-	4,40	0,002	0,000	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable				0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible				5,0		1,00E-04	

Milieu vulnérable

Milieu incompatible

(1) Composé pour lequel une dégradation du milieu a été observée (par comparaison aux points témoins) et pour lequel les concentrations dans le milieu sont supérieures aux valeurs de référence indicatives ou qui ne dispose pas de telles valeurs.

(2) Pour le titane, en l'absence de VTR adaptée, aucun calcul de risque partiel n'est réalisable. L'absence de VTR ingestion indique que, par défaut, le milieu peut être considéré comme compatible (pas de risque sanitaire associé).

Les indicateurs de risques calculés sur la base des teneurs maximales mesurées dans les sols, tous horizons confondus, sont inférieurs aux valeurs de référence, hormis pour trois composés : le nickel, le plomb et les PCDD/F, qui présentent donc une vulnérabilité. Les QD et ERI calculés restent toutefois dans la borne basse des valeurs de la zone d'incertitudes. Aucun composé ne présente d'incompatibilité avec les usages ($QD > 5$ et/ou $ERI > 1.10^{-4}$).

Pour le cas particulier du nickel, du plomb et des PCDD/F, des calculs ont été réalisés point par point, afin d'évaluer les zones sujettes à vulnérabilité (pour celles qui présentent une dégradation). Le tableau suivant présente les résultats de ces calculs.

Tableau 13 : IEM Sols de surface – Détail des vulnérabilités

Point de prélèvement	Horizon (m)	Calculs de risques IEM - Ingestion de sol - Cas particuliers														
		Nickel						Plomb				PCDD/F				
		Concentrations dans les sols (mg/kg)	QD		ERI		Concentrations dans les sols (mg/kg)	QD		ERI		Concentrations dans les sols (ng TEQ/kg)	QD		ERI	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte		
SS-1	0-0,05	155,0	0,352	0,039	-	-	38,1	-	-	-	-	1,70	-	-	-	-
	0,05-0,3	78,4	0,178	0,020	-	-	55,2	-	-	-	-	2,50	-	-	-	-
SS-2	0-0,05	62,1	0,141	0,016	-	-	40,8	-	-	-	-	1,30	-	-	-	-
	0,05-0,3	41,7	-	-	-	-	41,1	-	-	-	-	1,60	-	-	-	-
SS-3	0-0,05	59,7	-	-	-	-	164,0	1,657	0,185	7,60E-07	4,24E-07	5,40	-	-	-	-
	0,05-0,3	48,9	-	-	-	-	218,0	2,202	0,246	1,01E-06	5,64E-07	6,30	-	-	-	-
SS-4	0-0,05	26,1	-	-	-	-	31,3	-	-	-	-	0,60	-	-	-	-
	0,05-0,3	27,7	-	-	-	-	39,5	-	-	-	-	0,80	-	-	-	-
SS-5	0-0,05	32,7	-	-	-	-	76,1	-	-	-	-	2,30	-	-	-	-
	0,05-0,3	30,9	-	-	-	-	89,1	0,900	0,100	4,13E-07	2,31E-07	1,30	-	-	-	-
SS-6	0-0,05	24,2	-	-	-	-	28,5	-	-	-	-	0,80	-	-	-	-
	0,05-0,3	24,6	-	-	-	-	27,6	-	-	-	-	0,90	-	-	-	-
SS-7	0-0,05	24,1	-	-	-	-	38,4	-	-	-	-	1,30	-	-	-	-
	0,05-0,3	25,7	-	-	-	-	58,8	-	-	-	-	2,70	-	-	-	-
SS-8	0-0,05	30,4	-	-	-	-	139,0	1,404	0,157	6,44E-07	3,60E-07	1,50	-	-	-	-
	0,05-0,3	24,0	-	-	-	-	97,2	0,982	0,110	4,51E-07	2,51E-07	0,80	-	-	-	-
SS-9	0-0,05	40,5	-	-	-	-	99,4	1,004	0,112	4,61E-07	2,57E-07	1,80	-	-	-	-
	0,05-0,3	35,4	-	-	-	-	60,1	-	-	-	-	1,70	-	-	-	-
Zone 3 (proche)	0-0,05	23,0	-	-	-	-	110,0	1,111	0,124	5,10E-07	2,85E-07	3,43	-	-	-	-
	0,05-0,3	25,0	-	-	-	-	110,0	1,111	0,124	5,10E-07	2,85E-07	3,66	-	-	-	-
Zone 4n (proche)	0-0,05	21,0	-	-	-	-	58,0	-	-	-	-	3,35	-	-	-	-
	0,05-0,3	21,0	-	-	-	-	72,0	-	-	-	-	3,37	-	-	-	-
Zone 4s (proche)	0-0,05	18,0	-	-	-	-	130,0	1,313	0,147	6,03E-07	3,36E-07	39,70	0,884	0,099	-	-
	0,05-0,3	21,0	-	-	-	-	100,0	1,010	0,113	4,64E-07	2,59E-07	5,73	-	-	-	-
Zone 5b (intermédiaire)	0-0,05	30,0	-	-	-	-	37,0	-	-	-	-	3,48	-	-	-	-
	0,05-0,3	22,0	-	-	-	-	25,0	-	-	-	-	3,56	-	-	-	-
Zone 6 (éloigné)	0-0,05	33,0	-	-	-	-	28,0	-	-	-	-	4,47	-	-	-	-
	0,05-0,3	36,0	-	-	-	-	26,0	-	-	-	-	3,63	-	-	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable			0,20		1,00E-06		0,20		1,00E-06				0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible			5,0		1,00E-04		5,0		1,00E-04				5,0		1,00E-04	

Absence de dégradation

Milieu vulnérable

Milieu incompatible

Les résultats des calculs mettent en évidence une vulnérabilité très localisée pour le nickel et les PCDD/F (pour l'enfant uniquement) :

- Pour le nickel, seul l'horizon superficiel du point SS-1, prélevé en septembre 2021 à proximité de la limite ouest du site mais *a priori* en dehors du panache de l'incendie, présente une vulnérabilité, non retrouvée dans l'horizon sous-jacent. Il faut toutefois rappeler que le nickel n'a pas été identifié comme traceur de l'incendie, aussi cette vulnérabilité ne peut être directement reliée à celui-ci ;
- Pour les PCDD/F, seul l'horizon superficiel de la zone 4s, prélevé en janvier 2022, présente une vulnérabilité, non retrouvée dans l'horizon sous-jacent. A l'inverse du nickel, les PCDD/F sont des traceurs potentiels de l'incendie, en revanche, il s'agit d'une valeur (39,7 ng TEQ/kg) très différente de la gamme de concentrations observées sur les autres points lors des deux campagnes de prélèvements (entre 0,60 et 6,30 ng TEQ/kg). Aussi, même si la contribution de l'incendie ne peut être totalement exclue, elle reste peu probable. Il faut noter que cette teneur reste inférieure aux seuils d'intervention allemands²⁷ (40 ng TEQ/kg pour la restriction des cultures et > 1 000 ng TEQ/kg pour un usage résidentiel et les zones de loisir) et suisses²⁸ (100 ng TEQ/kg, qui est la valeur d'assainissement pour les places de jeux, les jardins privés et familiaux).

Pour le plomb, l'ensemble des points dont les teneurs sont supérieures aux teneurs des points témoins et aux valeurs de comparaison présentent une vulnérabilité, avec des QD supérieurs à 0,2 pour l'enfant, et, pour la concentration maximale mesurée au droit du point SS-3 (218 mg/kg), un QD également supérieur à 0,2 pour l'adulte et un ERI supérieur à 10^{-6} pour l'enfant. Le plomb est un traceur potentiel, bien qu'incertain, de l'incendie, et la contribution de l'incendie à ces vulnérabilités ne peut être exclue. Néanmoins, les concentrations observées dans les deux horizons de chaque échantillon (0-5 cm et 5-30 cm) ne permet pas de mettre en évidence un impact de l'incendie. De plus, aucune valeur mesurée en plomb n'est supérieure à la valeur d'alerte proposée par le Haut Conseil de Santé Publique (HCSP), fixée à 300 mg/kg MS dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

Ainsi, sur la base de cette analyse et des données disponibles, l'état du milieu « sols de surface » dans l'environnement du site d'Aubert & Duval de Pamiers suite à l'incendie du 10 septembre 2021 peut être considéré comme compatible avec les usages actuels pour l'ensemble des composés étudiés. Toutefois, une vulnérabilité du milieu est identifiée pour le nickel, le plomb et les dioxines et furannes, qui peut difficilement être liée aux émissions de l'incendie, et qui ne nécessitent pas d'action de gestion immédiate.

7.3 IEM Végétaux

Le tableau suivant présente les teneurs maximales dans les végétaux de la zone d'impact potentiel et de l'environnement témoin, ainsi que les valeurs de référence utilisées pour évaluer la dégradation et la compatibilité du milieu.

²⁷ Réglementation fédérale de protection des sols et des sites contaminés du 12 juillet 1999 (BBodSchV) (pour les valeurs supérieures à 100 ng ITEQ/kg MS).

²⁸ Annexe 2 de l'Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol) du 1er juillet 1998
<https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19981783/index.html>

Tableau 14 : IEM Végétaux – Evaluation de l'état du milieu

Paramètre analysé	Unité (MF)	LQ	Valeurs de référence réglementaires			BAPPET, ADEME		EATi, ANSES, 2016			Teneurs maximales au niveau des points témoins			Teneurs maximales dans la zone d'impact potentiel		
			Poireau	Salade	Chou	Poireaux	Légumes-feuilles	Contamination moyenne des aliments courants			Poireau	Salade	Chou	Poireau	Salade	Chou
								Légumes	Pommes de terre	Fruits						
METAUX																
Antimoine (Sb)	mg/kg	0,01				-	-	0,000313 - 0,00075	0,000333 - 0,000833	0 - 0,0005	0,010	0,010	0,010	0,010	0,012	0,010
Arsenic (As)	mg/kg	0,002				0,001 à 0,03	0,001 à 0,428	0,00275 - 0,00325	0,001 - 0,002	0,000167 - 0,00117	0,053	0,037	0,022	0,032	0,127	0,013
Baryum (Ba)	mg/kg	0,05				-	-	0,42	0,09	0,42	0,96	4,00	0,68	2,30	0,77	1,20
Cadmium (Cd)	mg/kg	0,00	0,04	0,10	0,10	0,007 à 0,92	0,0018 à 7,64	0,016	0,025	0,00055 - 0,000733	0,004	0,012	0,004	0,006	0,020	0,013
Chrome (Cr)	mg/kg	0,02				0,075 à 0,14	0,007 à 8,62	0,044 - 0,0453	0,035	0,0272 - 0,028	0,26	0,16	0,42	0,17	1,49	0,10
Cuivre (Cu)	mg/kg	0,10				0,698 à 3,24	0,11 à 13,01	0,92	1,03	0,70	0,78	0,57	0,46	0,77	2,19	0,62
Mercure (Hg)	mg/kg	0,00				-	0,17	0,000188 à 0,000625	0 à 0,0005	0 à 0,0005	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
Molybdène (Mo)	mg/kg	0,02				-	-	0,0625 - 0,0631	0,04	0,0123 - 0,0157	0,39	0,10	1,38	0,60	0,32	1,57
Nickel (Ni)	mg/kg	0,10				0,13 à 0,39	0,024 à 1,78	0,0499 - 0,0624	0,0523 - 0,0607	0,0315 - 0,044	0,144	0,100	0,236	0,100	0,462	0,100
Plomb (Pb)	mg/kg	0,00	0,10	0,30	0,30	0,03 à 2,43	0,006 à 7,27	0,006	0,0025	0,000945 - 0,00108	0,21	0,14	0,05	0,19	0,35	0,06
Selenium (Se)	mg/kg	0,02				0,001	0,001	0,00363 - 0,008	0,0123 - 0,014	0,000833 - 0,00583	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,050
Titane (Ti)	mg/kg	1,00				-	-	-	-	-	8,00	41,20	1,50	5,90	16,10	3,10
Zinc (Zn)	mg/kg	1,00				1,73 à 10,73	0,12 à 54	2,84	2,59	0,702	2,66	2,70	3,61	3,42	4,88	2,55
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES HAP																
Naphtalène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Acénaphthylène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Acénaphthène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Fluorène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Phénanthrène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Anthracène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Fluoranthène	mg/kg	0,02									0,020	0,042	0,020	0,020	0,007	0,020
Pyrène	mg/kg	0,02									0,020	0,035	0,020	0,020	0,006	0,020
Benzo(a)anthracène	mg/kg	0,02									0,020	0,019	0,020	0,020	0,020	0,020
Chrysène	mg/kg	0,02									0,020	0,019	0,020	0,020	0,020	0,020
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg	0,02									0,020	0,014	0,020	0,020	0,020	0,020
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg	0,02									0,020	0,012	0,020	0,020	0,020	0,020
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0,02									0,020	0,017	0,020	0,020	0,020	0,020
Dibenzo-(a,h)-Anthracène	mg/kg	0,02									0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Benzo(g,h,i)perylène	mg/kg	0,02									0,020	0,006	0,020	0,020	0,020	0,020
Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene	mg/kg	0,02									0,020	0,010	0,020	0,020	0,020	0,020
HAP (EPA)	mg/kg										-	0,170	-	-	0,013	-
DIOXINES ET DIBENZOFURANNES																
TEQ-OMS 2005 (limite supérieure, dioxines)	ng/kg		0,30								0,090	0,090	0,090	0,090	0,180	0,090
AUTRES ANALYSES CHIMIQUES																
Fluorures	mg/kg	0,50									0,60	0,60	0,50	0,50	0,70	0,50

Laboratoire	MF	Matière fraîche
	0,05	Concentration inférieure à la limite de quantification du labo
	0,05	Concentration supérieure à celle des témoins
Evaluation de la dégradation et de la compatibilité		Concentration supérieure à la valeur réglementaire

Ce tableau montre que :

- Les teneurs maximales mesurées dans les végétaux dans la zone d'impact potentiel sont inférieures à celles des points témoins pour l'ensemble des HAP (ces derniers n'étant pour la plupart détectés que sur les points témoins), indiquant l'absence de dégradation du milieu pour ces composés ;
- Les concentrations maximales mesurées en cadmium et en PCDD/F sont inférieures aux valeurs réglementaires (ou assimilées), indiquant une compatibilité du milieu. En revanche, un dépassement est observé pour le plomb, pour les salades prélevées en zone 6, indiquant une incompatibilité potentielle du milieu avec les usages pour cette zone. Toutefois, ces dépassements restant peu significatifs (0,35 mg/kg pour une valeur réglementaire à 0,30 mg/kg), des calculs de risques partiels ont été effectués pour le plomb. Il faut également noter un autre dépassement de la valeur réglementaire pour les poireaux en zone 3, mais avec une teneur (0,19 mg/kg pour une valeur réglementaire de 0,10 mg/kg) inférieure à celle mesurée sur la zone 1 témoin (0,21 mg/kg) ;
- Les autres composés présentent des teneurs maximales supérieures aux valeurs des témoins et également aux valeurs de référence indicatives (EATi de l'ANSES), ou ne disposent pas de valeur de référence, ils doivent donc faire l'objet de calculs de risques partiels, en l'absence de valeur de gestion réglementaire.

Le tableau suivant présente les résultats des calculs de risques partiels. Dans le cadre d'une approche majorante, les concentrations maximales mesurées dans les végétaux, quel que soit le type prélevé (poireaux, salades ou choux), ont été considérées pour toutes les catégories de végétaux prises en compte dans les calculs.

Tableau 15 : IEM Végétaux – Evaluation de la compatibilité du milieu via des calculs de risques partiels

Composé retenu ⁽¹⁾	Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)		Calculs de risques IEM - Ingestion de végétaux								
			Concentrations dans les végétaux - Maximum mesurés					Population générale			
	VTR à seuil - CHRONIQUE	VTR sans seuil - CHRONIQUE	Fruits	Légumes fruits	Légumes racines	Légumes feuilles	Tubercules	QD		ERI	
								ENFANT	ADULTE	ENFANT	ADULTE
Unité	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	mg/kg brut					-	-	-	-
Antimoine (Sb)	0,006	-	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	0,005	0,002	-	-
Arsenic (As)	0,00045	1,50E+00	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,713	0,269	4,13E-05	7,77E-05
Baryum (Ba)	0,20000	-	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	0,029	0,011	-	-
Chrome (Cr)	0,005	-	1,490	1,490	1,490	1,490	1,490	0,753	0,284	-	-
Cuivre (Cu)	0,15	-	2,190	2,190	2,190	2,190	2,190	0,037	0,014	-	-
Mercure (Hg)	0,00057	-	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,013	0,005	-	-
Molybdène (Mo)	0,005	-	1,570	1,570	1,570	1,570	1,570	0,794	0,299	-	-
Nickel (Ni)	0,0028	-	0,462	0,462	0,462	0,462	0,462	0,417	0,157	-	-
Plomb (Pb)	0,00063	8,50E-03	0,349	0,349	0,349	0,349	0,349	1,400	0,527	6,43E-07	1,21E-06
Selenium (Se)	0,005	-	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,025	0,010	-	-
Titane (Ti) ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	0,30	-	4,880	4,880	4,880	4,880	4,880	0,041	0,015	-	-
Fluorures	0,05	-	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,035	0,013	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable								0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible								5,0		1,00E-04	

Milieu vulnérable
Milieu incompatible

(1) Composé pour lequel une dégradation du milieu a été observé (par comparaison aux points témoins) et pour lequel les concentrations dans le milieu sont supérieures aux valeurs de référence réglementaires ou indicatives (incompatibilité du milieu) ou qui ne dispose pas de telles valeurs.

(2) Pour le titane, en l'absence de VTR adaptée, aucun calcul de risque partiel n'est réalisable. L'absence de VTR ingestion indique que, par défaut, le milieu peut être considéré comme compatible (pas de risque sanitaire associé).

Les indicateurs de risques calculés sur la base des teneurs maximales mesurées dans les végétaux, tous types confondus, sont inférieurs aux valeurs de référence, hormis pour cinq composés : l'arsenic, le chrome, le molybdène, le nickel et le plomb, qui présentent donc une vulnérabilité. Les QD et ERI calculés restent toutefois inférieures aux bornes hautes des valeurs de la zone d'incertitudes et aucun composé ne présente donc d'incompatibilité avec les usages (QD > 5 et/ou ERI > 1.10^{-4}).

Pour ces cinq composés, des calculs ont été réalisés point par point (pour les zones présentant une dégradation ou une incompatibilité potentielle), afin d'évaluer les zones sujettes à vulnérabilité. Le tableau suivant présente les résultats de ces calculs.

Tableau 16 : IEM Végétaux – Détail des vulnérabilités

Point de prélèvement	Type de végétal	Calculs de risques IEM - Ingestion de végétaux - Cas particuliers														
		Arsenic				Chrome				Molybdène						
		Concentrations dans les végétaux (mg/kg MF)	QD		ERI		Concentrations dans les végétaux (mg/kg MF)	QD		ERI		Concentrations dans les végétaux (mg/kg MF)	QD		ERI	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte		
Zone 3 (proche)	Poireau	0,032	-	-	-	-	0,166	-	-	-	-	0,600	0,303	0,114	-	-
	Salade	0,008	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-	0,318	0,161	0,061	-	-
	Chou	0,006	-	-	-	-	0,074	-	-	-	-	1,570	0,794	0,299	-	-
Zone 4S (proche)	Poireau	0,012	-	-	-	-	0,104	-	-	-	-	0,436	0,220	0,083	-	-
	Poireau	0,016	-	-	-	-	0,102	-	-	-	-	0,174	-	-	-	-
Zone 4N (proche)	Poireau	0,012	-	-	-	-	0,060	-	-	-	-	0,191	-	-	-	-
	Chou	0,012	-	-	-	-	0,060	-	-	-	-	0,191	-	-	-	-
Zone 5b (intermédiaire)	Poireau	0,008	-	-	-	-	0,052	-	-	-	-	0,231	-	-	-	-
	Salade	0,101	0,567	0,214	3,28E-05	6,18E-05	1,49	0,753	0,284	-	-	0,189	0,096	0,036	-	-
Zone 6 (éloigné)	Poireau	0,020	-	-	-	-	0,168	-	-	-	-	0,264	-	-	-	-
	Salade	0,127	0,713	0,269	4,13E-05	7,77E-05	1,18	0,597	0,225	-	-	0,086	-	-	-	-
	Chou	0,013	-	-	-	-	0,099	-	-	-	-	0,538	-	-	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable			0,20		1,00E-06			0,20		1,00E-06			0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible			5,0		1,00E-04			5,0		1,00E-04			5,0		1,00E-04	

Point de prélèvement	Type de végétal	Calculs de risques IEM - Ingestion de végétaux - Cas particuliers									
		Nickel				Plomb					
		Concentrations dans les végétaux (mg/kg MF)	QD		ERI		Concentrations dans les végétaux (mg/kg MF)	QD		ERI	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte		Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Zone 3 (proche)	Poireau	<0,10	-	-	-	-	0,186	-	-	-	-
	Salade	<0,10	-	-	-	-	0,037	-	-	-	-
	Chou	<0,10	-	-	-	-	0,030	-	-	-	-
Zone 4S (proche)	Poireau	<0,10	-	-	-	-	0,061	-	-	-	-
Zone 4N (proche)	Poireau	<0,10	-	-	-	-	0,055	-	-	-	-
	Chou	<0,10	-	-	-	-	0,056	0,225	0,085	1,03E-07	1,94E-07
Zone 5b (intermédiaire)	Poireau	<0,10	-	-	-	-	0,022	-	-	-	-
	Salade	0,462	0,417	0,157	-	-	0,291	1,168	0,440	5,36E-07	1,01E-06
Zone 6 (éloigné)	Poireau	<0,10	-	-	-	-	0,052	-	-	-	-
	Salade	0,437	0,394	0,149	-	-	0,349	1,400	0,527	6,43E-07	1,21E-06
	Chou	<0,10	-	-	-	-	0,030	-	-	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable			0,20		1,00E-06			0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible			5,0		1,00E-04			5,0		1,00E-04	

Absence de dégradation
Milieu vulnérable
Milieu incompatible

Les résultats des calculs mettent en évidence une vulnérabilité :

- Au niveau de la zone 3, à proximité immédiate du site, et de la zone 4s, plus à l'ouest, pour le molybdène, en considérant la consommation de fruits et légumes présentant tous les teneurs mesurées dans les choux ou les poireaux de cette zone en janvier 2022. Il faut rappeler que le molybdène n'est pas un traceur de l'incendie et qu'il a été mesuré dans les sols de cette zone à des teneurs similaires ou inférieures à celles des points témoins, aussi cette vulnérabilité potentielle ne peut être associée à l'incendie ;
- Au niveau de la zone 5b, à environ 1 800 m à l'est du site pour l'arsenic, le chrome et le nickel, et au niveau de la zone 6 à environ 3 800 m au sud-est du site pour ces 3 ETM et le plomb, en considérant la consommation de fruits et légumes présentant tous les teneurs mesurées dans les salades de ces zones en janvier 2022. Il faut toutefois rappeler que l'arsenic et le nickel n'ont pas été identifiés comme traceurs de l'incendie. Le chrome et le plomb sont des traceurs potentiels, néanmoins, aucune valeur supérieure aux valeurs témoins n'a été mesurée sur des zones plus proches du site d'Aubert & Duval, aussi cette vulnérabilité est difficilement imputable à l'incendie. Par ailleurs, les teneurs mesurées sur ces salades restent comprises dans la gamme de teneurs de la BAPPET pour ces 4 ETM.

Il faut par ailleurs noter que les potagers de ces quatre zones (3, 4s, 5b et 6) font l'objet d'apports externes réguliers (fumier, cendres, compost et/ou engrais) et, hormis pour le 4s, de traitements phytosanitaires (bouillie bordelaise, produit anti-limaces), pouvant également impacter la qualité des sols et des végétaux.

Ainsi, sur la base de cette analyse et des données disponibles, l'état du milieu « végétaux » dans l'environnement du site d'Aubert & Duval de Pamiers suite à l'incendie du 10 septembre 2021 peut être considéré comme compatible avec les usages actuels pour l'ensemble des composés étudiés. Toutefois, une vulnérabilité du milieu est identifiée pour l'arsenic, le chrome, le molybdène, le nickel et le plomb, sans qu'il soit possible de la relier aux émissions de l'incendie.

7.4 IEM Eaux de surface

Le tableau suivant présente les teneurs maximales dans les eaux de surfaces de la zone d'impact potentiel (points 3 à 5) et de l'environnement témoin (point 1 - Ariège amont), ainsi que les valeurs de référence utilisées pour évaluer la dégradation et la compatibilité du milieu.

Tableau 17 : IEM Eaux de surface

Paramètre	Unité	Point 1 (amont)	Point 3	Point 4	Point 5	Eaux potables ⁽¹⁾	NQE ⁽³⁾	Valeur guide OMS
pH	-	7,9	7,6	8,2	8,5	6,5<x<9 ⁽²⁾		-
Conductivité	µS/cm	158	111	104	109	180<x<1000 ⁽²⁾		-
Nitrates	mg/L	0,93	1,2	0,90	0,90	50		50
Chlorures	mg/L	14,8	2,8	1,7	2,3	250 ⁽²⁾		-
Fluorures	mg/L	0,098	0,163	0,179	0,781	1,5	max 1,7	1,5
Cuivre	mg/L	0,0014	0,0099	0,0011	0,0051	2		2
Zinc	mg/L	0,0028	0,056	0,0077	0,040	-	0,0078	3
Nickel	mg/L	<0,0005	0,0009	<0,0005	0,00106	0,02	0,034	0,07
Phénol	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1 ⁽⁴⁾		-

En gras : valeur supérieure à celle du point témoin

En bleu foncé : valeur supérieure à un critère

(1) Arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine – limites

(2) Arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine – références

(3) Arrêté ministériel du 28/06/2016

(4) Arrêté du 11/01/2007 relatif aux seuils de potabilisation

Il peut être noté que la conductivité la plus élevée est observée pour le point amont, considéré comme point témoin. Pour les éléments chimiques recherchés, ce tableau montre que :

- Les teneurs maximales mesurées dans les eaux de la zone d'impact potentiel sont inférieures à celles du point témoin pour les chlorures, indiquant l'absence de dégradation du milieu pour ce composé ;
- Les concentrations maximales mesurées en nitrates, fluorures, cuivre et nickel sont inférieures aux valeurs réglementaires, indiquant une compatibilité du milieu. De même, le phénol, qui n'est détecté sur aucun des échantillons, présente une limite de quantification inférieure à la valeur réglementaire applicable. Le milieu est donc également non dégradé et compatible pour ce composé ;
- Pour le zinc, les valeurs observées sur les Points 3 et 5 sont supérieures à celle du point témoin et à la valeur réglementaire NQE. Pour les autres points, les concentrations observées sont inférieures à la NQE. Pour ce composé, l'OMS indique que des besoins en zinc, estimés entre 15 et 20 mg/jour, sont nécessaires, et que de ce fait, il n'était pas nécessaire de définir une valeur guide pour ce composé. Cela étant, l'OMS indique malgré tout qu'une teneur en zinc supérieure à 3 mg/L ne serait pas acceptable. La valeur maximale relevée étant inférieure à cette valeur repère de l'OMS, le milieu Eaux de surface est considéré comme compatible pour cet élément.

Au final, sur la base de cette analyse et des données disponibles, l'état du milieu « eaux de surface » peut être considéré comme non dégradé et/ou compatible avec les éléments recherchés.

7.5 Conclusions de l'IEM

Un schéma conceptuel a été établi, permettant d'identifier les milieux pertinents à étudier, à savoir les milieux pouvant avoir été impactés par les rejets atmosphériques et aqueux liés à l'incendie du 10 septembre 2021 et faisant l'objet d'usages par la population environnante. Il s'agit de :

- L'air ambiant ;
- Les sols de surface ;
- Les végétaux ;
- Les eaux de surface.

L'IEM a été réalisée sur la base des résultats des différentes campagnes de prélèvements menées sur ces milieux entre septembre 2021 et janvier 2022, dans l'environnement du site (majoritairement sous le panache), mais également au niveau des points permettant de caractériser l'environnement local témoin.

L'IEM a conduit aux résultats suivants, sur la base des données disponibles :

- **Aucune incompatibilité de milieu n'a été détectée. En effet, l'ensemble des milieux étudiés est jugé compatible avec leurs usages actuels selon la méthodologie de l'IEM ;**
- **Des vulnérabilités ont néanmoins été identifiées pour :**
 - L'acide nitrique dans l'air ambiant, le jour même de l'incendie, vulnérabilité qui n'a pas perduré dans le temps (composé non détecté les jours suivants) ;
 - Le nickel, le plomb et les dioxines et furannes dans les sols de surface, mais qui peuvent difficilement être liées aux émissions de l'incendie, et qui ne nécessitent pas d'action de gestion immédiate ;
 - L'arsenic, le chrome, le molybdène, le nickel et le plomb dans les végétaux, sans qu'il soit possible de les relier aux émissions de l'incendie.

8. ANALYSE DES INCERTITUDES

8.1 Analyse globale des incertitudes

Il faut noter que chaque étape d'une IEM est associée à des incertitudes liées aux données d'entrée et aux hypothèses prises en compte. Les principales incertitudes identifiées dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

- **Les incertitudes relatives aux mesures réalisées** : elles sont liées à la représentativité des prélèvements, ainsi qu'aux conditions de prélèvement et d'analyses :
 - Les conditions de prélèvements peuvent être influencées par l'opérateur, la méthode, les conditions météorologiques, par exemple, et les incertitudes qui en découlent sont difficilement quantifiables. Toutefois, aucun incident n'a été relevé lors des campagnes de terrain. Les prélèvements de sols de surface ont été réalisés à deux profondeurs différentes et sous forme d'échantillons composites, permettant ainsi de s'affranchir au mieux de l'effet « pépite » pouvant survenir sur des prélèvements ponctuels ;
 - Les incertitudes analytiques peuvent être liées aux conditions de transport et de stockage des échantillons et aux analyses elles-mêmes. Elles sont également difficilement quantifiables, néanmoins, elles sont estimées par les laboratoires et semblent globalement comprises entre 10 et 40% pour les sols et 30 à 50% pour les végétaux ;
 - La représentativité de la zone d'étude est sujette à des incertitudes liées au nombre limité d'échantillons prélevés dans chaque milieu. Les végétaux notamment, n'ont été prélevés lors d'une seule campagne réalisée sur 7 jardins potagers (dont 2 témoins) 4 mois après l'incendie. Afin de pallier ces incertitudes, l'IEM végétaux a été réalisée sur la base des teneurs maximales ;
 - Les mesures d'air ambiant ont été réalisées dans l'urgence le jour-même de l'incendie, afin de disposer de données les plus rapprochées possibles de l'évènement. Aussi, les moyens de prélèvement et d'analyses mis en œuvre (mesure de type « exposition professionnelle »), ont permis de répondre à l'enjeu du danger immédiat. Cela étant, dans certains cas, les limites de quantification pour certains composés sont supérieures aux valeurs de référence applicables et/ou aux bornes de vulnérabilité applicables dans le cadre de l'IEM, comme pour certains COV (benzène par exemple), ou encore pour l'acide nitrique, voire l'acide fluorhydrique en considérant une VTR pénalisante. Une incertitude de l'IEM est donc associée à ce constat, même si l'impact attendu reste mineur.
- **Les incertitudes liées aux calculs de risques partiels**, notamment :
 - Le choix des scénarios d'exposition : les scénarios d'exposition considérés pour l'ingestion (de sol et de végétaux) permettent de couvrir les cas majorants d'exposition (scénarios résidentiels et exposition permanente). Les paramètres d'exposition retenus correspondent aux bonnes pratiques et aux connaissances actuelles. Les données de consommation se basent sur les valeurs proposées par l'INERIS dans son logiciel MODUL'ERS pour la population générale, issues de l'étude INCA 2 et de la base CIBLEX. L'étude INCA 3 est parue en 2017²⁹ et les données brutes ont été mises à disposition récemment³⁰. Toutefois, elles n'ont pu être utilisées dans le cadre de cette étude, la répartition des denrées étant moins adaptée aux prélèvements réalisés (par exemple : données pour les fruits frais et secs mélangées). Des tests de sensibilité sur les paramètres spécifiques liés à l'ingestion de sol et de végétaux sont présentés au paragraphe 8.2 ;

²⁹ <https://www.anses.fr/fr/content/inca-3-evolution-des-habitudes-et-modes-de-consommation-de-nouveaux-enjeux-en-matiere-de>

³⁰ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-de-consommations-et-habitudes-alimentaires-de-letude-inca-3/>

- Le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) : ces VTR sont fournies par des organismes reconnus internationalement et choisies conformément à la méthodologie en vigueur, et correspondent aux meilleures données disponibles en l'état actuel des connaissances. Elles intègrent des facteurs de sécurité permettant notamment de les appliquer à l'ensemble de la population. Pour l'ingestion, les VTR définies pour une exposition chronique ont été considérées, ce qui est majorant. A noter que le titane ne dispose pas de VTR³¹, aussi, aucun calcul de risque partiel n'est possible pour ce composé.
- **Les incertitudes liées à la méthodologie utilisée** : la méthodologie d'IEM déroulée dans la présente étude est spécifique au cas de l'incendie du 10 septembre 2021 sur le site d'Aubert & Duval de Pamiers. Elle se base sur une approche globalement majorante et prend en compte l'ensemble des substances analysées indépendamment de leur présence possible dans les émissions de l'incendie. Pour l'ensemble des milieux, les teneurs maximales ont été considérées dans la première étape de l'IEM, puis une approche point par point ou zone par zone de prélèvement a été suivie lorsque nécessaire.

Ainsi, l'analyse des incertitudes met en évidence que l'étude a été réalisée sur la base des données les plus adaptées selon les connaissances disponibles et d'hypothèses globalement majorantes.

8.2 Tests de sensibilité

Deux tests de sensibilité ont été effectués sur les paramètres d'exposition spécifiques des scénarios « ingestion » :

- Un test sur la quantité de sol ingérée : des quantités de 91 mg/j pour l'enfant et de 50 mg/j pour l'adulte ont été considérées, correspondant aux valeurs conseillées en première approche dans une IEM par l'INERIS. Toutefois, lors des activités de jardinage, cette valeur peut être plus élevée pour l'adulte. Un test a été réalisé avec une valeur de 200 mg/j (VITO 2007, 95^{ème} centile et recommandation US-EPA) ;
- Un test sur les taux d'autoconsommation de végétaux : les calculs de risques partiels ont été réalisés en considérant des taux définis pour la population générale. Ces taux pourraient être plus élevés dans le cas de populations agricoles, consommant majoritairement les denrées issues de leur propre production. Cela pourrait notamment être le cas pour plusieurs potagers dont la culture a été identifiée comme intensive et qui présentent des vulnérabilités.

Les tableaux suivants présentent les résultats de ces deux tests de sensibilité.

³¹ Pour information, le dioxyde de titane (TiO₂) sous forme nanoparticulaire dispose d'une VTR pour l'inhalation chronique, mais pas pour l'ingestion. De plus, Aubert & Duval indique ne pas utiliser le titane sous cette forme.

Tableau 18 : IEM Sols de surface - Résultats du test de sensibilité sur la quantité de sol ingérée par l'adulte

Composé retenu ⁽¹⁾	Calculs de risques IEM - Ingestion de sol - Test de sensibilité			
	Etude de base - Quantité de sol ingérée = 50 mg/j		Etude de base - Quantité de sol ingérée = 200 mg/j	
	QD ADULTE	ERI ADULTE	QD ADULTE	ERI ADULTE
Unité	-	-	-	-
Antimoine (Sb)	0,001	-	0,003	-
Baryum (Ba)	0,001	-	0,005	-
Cadmium (Cd)	0,003	-	0,011	-
Chrome (Cr)	0,014	-	0,057	-
Cuivre (Cu)	0,001	-	0,004	-
Mercure (Hg)	0,002	-	0,007	-
Molybdène (Mo)	0,001	-	0,005	-
Nickel (Ni)	0,039	-	0,157	-
Plomb (Pb)	0,246	5,64E-07	0,983	2,26E-06
Selenium (Se)	0,000	-	0,001	-
Titane (Ti) ⁽²⁾	-	-	-	-
Zinc (Zn)	0,001	-	0,005	-
Acénaphylène	-	5,17E-11	-	2,07E-10
Anthracène	0,000	1,07E-09	0,000	4,26E-09
Benzo(a)anthracène	-	3,65E-08	-	1,46E-07
Benzo(a)pyrène	0,004	4,87E-07	0,015	1,95E-06
Benzo(b)fluoranthène	-	7,91E-08	-	3,17E-07
Benzo(g,h,i)pérylène	0,000	6,09E-09	0,000	2,44E-08
Benzo(k)fluoranthène	-	2,62E-08	-	1,05E-07
Chrysène	-	4,26E-09	-	1,70E-08
Dibenzo(a,h)anthracène	-	1,28E-07	-	5,11E-07
Fluoranthène	0,000	4,87E-10	0,000	1,95E-09
Fluorène	0,000	1,55E-11	0,000	6,21E-11
Indéno(1,2,3)pyrène	-	5,48E-08	-	2,19E-07
Phénanthrène	0,000	2,53E-10	0,000	1,01E-09
Pyrène	0,000	3,65E-10	0,000	1,46E-09
PCDD/F, assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	0,099	-	0,395	-
Cyanures libres	0,000	-	0,000	-
Cyanures totaux	0,000	-	0,001	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable	0,20	1,00E-06	0,20	1,00E-06
Valeurs de référence pour un milieu incompatible	5,00	1,00E-04	5,00	1,00E-04

Milieu vulnérable**Milieu incompatible**

(1) Composé pour lequel une dégradation du milieu a été observé (par comparaison aux points témoins) et pour lequel les concentrations dans le milieu sont supérieures aux valeurs de référence indicatives ou qui ne dispose pas de telles valeurs.

(2) Pour le titane, en l'absence de VTR adaptée, aucun calcul de risque partiel n'est réalisable. L'absence de VTR ingestion indique que, par défaut, le milieu peut être considéré comme compatible (pas de risque sanitaire associé).

Tableau 19 : IEM Végétaux - Résultats du test de sensibilité sur les taux d'auto-consommation

Composé retenu ⁽¹⁾	Calculs de risques IEM - Ingestion de végétaux							
	Population générale				Population agricole			
	QD		ERI		QD		ERI	
	ENFANT	ADULTE	ENFANT	ADULTE	ENFANT	ADULTE	ENFANT	ADULTE
Unité	-	-	-	-	-	-	-	-
Antimoine (Sb)	0,005	0,002	-	-	0,014	0,005	-	-
Arsenic (As)	0,713	0,269	4,13E-05	7,77E-05	1,992	0,747	1,15E-04	2,16E-04
Baryum (Ba)	0,029	0,011	-	-	0,081	0,030	-	-
Chrome (Cr)	0,753	0,284	-	-	2,103	0,789	-	-
Cuivre (Cu)	0,037	0,014	-	-	0,103	0,039	-	-
Mercure (Hg)	0,013	0,005	-	-	0,037	0,014	-	-
Molybdène (Mo)	0,794	0,299	-	-	2,216	0,831	-	-
Nickel (Ni)	0,417	0,157	-	-	1,165	0,437	-	-
Plomb (Pb)	1,400	0,527	6,43E-07	1,21E-06	3,910	1,467	1,79E-06	3,37E-06
Selenium (Se)	0,025	0,010	-	-	0,071	0,026	-	-
Titane (Ti) ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc (Zn)	0,041	0,015	-	-	0,115	0,043	-	-
Fluorures	0,035	0,013	-	-	0,099	0,037	-	-
Valeurs de référence pour un milieu vulnérable	0,20		1,00E-06		0,20		1,00E-06	
Valeurs de référence pour un milieu incompatible	5,0		1,00E-04		5,0		1,00E-04	

Milieu vulnérable

Milieu incompatible

(1) Composé pour lequel une dégradation du milieu a été observée (par comparaison aux points témoins) et pour lequel les concentrations dans le milieu sont supérieures aux valeurs de référence réglementaires ou indicatives (incompatibilité du milieu) ou qui ne dispose pas de telles valeurs.

(2) Pour le titane, en l'absence de VTR adaptée, aucun calcul de risque partiel n'est réalisable. L'absence de VTR ingestion indique que, par défaut, le milieu peut être considéré comme compatible (pas de risque sanitaire associé).

Ces résultats montrent que :

- Pour les sols, une vulnérabilité déjà identifiée pour le plomb est confirmée, et une vulnérabilité apparaît pour le benzo(a)pyrène et pour les PCDD/F, mais le milieu reste compatible avec les usages (QD < 5 et ERI < 10⁻⁴) malgré les hypothèses majorantes prises en compte (fréquence d'exposition continue, impliquant une activité quotidienne de jardinage toute l'année) ;
- Pour les végétaux, la prise en compte des taux d'autoconsommation correspondant à une population agricole conduirait à une augmentation des niveaux de risques totaux calculés mais sans mettre en évidence de nouveaux composés présentant une vulnérabilité. En revanche, une incompatibilité est identifiée pour l'arsenic, liée à des ERI légèrement supérieurs à 10⁻⁴ pour l'enfant et l'adulte. Elle concerne les deux zones 5b et 6. Toutefois, considérant le caractère très majorant de ce calcul, basé notamment sur les teneurs maximales mesurées tous végétaux confondus et une consommation quotidienne des fruits et légumes autoproduits, ainsi que le caractère ponctuel du prélèvement, ce résultat semble surestimé. De plus, les teneurs maximales mesurées en arsenic (0,10 et 0,13 mg/kg de poids frais dans les salades des zones 5b et 6) restent comprises dans les gammes de valeurs données par la BAPPET pour les légumes-feuilles (0,001 à 0,43 mg/kg de poids frais). Il faut également rappeler que les teneurs en arsenic mesurées dans les sols de ces jardins sont inférieures à la valeur ASPITET pour les sols ordinaires (teneurs de 10 et 12 mg/kg pour une valeur ASPITET de 25 mg/kg), qui est aussi la valeur définie pour l'arsenic bioaccessible par la Haute Autorité de Santé (HAS) pour la mise en œuvre de mesures d'évaluation et de gestion. Enfin, l'arsenic n'étant pas traceur de l'incendie, l'origine de cette vulnérabilité et incompatibilité potentielle semble plutôt historique ou lié à des apports externes.

Aussi, les tests de sensibilité réalisés ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude, hormis potentiellement pour l'arsenic au niveau de deux jardins potagers (zones 5b et 6), qui présenteraient une éventuelle incompatibilité, restant toutefois à confirmer et non liée à l'incendie du 10 septembre 2021.

9. CONCLUSION GENERALE

Suite à l'incendie du 10 septembre 2021 sur le site Aubert & Duval de Pamiers (09), le Préfet de l'Ariège a prescrit un arrêté de mesures d'urgence le 10 septembre 2021 à l'encontre de la société Aubert & Duval. Cet arrêté de mesures d'urgence impose dans les articles 6.1 et 6.2 la réalisation d'un plan de prélèvements des différents milieux potentiellement impactés par l'incendie, et, dans l'article 6.3, la nécessité d'interpréter les résultats de ces mesures par la démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM). L'objet de ce rapport est de présenter les résultats de cette IEM post-incendie.

Sur la base du schéma conceptuel défini, et des résultats des analyses, les milieux pris en considération dans cette IEM sont l'air ambiant, les sols de surface, les végétaux et les eaux de surface. **En conclusion, il ressort tout d'abord que, pour les prélèvements et analyses réalisés, aucune incompatibilité des usages n'est identifiée. Des vulnérabilités ont néanmoins été identifiées pour :**

- L'acide nitrique dans l'air ambiant, le jour même de l'incendie, vulnérabilité qui n'a pas perduré dans le temps (composé non détecté les jours suivants) ;
- Le nickel, le plomb et les dioxines et furannes dans les sols de surface, mais qui peuvent difficilement être liées aux émissions de l'incendie, et qui ne nécessitent pas d'action de gestion immédiate ;
- L'arsenic, le chrome, le molybdène, le nickel et le plomb dans les végétaux, sans qu'il soit possible de les relier aux émissions de l'incendie.

L'analyse des incertitudes ne remet pas en cause les résultats de l'IEM, réalisée en prenant en considération des hypothèses globalement majorantes. Il est toutefois à remarquer la possibilité d'identifier une incompatibilité du milieu Végétaux dans le cas de l'arsenic pour deux jardins, lorsque sont prises en compte des hypothèses très majorantes de consommation intensive de végétaux auto-produits. L'arsenic n'ayant pas été identifié comme traceur de l'incendie, cette éventuelle incompatibilité n'est pas liée à l'incendie du 10 septembre 2021. Cela étant, les niveaux en arsenic dans les sols des jardins concernés étant dans la gamme de valeurs « ordinaires » de l'ASPITET et inférieures à la valeur définie par la Haute Autorité de Santé pour l'application de mesures d'évaluation et de gestion, il n'est pas attendu de mise en œuvre d'action complémentaire.

LIMITATIONS ET RESPONSABILITES

Ramboll France SAS ("Ramboll") a rédigé ce document à l'usage exclusif du client selon l'accord entre Ramboll et le client qui établit, entre autres, l'objectif, le cadre et les termes et conditions de la mission. Aucune autre garantie, exprimée ou implicite, n'est donnée quant aux jugements professionnels inclus dans ce document, ou concernant tout sujet qui n'entrerait pas dans le cadre de la mission convenue avec le client ou qui ne répondrait pas aux objectifs visés par le document et le cahier des charges associé, ou concernant tout autre service fourni par Ramboll.

Afin de mener à bien sa mission et rédiger ce document, Ramboll s'est appuyé sur les données publiques disponibles et sur les informations fournies par le client et par des tiers. En conséquence, les conclusions présentées dans ce document ne sont valides que dans la mesure où les informations fournies à Ramboll étaient correctes, complètes et disponibles à la date d'émission du document.

La mission de Ramboll ne peut être considérée comme un conseil juridique, et ne représente pas une revue exhaustive des conditions ou de la conformité réglementaire des sites considérés. Le présent document et ceux qui l'accompagnent ont pour seul destinataire le client. Ils ne peuvent être utilisés ni divulgués à toute autre personne, en partie ou dans leur intégralité, sans l'autorisation écrite expresse préalable de Ramboll. Ramboll ne reconnaît aucune responsabilité envers un tiers, à moins d'un accord formel préalable, à la seule discrétion de Ramboll.

Sauf spécification contraire, l'étendue des services, les évaluations et conclusions présentées dans ce document supposent que le site continuera à être employé pour la même activité, sans changements majeurs sur site ou autour du site.

ANNEXE 1

ARRETE PREFECTORAL DE MESURES D'URGENCE DU 10 SEPTEMBRE 2021



**PRÉFET
DE L'ARIÈGE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

PRÉFECTURE
Direction de la coordination interministérielle
et de l'appui territorial
Bureau de l'appui territorial
Cellule environnement

Arrêté préfectoral de mesures d'urgence concernant la société la société AUBERT&DUVAL à PAMIERS

La préfète de l'Ariège
Chevalier de la Légion d'honneur
Officier de l'ordre national du Mérite

Vu le code de l'environnement et notamment son livre V Titre 1^{er} (ICPE), en particulier ses articles L. 511-1, L. 512-20, R. 512-69 ;

Vu les arrêtés préfectoraux des 28 juillet 2003, 8 septembre 2006 et 22 juillet 2010 antérieurement délivrés aux sociétés Airforge et AUBERT & DUVAL pour les installations exploitées sur le territoire de la commune de Pamiers ;

Vu l'arrêté préfectoral complémentaire du 20 juillet 2015 actualisant les prescriptions applicables aux installations exploitées par la société AUBERT & DUVAL à Pamiers, 75 boulevard de la Libération ;

Vu l'avis ministériel du 8 février 2017 relatif au réexamen quinquennal des études de dangers des installations classées pour la protection de l'environnement de statut Seveso seuil haut ;

Vu l'accident survenu au niveau de l'atelier ACS le 10 septembre 2021 ;

Considérant que les conséquences de l'incendie susvisé doivent être évaluées et ne permettent pas de poursuivre l'activité de traitement de surface sans définition et mise en œuvre de mesures préventives ou correctives destinées à prévenir le renouvellement d'un accident similaire ;

Considérant qu'il convient en conséquence, et en application des dispositions prévues à l'article L.512-20 du code de l'environnement, de prescrire la réalisation des évaluations et la mise en œuvre des remèdes que rendent nécessaires les conséquences de l'incendie susvisé ;

Considérant que les dispositions proposées ont pour objectif de préserver les intérêts visés à l'article L.511-1 du code de l'environnement ;

Considérant que l'urgence des mesures à mettre en œuvre ne permet pas de recueillir préalablement l'avis du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques ;

Sur proposition du secrétaire général de la préfecture de l'Ariège ;

A R R Ê T E

Art. 1^{er} – Respect des prescriptions

Sans préjudice des prescriptions édictées par des actes antérieurs ou par des arrêtés ministériels qui leur sont applicables, les installations exploitées par la société AUBERT & DUVAL sur la commune de PAMIERS sont soumises aux prescriptions complémentaires suivantes.

Ces dispositions sont prescrites en complément des prescriptions techniques imposées par l'arrêté préfectoral complémentaire du 20 juillet 2015.

Art. 2. – Mesures conservatoires immédiates

Hormis les actions nécessaires à la mise en sécurité et au nettoyage, le fonctionnement de l'atelier ACS est suspendu dès la notification du présent arrêté. Les conditions de redémarrage en tout ou partie des activités sont fixées dans les articles suivants.

L'exploitant procède à la mise en place de dispositifs de contrôle d'accès à la zone sinistrée. Les justificatifs liés aux mesures prises pour répondre à cette disposition sont transmis à l'inspection des installations classées.

2.1 - L'exploitant procède aux mesures immédiates suivantes :

- mise en sécurité des installations du site : surveillance, mesures spécifiques, interdiction d'accès... signalisée de manière adaptée et information des dangers présents (risques d'effondrements, de chute de matériels...). En particulier, les accès à l'établissement sont fermés en permanence ou surveillés et seules les personnes autorisées par l'exploitant, et selon une procédure qu'il a définie, sont admises dans l'enceinte du site. Au besoin, une surveillance humaine du site est effectuée en permanence.
- réalisation de prélèvements conservatoires dans l'environnement sur site des différentes matrices suivantes :
 - air : des prélèvements des phases gazeuse et particulaire de l'air ambiant sont réalisés ;
 - eaux d'extinction : prélèvements dans le bassin de rétention avant élimination et dans l'Ariège ;
 - mise en place d'un suivi de la qualité de l'air ambiant autour du site sur les paramètres :
 - acides : HCN, HCl, HNO₃, H₂SO₄ et HF gazeux et particulaires ;
 - autres composés par « screening COV ».

2.2 - Les justifications liées aux mesures prises pour répondre aux dispositions du présent article, ainsi qu'à leur pertinence et à leur caractère pérenne, sont transmises à l'inspection des installations classées.

Art. 3. – Gestion des déchets

L'exploitant procède à la gestion de tous les déchets issus du sinistre, y compris les eaux d'extinction, conformément à la réglementation en vigueur (stockage et élimination). Les bordereaux de suivi des déchets sont transmis à l'inspection des installations classées.

Art. 4. – Rapport d'accident

L'exploitant est tenu de fournir, sous un mois à compter de la notification du présent arrêté, en application de l'article R.512-69 du code de l'environnement, un rapport écrit décrivant *a minima* en les justifiant :

- la chronologie des événements : descriptif de l'accident, actions menées par l'exploitant, etc., à partir notamment des enregistrements de la vidéosurveillance et de la télésurveillance,
- l'analyse des causes profondes de l'accident : causes techniques et organisationnelles pouvant être à l'origine de l'évènement ou d'un évènement similaire,
- les mesures mises en œuvre pour gérer l'accident,
- les conséquences de l'accident pour les personnes et pour l'environnement,
- les conséquences économiques,

- les mesures à mettre en œuvre pour la remise en service de l'installation en cause et le délai de réalisation de ces mesures,
- l'évaluation de la nécessité de mettre en place de nouvelles mesures techniques et/ou organisationnelles pour éviter un accident similaire ou en réduire la probabilité des effets associés,
- un échéancier de mise en œuvre de ces mesures.

En fonction de l'avancement des différentes investigations, le rapport d'accident pourra être complété au fil de l'eau postérieurement au délai d'un mois.

Art. 5. – Redémarrage des activités

La reprise des activités de l'atelier ACS est subordonnée à la transmission d'une notice de réexamen afin de ré-évaluer les risques de son installation. La conclusion de cette notice indique la nécessité ou non de compléter l'étude de dangers de l'établissement. Cette notice est conforme aux attendus de l'avis ministériel précité.

Art. 6 - Étude sur l'impact environnemental et sanitaire du sinistre

6.1 - Élaboration d'un plan de prélèvements

L'exploitant élabore et transmet à l'inspection des installations classées un plan de prélèvements comprenant :

- Un état des lieux concernant le terme source du sinistre : nature et quantité de produits et matières dangereuses concernés /impactés par l'accident ;
- Une évaluation de la nature et des quantités de produits/produits de décomposition/de dégradation susceptibles d'avoir été émis à l'atmosphère / dans le milieu aqueux / dans les sols, compte tenu de la quantité et de la composition des produits impliqués dans le sinistre.
- La détermination de la ou des zones maximales d'impact au regard des cibles/enjeux en présence ;
- Un inventaire des cibles/enjeux potentiels exposés aux conséquences du sinistre (habitations, établissements recevant du public en particulier sensible, zones de cultures maraîchères, jardins potagers, zones de pâturage, bétails, sources et captage d'eau potable, activités de pêche et de cueillette...) ainsi que les voies de transfert et d'exposition spécifiques à la situation (schéma conceptuel) ;
- Une proposition de plan de prélèvements (plan de surveillance environnementale) sur des matrices pertinentes justifiées ; les matrices choisies tiennent compte de la ou des zones maximales d'impact et des cibles répertoriées en d) ci-dessus. Ce plan prévoit également des prélèvements dans des zones estimées non impactées par le sinistre qui seront utilisées comme zones témoins (des témoins sont nécessaires pour toutes les matrices échantillonnées) ;
- La justification de paramètres à analyser au regard des substances concernées par les émissions atmosphériques et/ou aqueuses du sinistre.

6.2 - Mise en œuvre du plan de prélèvements

L'exploitant met en œuvre le plan de prélèvements défini en application de l'article 6.1, modifié pour tenir compte des éventuelles remarques formulées par l'inspection des installations classées.

6.3 - Résultats et interprétation de la surveillance environnementale

Les résultats d'analyses des différents prélèvements sont interprétés selon la démarche d'interprétation de l'état des milieux (IEM) (méthodologie sites et sols pollués) en vue d'identifier une éventuelle contamination de l'environnement par les produits et matières dangereuses diffusées. Ainsi, l'état naturel de l'environnement (zones témoins) et les valeurs de gestion réglementaires en vigueur pour les eaux de boisson, les denrées alimentaires et l'air extérieur sont les références pour l'appréciation des risques et la gestion. En l'absence de valeurs de gestion réglementaires, une évaluation quantitative des risques sanitaires est réalisée.

Les références suivantes sont utilisées, en l'absence de données réglementaires plus récentes :

Milieux	Références
Sol	<ul style="list-style-type: none"> état initial de l'environnement, si l'information est disponible ou environnement témoin (témoins du plan d'échantillonnage), fond géochimique naturel local
Eau	<ul style="list-style-type: none"> critères de potabilité des eaux (si usage pour eau potable) critères de qualité des eaux brutes destinées à la production d'eau potable NQE (Normes de qualité environnementale – Directive Cadre sur l'eau)
Denrées alimentaires	<ul style="list-style-type: none"> Destinées à l'homme : Règlement européen CE/1881/2006 modifié par celui du 2 décembre 2011 (1259/2011), complété par les recommandations du 23 août 2011 (pour les fruits et légumes) Destinées à l'alimentation animale : règlement européen du 28 mars 2012
Air	<ul style="list-style-type: none"> Valeurs réglementaires dans l'air ambiant extérieur

Les résultats et leur interprétation tels que décrits ci-dessus sont transmis à l'inspection des installations classées.

En cas d'impact révélé par les mesures réalisées, l'exploitant élabore un plan de gestion et le transmet à l'inspection des installations classées.

Art. 7. – Frais

Tous les frais occasionnés par les études, analyses et les travaux menés en application du présent arrêté sont à la charge de l'exploitant.

Art. 8. – Sanctions

Faute pour l'exploitant de se conformer aux dispositions du présent arrêté, il peut être fait application à son encontre, indépendamment des sanctions pénales encourues, des sanctions administratives prévues à l'article L.171-8 du code de l'environnement.

Art. 9. – Délais et voies de recours

Conformément à l'article L. 171-11 du code de l'environnement, la présente décision est soumise à un contentieux de pleine juridiction. Elle peut être déférée à la juridiction administrative compétente, le tribunal administratif de Toulouse, dans les délais prévus à l'article R. 421-1 du code de justice administrative, à savoir dans un délai de deux mois à compter de la notification ou de la publication du présent arrêté.

La saisine du tribunal administratif peut être effectuée par courrier ou par voie électronique par le biais de l'application Télérecours accessible sur le site <https://www.telerecours.fr/>.

Art. 10. – Publicité

Conformément à l'article R. 171-1 du code de l'environnement, en vue de l'information des tiers, le présent arrêté sera publié sur le site internet des services de l'État en Ariège pendant une durée minimale de quatre mois.

Art. 11. – Exécution

Le secrétaire général de la préfecture de l'Ariège, le maire de la commune de Pamiers et le directeur de la direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Occitanie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié à la société AUBERT & DUVAL et publié au recueil départemental des actes administratifs.

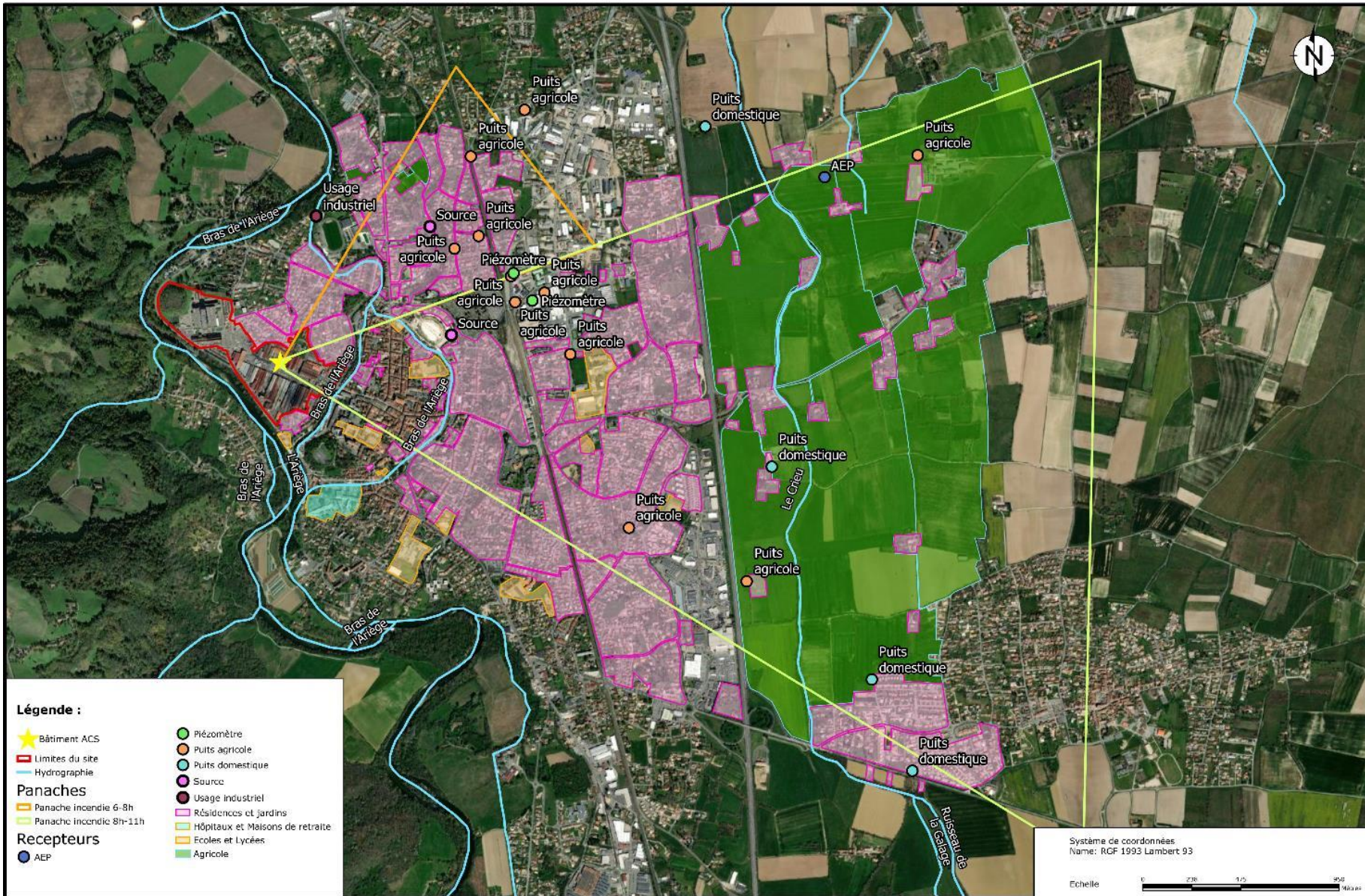
Fait à Foix, le 10 SEP. 2021



SyMe FEUCHER

ANNEXE 2

INVENTAIRE DES RECEPTEURS POTENTIELS



ANNEXE 3 METHODOLOGIE DES CALCULS DE RISQUES PARTIELS ET PARAMETRES D'EXPOSITION

METHODOLOGIE GENERALE

Conformément aux recommandations du guide de l'INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques) « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées* », deuxième édition de septembre 2021, la caractérisation des expositions consiste à :

- Déterminer les voies d'exposition ;
- Estimer les concentrations des substances dans les milieux d'exposition ;
- Caractériser les scénarios d'exposition (budget espace-temps, consommations alimentaires, etc...) ;
- Estimer l'intensité de l'exposition. Il s'agit d'une estimation quantitative si les connaissances disponibles le permettent.

La figure ci-après illustre la démarche d'estimation des niveaux d'exposition :

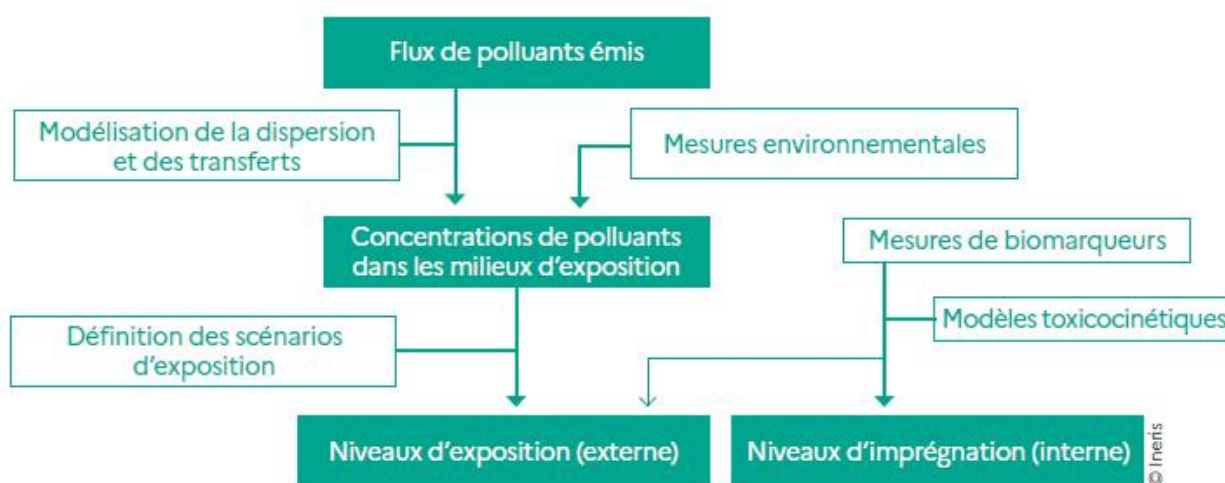


Figure 1 : Schéma de principe de la démarche de quantification de l'exposition (INERIS, 2021)

Les voies et les scénarios d'exposition étudiés sont décrits dans le rapport. Ils concernent, pour l'IEM post-incendie :

- L'inhalation de substances émises à l'atmosphère lors de l'incendie par les populations habitant ou fréquentant les alentours du site ;
- L'ingestion (accidentelle) de sol ayant été potentiellement exposé aux retombées de l'incendie par les populations habitant ou fréquentant les alentours du site ;
- L'ingestion de végétaux ayant été potentiellement exposés aux retombées de l'incendie (ou *via* l'irrigation) par les populations habitant aux alentours du site et cultivant leur potager ;
- L'ingestion d'eau de surface, assimilée dans le cadre d'une approche majorante à de l'eau de boisson, pour couvrir l'éventuelle consommation de produits de la pêche exposés aux rejets aqueux de l'incendie (eaux d'extinction) et de végétaux irrigués avec de l'eau de surface (usage hypothétique), par les populations habitant aux alentours du site.

Les principales équations et paramètres utilisés sont synthétisés dans cette annexe. Pour plus de détail, on peut se reporter aux documents suivants de l'INERIS :

- « *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* » mis à jour en août 2010 ;
- « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées* », deuxième édition publiée en septembre 2021 ;
- « *Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS* » publié en février 2015 et mis à jour en juin 2017 ;
- « *L'interprétation de l'état des milieux - Description - Grille de calcul* », fichiers Excel publiés par le Ministère en charge de l'Environnement en 2007 (et 2017 pour la voie « Eau »).

CALCUL DES NIVEAUX D'EXPOSITION

Pour la voie respiratoire, l'exposition est généralement exprimée en concentration moyenne inhalée, calculée à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum_i C_i \times t_i}{T}$$

Avec :

- CI : concentration inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- C_i : concentration du polluant dans l'air inhalé pendant une fraction de temps i (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- t_i : durée d'exposition à la concentration C_i sur la période d'exposition (an) ;
- T : durée de la période d'exposition (an).

Pour l'ingestion, l'exposition est généralement exprimée par la dose journalière d'exposition (DJE) calculée en fonction des quantités de matrices (sol, produits alimentaires...) ingérées et potentiellement impactées par le site, des concentrations de polluants dans les matrices et du poids de l'individu considéré. La DJE est calculée, pour une période d'exposition donnée, selon l'équation suivante :

$$DJE = \frac{\sum_i Q_i \times C_i \times f_i}{P}$$

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition liée à l'ingestion de la substance (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{jour}$) ;
- C_i : concentration de la substance ingérée dans la matrice i , exprimée en mg/kg ;
- Q_i : quantité de matrice i ingérée par jour, exprimée en kg/j ou l/j (moyenne annuelle) ;
- f_i : fraction de la quantité de matrice i consommée et exposée à la contamination étudiée (assimilable à la part de consommation de produits locaux) ;
- P : masse corporelle de la personne (kg).

Les niveaux d'exposition sont calculés sur la base des concentrations mesurées dans les différents milieux.

Les paramètres d'exposition retenus dans le cadre de cette étude sont synthétisés dans le tableau suivant.

Tableau 1 : Paramètres d'exposition retenus pour l'IEM

Scénario	Paramètres nécessaires aux calculs de risques	Unité	Valeurs				Référence
			Population générale		Population agricole (test de sensibilité)		
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte	
Paramètres fixes	Poids corporel	kg	14,3	70,4	14,3	70,4	INERIS, paramètres MODUL'ERS (<i>moyenne pondérée pour l'enfant</i>)
	Durée d'exposition	an	6	30	6	30	Valeur conventionnelle
	Durée de vie	an	70	70	70	70	Valeur conventionnelle
Scénario résidentiel	Fréquence d'exposition	j/an	365	365	365	365	Hypothèse majorante de fréquentation quotidienne du lieu
	Quantité journalière de sol ingérée	mg/j	91	50	-	-	Staneck et al, 2001, 95 ^{ème} centile Valeurs conseillées en première approche dans une IEM (méthodologie SSP 2017, guide INERIS MODUL'ERS 2017)
	Quantité journalière ingérée - fruits	kg frais/j	0,065	0,160	0,065	0,160	INERIS, paramètres MODUL'ERS (moyennes pondérées pour l'enfant)
	Quantité journalière ingérée - légumes fruits	kg frais/j	0,048	0,110	0,048	0,110	
	Quantité journalière ingérée - légumes racines	kg frais/j	0,015	0,012	0,015	0,012	
	Quantité journalière ingérée - légumes feuilles	kg frais/j	0,012	0,024	0,012	0,024	La différence entre population générale et population agricole est le taux d'autoconsommation
	Quantité journalière ingérée - tubercules	kg frais/j	0,043	0,058	0,043	0,058	
	Taux d'autoconsommation - fruits	%	10%	10%	30%	30%	INERIS, paramètres MODUL'ERS
	Taux d'autoconsommation - légumes fruits	%	25%	25%	65%	65%	
	Taux d'autoconsommation - légumes racines	%	25%	25%	65%	65%	
	Taux d'autoconsommation - légumes feuilles	%	25%	25%	65%	65%	
	Taux d'autoconsommation - tubercules	%	25%	25%	75%	75%	
Quantité journalière d'eau de boisson consommée	L/j		0,26	0,55			INERIS, paramètres MODUL'ERS pour l'eau du robinet (<i>moyenne pondérée pour l'enfant</i>)

CALCUL DES INDICATEURS DE RISQUES

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

- Le Quotient de Danger (QD) pour les effets à seuil, exprimant la possibilité de survenue d'effets toxiques associés à la substance du fait de l'exposition considérée. L'apparition d'un effet toxique ne peut être exclue lorsque la valeur du QD excède 1 (valeur repère) ;
- L'Excès de Risque Individuel (ERI) pour les effets sans seuil, qui correspond à la probabilité supplémentaire que l'organisme humain a de développer l'effet associé à la substance du fait de l'exposition considérée. La valeur repère considérée est 10^{-5} correspondant à la probabilité d'apparition d'un cas supplémentaire de cancer sur une population de 100 000 personnes exposées.

Dans le cas d'une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM), les indicateurs de risques (QD et ERI) sont calculés pour chaque substance, chaque voie d'exposition (inhalation et ingestion) et chaque sous-population identifiée (adulte et enfant) séparément.

Les niveaux de risques pour la voie inhalation sont calculés comme suit :

$$QD = \frac{CI}{VTR} \text{ et } ERI = \sum_i \frac{CI_i \times T_i}{T_m} \times ERU$$

Avec :

- CI : concentration inhalée, calculée à l'étape précédente (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- VTR : Valeur Toxicologique de Référence pour les effets à seuil (CAA), pour la voie inhalation et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ;
- ERU : Excès de Risque Unitaire (VTR pour les effets sans seuil), pour la voie d'exposition correspondant au scénario considéré ($(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$) ;
- T_i : durée de la période d'exposition i (en années) sur laquelle l'exposition (CI_i) est calculée ;
- T_m : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années).

A noter que pour une exposition court-terme par inhalation, seuls les effets à seuils sont évalués (les effets sans seuil étant par définition chroniques) et aucune distinction n'est faite entre les adultes et les enfants.

Dans le cas présent, le calcul a été fait pour 1 heure d'exposition pour l'acide nitrique, réduisant la formule à diviser la concentration mesurée par la VTR aigue définie sur 1 heure.

Les niveaux de risques pour la voie ingestion sont calculés comme suit :

$$QD = \frac{DJE}{VTR} \text{ et } ERI = \sum_i \frac{DJE_i \times T_i}{T_m} \times ERU$$

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition, calculée à l'étape précédente (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$) ;
- VTR : Valeur Toxicologique de Référence effets à seuil (DJA : Dose Journalière Admissible) pour la voie ingestion et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$) ;
- ERU : Excès de Risque Unitaire (VTR pour les effets sans seuil), pour la voie d'exposition correspondant au scénario considéré ($(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$) ;
- T_i : durée de la période d'exposition i (en années) sur laquelle l'exposition (DJE_i) est calculée ;
- T_m : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années).

Pour les effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques en général), les expositions sont moyennées sur la vie entière (T = 70 ans, par convention). Pour le scénario chronique, une durée d'exposition de 30 ans est retenue pour l'adulte. Elle correspond approximativement au percentile 90 de la durée de résidence en France. Une durée d'exposition de 6 ans est retenue pour l'enfant.

Pour les effets à seuil, cette durée T est égale à la période d'exposition (T = t_i).

Dans le cadre d'une IEM, les indicateurs risques calculés sont ensuite comparés aux valeurs repères suivantes.

Tableau 2 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM (INERIS, 2021)

Comparaison aux valeurs de gestion	OU	Quantification des risques « grille IEM » (en l'absence de valeurs de gestion)	Interprétation
Concentrations mesurées < valeurs de gestion		QD : < 0,2 ERI : < 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages
Incertitude sur la comparaison*		QD : entre 0,2 et 5 ERI : entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Milieu vulnérable ⁵⁰ Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
Concentrations mesurées > valeurs de gestion		QD : > 5 ERI : > 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
* Comparaison incertaine du fait d'incertitudes analytiques, d'un manque de représentativité des mesures, d'une évolution possible dans le futur... (voir §3.5.3 « Vulnérabilité des milieux ou incertitudes conduisant à une réflexion approfondie avant prise de décision ») et la Question 16 : « Quels sont les critères et les points de vigilance à respecter dans la comparaison des résultats de mesures ? »).			

ANNEXE 4

METHODOLOGIE ET RESULTATS DE LA SELECTION DES VTR

Une Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est un repère toxicologique qui permet de quantifier un risque pour la santé humaine. Elle exprime la relation dose-réponse, c'est-à-dire la relation quantitative entre un niveau d'exposition à un agent dangereux (« dose ») et l'incidence observée d'un effet indésirable donné (« réponse »). Cette appellation VTR regroupe toutes les relations quantitatives entre une dose et l'apparition d'un effet lié à une exposition aiguë ou à une exposition chronique continue ou répétée dans le temps (effets à seuil) ; ou entre une dose et une probabilité d'effet (effets sans seuil).

Chaque VTR est définie pour une substance individuelle, un type d'effet (à seuil ou sans seuil), une voie d'exposition (inhalation, ingestion) et une durée d'exposition (aiguë, subchronique ou chronique).

Les VTR sont nommées :

- Pour les effets à seuil : Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA) exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation, et Doses Journalières Admissibles (DJA) exprimées en $\text{mg}/\text{kg}_{\text{p.c.}}/\text{j}$ ¹ pour l'ingestion ;
- Pour les effets sans seuil : Excès de Risque Unitaire pour l'inhalation (ERU_i) et pour la voie orale (ERU_o), exprimés respectivement en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ et en $(\text{mg}/\text{kg}_{\text{p.c.}}/\text{j})^{-1}$.

Les VTR ont été recherchées, selon les recommandations de la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR) n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014², dans les bases de données toxicologiques d'organismes de référence français (ANSES³, INERIS⁴) et internationaux (IRIS/US-EPA⁵, ATSDR⁶, OMS/IPCS⁷, Santé Canada, RIVM⁸, OEHHA⁹ et EFSA¹⁰).

Dans le cas présent, les VTR définies pour des expositions court-terme par inhalation et chronique par ingestion sont recherchées.

Dans le cas où plusieurs VTR sont disponibles pour une même voie et une même durée d'exposition, le choix a été basé sur le logigramme présenté page suivante.

¹ mg/kg de poids corporel/jour

² Note 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.

³ Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

⁴ Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

⁵ Integrated Risk Information System / United-States Environmental Protection Agency

⁶ Agency for Toxic Substances and Disease Registry

⁷ Organisation Mondiale de la Santé / International Programme on Chemical Safety

⁸ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (*National Institute of Public Health and the Environment - Netherlands*)

⁹ Office of Environmental Health Hazard Assessment

¹⁰ European Food Safety Authority (*Autorité européenne de sécurité des aliments*)

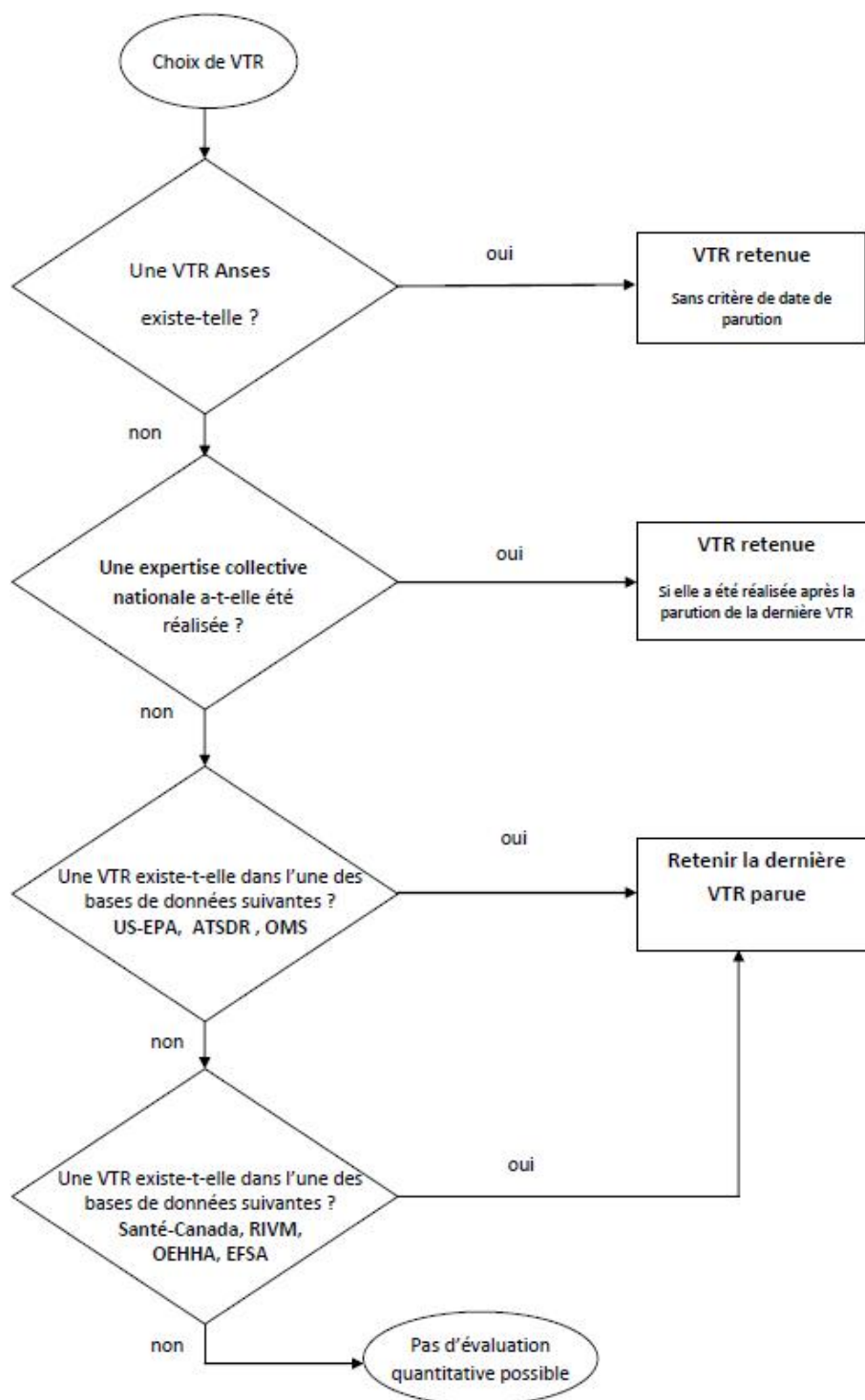


Figure 1 : Logigramme de choix des VTR lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition

Selon ce logigramme, trois cas de figure se présentent pour la sélection des VTR :

- Aucune VTR validée n'est présentée dans les bases de données des organismes nationaux et internationaux reconnus par la note présentée précédemment pour la substance et la voie d'exposition considérée (ingestion ou inhalation) : en première approche, aucune quantification des niveaux de risques (pour la substance et la voie d'exposition considérée) n'est réalisée. Par défaut, aucune dérivation voie à voie n'est effectuée ;
- Une seule VTR est présentée dans l'une des bases de données présentées ci-avant pour la substance et la voie d'exposition considérée (ingestion ou inhalation) : cette valeur est donc retenue pour la quantification des niveaux de risques ;
- Plusieurs VTR sont disponibles pour une même substance et une même voie d'exposition. Les VTR seront alors sélectionnés selon les critères de hiérarchisation suivants :
 - Sélection, en premier lieu, des VTR construites par l'ANSES ;
 - A défaut, sélection des VTR préconisées suite à des expertises nationales (ANSES, INERIS), sous réserve que ces expertises aient été réalisées postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente. Il convient de noter que Ramboll considère que l'organisme national qui émet une recommandation sur une VTR donnée, a pris en compte dans son expertise, l'ensemble des VTR disponibles au moment (*i.e.* à la date de sa recommandation). En d'autres termes, Ramboll ne vérifie pas systématiquement la prise en considération exhaustive des VTR disponibles à date dans la cadre des expertises nationales. Les documents et sites consultés sont les suivants :
 - Le site internet de l'ANSES : <https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-reference-vtr> ;
 - La base de données de l'ANSES regroupant les VTR construites par d'autres organismes que l'ANSES utilise dans ses expertises : fichier « BDD_VTR_VF_04avril22.xlsx » du 05/04/2022 ;
 - Le portail des substances chimiques (<https://substances.ineris.fr/fr/>) et les fiches de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS ;
 - Le document INERIS-204119-2730827-v1.0 « *Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de l'INERIS – Mise à jour fin 2021* » daté du 20 janvier 2022 ;
 - Dans une certaine mesure, les documents INERIS : DRC-18-173500-10929A « *Guide de gestion des résultats des diagnostics réalisés dans les lieux accueillant des enfants et adolescents – Choix des valeurs permettant la construction des repères R1, R2 et R3* » daté du 30 novembre 2018, n°20-200358-2173530-v1.0 « *Mise à jour des valeurs repères R1, R2 et R3 dans le cadre de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués – Actualisation 2020* » daté du 2 juin 2020 et n° 20-200358-2177864-v1.0 « *Mise à jour des valeurs toxicologiques de référence pour la voie ingestion dans le cadre de la démarche de diagnostics réalisés dans les lieux accueillant des enfants & adolescents (démarche « établissements sensibles ») – Actualisation 2020* » daté du 2 juin 2020 (lorsqu'aucune autre expertise nationale n'est disponible ou qu'il y a consensus) ;
 - A défaut, sélection de la VTR la plus récente parmi celles référencées par l'US-EPA, l'ATSDR et l'OMS ;
 - A défaut, sélection de la VTR la plus récente parmi celles référencées par Santé Canada, le RIVM, l'OEHHA et l'EFSA.

Les tableaux suivants synthétisent les VTR retenues pour les substances étudiées.

Date de la recherche : Mai 2022

Légende

En gras : valeur retenue

En gris : composé ne disposant d'aucune VTR dans les bases de données consultées

VTR court-terme à retenir pour une exposition par inhalation - EFFETS A SEUIL

Date de recherche : 09/05/2022

Famille	Substance	N° CAS	VTR CAA court- terme $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Durée d'exposition	Source	Date	Effet critique ou organe cible	Etude de référence	Note / Justification
Produits de combustion	Acide bromhydrique (HBr)	10035-10-6	-	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Acide chlorhydrique (HCl)	7647-01-0	2 100,0	1 heure	OEHHA	1999	Effets respiratoires et irritation oculaire	Stevens et al. (1992), étude sur des sujets asthmatiques	
	Acide cyanhydrique (HCN)	74-90-8	340,0	1 heure	OEHHA	1999	Pertes de coordination et de conscience due à l'hypoxie cellulaire (système nerveux central)	Purser (1984), Purser et al. (1984), étude sur des singes	Choix INERIS 2019 (doc ETS 20-200358-2173530-v1.0 : R1/R2/R3)
	Acide fluorhydrique (HF)	7664-39-3	16,4	1 à 14 jours	ATSDR	2003	Effets respiratoires	Lund K, Ekstrand J, Poe J, et al. (1997) et Lund K, Refsnes M, Sandstrøm T, et al. (1999), études sur l'Homme	Choix INERIS 2011 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Acide phosphorique (H ₃ PO ₄)	7664-38-2	-	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Acide nitrique (HNO ₃)	7697-37-2	86,0	1 heure	OEHHA	1999	Effets respiratoires (légère augmentation de la résistance des voies respiratoires, surtout chez les asthmatiques)	Koenig et al. (1989a), étude sur des adolescents asthmatiques	Valeur pour aqua fortis, hydrogen nitrate
	Acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	7664-93-9	120,0	1 heure	OEHHA	1999	Effets respiratoires	Utell et al., 1984, étude sur 17 humains asthmatiques	
	Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	7783-06-4	97,6	1 à 14 jours	ATSDR	2016	Effets respiratoires (irritation, bronchostriction)	Jäppinen P, Vikka V, Marttila O, et al. (1990), étude sur des sujets asthmatiques	VTR la plus récente parmi les bases prioritaires Choix INERIS 2019 (doc ETS 20-200358-2173530-v1.0 : R1/R2/R3)

En gris Composés pour lesquels aucune VTR n'a été trouvée dans les bases consultées

En gras VTR retenue pour l'étude

Famille	Substance	N° CAS	VTR DJA Chronique mg/kg/j	Source	Date	Effet critique ou organe cible	Etude de référence	Note / Justification
Éléments inorganiques - Métaux	Antimoine	7440-36-0	0,006	OMS	2003	Effet critique : diminution du poids corporel et de l'appétit	Poon et al. (1998), étude de 90 jours sur des rats	Choix ANSES 2016 (Etude de l'Alimentation Totale Infantile, 2016)
	Arsenic	7440-38-2	0,00045	FoBiG	2009	Système cutané	FoBiG (Institut de recherche et de conseil pour les substances dangereuses, Allemagne), étude de transversale de plus de 10 000 personnes	Choix INERIS, 2010 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Cadmium	7440-43-9	0,00035	ANSES	2017/ 2019	Risque d'ostéoporose ou de fractures osseuses	Engström et coll. (2011 et 2012) et modélisation PBPK	ANSES, rapport de novembre 2017 "Propositions de valeurs toxicologiques de référence par ingestion, de valeurs sanitaires repères dans les milieux biologiques (sang, urines, ...)" --> VTR construite par ANSES et remplace le choix de l'ANSES de 2016 (VTR EFSA : 0,00035 mg/kg/j) Choix INERIS 2020 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Chrome (III)	7440-47-3	0,005	RIVM	2001	Absence d'effet	Baars et al. (2001) ; ATSDR (1998), étude sur des rats (et Vermeire et al. (1991))	Choix INERIS 2017 pour les sels solubles du chrome (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0) - <i>Choix le plus pénalisant parmi les valeurs sélectionnées par l'INERIS dans son expertise de 2017 (entre sels solubles et insolubles)</i>
	Cuivre	7440-50-8	0,15	EFSA	2008/ 2018		Etude subchronique sur des rats	Choix INERIS 2019 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021 et doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Mercuré	7439-97-6	0,00057	OMS (JECFA) EFSA	2011 2012	Systèmes rénal, hépatique, immunologique, nerveux, reproductif et développement Effet critique : néphrotoxicité	NTP (1993), étude sur des rats	Choix ANSES 2016 (Etude de l'Alimentation Totale Infantile, 2016) - Valeur OMS : 4 µg/kg/semaine pour le mercure inorganique A noter que l'INERIS a construit une DJA pour le mercure inorganique (0,0006 mg/kg/j) mais le document source est introuvable
	Nickel	7440-02-0	0,0028	EFSA	2015	Système reproducteur et développemental (pertes de fœtus)	Revue de plusieurs études	Choix INERIS 2017 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0) Choix ANSES 2016 (Etude de l'Alimentation Totale Infantile, 2016)
	Plomb	7439-92-1	0,00063	EFSA ANSES	2010 2013	Système rénal (augmentation de 10% de la prévalence de la maladie rénale chronique)	VTR dérivée à partir d'études épidémiologiques et du modèle Integrated Exposure Uptake Biokinetic (IEUBK) développé par l'US-EPA (1994) pour l'enfant, et de la formule de Carlisle et al. (1992) pour l'adulte, une plombémie critique de 15 µg/l Cette valeur peut être considérée comme protectrice vis-à-vis des effets sur le système nerveux central chez l'enfant	ANSES, 2013 Choix INERIS 2013 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Zinc	7440-66-6	0,30	IRIS ATSDR	2005	Effets hématologiques	Yadrick et al. (1989) ; Fischer et al. (1984) ; Davis et al. (2000) ; Milne et al. (2001), études sur l'Homme	Choix INERIS 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0) Valeur chronique et subchronique
	Baryum (Ba)	7440-39-3	0,20	IRIS	2005	Néphropathie	NTP (1994), étude de 2 ans chez le rat exposé à de l'eau de boisson	Choix ANSES (Etude de l'Alimentation Totale Infantile, 2016) Choix INERIS 2015 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Molybdène (Mo)	7439-98-7	0,005	IRIS	1993	Augmentation des taux urinaires d'acide urique	Koval'skiy et al. (1961), étude chronique (de 6 ans à vie entière) chez l'Homme exposé par alimentation	
	Sélénium	7782-49-2	0,005	IRIS	1991	Sélenose clinique	Yang et al., 1989b, étude épidémiologique chez l'Homme	Choix INERIS 2011 (fiche toxicologique et environnementale DRC-08-83451-01269B Version N°2.2 septembre 2011 et doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
Titane (Ti)	7440-32-6	-	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
Éléments inorganiques (hors métaux)	Fluorures	16984-48-8	0,05	ATSDR	2003	Effets sur le squelette (augmentation du taux de fracture)	Li Y, Liang CK, Slemenda CW, et al. 2001, étude sur l'effet de l'exposition à long terme au fluorures dans l'eau potable sur les risques de fractures osseuses chez l'Homme	Valeur pour les fluorures inorganiques (Fluorides, Hydrogen Fluoride, and Fluorine) Choix INERIS 2022 (doc Ineris - 206779 - 2735094 - v1.0 de mars 2022)
	Cyanures	57-12-5	0,015	ANSES	2010	Anomalies observées au niveau du sperme	NTP, 1993, étude sur des rats via une exposition par l'eau de boisson	Ansés - Saisine n° 2009-SA-0320 (2010), choix basé sur l'étude "Contaminants in soil : collation of toxicological data and intake values for humans. Inorganic Cyanide", Department for Environment, Food and Rural Affairs and the Environment Agency (2002) Choix INERIS 2011 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et Fiche toxicologique et environnementale DRC-11-117259-10314A version 2 (2011)

Famille	Substance	N° CAS	VTR DJA Chronique mg/kg/j	Source	Date	Effet critique ou organe cible	Etude de référence	Note / Justification
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	91-20-3	0,02	IRIS	1998	Diminution du poids moyen	BCL (1980), étude subchronique sur des rats	Choix INERIS 2014 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Acénaphène	83-32-9	0,06	IRIS	1990	Hépatotoxicité		Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Acénaphthylène	208-96-8	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Anthracène	120-12-7	0,30	IRIS	1990	Pas d'effet observé		Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Benzo(a)pyrène	50-32-8	0,0003	IRIS	2017	Développement : changements neuro-comportementaux	Chen et al., 2012, étude de toxicité neuro-développementale sur des rats	Choix ANSES 2019 et INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Benzo(g,h,i)pérylène	191-24-2	0,03	RIVM	2001	Néphrotoxicité	Baars et al. (2001) ; TPHCWG (1997)	Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Chrysène	218-01-9	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Fluoranthène	206-44-0	0,04	IRIS	1990	Néphropathie, augmentation du poids du foie, altérations hématologiques et effets cliniques	US-EPA (1988), étude de 13 semaines sur des souris	Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Fluorène	86-73-7	0,04	IRIS	1990	Diminution des erythrocytes, de l'hémoglobine et de l'hématocrite		Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Indéno(1,2,3)pyrène	193-39-5	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
Phénanthrène	85-01-8	0,04	RIVM	2001			Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)	
Pyrène	129-00-0	0,03	Santé Canada	2010	Effets rénaux		Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)	
Dioxines et furanes	PCDD/F, assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	2,86E-10	EFSA	2018	Effets sur la qualité du sperme après une exposition pré- et post-natale	Plusieurs études sur l'Homme et l'animal	EFSA : Dose hebdomadaire tolérable = 2 pg TEQ _{DMS2005} /kg/semaine Choix INERIS 2019 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) pour les PCDD/F et PCB-DL Choix INERIS 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)

En gris Composés pour lesquels aucune VTR n'a été trouvée dans les bases consultées

En gras VTR retenue pour l'étude

Famille	Substance	N° CAS	VTR	Source	Date	Effet critique ou organe cible	Etude de référence	Note / Justification
			ERU inaestion (mg/kg/j) ⁻¹					
Éléments inorganiques - Métaux	Antimoine	7440-36-0	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Arsenic	7440-38-2	1,50E+00	IRIS OEHHA	1998 2000	Cancer cutané	Tseng, 1977 ; Tseng et al., 1968 ; U.S. EPA, 1988, études sur des humains	Choix INERIS 2010 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Cadmium	7440-43-9	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible (Les organismes de référence dont récemment l'ANSES considère que l'action cancérigène du cadmium est liée à un mécanisme à seuil)
	Chrome (III)	7440-47-3	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Cuivre	7440-50-8	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Mercure	7439-97-6	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Nickel	7440-02-0	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Plomb	7439-92-1	8,50E-03	OEHHA	2000	Cancers rénaux	Azar et al. (1973), étude de 2 ans sur des rats	Choix INERIS 2013 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0)
	Zinc	7440-66-6	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Baryum (Ba)	7440-39-3	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Molybdène (Mo)	7439-98-7	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
Sélénium	7782-49-2	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible	
Titane (Ti)	7440-32-6	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible	
Éléments inorganiques (hors métaux)	Fluorures	16984-48-8	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
	Cyanures	57-12-5	-	-	-	-	-	Pas de VTR disponible
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Naphtalène	91-20-3	1,20E-01	OEHHA	2004	Adénome de l'épithéliome respiratoire et neuroblastome de l'épithéliome olfactif	-	Choix INERIS 2014 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) et 2019 (doc ETS 20-200358-2177864-v1.0) (valeur présente dans la TCDB OEHHA uniquement)
	Acénaphène	83-32-9	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006	-	-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Acénaphthylène	208-96-8	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006	-	-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2019 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Anthracène	120-12-7	1,00E-02	IRIS, INERIS	2017, 2006	-	-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Benzo(a)anthracène	56-55-3	1,00E-01	IRIS, INERIS	2017, 2006	-	-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Benzo(a)pyrène	50-32-8	1,00E+00	IRIS	2017	Système gastrointestinale (tumeurs de l'estomac, de l'œsophage, de la langue et du larynx)	Kroese et al. 2001; Beland and Culp, 1998 ; études de 2 ans sur des animaux	Choix ANSES 2019 et INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021 et DRC-18 18-173500-10929A : R1/R2/R3)
	Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	1,00E-01	IRIS, INERIS	2017, 2006	-	-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2019 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)

Famille	Substance	N° CAS	VTR ERU ingestion (mg/kg/j) ⁻¹	Source	Date	Effet critique ou organe cible	Etude de référence	Note / Justification
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	Benzo(g,h,i)pérylène	191-24-2	1,00E-02	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	1,00E-01	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Chrysène	218-01-9	1,00E-02	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021) repris dans la fiche de données toxicologiques et environnementales du Chrysène (Ineris - 204119 - 2431318 - v1.018/01/2022)
	Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	1,00E+00	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Fluoranthène	206-44-0	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Fluorène	86-73-7	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Indéno(1,2,3)pyrène	193-39-5	1,00E-01	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Phénanthrène	85-01-8	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
	Pyrène	129-00-0	1,00E-03	IRIS, INERIS	2017, 2006		-	Application du FET recommandé par l'INERIS (2006) sur la VTR du benzo(a)pyrène établie par l'IRIS en 2017 Choix INERIS 2018 (doc Ineris - 204119 - 2730827 - v1.0 : Bilan 2021)
Dioxines et furanes	PCDD/F, assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	-	-	-	-	-	Il existe un consensus de la communauté scientifique sur le mécanisme d'action cancérigène des dioxines et furanes. En effet, celui-ci est connu comme étant non génotoxique, et donc dépendant d'un seuil de toxicité. Les effets cancérigènes de ces composés peuvent donc être quantifiés via les VTR à seuil. Seul l'OEHA propose des VTR sans seuil pour les PCDD/F, mais celles-ci ne sont pas retenues, conformément aux recommandations des autres organismes (US-EPA, OMS, INERIS...).

En gris Composés pour lesquels aucune VTR n'a été trouvée dans les bases consultées

En oras VTR retenue pour l'étude