

# Etude d'impact - Projet de crématorium

Digne-les-Bains (04)

OGF

Numéro du projet : 60725724  
BDX-RAP-24-04135B

25 juillet 2024

## Informations de qualité

### Préparé par



Marion DAUPTAIN  
Chef de projet

### Vérifié et approuvé par



Tudor PRICOP-BASS  
Directeur Technique

## Détails du rapport

<b>Nom du client :</b>	<b>OGF</b>
<b>Nom du contact client :</b>	Jean-Antoine Gourinal
<b>Numéro de projet :</b>	60725724
<b>Préparé par</b>	AECOM France, bureau de Bordeaux 3 avenue Paul Langevin Bât 3 - RDC 33600 Pessac, France Tél : +33 (0)1 72 25 91 00
<b>Numéro de référence :</b>	BDX-RAP-24-04135B
<b>Titre du rapport :</b>	Etude d'impact - Projet de crématorium
<b>Date du rapport :</b>	25 juillet 2024

## Historique des révisions

Révision	Date de révision	Détails
B	25 juillet 2024	Version finale

© 2021 AECOM France SAS. Tous droits réservés.

Ce document a été préparé par AECOM France SAS (ci-après "AECOM") à l'usage exclusif de notre client (ci-après le "Client") conformément aux principes de consultation généralement reconnus, au budget d'honoraires et aux conditions dont ont convenu AECOM et le Client. Toute information fournie par des tiers et mentionnée aux présentes n'a pas été vérifiée par AECOM, sauf si on précise explicitement le contraire dans le document. Aucun tiers ne peut s'appuyer sur le présent document sans l'autorisation préalable, expresse et écrite d'AECOM.

## Table des matières

Glossaire .....	8
Résumé non technique .....	9
<b>1 Présentation de l'étude et du projet .....</b>	<b>13</b>
1.1 Contexte et objectifs de l'étude.....	13
1.2 Description du projet .....	14
1.2.1 Présentation et justification du projet .....	14
1.2.2 Aménagements envisagés .....	14
<b>2 Description de l'environnement .....</b>	<b>18</b>
2.1 Localisation du projet .....	18
2.2 Environnement physique .....	18
2.2.1 Contexte hydrographique .....	18
2.2.2 Contexte géologique .....	19
2.2.3 Contexte hydrogéologique.....	20
2.2.4 Utilisation des eaux souterraines.....	20
2.2.5 Climatologie .....	21
2.3 Risques majeurs .....	22
2.3.1 Risques naturels .....	23
2.3.1.1 Inondation.....	23
2.3.1.2 Séisme .....	25
2.3.1.3 Mouvements de terrain / cavités souterraines.....	26
2.3.1.4 Retrait gonflement des argiles.....	27
2.3.1.5 Reconnaissance de catastrophes naturelles.....	28
2.3.2 Risques technologiques – Pollution des sols .....	28
2.3.3 Risques particuliers.....	28
2.3.3.1 Radon.....	28
2.3.3.2 Climatologie .....	29
2.4 Environnement naturel .....	29
2.4.1 Milieux naturels protégés et classés .....	29
2.4.1.1 Réseau NATURA 2000 .....	29
2.4.1.2 Inventaire du patrimoine naturel .....	30
2.4.1.3 Autres milieux naturels classés ou protégés .....	32
2.4.2 Caractérisation du paysage.....	32
2.4.2.1 Patrimoine mondial de l'UNESCO .....	32
2.4.2.2 Sites classés et inscrits au titre du paysage .....	33
2.4.2.3 Paysage .....	34
2.5 Environnement humain et économique.....	36
2.5.1 Contexte économique local .....	36
2.5.2 Population et urbanisation .....	37
2.5.3 Monuments historiques .....	38
2.5.4 Voies de communication .....	38
2.5.5 Voisinage industriel .....	39
2.5.5.1 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement .....	39
2.5.5.2 Anciens Sites Industriels et Activités de Services .....	40
2.6 Qualité des milieux environnants.....	41
2.6.1 Qualité des sols .....	41
2.6.2 Qualité des eaux souterraines et superficielles .....	41
2.6.2.1 Eaux souterraines.....	42
2.6.2.2 Eaux superficielles .....	42

2.6.3	Qualité de l'air	42
2.6.3.1	Réseau de surveillance à l'échelle régionale	42
2.6.3.2	Comparaison aux objectifs de qualité de l'air	43
2.7	Autres projets connus	44
<b>3</b>	<b>Evaluation de l'impact du projet</b>	<b>45</b>
3.1	Effets du projet sur la consommation en eau et les effluents	45
3.1.1	Consommation en eau	45
3.1.2	Effluents	46
3.2	Trafic routier	46
3.3	Effets du projet sur la qualité de l'air	47
3.3.1	Bilan des émissions atmosphériques	47
3.3.2	Détermination des concentrations dans l'air	48
3.3.2.1	Modélisation de la dispersion atmosphérique	48
3.3.2.2	Résultats des calculs de dispersion atmosphérique	51
3.3.3	Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air	52
3.4	Effets du projet sur les sols, les eaux superficielles et souterraines	53
3.4.1	Détermination des concentrations dans les sols	53
3.4.2	Évaluation de l'impact du projet sur la qualité des sols et des eaux souterraines et superficielles	53
3.5	Évaluation des Risques Sanitaires	54
3.5.1	Schéma conceptuel et définition des scénarios d'exposition	55
3.5.1.1	Caractérisation de l'environnement du projet	55
3.5.1.2	Voies de transfert et d'exposition	55
3.5.2	Evaluation des impacts sanitaires	56
3.5.2.1	Effets sur la santé des substances et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	56
3.5.2.2	Méthodologie des calculs de risques	57
3.5.2.3	Quantification des risques	58
3.6	Gestion de l'énergie	59
3.7	Gestion des déchets	60
3.8	Émissions sonores	61
3.9	Émissions olfactives	61
3.10	Émissions lumineuses	62
3.11	Intégration paysagère	62
3.12	Effets sur la faune, la flore et les milieux naturels	63
3.12.1	Zone visée par le projet	64
3.12.2	Voisinage du projet	64
3.12.3	Évaluation des incidences du projet sur le réseau NATURA 2000 le plus proche	64
3.12.3.1	Présentation du réseau NATURA 2000 le plus proche du projet	65
3.12.3.2	Incidence du projet sur le réseau NATURA 2000	65
3.12.3.3	Conclusion de l'incidence du projet sur le réseau NATURA 2000	66
3.13	Analyse des effets cumulés avec les autres projets connus	66
3.14	Evolution probable de l'environnement	67
<b>4</b>	<b>Analyse des méthodes utilisées et des limites rencontrées</b>	<b>68</b>
4.1	Incertitudes liées au bilan des émissions atmosphériques	68
4.2	Incertitudes liées à la caractérisation des concentrations d'exposition	69
4.2.1	Modélisation de la dispersion atmosphérique	69
4.2.2	Modélisation du transfert dans les sols	69
4.3	Incertitudes liées à la quantification du risque	69
4.3.1	Scénarios d'exposition	70
4.3.2	Valeurs Toxicologiques de Référence	70

4.3.3	Bilan des incertitudes .....	70
<b>5</b>	<b>Mesures prises pour éviter / réduire / compenser les impacts sur l'environnement.....</b>	<b>71</b>
5.1	Mesures relatives à la phase de travaux.....	71
5.2	Mesures relatives à la phase d'exploitation du crématorium.....	71

## Figures

### Texte

Figure A – Plan du projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains .....	15
Figure B – Aménagement extérieurs du projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains .	17
Figure C – Captages AEP à proximité du terrain visé par le projet.....	21
Figure D – Rose des vents sur la période 2021-2023 pour la station Météo France de Saint-Auban (04) .....	22
Figure E - Zonages règlementaires du PPRN « Plan de prévention des risques naturels prévisibles » .....	23
Figure F – Zones soumises au risque d'inondation.....	24
Figure G - Zonage sismique.....	25
Figure H – Mouvements de terrains recensés à proximité du terrain visé par le projet .....	26
Figure I – Zonage des expositions aux risques argiles gonflantes .....	27
Figure J – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue depuis la voie ferrée au Sud-Ouest) .....	35
Figure K – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue depuis le chemin du hameau des hautes Sieyès à l'Ouest) .....	35
Figure L – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue aérienne).....	36
Figure M – Occupation du sol dans la zone d'étude .....	37
Figure N – Voisinage industriel dans le périmètre d'étude .....	39
Figure O – Relief au voisinage du terrain visé par le projet.....	49
Figure P – Coefficients de rugosité pris en compte dans le modèle de dispersion atmosphérique.....	50
Figure Q – Schéma conceptuel.....	56
Figure R – Projection du crématorium de la communauté de communes de Digne-les-Bains .....	63

### Hors texte

Figure 1 :	Localisation du projet
Figure 2 :	Plan des installations - Localisation de la cheminée et des bâtiments modélisés
Figure 3 :	Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )
Figure 4 :	Isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles en Composés Organiques Volatils (COV)
Figure 5 :	Isocontours des dépôts horaires moyens annuels en plomb

## Tableaux

### Texte

Tableau A – Arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune concernée par le projet.....	28
Tableau B – Réseau NATURA 2000 le plus proche du terrain visé par le projet.....	30
Tableau C – ZNIEFF présentes dans le périmètre d'étude étendu.....	31
Tableau D – Sites classés et inscrits présents dans le périmètre d'étude étendu.....	33
Tableau E – Répartition des emplois par secteur d'activité pour l'année 2020.....	36
Tableau F – Population des communes du périmètre d'étude étendu.....	37
Tableau G – Statistiques de trafic à proximité du terrain visé par le projet.....	38
Tableau H – ICPE présentes dans le périmètre d'étude.....	39
Tableau I – CASIAS présentes dans le périmètre d'étude.....	40
Tableau J – Qualité de la masse d'eaux souterraines « La Bléone du Bès à la confluence avec la Durance ».....	42
Tableau K – Qualité des eaux de La Bléone.....	42
Tableau L – Flux annuels des polluants règlementés émis.....	48
Tableau M : Récepteurs considérés dans l'ERS.....	51
Tableau N – Contribution du projet vis-à-vis de la qualité de l'air ambiant (bruit de fond).....	52
Tableau O – Calculs de risques pour les récepteurs les plus exposés.....	59

### Hors texte

Tableau 1 :	Données climatologiques
Tableau 2 :	Données de surveillance de la qualité de l'air disponibles à proximité de la zone d'étude
Tableau 3 :	Émissions des appareils de crémation pour les paramètres règlementés
Tableau 4 :	Émissions des appareils de crémation pour les paramètres non règlementés
Tableau 5 :	Paramètres d'entrée du modèle de dispersion atmosphérique (ADMS)
Tableau 6 :	Concentrations moyennes modélisées au niveau des récepteurs
Tableau 7 :	Concentrations atmosphériques modélisées et valeurs limites du Code de l'Environnement
Tableau 8 :	Concentrations maximales modélisées dans les sols
Tableau 9 :	Calculs de risques pour une exposition chronique par inhalation

## Annexes

- Annexe A. Fiche climatologique de la station météorologique de Saint Auban (04)
- Annexe B. Fiches descriptives des zones d'intérêt écologique à proximité de la zone d'étude
- Annexe C. Méthodologie d'estimation des concentrations d'exposition dans les sols superficiels
- Annexe D. Méthodologie de sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) et toxicologie des composés considérés

# Glossaire

<b>AEP</b>	Alimentation en Eau Potable	<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
<b>NSES</b>	Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	<b>INPN</b>	Inventaire National du Patrimoine Naturel
<b>ARS</b>	Agence Régionale de Santé	<b>INSEE</b>	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
<b>ATSDR</b>	Agency for Toxic Substances and Disease Registry	<b>INVS</b>	Institut National de Veille Sanitaire
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières	<b>IRIS</b>	Integrated Risk Information System
<b>BSS</b>	Banque de données du Sous-Sol	<b>OEHHA</b>	Office of Environmental Health Hazard Assessment
<b>COV</b>	Composés Organiques Volatils	<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>DDRM</b>	Dossier Départemental des Risques Majeurs	<b>PPR</b>	Plan de Prévention des Risques
<b>DGPR</b>	Direction Générale de la Prévention des Risques	<b>QD</b>	Quotient de Danger
<b>DGS</b>	Direction Générale de la Santé	<b>RIVM</b>	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
<b>DREAL</b>	Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement	<b>SIC</b>	Site d'Importance Communautaire
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority	<b>US EPA</b>	United States Environment Protection Agency
<b>ERI</b>	Excès de Risque Individuel	<b>VTR</b>	Valeur Toxicologique de Référence
<b>ERS</b>	Évaluation des Risques Sanitaires	<b>ZNIEFF</b>	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique
<b>ICPE</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement	<b>ZSC</b>	Zone Spéciale de Conservation
<b>IGN</b>	Institut Géographique National		

# Résumé non technique

## Objet de l'étude

La société OGF est délégataire pour la construction et l'exploitation du crématorium de la commune de Digne-les-Bains, dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (04), en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA).

Conformément à la réglementation, le crématorium est constitué d'une partie publique réservée à l'accueil des familles et d'une partie technique abritant l'ensemble des installations, réservée au personnel. Le projet comporte deux appareils de crémation à terme ainsi qu'un système de traitement des émissions atmosphériques.

Une étude d'impact a été réalisée afin d'évaluer les conséquences de la création du crématorium sur l'environnement.

## Situation géographique et environnement du projet

Implanté sur la partie Sud d'un terrain de sport imperméabilisé et en cours de réaménagement, le terrain concerné par le projet a une surface d'environ 5 400 m<sup>2</sup> et est situé en zone urbaine de la commune de Digne-les-Bains. Le voisinage immédiat comporte principalement un projet de parking au Nord, un abattoir à l'Est, la chapelle Saint-Véran, son cimetière et la maison funéraire de Digne-les-Bains à l'Ouest et une voie ferrée au Sud. L'accès au terrain visé par le projet se fait par l'Ouest *via* le chemin des Hameaux des Hautes Sieyès, un accès secondaire est prévu dans l'angle Sud-Est du terrain depuis l'avenue de Saint-Véran.

Le terrain visé par le projet est situé en dehors des périmètres de protection des captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) les plus proches. En termes de qualité de l'air, la zone est influencée par l'activité urbaine et les teneurs mesurées pour les polluants réglementés au niveau des stations de suivi les plus proches sont globalement inférieures aux valeurs réglementaires.

La commune de Digne-les-Bains est soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) « Commune de Digne-les-Bains - Plan de prévention des risques naturels prévisibles »

Le terrain visé par le projet n'est pas inclus dans un périmètre réglementaire, ou d'inventaire du patrimoine naturel de type NATURA 2000 ou Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF). Les milieux naturels protégés ou classés les plus proches sont :

- la ZNIEFF continentale de type II « La Bléone et ses principaux affluents (les Duyes, le Galèbre, le Bès, le Bouinenc) et leurs ripisylves » située à environ 665 m au Sud / Sud-Est du terrain visé par le projet ;
- la zone NATURA 2000 « L'Asse », située à environ 8,8 km au Sud.

Le terrain visé par le projet se situe en dehors de tout périmètre de protection de patrimoine (monuments historiques ou sites inscrits et classés au titre du paysage).

## Évaluation de l'impact des installations

Dans le cadre du projet de construction du crématorium de la communauté de communes de Digne-les-Bains, l'exploitation de deux appareils de crémation est prévue à terme et prise en compte pour l'évaluation des impacts.

### **Effets liés à la consommation en eau et aux rejets aqueux**

L'eau consommée dans le cadre de l'exploitation du crématorium est fournie par le réseau communal et utilisée principalement pour les besoins sanitaires. La consommation en eau du crématorium est jugée faible (100 personnes prévues par crémation au maximum) au regard de l'ensemble de la population des communes présentes dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du projet, qui représente plus de 19 000 habitants.

Dans le cadre de la démarche Haute Qualité Environnementale, des systèmes de réduction des consommations en eaux sont mis en place (chasse d'eau et robinets à débit réduit, réduction de la pression de l'eau, ...).

Les effluents liés à l'exploitation du crématorium comprennent les eaux usées sanitaires et les eaux pluviales. Les eaux usées sont canalisées vers le réseau public de collecte et de traitement, et les eaux pluviales sont collectées dans un bassin de stockage pour l'entretien des espaces extérieurs.

Le projet ne génère pas d'effluents additionnels, considérant l'absence de besoin en eau pour le système de traitement des émissions atmosphériques (utilisation de réactifs sous forme solide). Le projet n'est donc pas à l'origine d'impacts notables liés à ses effluents.

### **Effets liés au trafic routier**

Lors de la phase de travaux d'une durée limitée (environ 13 mois), le passage journalier moyen de deux véhicules liés au chantier a un impact négligeable sur le trafic. Le projet dans sa phase d'exploitation a un impact faible sur le trafic observé au voisinage (présence à proximité de la nationale N85).

### **Effets sur la qualité de l'air**

Les émissions atmosphériques provenant des appareils de crémation comportent principalement des gaz de combustion (oxydes d'azote et dioxyde de soufre), des poussières, des métaux et des dioxines/furanes.

Les quantités de polluants émises annuellement ont été estimées considérant le temps de fonctionnement de l'installation, les valeurs limites d'émission imposées par la réglementation et les mesures disponibles sur d'autres installations similaires en fonctionnement. Ces quantités sont négligeables au regard des quantités émises aux niveaux départemental et régional.

Afin de caractériser les concentrations dans l'air, une modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets des appareils de crémation a été réalisée. Elle permet de prendre en compte les caractéristiques du point de rejet ainsi que l'influence des principaux bâtiments du projet et des conditions météorologiques locales. Les concentrations atmosphériques modélisées au niveau des points les plus exposés où des personnes peuvent être présentes au voisinage du projet sont inférieures au bruit de fond local, lorsque disponible, ainsi qu'aux valeurs réglementaires françaises.

Les émissions atmosphériques liées au projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains ne conduisent donc pas à une dégradation de la qualité de l'air ambiant. Le système de traitement des émissions atmosphériques permet notamment de maîtriser les émissions en sortie de cheminée.

### **Effets sur les sols, les eaux souterraines et superficielles**

Les principales sources potentielles de pollution des sols, ainsi que des eaux souterraines et superficielles, liées à l'exploitation du crématorium sont les émissions atmosphériques, pouvant comporter des métaux et des dioxines susceptibles de s'accumuler dans les sols. La modélisation de la dispersion atmosphérique et des dépôts au sol liés aux rejets des appareils de crémation a permis de déterminer les concentrations en métaux et dioxines dans les sols au voisinage résidentiel le plus exposé. Ces concentrations ont été comparées à celles observées naturellement dans les sols en France et aux concentrations ubiquitaires. Les résultats indiquent que l'impact des émissions du crématorium sur la qualité des sols est négligeable.

### **Effets sur la santé humaine**

Une Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) a été réalisée dans le cadre de cette étude afin de quantifier les impacts potentiels des émissions du crématorium sur la santé des populations avoisinantes. L'évaluation quantitative a porté sur les émissions atmosphériques de la cheminée rejetant les gaz filtrés provenant des appareils de crémation et a évalué l'exposition chronique par inhalation au voisinage du projet sur la base de la modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants. L'étude montre que les niveaux de risques sanitaires calculés en tenant compte d'hypothèses majorantes (notamment pour le calcul des flux) sont très inférieurs aux seuils de référence. Au vu des résultats obtenus, la mise en place d'une surveillance environnementale en plus de la surveillance des émissions ne paraît pas nécessaire.

### **Effets liés à la gestion de l'énergie et aux déchets**

Considérant qu'un système de régulation automatique du fonctionnement des appareils de crémation est présent, permettant une optimisation de la gestion de l'énergie, l'impact du projet sur la consommation énergétique est considéré comme faible.

Les déchets (résidus de filtration des fumées, ordures ménagères et métaux), générés en quantités relativement faibles, sont éliminés *via* les filières d'élimination sélectives adaptées. L'impact du projet sur la gestion des déchets est considéré comme limité.

### **Effets liés aux émissions sonores, olfactives et lumineuses**

Le projet de crématorium n'est pas à l'origine de nuisances sonores, olfactives ou lumineuses (isolation phonique du bâtiment, systèmes de traitement des fumées permettant de neutraliser les odeurs et absence d'activité nocturne du crématorium).

### **Effets sur l'intégration paysagère, la faune et la flore**

Le projet de construction du crématorium prend en compte son environnement pour s'intégrer dans le paysage actuel. Les installations techniques sont entre autres masquées par des haies végétales, un portail opaque et une partie du bâtiment afin qu'elles ne soient presque pas perceptibles depuis la partie publique du crématorium. La cheminée de rejet des gaz filtrés est dissimulée par de hauts acrotères.

Le terrain visé par le projet se situe à une distance d'environ 8,8 km de la zone appartenant au réseau européen NATURA 2000 la plus proche. Il s'agit du Site d'Importance Communautaire et Zone Spéciale de Conservation « L'Asse ». Conformément à la réglementation, une évaluation spécifique des incidences éventuelles liées au projet a été menée. Étant donné que les émissions du crématorium ne conduisent pas à une dégradation de son environnement, aucun impact lié au projet envisagé n'est à considérer. Sur la base de ces différents éléments, le projet n'est pas susceptible d'engendrer d'effet indésirable sur la faune et la flore et n'a pas d'incidence sur la zone NATURA 2000.

### **Analyse des effets cumulés avec les autres projets connus**

En l'absence de projets existants ou approuvés, au sens de l'article R122-5 du Code de l'Environnement, dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet, aucune analyse des effets cumulés n'a été menée.

### Synthèse des impacts du projet

Le tableau suivant présente une synthèse de l'évaluation des impacts du projet.

Type d'impact	Évaluation de l'impact du projet
Consommation en eau	Sans impact notable
Rejets aqueux	Sans impact notable pour les rejets d'eaux pluviales et d'eaux usées
Trafic routier	Impact négligeable
Qualité de l'air	Pas de dégradation de la qualité de l'air ambiant liée aux émissions atmosphériques du crématorium - Mise en place d'un système de traitement des émissions atmosphériques permettant d'assurer leur maîtrise
Sols, eaux superficielles et souterraines	Apport lié aux émissions atmosphériques du crématorium dans les sols de surface négligeable - Absence d'impact sur les eaux superficielles et souterraines
Impacts sur la santé	Niveaux de risques sanitaires (calculés sur la base d'hypothèses majorantes) très inférieurs aux valeurs de référence
Gestion de l'énergie	Sans impact notable
Gestion des déchets	Sans impact notable
Emissions sonores	Négligeables
Emissions olfactives	Sans impact
Emissions lumineuses	Sans impact
Intégration paysagère	Absence d'impact visuel négatif
Effets sur la faune, la flore et les milieux naturels	Absence d'effet indésirable sur la faune, la flore et les milieux naturels
Impact sur les zones NATURA 2000 les plus proches	Sans incidence

# 1 Présentation de l'étude et du projet

## 1.1 Contexte et objectifs de l'étude

La société OGF est délégataire pour la construction et l'exploitation du crématorium de la commune de Digne-les-Bains, dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (04), en région Provence-Alpes Côte d'Azur.

Le crématorium est constitué, conformément à la réglementation<sup>1</sup>, d'une partie publique, réservée à l'accueil des familles, et d'une partie technique, abritant l'ensemble des installations nécessaires aux activités de crémation, réservée au personnel.

Une étude d'impact a été réalisée afin d'évaluer les conséquences de la création du crématorium sur l'environnement.

L'étude d'impact décrit l'environnement au voisinage du terrain visé par le projet (environnement physique, naturel et humain) ainsi que les nuisances existantes, puis elle analyse les effets du projet sur cet environnement. Les dispositions mises en œuvre pour supprimer, limiter ou compenser les éventuels inconvénients produits sont également précisées.

Le contenu de l'étude d'impact est défini par l'article R122-5 du Code de l'Environnement. Il doit être proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet, à l'importance des installations concernées et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement. Ainsi, le degré d'approfondissement de l'étude d'impact a été défini sur la base du principe de proportionnalité. La réalisation d'investigations de terrain approfondies n'ayant pas été jugée nécessaire au regard des caractéristiques du projet (Chapitre 1.2) et des faibles impacts associés attendus, l'analyse de l'état initial (Chapitre 2) a été réalisée sur une base documentaire. L'analyse des effets du projet sur la santé et l'environnement (Chapitre 3), qu'ils soient temporaires (pendant la phase de travaux) ou permanents (pendant la phase d'exploitation), a été menée en suivant un premier niveau d'évaluation simplifié et majorant.

L'étude d'impact fait également l'objet d'un résumé non technique, destiné au lecteur non spécialiste. Dans la suite du rapport, des définitions et/ou points de réglementation peuvent être indiqués (en italique) en début de paragraphe.

L'état initial est décrit dans un périmètre d'étude de 1 km pour la majorité des enjeux, car ils sont présents dans ce rayon et il est considéré que les éléments localisés dans un périmètre plus lointain sont moins concernés que ceux situés à proximité du site. Néanmoins, en ce qui concerne certaines thématiques pour lesquelles la zone d'influence du site pourrait être plus importante, un périmètre d'étude étendu de 5 km a été défini (pour la biodiversité notamment).

A la suite de ce premier chapitre présentant le projet et sa justification, ce rapport est organisé de la manière suivante :

- le Chapitre 2 présente une description de l'environnement initial du terrain visé par le projet ;
- le Chapitre 3 détaille l'évaluation des impacts du projet sur l'environnement et la santé ;
- le Chapitre 4 présente l'analyse des méthodes utilisées ainsi que les incertitudes associées ;
- le Chapitre 5 précise les mesures prises pour supprimer / réduire les impacts du projet sur l'environnement.

<sup>1</sup> Articles D2223-100 à D2223-109 de la partie réglementaire du Livre II du Code général des collectivités territoriales.

## 1.2 Description du projet

### 1.2.1 Présentation et justification du projet

#### Besoins en crématorium

Le projet consiste en la construction et l'exploitation d'un crématorium sur la commune de Digne-les-Bains.

Actuellement, un crématorium est implanté à l'échelle départementale, dans la commune de Manosque. La création d'un équipement d'intérêt général sur la commune de Digne-les-Bains se justifie par une hausse de la mortalité prévue par l'Institut National de la Statistique et des Études Economiques (INSEE) ainsi que par l'augmentation croissante de la demande de crémations (il y a 20 ans, une famille sur 100 choisissait la crémation, aujourd'hui, c'est le cas d'une famille sur 3). Cette augmentation s'explique en partie par une évolution des mentalités dans les sociétés occidentales qui a modifié les attitudes vis-à-vis de la crémation. Cette acceptation de plus en plus grande de la crémation conduit un certain nombre de communes et de collectivités locales à construire des crématoriums ou à augmenter leur capacité.

#### Terrain visé par le projet

Le terrain visé par le projet, d'une superficie d'environ 5 400 m<sup>2</sup>, correspond à la section 000 BI de la parcelle cadastrale n°52 de la commune de Digne-les-Bains. Sa localisation est présentée sur la **Figure 1** en fin de rapport.

La parcelle du terrain a notamment été sélectionnée pour sa localisation, son environnement propice au recueillement (à proximité de la chapelle Saint-Véran, son cimetière et la maison funéraire de Digne-les-Bains) et son accès facile (proche de la route Napoléon (N85), axe reliant tous les quartiers de la ville sur la rive Nord de la Bléone).

### 1.2.2 Aménagements envisagés

Conformément à la réglementation<sup>2</sup>, le bâtiment du crématorium, d'une superficie totale de 639 m<sup>2</sup>, est constitué de deux parties distinctes pour les aménagements intérieurs :

- une partie publique réservée à l'accueil des familles ;
- une partie technique abritant l'ensemble des installations liées au fonctionnement du crématorium (appareils de crémation, système de traitement des émissions atmosphériques et locaux de service) réservée au personnel.

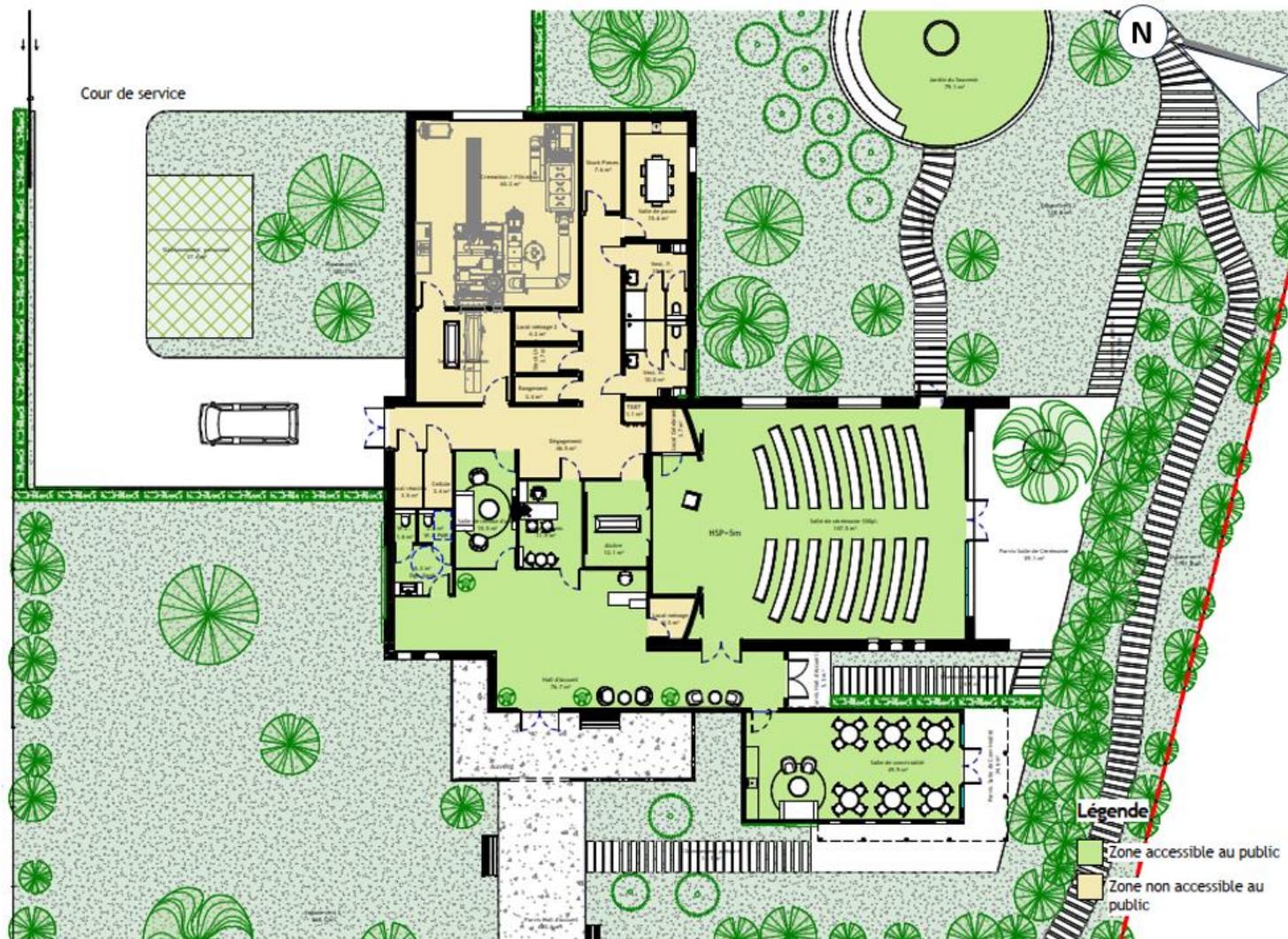
La partie publique comprend un hall d'accueil, un bureau d'accueil des familles, une salle de cérémonie, une salle de visualisation et de remise des urnes, un salon des retrouvailles ainsi que des sanitaires.

La partie technique comporte une salle d'introduction des cercueils, une salle destinée aux équipements de crémation (comprenant notamment les appareils de crémation et le système de traitement des rejets), des locaux techniques (récupération de chaleur, stockage de réactifs, poubelles, etc...) ainsi qu'un espace réservé au personnel (bureau, vestiaires, salle de détente, ...).

Le plan du projet de crématorium est présenté sur la figure ci-dessous.

<sup>2</sup> Articles D2223-100 à D2223-109 de la partie réglementaire du Livre II du Code général des collectivités territoriales.

Figure A – Plan du projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains



### Description des appareils de crémation

Les appareils de crémation, fonctionnant au gaz naturel, sont constitué principalement :

- d'un système automatisé (table) pour l'introduction des cercueils ;
- d'une chambre de crémation, dans laquelle se produit la crémation des cercueils avec la gazéification et la combustion des différents éléments organiques en présence d'un taux d'oxygène réduit et à une température de 750°C ;
- d'une chambre de postcombustion des gaz, dans laquelle le mélange gazeux oxydé provenant de la chambre de crémation est maintenu à un taux d'oxygène augmenté (supérieur à 6 %) et à une température de 850°C ;
- d'un cendrier, dans lequel les calcius récupérés sont refroidis.

Les chambres de combustion et de postcombustion sont garnies de briques réfractaires avec des teneurs de 42 à 65 % en alumine permettant la garantie d'une excellente résistance dans le temps contre les abrasions et les variations de température lors du processus de crémation.

Le cendrier contenant les calcius refroidis est retiré de l'appareil de crémation et installé dans un pulvérisateur de calcius, constitué de deux équipements dont un est utilisé pour le broyage des calcius et la séparation avec les métaux résiduels et l'autre pour l'aspiration des poussières. Après passage dans le pulvérisateur, les calcius pulvérisés (cendres) sont collectés dans une urne technique, puis sont versés manuellement par un opérateur dans l'urne choisie par la famille du défunt.

### Description du système de traitement des fumées

Le système de traitement des émissions atmosphériques est installé dans la salle des équipements de crémation et permet le traitement des gaz et des fumées avant rejet dans l'atmosphère. Le système prévu consiste en un traitement par voie sèche (traitement des fumées par des manches filtrantes).

Le système de traitement des émissions atmosphériques envisagé comprend un refroidisseur de fumées (qui permet de refroidir les gaz à une température compatible avec le fonctionnement du neutralisant utilisé pour le traitement, soit 150°C environ) couplé à un aéroréfrigérant (pour l'évacuation des calories du refroidisseur des fumées) ainsi qu'un doseur de réactifs neutralisants pour le traitement des fumées. Des manches filtrantes permettent la rétention des composés contenus dans les gaz émis par les appareils de crémation. Les éléments piégés par le réactif sont récupérés par une vis sans fin et stockés dans un fût hermétique prévu à cet effet. Les rejets atmosphériques des appareils de crémation après traitement se font par un conduit, au niveau de la toiture du bâtiment.

### Ouverture et accessibilité

Le crématorium de la commune de Digne-les-Bains sera ouvert 6 jours par semaine (du lundi au samedi) de 8h30 à 19h.

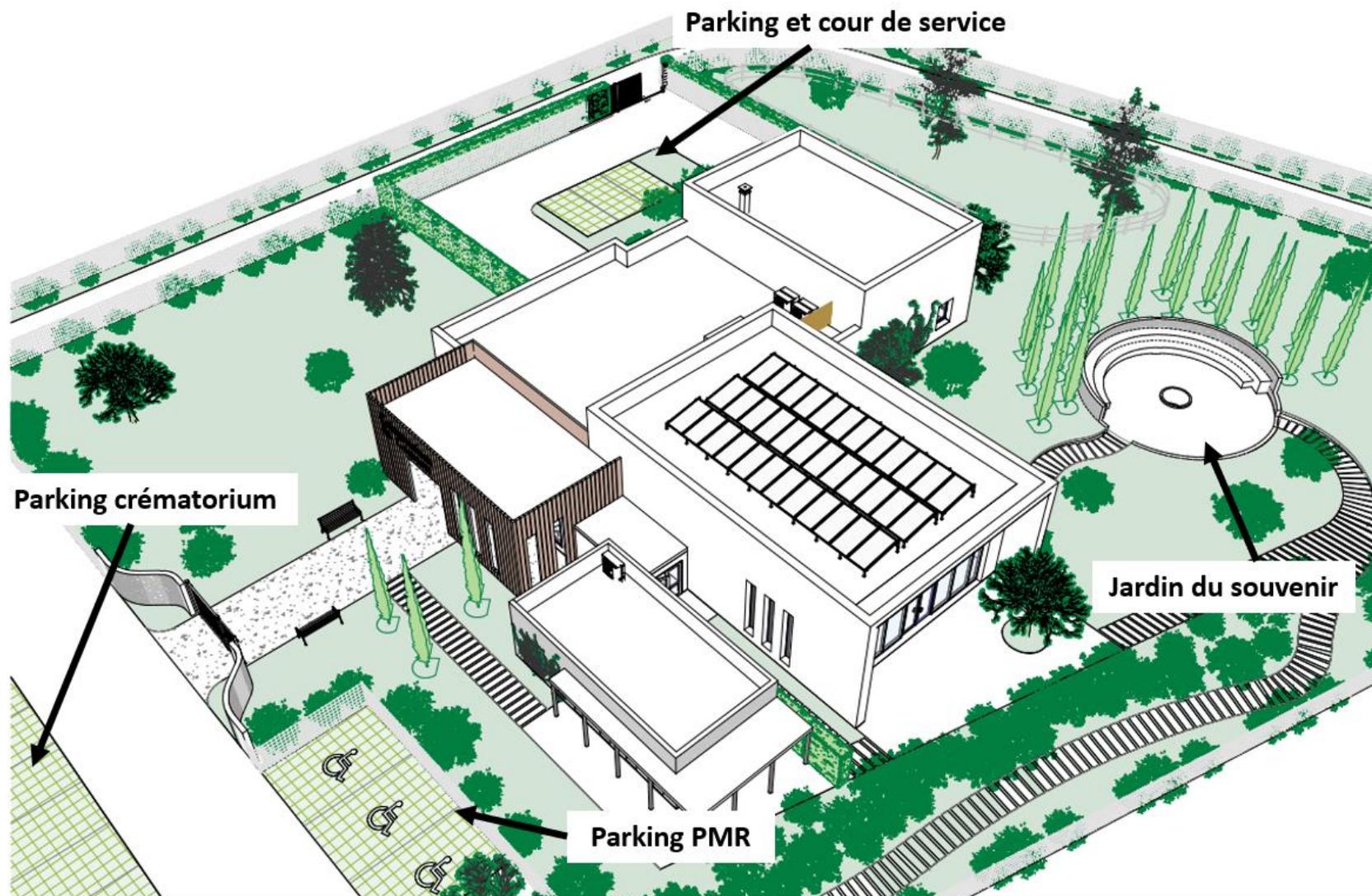
Les aménagements extérieurs comprennent :

- des espaces verts arborés et des aménagements végétalisés (parking, jardin cinéraire et abords du crématorium) avec des essences locales adaptées et facile d'entretien ;
- un jardin du souvenir au Sud-Est de la parcelle ;
- une zone de stationnement à l'Ouest du bâtiment (50 places dont 4 places pour les personnes à mobilité réduite (PMR) et 4 places pour véhicules électriques dont 1 PMR), située à proximité de l'entrée du crématorium ;
- une zone d'accès réservée au personnel de service et une cour de service au Nord-Est du bâtiment intégrant 3 places de parking dédiées aux opérateurs funéraires.

L'ensemble du projet est conforme pour l'accessibilité des personnes à mobilité réduite (places de stationnement, sanitaires adaptés, accès au bâtiment et à l'accueil aisément repérable et en continuité des cheminements accessibles extérieurs...).

Les aménagements extérieurs du projet de crématorium sont présentés sur la figure ci-dessous.

Figure B – Aménagement extérieurs du projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains



## 2 Description de l'environnement

### 2.1 Localisation du projet

Le terrain visé par le projet de création du crématorium de la commune de Digne-les Bains est localisé au centre de la commune, dans le département des Alpes-de-Haute-Provence (04), en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Il se situe à environ 700 m au Nord de la rivière la Bléone.

D'une superficie d'environ 5 400 m<sup>2</sup>, le terrain destiné à recevoir le crématorium correspond à une partie d'un terrain de sport imperméabilisé qui fait l'objet d'un projet de réaménagement, avec la construction du crématorium dans la partie Sud et d'un parking dans la partie Nord. Le terrain est localisé dans un secteur urbanisé bordé au Sud et à l'Est d'arbres de hautes tiges, et correspond à la section 000 BI de la parcelle cadastrale n°52.

Dans le voisinage proche de ce terrain sont présents :

- au Nord, le projet de parking ;
- à l'Est, un abattoir ;
- à l'Ouest, la chapelle Saint-Véran, son cimetière et la maison funéraire de Digne-les-Bains ;
- au Sud, une voie ferrée.

La **Figure 1** présente la localisation du terrain visé par le projet de crématorium sur un extrait de carte de l'Institut Géographique National (IGN).

### 2.2 Environnement physique

Les paragraphes suivants présentent le contexte hydrographique, géologique et hydrogéologique de la zone d'étude, établi à partir :

- de l'étude de la carte topographique IGN au 1/25 000<sup>ème</sup> de Digne-les-Bains ;
- de l'étude de la carte géologique n°944 de Digne au 1/50 000<sup>ème</sup> et de sa notice éditée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ;
- des données disponibles au niveau de la base de données « InfoTerre » gérée par le BRGM (site Internet), et notamment la Banque de données du Sous-Sol (BSS) ;
- des données disponibles au niveau de la base de données « SIGES » (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines) gérée par le BRGM (site Internet) ;
- de la consultation de l'Agence Régionale de Santé (ARS) de la région PACA.

#### 2.2.1 Contexte hydrographique

La commune de Digne-les-Bains est située dans le bassin hydrographique de La Bléone. Plusieurs masses d'eau superficielles et de cours d'eaux sont recensés, avec notamment :

- Masses d'eau superficielles :
  - La Bléone du Bès à la confluence avec la Durance (FRDR276a), localisé à environ 700 m au Sud du terrain visé par le projet ;
  - Ruisseau de Mardaric (FRDR10178), localisé à environ 1,5 km au Nord-Est du terrain visé par le projet ;
  - Torrent des Eaux Chaudes (FRDR10756), localisé à environ 1,73 km à l'Est / Sud-Est du terrain visé par le projet.

- Cours d'eaux :
  - La Bléone, localisé à environ 700 m au Sud du terrain visé par le projet ;
  - le ruisseau de Saint-Véran, qui longe le terrain visé par le projet à l'Est ;
  - le ravin de Rouveiret, à environ 870 m à l'Ouest.

D'après la base de données InfoTerre, aucune zone humide d'importance Internationale Ramsar<sup>3</sup> n'est présente dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du projet. Le site Ramsar le plus proche est « Les Etangs de Villepey », d'une superficie de 270 ha, situé à environ 85 km au Sud-Est du terrain visé par le projet.

D'après la base de données « SIG réseau zones humides », la zone humide « Bléone T2 – Traversée de Digne » est recensée dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet (environ 700 m au Sud).

## 2.2.2 Contexte géologique

Le terrain visé par le projet de crématorium se trouve à une altitude de +595 m NGF<sup>4</sup> environ. Le terrain est actuellement un terrain de sport imperméabilisé en cours de réaménagement.

### A l'échelle départementale

Le secteur d'étude est localisé dans les chaînes subalpines méridionales, formées essentiellement de marnes et de calcaires du Jura-crétacé plissées. Le département des Alpes-de-Haute-Provence peut être divisé en deux zones géologiques : les Alpes et la Provence au Sud-Ouest. Le secteur d'étude se situe dans la partie Provençale, ce domaine géologique peut se diviser en cinq secteurs :

- le plateau du Vaucluse dont les calcaires francs subissent des phénomènes karstiques typiques (Crétacé inférieur) ;
- la région de Forcalquier dont les terrains se caractérisent par des marnes et des calcarénites poreuses (Oligocène et début du Miocène) ;
- la Durance et ses alluvions ;
- le Plateau de Valensole, formé de galets issus de la très forte érosion des Alpes (Mio-pliocène) ;
- les hauts plateaux du Var dont la partie nord est entaillée par le Verdon, constitués par des calcaires massifs (Jurassique et Crétacé).

Le site est localisé sur des « Alluvions actuelles ou récentes ». Les dépôts alluviaux sont largement développés dans les vallées principales, ici vallées de la Bléone. Ils portent généralement les cultures.

### A l'échelle locale

Sur la base de la BSS du BRGM et des données disponibles sur les forages réalisés dans les environs du projet (code BSS002DWKM à environ 1,04 km au Nord-Est du terrain visé par le projet), celui-ci repose sur des :

- terres végétales argileuses entre 0 et 0,5 m ;
- alluvions composés d'argile jaune graveleuse et de petits blocs entre 0,5 et 1,5 m ;
- argiles brunes plastiques entre 1,5 et 2,8 m ;
- argiles graveleuses avec quelques blocs entre 2,8 et 10 m ;
- argiles grises/bleues et compactes entre 10 et 12,7 m ;
- argiles jaunâtres et brunes graveleuses entre 12,7 et 13,5 m ;
- marnes argileuses jaunes et quelques petits graviers entre 13,5 et 15 m.

<sup>3</sup> La Convention sur les zones humides d'importance internationale, plus connue sous le nom de Convention de Ramsar, est un traité international qui prône la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides. C'est le seul traité mondial portant sur un seul écosystème (source : ramsar.org).

<sup>4</sup> Nivellement Général de France.

## 2.2.3 Contexte hydrogéologique

### A l'échelle départementale

Le bassin de La Bléone possède plusieurs grandes entités hydrogéologiques identifiées comme quatre masses d'eau souterraines :

Les alluvions de la Bléone (FRDG355). Sur l'ensemble du bassin versant, on note la présence de différents aquifères interconnectés qui sont les nappes d'accompagnement des principaux cours d'eau : Bléone, Bès et Duyes. Ces aquifères, et principalement celui de la Bléone, sont exploités, pour l'adduction en eau potable. Ils sont vulnérables en raison de la faible protection de surface (terrains de couverture relativement faibles) et des échanges importants entre les eaux souterraines et les eaux superficielles.

L'aquifère de la Bléone possède un cycle piézométrique particulier avec une seule période de hautes eaux (en hiver, printemps) là ou généralement les nappes en possèdent deux (au printemps et à l'automne) et une période de basses eaux (en automne) là ou généralement les nappes en possèdent deux (en hiver et en été).

- Les formations variées du haut bassin de la Durance (FRDG417). Cette formation couvre plus de la moitié du bassin versant amont. Elle possède des parties libres et des parties captives. Les écoulements sont majoritairement libres. C'est un domaine à dominante marno-calcaire et dont le faciès prépondérant consiste en des formations du Jurassique avec une forte prédominance des "Terres Noires" (formations autochtones et parautochtones).
- Les calcaires du Crétacé supérieur des hauts bassins du Verdon, Var et des affluents de la Durance (FRDG174). Cet aquifère est localisé sur l'amont du bassin versant (massif des trois évêchés).
- Les conglomérats du plateau de Valensole (FRDG209). Cette formation couvre le tiers inférieur de la vallée de la Bléone et l'ensemble de la vallée des Duyes. Les formations du plateau se présentent sous la forme d'une alternance entre des bancs de poudingues à ciment gréseux et des niveaux marneux jaunes ou brun-rouges.

### A l'échelle locale

Sur la commune de Digne-les-Bains, les masses d'eaux souterraines suivantes sont recensées :

- Alluvions de la Bléone (FRDG355) ;
- Formation variées du haut bassin de la Durance (FRDG417) ;
- Conglomérats du plateau de Valensole (FRDG209).

## 2.2.4 Utilisation des eaux souterraines

Une recherche effectuée sur la base de données « Infoterre » en mai 2024 fait état de la présence dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet des ouvrages exploités suivants :

- 7 ouvrages à usage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) dont le plus proche (BSS002CQXP) est localisé à environ 2,3 km à l'Ouest du terrain visé par le projet ;
- 4 ouvrages utilisés pour le domaine de la géothermie et du thermalisme dont le plus proche (BSS004FSKY) est situé à environ 750 m à l'Ouest ;
- 4 ouvrages utilisés pour des mesures dont le plus proche (BSS002DWMJ) est situé à environ 2,4 km à l'Est ;
- 9 ouvrages dont l'utilisation est inconnue dont le plus proche (BSS004EEBP) est situé à environ 900 m à l'Ouest.

L'ARS a été consultée en mai 2024 concernant la présence de captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) et de périmètres de protection associées dans la région étudiée. Les captages présents à proximité du terrain visé par le projet sont présentés sur la figure ci-dessous. Celui-ci n'est pas situé dans le périmètre de protection d'un captage.

Figure C – Captages AEP à proximité du terrain visé par le projet



## 2.2.5 Climatologie

Le climat méditerranéen de la région PACA se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux.

Concernant la zone d'étude, les données climatologiques disponibles proviennent de la station météorologique de Saint-Auban, situées à environ 18 km à l'Ouest du terrain visé par le projet. Elle correspond à la station météorologique la plus représentative des caractéristiques des conditions météorologiques observées pour le site étudié.

### Températures, précipitations et phénomènes locaux

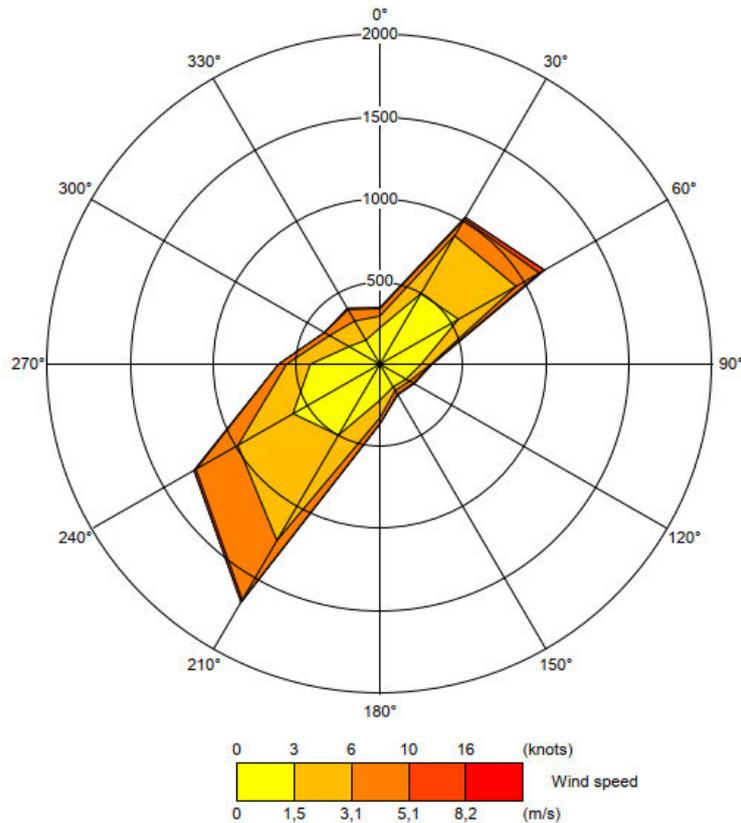
Le **Tableau 1** présente la synthèse des statistiques et records de températures et précipitations (moyennes pour la période 1991-2020 et records pour la période de 1896 à 2024) pour la station météorologique de Saint-Auban (04).

La fiche climatologique de cette station est jointe en **Annexe A**. D'après celle-ci, à l'échelle locale le climat offre des hivers doux et des étés chauds ainsi qu'une pluviométrie plus importante en novembre.

## Régime des vents

La rose des vents de la station météorologique de Saint-Auban (04) établie sur la période 2021-2023 et présentée ci-après, indique une prédominance des vents provenant du Nord-Est et du Sud-Ouest.

**Figure D – Rose des vents sur la période 2021-2023 pour la station Météo France de Saint-Auban (04)**



Note : La rose des vents indique l'origine du vent. Les nombres indiqués sur les différents axes (500, 1 000, 1 500 et 2 000) correspondent au nombre d'observations (c'est-à-dire le nombre d'heures dans l'année ou une même vitesse et direction des vents est observée).

## 2.3 Risques majeurs

*Source : DDRM du département des Alpes-de-Haute-Provence, 2017 ; outil « GEORISQUES » du Ministère en charge de l'Environnement consulté en mai 2024*

*Le Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) est le document portant à la connaissance du public les risques majeurs naturels et technologiques. Pour les risques naturels, le Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) est un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite les zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans les zones à risque. Le Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) institué par la loi du 30 juillet 2003, organise la cohabitation des sites industriels à risques et des zones riveraines. Ils ont vocation, par la mise en place de mesures préventives sur les zones habitées et sur les sites industriels, à protéger les vies humaines en cas d'accident.*

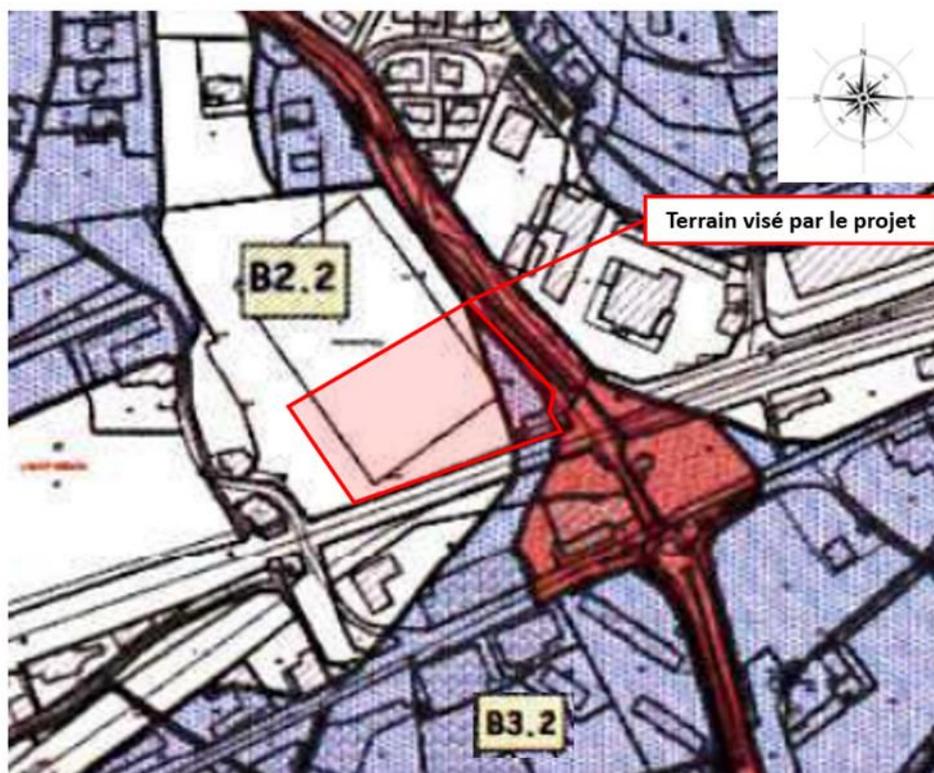
A l'échelle départementale, le DDRM des Alpes-de-Haute-Provence, approuvé par arrêté préfectoral du 24 janvier 2017, identifie des risques naturels (inondation, mouvement de terrain, sismique, avalanche, feu de forêt et climatique), des risques technologiques (industriel, transport de matières dangereuses, rupture de barrage et nucléaire) ainsi que le risque minier.

Le DDRM, l'outil « GEORISQUES » du Ministère en charge de l'Environnement ainsi que le document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) recensent les risques majeurs suivants pour la commune de Digne-les-Bains :

- risques naturels : inondation, mouvement de terrain, retrait-gonflement des argiles, sismique et feu de forêt ;
- risque technologique : transport de matières dangereuses.

La commune de Digne-les-Bains est soumise au PPRN « Commune de Digne-le-Bains\_Plan de prévention des risques naturels prévisibles » (approuvé par arrêté préfectoral en date du 30 juin 2011). La carte de zonage réglementaire de ce PPRN indique que la partie Sud-Est du terrain visé par le projet est concernée par l'aléa modéré (dit zone bleue), définissant une zone constructible sous condition pour laquelle des règles spécifiques sont à appliquer. Il est à noter que cette partie ne comporte pas de construction prévue dans le cadre du projet.

**Figure E - Zonages règlementaires du PPRN « Plan de prévention des risques naturels prévisibles »**



## 2.3.1 Risques naturels

### 2.3.1.1 Inondation

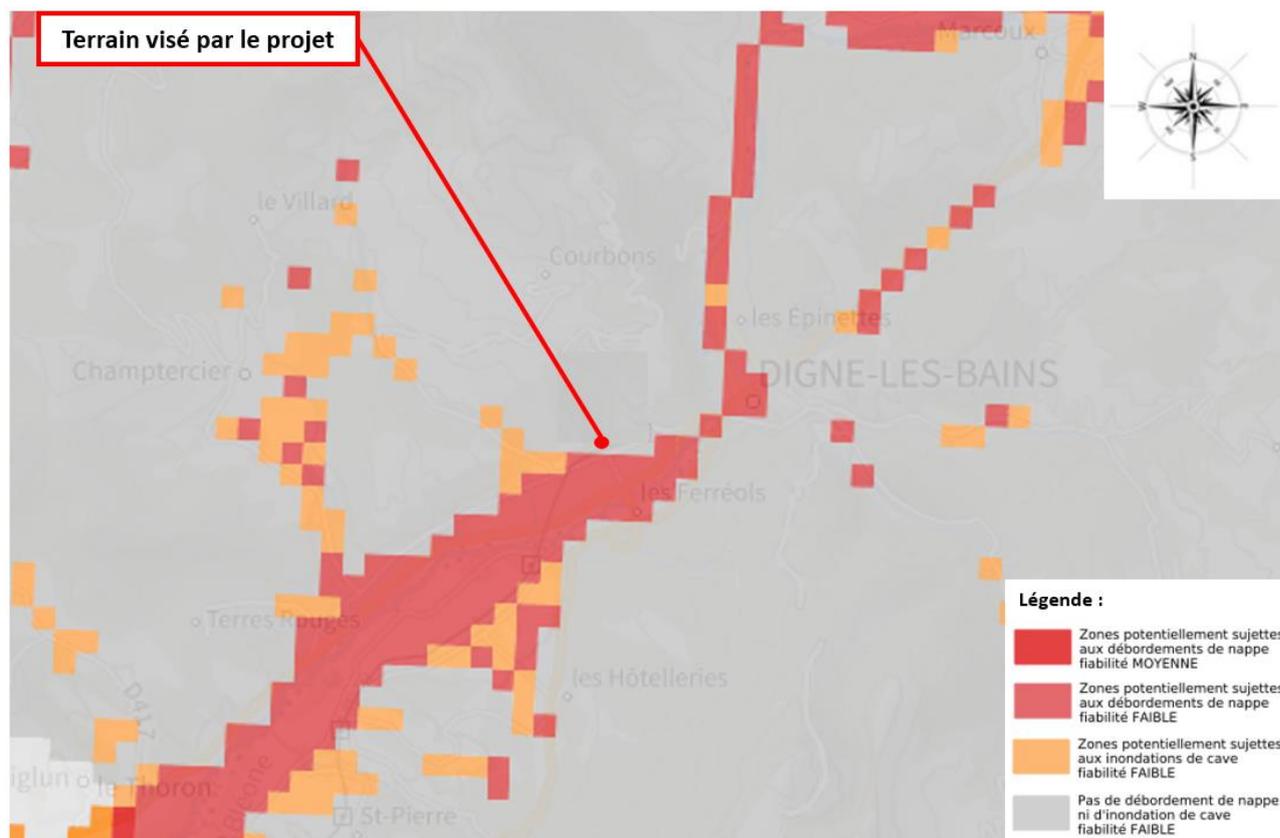
La commune de Digne-les-Bains est concernée par les inondations de type torrentielles, c'est à dire une augmentation brutale du débit des eaux, avec des écoulements très rapides et un transport important de matériaux.

Les Plans de Prévention des Risques d'Inondation sont des outils règlementaires, fixés par l'État, dont l'objectif est de garantir la sécurité des personnes et des biens. En fonction du niveau de risque sur les zones concernées, les constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations sont interdits ou autorisés avec prescriptions. Ces types de documents permettent d'évaluer le risque d'inondation et d'agir en prévention en le prenant en compte dans l'aménagement du territoire.

La commune de Digne-les-Bains n'est pas soumise au PPR inondation.

Le terrain visé par le projet se trouve en zone grise, définie comme « Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave », comme indiqué sur la figure suivante.

Figure F – Zones soumises au risque d'inondation



La directive européenne du 23 octobre 2007, dite « Directive Inondation » a pour objet de définir un cadre pour l'évaluation et la gestion des risques d'inondation permettant de réduire les conséquences négatives pour la santé humaine, l'environnement, l'activité économique et le patrimoine. La mise en œuvre de la Directive Inondation vise à fixer un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation à l'échelle des districts hydrographiques, tout en priorisant l'intervention de l'État pour les Territoires à Risques importants d'Inondation (TRI).

La commune de Digne-les-Bains n'est pas concernée par un TRI.

Les Programmes d'Actions de Prévention contre les Inondations (PAPI), portés par les collectivités territoriales ou leurs groupements, ont pour objet de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation sur un bassin de risque cohérent, en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement.

Les PAPI visent à traiter les risques inondation et/ou submersion de manière globale, à travers des études et des actions combinant la gestion de l'aléa (réhabilitation des zones d'expansion des crues, ralentissement dynamique, ouvrages de protection...), et la réduction de la vulnérabilité au sens large des personnes, des biens et des territoires.

La commune de Digne-les-Bains n'est pas soumise à un PAPI.

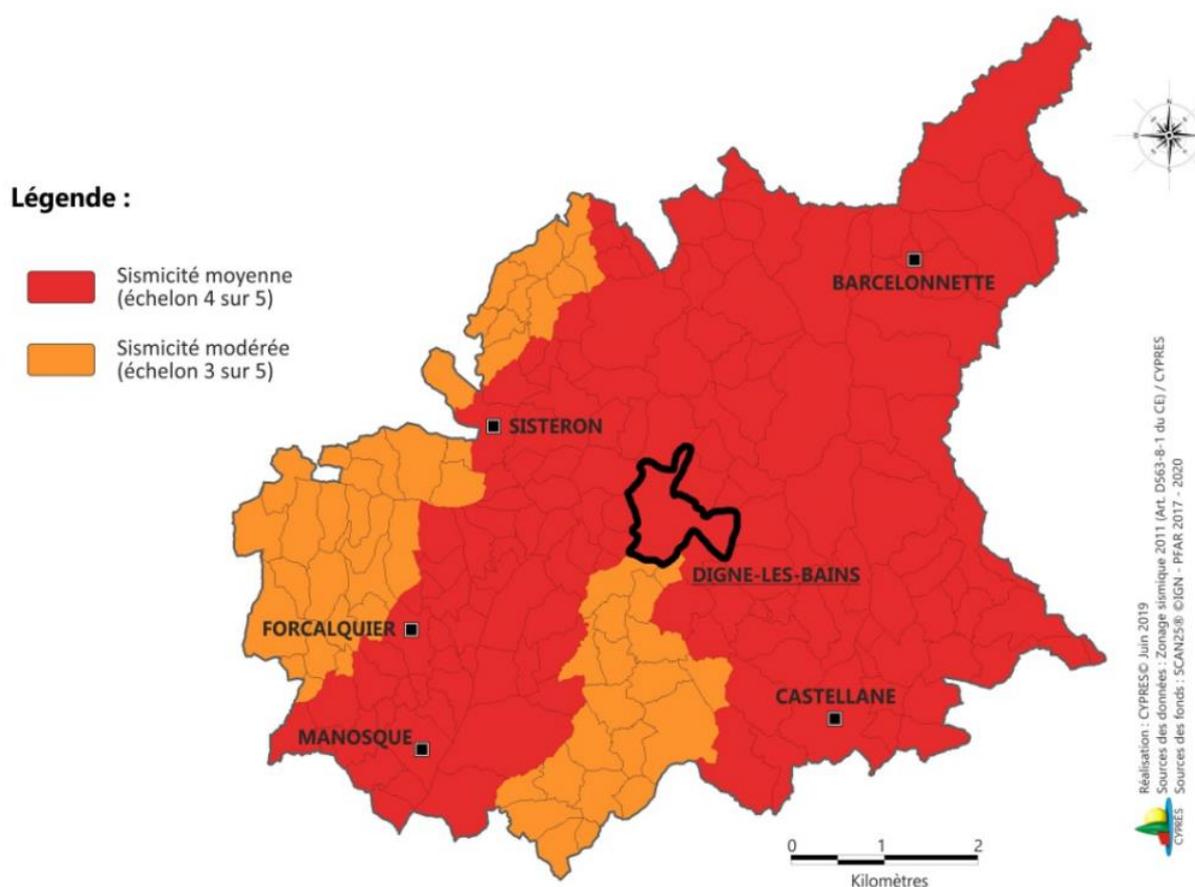
### 2.3.1.2 Séisme

Faisant suite au zonage de sismicité défini par le décret du 14 mai 1991, le zonage sismique actuellement applicable est celui entré en vigueur le 1<sup>er</sup> mai 2011 (décrets n°2010-1254<sup>5</sup> et n°2010-1255<sup>6</sup> du 22 octobre 2010 modifiant les articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement), divisant le territoire national en cinq niveaux d'aléas sismiques en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes :

- une zone de sismicité de niveau 1, n'impliquant pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible) ;
- quatre zones de sismicité de niveau croissant (2 - faible, 3 - modérée, 4 - moyenne et 5 - forte), où des règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

La commune de Digne-les-Bains est classée en zone de sismicité « 4 - Sismicité moyenne », elle a fait l'objet de deux arrêtés de catastrophe naturelle pour l'aléa « séisme » en 1984 et n'est pas soumise à un PPR lié aux séismes.

Figure G - Zonage sismique



<sup>5</sup> Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique

<sup>6</sup> Décret n°1255 du 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français

### 2.3.1.3 Mouvements de terrain / cavités souterraines

Le risque lié aux mouvements de terrain se décline en deux types de risque :

- le risque de glissement de terrain qui consiste en un déplacement généralement lent d'une masse de terrains cohérents le long d'une surface de rupture ;
- le risque lié aux cavités souterraines qui concerne la dégradation de cavités par affaissement ou effondrement.

Bien que le risque soit existant à Digne-les-Bains, la commune n'est pas soumise à un PPR mouvement de terrain. Trois mouvements de terrain sont recensés à Digne-les-Bains par la base de données du BRGM (deux éboulements : 12100373 et 22100156 ; un glissement : 12100055).

La commune n'est pas soumise à un PPR lié aux cavités souterraines. La base de données du BRGM y recense 10 cavités souterraines naturelles, dont la plus proche, PACAA0004063, est localisée à environ 1,3 km au Nord-Est du terrain visé par le projet.

Figure H – Mouvements de terrains recensés à proximité du terrain visé par le projet



### 2.3.1.4 Retrait gonflement des argiles

Ces phénomènes, qui se produisent lors d'une augmentation de la teneur en eau dans les argiles et de leur volume, peuvent être à l'origine de tassements différentiels qui se manifestent par des désordres affectant principalement le bâti individuel.

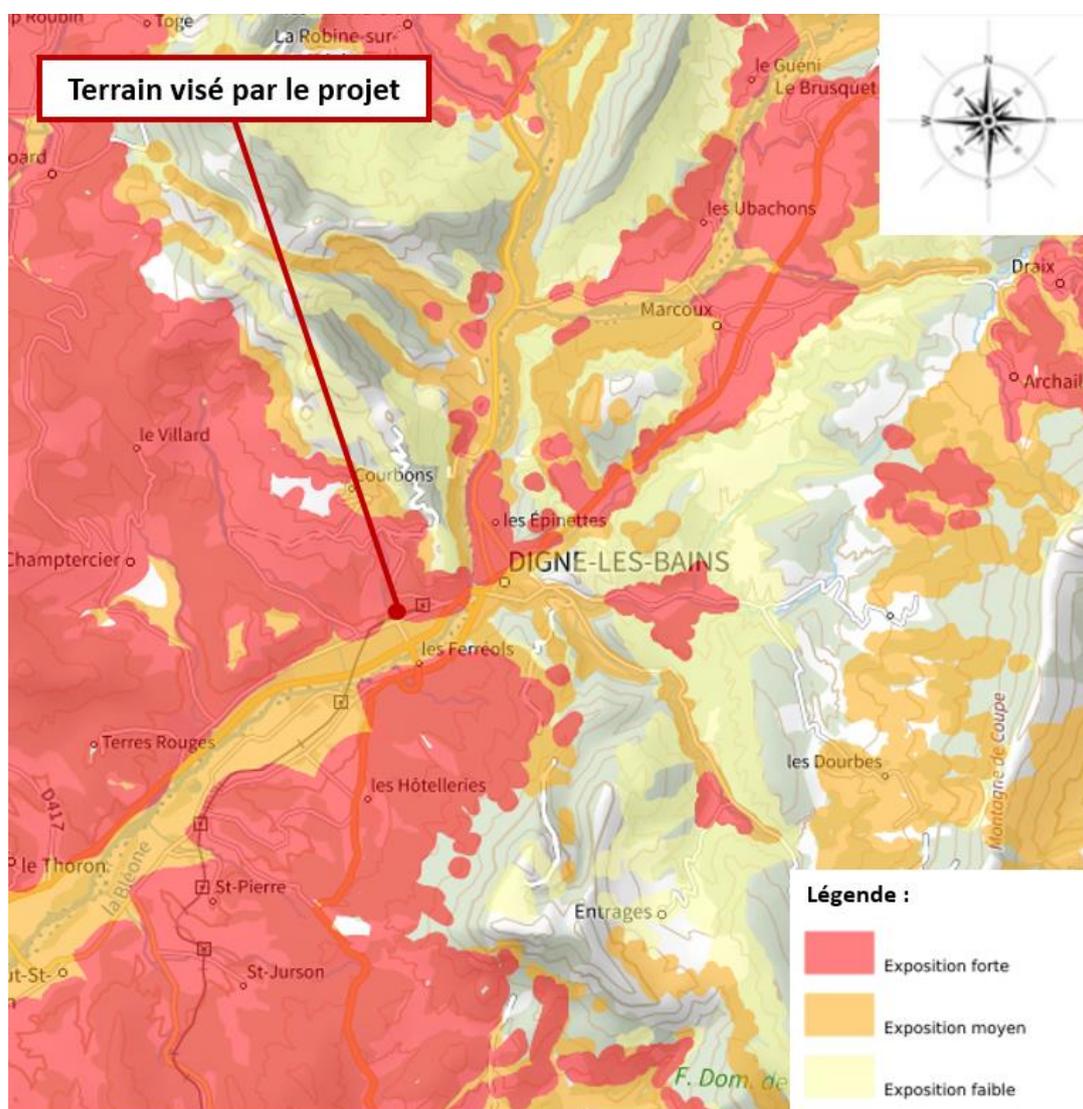
L'arrêté du 22 juillet 2020 définissant les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux a été publié au Journal Officiel du 9 août 2020 (ainsi qu'un rectificatif le 15 août 2020).

Cet arrêté définit les zones exposées au phénomène de mouvement de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols argileux où s'appliquent les dispositions prévues aux articles L112-20 et suivants du Code de la construction et de l'habitation destinées à prévenir le risque de mouvement de terrain causé par ce phénomène.

Le risque lié aux retrait-gonflement des argiles se décline en 3 types d'aléa : faible, modéré et important.

La commune de Digne-les-Bains n'est pas soumise à un PPR lié aux phénomènes de retrait-gonflement des sols argileux. Le terrain visé par le projet est situé dans une zone d'aléa important.

Figure I – Zonage des expositions aux risques argiles gonflantes



### 2.3.1.5 Reconnaissance de catastrophes naturelles

Les arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles recensés sur la commune de Digne-les-Bains sont recensés dans le tableau suivant.

**Tableau A – Arrêtés de reconnaissance de catastrophes naturelles sur la commune concernée par le projet**

Type de catastrophe	Arrêtés de catastrophes naturelles (Journal Officiel)
Sismique	18/10/1984 18/10/1984
Sécheresse	07/02/1993 13/11/1998 18/01/2002 13/08/2008 13/08/2008 01/09/2017 05/07/2018 07/09/2023
Glissement de terrain	20/11/1994
Inondations et/ou coulées de boue	10/02/1994 06/05/1995 31/01/1995 05/02/1999 15/08/2018 19/10/2023 05/01/2024 19/10/2023
Mouvement de Terrain	09/03/2003 07/12/2018
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	25/07/2022

### 2.3.2 Risques technologiques – Pollution des sols

*Un site pollué est un site qui, du fait d'anciens dépôts de déchets ou d'infiltration de substances polluantes, présente une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pérenne pour les personnes ou l'environnement.*

La commune de Digne-les-Bains est concernée par le risque lié à la pollution des sols. Ce volet est détaillé dans le Paragraphe 2.5.5 du rapport.

### 2.3.3 Risques particuliers

#### 2.3.3.1 Radon

*Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches. En se désintégrant, il forme des descendants solides, eux-mêmes radioactifs. Ces descendants peuvent se fixer sur les aérosols de l'air et, une fois inhalés, se déposer le long des voies respiratoires en provoquant leur irradiation.*

*Dans des lieux confinés tels que les grottes, les mines souterraines mais aussi les bâtiments en général, et les habitations en particulier, il peut s'accumuler et atteindre des concentrations élevées atteignant parfois plusieurs milliers de Bq/m<sup>3</sup> (becquerels par mètre-cube).*

*La cartographie du potentiel du radon des formations géologiques établie par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) conduit à classer les communes en 3 catégories. Celle-ci fournit un niveau de risque relatif à l'échelle d'une commune, il ne présage en rien des concentrations présentes dans les habitations, celles-ci dépendant de multiples autres facteurs (étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le sol, taux de renouvellement de l'air intérieur, etc.).*

La commune de Digne-les-Bains est classée en zone potentiel radon de catégorie 2/3 (potentiel modéré).

### 2.3.3.2 Climatique

*Une tempête correspond à l'évolution d'une perturbation atmosphérique, ou dépression, le long de laquelle s'affrontent deux masses d'air aux caractéristiques distinctes (température, teneur en eau, ...).*

Les Alpes-de-Haute-Provence est un département au climat méditerranéen caractérisé par un ensoleillement élevé toute l'année et une humidité faible de moins de 100 jours de précipitations par an. Les vents violents y sont peu fréquents.

## 2.4 Environnement naturel

### 2.4.1 Milieux naturels protégés et classés

*Source : « Inventaire National du Patrimoine Naturel » (INPN) consulté en avril 2024*

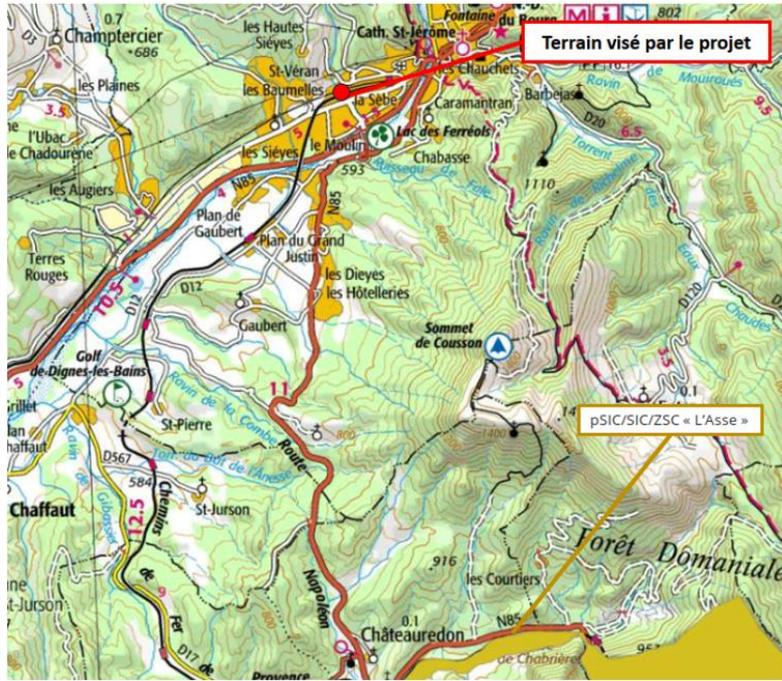
#### 2.4.1.1 Réseau NATURA 2000

*Le réseau européen NATURA 2000 est un réseau écologique de sites naturels. Son objectif principal est d'assurer le maintien des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire dans un état de conservation favorable, voire leur rétablissement lorsqu'ils sont dégradés, tout en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales, dans une logique de développement durable. Cet objectif peut requérir le maintien, voire l'encouragement, d'activités humaines adaptées. Il est composé des Zones de Protection Spéciale (ZPS) et des Zones Spéciales de Conservation (ZSC).*

*Les Sites d'Importance Communautaire (SIC) sont sélectionnés, sur la base des propositions des États membres, par la Commission Européenne pour intégrer le réseau NATURA 2000 en application de la directive « Habitats ». La liste nominative de ces sites est arrêtée par la Commission Européenne pour chaque région biogéographique. Ces sites sont ensuite désignés en ZSC par arrêtés ministériels. Les ZPS sont la transcription en droit français de la directive « Oiseaux ».*

Aucune zone appartenant au Réseau NATURA 2000 n'est située dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet de crématorium. La zone la plus proche est le pSIC/SIC/ZSC « L'Asse » (FR9301533), d'une superficie de 21 844 ha et localisée à environ 8,8 km au Sud du terrain visé par le projet.

**Tableau B – Réseau NATURA 2000 le plus proche du terrain visé par le projet**

pSIC/SIC/ZSC « L'Asse »	
<b>Identifiant national</b> : FR9301533	<b>Superficie</b> : 21 844 ha
<b>Localisation</b>	<p>Environ 8,8 km au Sud</p> 
<b>Classes d'habitat (couverture en %)</b>	<p>Galets, Falaises maritimes, Ilots (2 %), Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes) (2 %), Marais (vegetation de ceinture), Bas-marais, Tourbières (1 %), Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana (20 %), Pelouses sèches, Steppes (10 %), Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées (10 %), Pelouses alpine et sub-alpine (5 %), Autres terres arables (5 %), Forêts caducifoliées (24 %), Forêts de résineux (10 %), Rochers intérieurs, Eboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente (10 %), Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines) (1 %).</p>

### 2.4.1.2 Inventaire du patrimoine naturel

Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF) sont des zones d'inventaires dont l'objectif est double :

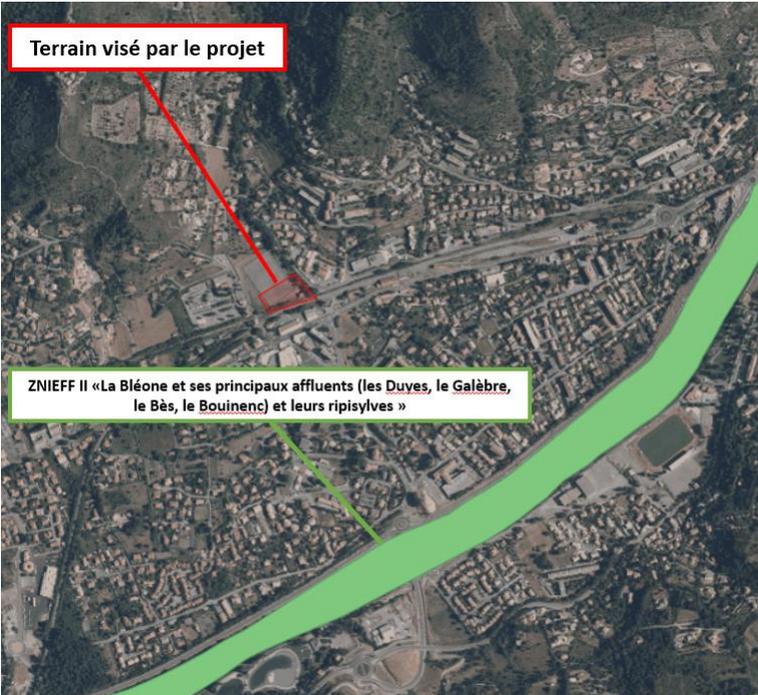
- recenser et inventorier aussi exhaustivement que possible des espaces naturels dont l'intérêt repose soit sur l'équilibre et la richesse de l'écosystème, soit sur la présence d'espèces de plantes ou d'animaux rares ou menacés ;
- constituer une base de connaissance accessible à tous et consultable avant tout projet, et ce, afin d'améliorer la prise en compte de l'espace naturel et d'éviter autant que possible que certains enjeux environnementaux ne soient trop tardivement révélés.

La circulaire du 14 mai 1991 relative aux ZNIEFF distingue 2 types :

- ZNIEFF de type I : secteurs d'une superficie en général limitée, caractérisés par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels (massifs forestiers, vallée, plateau, estuaire...) riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Les ZNIEFF recensées dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet sont trois ZNIEFF de type II et sont présentées dans le tableau suivant. Les formulaires standard de données de la zone la plus proche sont présentées en **Annexe B**.

**Tableau C – ZNIEFF présentes dans le périmètre d'étude étendu**

ZNIEFF continentale de type II « La Bléone et ses principaux affluents (les Duyes, le Galèbre, le Bès, le Bouinenc) et leurs ripisylves »	
Identifiant national : 930020054	
Superficie : 2 667,47 ha	
Localisation	<p>Environ 665 m au Sud / Sud-Est</p>  <p>Terrain visé par le projet</p> <p>ZNIEFF II « La Bléone et ses principaux affluents (les Duyes, le Galèbre, le Bès, le Bouinenc) et leurs ripisylves »</p>
Critères d'intérêt	<p>Patrimoniaux : Orthoptères - Critères d'intérêts patrimoniaux - Ecologique - Faunistique - Poissons - Reptiles - Oiseaux - Mammifères - Mollusques - Odonates - Lépidoptères - Coléoptères - Insectes - Floristique - Phanérogames</p>
ZNIEFF continentale de type II « Massif de Cousson – La Gourrée - Feston »	
Identifiant national : 930012708	
Superficie : 5 557,14 ha	
Localisation	<p>Environ 1,4 km à l'Est / Sud-Est</p>  <p>Terrain visé par le projet</p> <p>ZNIEFF II « Massif de Cousson – La Gourrée - Feston »</p>
Critères d'intérêt	<p>Patrimoniaux : Critères d'intérêts patrimoniaux - Ecologique - Faunistique - Lépidoptères - Coléoptères - Hémiptères - Insectes - Floristique - Phanérogames</p>

<b>ZNIEFF continentale de type II « Massif de la montagne de coupe – Barre des Dourbes – Le Couard »</b>	
<b>Identifiant national</b> : 930012711	<b>Superficie</b> : 10 871,3 ha
<b>Localisation</b>	<p>Environ 3,5 km à l'Est</p> 
<b>Critères d'intérêt</b>	<p><u>Patrimoniaux</u> : Critères d'intérêts patrimoniaux - Ecologique - Faunistique - Reptiles - Oiseaux - Mammifères - Lépidoptères - Coléoptères - Autre Faune (préciser) - Insectes - Floristique - Phanérogames</p>

### 2.4.1.3 Autres milieux naturels classés ou protégés

Les Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB), fixent les mesures tendant à favoriser, sur tout ou partie du territoire d'un département, la conservation des biotopes tels que les mares, marécages, marais, haies, bosquets, landes, dunes, pelouses, ou toutes autres formations naturelles peu exploitées par l'Homme, dans la mesure où ces biotopes ou ces formations sont nécessaires à l'alimentation, la reproduction, le repos ou la survie des espèces.

Les réserves naturelles nationales (définies par décret) et régionales (définies délibération du Conseil Régional) permettent de soumettre les actions, activités, aménagements susceptibles de nuire à la faune et la flore et d'altérer la réserve à un régime particulier d'autorisation, voire être interdits.

Aucun autre espace protégé n'est identifié dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet.

## 2.4.2 Caractérisation du paysage

Source : « Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement » (DREAL) Alpes de haute-Provence, consultée en mai 2024

### 2.4.2.1 Patrimoine mondial de l'UNESCO

La convention concernant la protection du patrimoine culturel et naturel mondial, adoptée en 1972 par l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO), vise à l'échelle mondiale à identifier, protéger et mettre en valeur le patrimoine culturel et naturel ayant une valeur universelle exceptionnelle, et méritant à ce titre de faire partie du patrimoine commun de l'Humanité.

Le périmètre d'étude étendu de 5 km ne comporte pas de zone classée au patrimoine mondial de l'UNESCO.

## 2.4.2.2 Sites classés et inscrits au titre du paysage

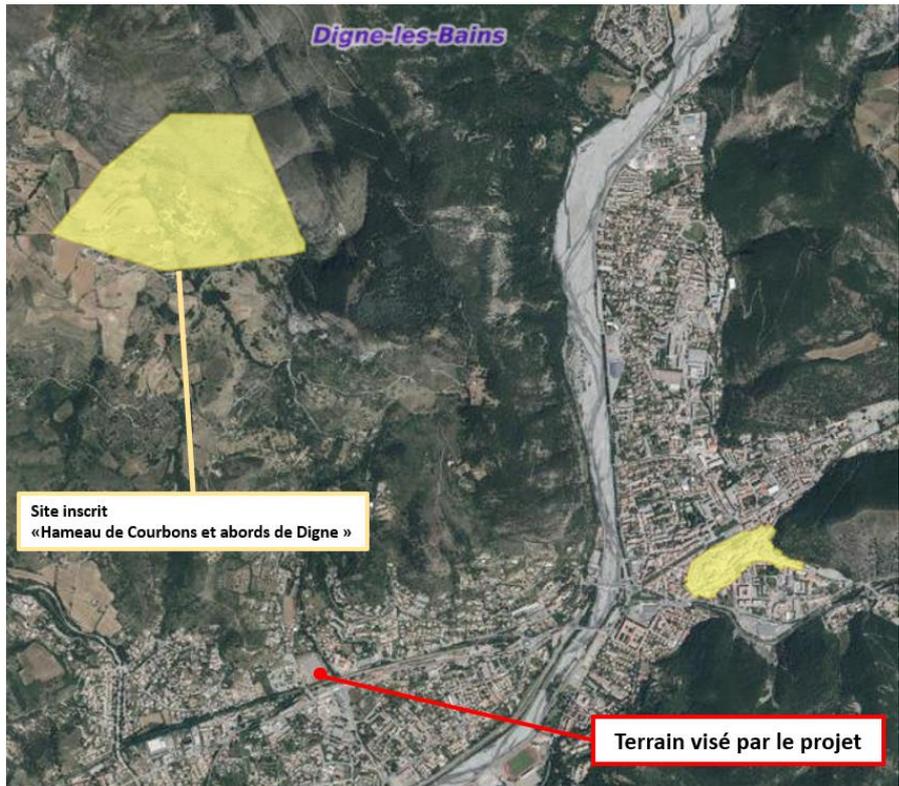
La loi du 2 mai 1930, intégrée depuis dans les articles L341-1 à L341-22 du Code de l'Environnement, vise à préserver des espaces du territoire français qui présentent un intérêt général du point de vue scientifique, pittoresque et artistique, historique ou légendaire. Le classement ou l'inscription d'un site ou d'un monument naturel constitue la reconnaissance officielle de sa qualité et sa décision de placer son évolution sous le contrôle et la responsabilité de l'Etat.

Il existe deux niveaux de protection :

- le Classement est une protection forte qui correspond à la volonté de strict maintien en l'état du site désigné, ce qui n'exclut ni la gestion ni la valorisation. Généralement consacré à la protection d'espaces « naturels », le classement intègre aussi les espaces bâtis qui présentent un intérêt architectural certain. Les sites classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale ;
- l'Inscription à l'inventaire départemental des sites est une procédure plus fréquente qui constitue une garantie minimale de protection, en soumettant tout changement d'aspect du site à déclaration préalable.

Les deux sites inscrits présents dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau D – Sites classés et inscrits présents dans le périmètre d'étude étendu**

Site inscrit « Hameau de Courbons et abords de Digne »	
Date de protection : 28 novembre 1967	Superficie : 52 ha
Localisation	<p>Environ 1,9 km au Nord</p>  <p>The image is an aerial photograph of the town of Digne-les-Bains. A yellow shaded area in the upper left quadrant represents the 'Site inscrit « Hameau de Courbons et abords de Digne »'. A red dot in the lower right quadrant, with a red arrow pointing to it, is labeled 'Terrain visé par le projet'. The town itself is visible in the center and right, with the river Digne flowing through it. The text 'Digne-les-Bains' is written in purple at the top of the image.</p>

Site inscrit « Centre ancien de la ville de Digne »	
Date de protection : 2 juillet 1986	Superficie : 7,9 ha
Localisation	Environ 1,7 km à l'Est 

### 2.4.2.3 Paysage

La commune de Digne-les-Bains est située dans l'ensemble paysager « Les paysage des Prealpes » et est divisée dans les quatre unités paysagères suivantes « 19 – La vallée des Duyès », « 24 – La basse vallée de la Bléone », « 25 – La moyenne vallée de la Bléone » et « 27 - Le pays des Clues ». Le terrain visé par le projet est majoritairement situé dans l'unité « 24 – La basse vallée de la Bléone », Cette unité paysagère est caractérisée par :

- une vallée large à fond plat ;
- des reliefs sont doux et les sommets retirés en arrière-plan ;
- le fond de vallée, couloir de communication présentant une activité humaine importante : agriculture variée, pôles d'activités, villes et villages qui se développent...

Autour du terrain visé par le projet, le paysage est à dominante urbaine, avec un projet de création d'un parking au Nord, un abattoir à l'Est, la chapelle Saint-Véran, son cimetière et la maison funéraire de Digne-les-Bains à l'Ouest ainsi qu'une voie ferrée au Sud. Le terrain visé par le projet est actuellement imperméabilisé. La figure ci-dessous illustre les environs directs de ce terrain.

**Figure J – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue depuis la voie ferrée au Sud-Ouest)**



Source : Google Maps, date de l'image novembre 2022

**Figure K – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue depuis le chemin du hameau des hautes Sieyès à l'Ouest)**



Source : Google Maps, date de l'image novembre 2022

**Figure L – Visualisation des environs du terrain visé par le projet (vue aérienne)**



Données cartographiques : © IGN, CRIGE-PACA, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

## 2.5 Environnement humain et économique

### 2.5.1 Contexte économique local

*Source* : « Institut National de la Statistique et des Études Économiques » (INSEE) consulté en mai 2024

La répartition des emplois selon leur secteur d'activité pour l'année 2020 est présentée ci-dessous pour la commune de Digne-les-Bains et à titre comparatif pour le département des Alpes-de-Haute-Provence.

**Tableau E – Répartition des emplois par secteur d'activité pour l'année 2020**

Secteur	Nombre d'emplois (pourcentage associé) en 2020	
	Digne-les-Bains	Département des Alpes-de-Haute-Provence
Agriculture	75 (0,8 %)	3 201 (5,3 %)
Industrie	261 (2,9 %)	5 673 (9,5 %)
Construction	316 (3,5 %)	4 566 (7,6 %)
Commerce, transports, services divers	3 250 (35,5 %)	24 543 (41,0 %)
Administration publique, enseignement, santé, action sociale	5 254 (57,4 %)	21 871 (36,5 %)
<b>TOTAL</b>	<b>9 157</b>	<b>59 854</b>

La structure de l'emploi de Digne-les-Bains se caractérise par une prépondérance du secteur tertiaire qui regroupe environ 93 % de l'emploi total, un peu plus importante qu'à l'échelle du département (plus de 77 %).

## 2.5.2 Population et urbanisation

Source : « INSEE » consulté en mai 2024

Le tableau suivant récapitule le nombre d'habitants des 11 communes situées dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet.

**Tableau F – Population des communes du périmètre d'étude étendu**

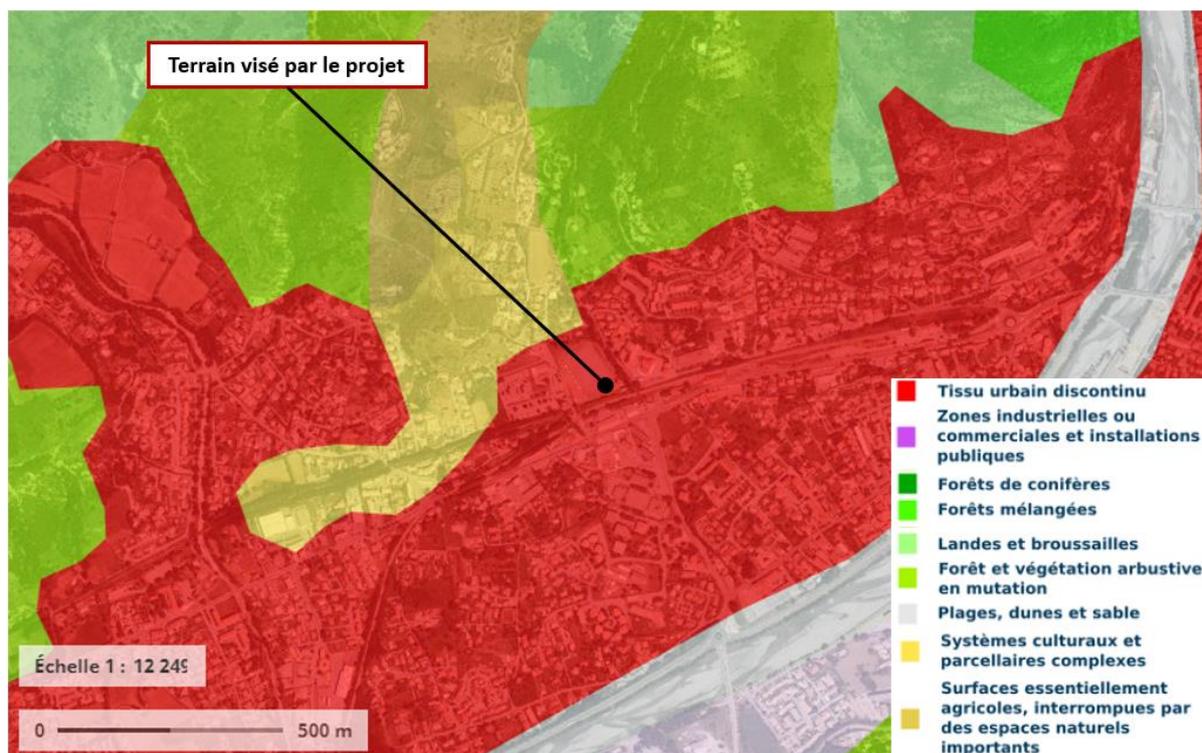
Commune	Localisation par rapport au projet	Population légale 2015 <sup>(1)</sup>	Population légale 2021 <sup>(2)</sup>
Digne-les-Bains	-	16 246	17 192
Champtercier	4 km à l'Ouest	792	821
Aiglun	2,8 km au Nord-Ouest	1 384	1 413
Entrages	1,2 km au Nord	108	100
Marcoux	2,9 km au Nord-Est	499	454
<b>TOTAL</b>		<b>19 029</b>	<b>19 980</b>

<sup>(1)</sup> Populations légales des communes en vigueur à compter du 1er janvier 2024 – date de référence statistique : 1<sup>er</sup> janvier 2021

La dynamique correspond à une légère croissance de la population depuis 2015.

D'après la base de données géographiques Corine Land Cover France, le terrain visé par le projet est situé sur une zone de tissu urbain discontinu.

**Figure M – Occupation du sol dans la zone d'étude**



## 2.5.3 Monuments historiques

Source : Base de données « Mérimée » consultée en mai 2024

Les dispositions des articles L621-1 et suivants du Code du Patrimoine sur les monuments historiques soumettent à autorisation préalable toute construction nouvelle ou toute modification de nature à affecter l'aspect d'un immeuble situé dans le champ de visibilité d'un monument classé ou inscrit à l'inventaire des monuments historiques.

Est considéré comme étant dans le champ de la visibilité d'un immeuble protégé au titre des monuments historiques : « tout autre immeuble nu ou bâti, visible du premier, ou visible en même temps que lui et compris dans un périmètre n'excédant pas 500 m ».

Le monument historique le plus proche est "La Maison d'Alexandra David-Neel du nom tibétain de Samten Dzong (maison de la réflexion) » classé par arrêté du 17 juin 1996, situé à environ 980 m au Sud-Est du terrain visé par le projet.

Le crématorium n'est pas compris dans le périmètre de protection d'un monument historique.

## 2.5.4 Voies de communication

### Réseau routier

La commune de Digne-les-Bains est traversée par la nationale N85 et les départementales D12, D19, D20, D900 et D900A. L'axe routier le plus proche du terrain visé par le projet est la nationale N85, située à environ 600 m au Sud / Sud-Est. L'accès au terrain visé par le projet se fait par l'Ouest via le chemin des Hameaux des Hautes Sieyès, un accès secondaire est prévu dans l'angle Sud-Est du terrain accessible via l'avenue de Saint-Véran.

Les données de trafic disponibles sur ces voies routières sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau G – Statistiques de trafic à proximité du terrain visé par le projet**

Route	Trafic moyen journalier total en 2019 (nationale) et 2023 (départementales)	Trafic moyen journalier de poids-lourds (% associé)
N85	12 604	60 %
D12	1 351	-
D19	202	-
D20	229	-
D900	3 559	3,6 %
D900A	4 086	-

- : donnée non disponible

### Réseau ferré

La commune de Digne-les-Bains dispose d'une gare ferroviaire desservie par des Trains Express Régionaux (TER), localisée à environ 650 m à l'Est du terrain visé par le projet.

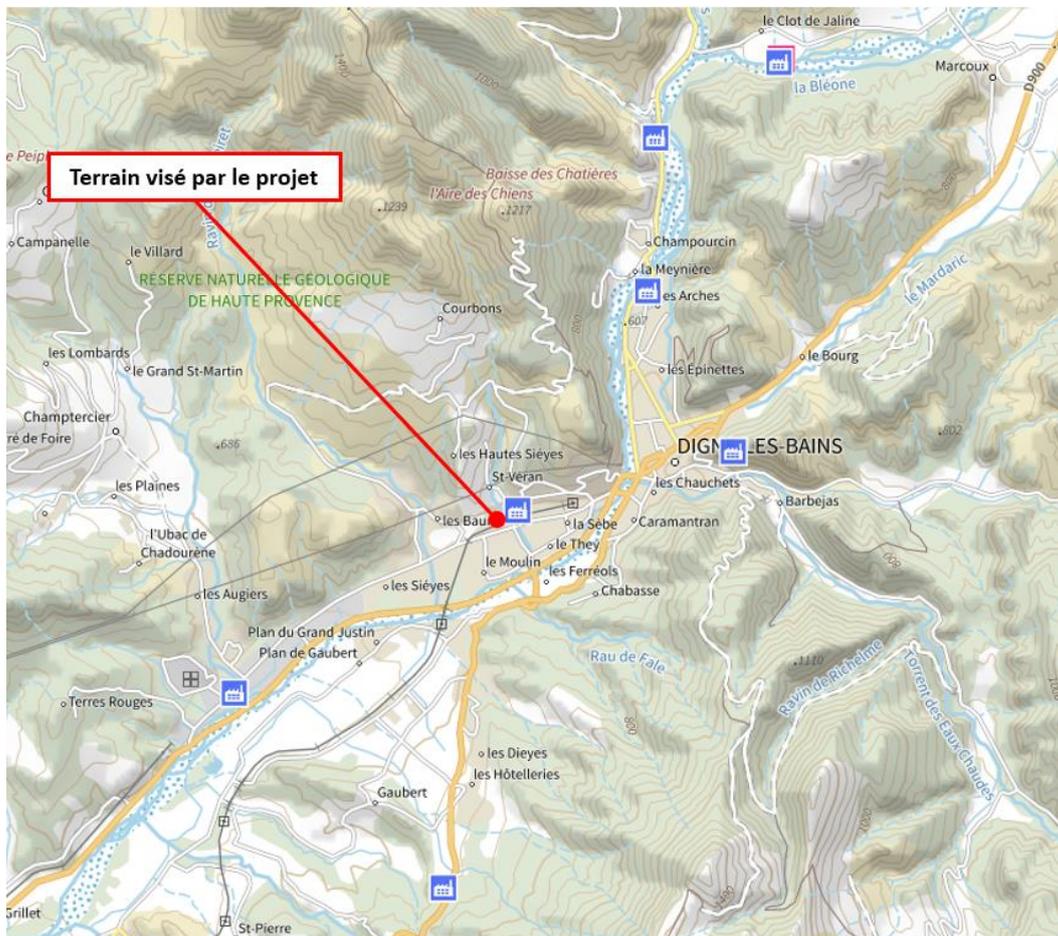
### Réseau aérien

Aucun aéroport ou aérodrome n'est situé dans le périmètre d'étude étendu de 5 km autour du terrain visé par le projet. Le plus proche est l'aérodrome de Château-Arnoux-Saint-Auban, localisé à environ 18 km au Sud-Ouest du terrain visé par le projet.

## 2.5.5 Voisinage industriel

*Source : Base des installations classées (outil « GEORISQUES » du Ministère en charge de l'Environnement) ; base de données « CASIAS » (Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services) du Ministère en charge de l'Environnement consultées en mai 2024*

**Figure N – Voisinage industriel dans le périmètre d'étude**



### 2.5.5.1 Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Les installations industrielles ayant des effets sur l'environnement sont règlementées sous l'appellation Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). L'exploitation de ces installations est soumise à l'autorisation de l'État.

Ces installations industrielles déclarent des rejets de polluants potentiellement dangereux dans l'air, l'eau ou les sols.

Sur la commune de Digne-les-Bains, 17 ICPE sont présentes, dont 1 dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet et sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau H – ICPE présentes dans le périmètre d'étude**

Raison sociale (état d'activité)	Régime en vigueur - Statut Seveso - Rubrique de la nomenclature (en fonctionnement)	Distance approximative par rapport à la zone d'étude
CA PROVENCE ALPES AGGLOMERATION <sup>(1)</sup> (En exploitation avec titre)	Autorisation Non Seveso 2210	46 m à l'Est

<sup>(1)</sup> En application des dispositions du RGPD, les noms de personnes physiques ne sont pas diffusés

## 2.5.5.2 Anciens Sites Industriels et Activités de Services

La base de données CASIAS (Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services) du Ministère en charge de l'Environnement permet de recenser 109 sites à usage professionnel dont les activités sont terminées sur la commune de Digne-les-Bains.

18 sites sont localisés dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet et sont présentés dans le tableau suivant.

**Tableau I – CASIAS présentes dans le périmètre d'étude**

Nom usuel (état d'activité)	Activité secondaire (activité principale non renseignée)	Distance approximative par rapport à la zone d'étude
Station-service SSP3977319 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	85 m à l'Est
Abattoir municipal SSP3976743 (Indéterminé)	C10.1 - Transformation et conservation de la viande et préparation de produits à base de viande, de la charcuterie et des os (dégraissage, dépôt, équarrissage)	101 m à l'Est
Station-service SSP3977299 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	90 m à l'Est
Station-service BP SSP3977775 (Indéterminé)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	90 m au Sud
Dépôt de liquides inflammables SSP3976864 (En arrêt)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	190 m au Sud-Ouest
Station-service SSP3977693 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage) G45.21A - Garages, ateliers, mécanique et soudure	180 m au Sud-Ouest
Station-service SSP3976856 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	220 m au Sud-Ouest
Garage/Réparation SSP3976741 (Indéterminé)	G45.21A - Garages, ateliers, mécanique et soudure G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	210 m au Sud
Station-service SSP3977040 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	160 m au Sud
Dépôt de liquides inflammables SSP3977286 (En arrêt)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	420 m à l'Est
Dépôt de liquides inflammables SSP3977284 (En arrêt)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	450 m à l'Est
Station-service SSP3977087 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	450 m à l'Est

Nom usuel (état d'activité)	Activité secondaire (activité principale non renseignée)	Distance approximative par rapport à la zone d'étude
Station-service Total SSP3976855 (En arrêt)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.) G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	540 m à l'Est
Station-service SSP3977088 (Indéterminé)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage)	630 m à l'Est
Pressing SSP3977039 (En arrêt)	S96.01 - Blanchisserie-teinturerie (gros, ou détail lorsque les pressings de quartier sont retenus par le Comité de pilotage de l'IHR) ; blanchissement et traitement des pailles, fibres textiles, chiffons	600 m au Sud- Est
Atelier de matériels sanitaires et de chauffage SSP3976860 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage) C25.2 - Fabrication de réservoirs, citernes et conteneurs métalliques (pour gaz ou liquide) et de chaudières pour le chauffage central	480 m au Sud
Station-service SSP3976852 (En arrêt)	G47.30Z - Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage) G45.21A - Garages, ateliers, mécanique et soudure	620 m à l'Ouest
Dépôt d'hydrocarbures SSP3976749 (En arrêt)	V89.03Z - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	960 m à l'Est

## 2.6 Qualité des milieux environnants

### 2.6.1 Qualité des sols

*Source : Information de l'administration concernant des pollutions suspectées ou avérées (ex-BASOL) et Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) (outil « GEORISQUES » du Ministère en charge de l'Environnement) consultés en mai 2024.*

*La base de données Information de l'administration concernant des pollutions suspectées ou avérées (ex-BASOL) du Ministère en charge de l'Environnement recense les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif. La base de données SIS présente les terrains où la connaissance de la pollution des sols justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et la mise en place de mesures de gestion de la pollution pour préserver la sécurité, la santé ou la salubrité publique et l'environnement.*

Aucun site référencé dans les bases de données n'est localisé dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet.

### 2.6.2 Qualité des eaux souterraines et superficielles

*Source : outil « Agence de l'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée » et site internet consultés en mai 2024*

*L'état d'une masse d'eau est caractérisé par son état chimique et son état écologique.*

L'évaluation de l'état chimique est déterminée en mesurant la concentration de 41 substances prioritaires (métaux lourds, pesticides et polluants industriels) dans le milieu aquatique. Si la concentration mesurée dans le milieu dépasse une valeur limite pour au moins une substance, alors la masse d'eau n'est pas en bon état chimique. Cette valeur limite, appelée Norme de Qualité Environnementale (NQE), est définie de manière à protéger la santé humaine et l'environnement. L'état chimique peut être catégorisé selon deux niveaux : « bon » ou « mauvais ».

L'évaluation de l'état écologique s'appuie sur des éléments de qualité biologique, physico-chimique et hydromorphologique permettant un bon équilibre de l'écosystème. Ainsi, le bon état écologique de l'eau requiert non seulement une bonne qualité d'eau mais également un bon fonctionnement des milieux aquatiques. L'état écologique peut être catégorisé selon cinq niveaux : « très bon », « bon », « moyen », « médiocre » ou « mauvais ».

### 2.6.2.1 Eaux souterraines

La qualité de la masse d'eau souterraine « La Bléone du Bès à la confluence avec la Durance » (FRDR276a) est présentée dans le tableau suivant.

**Tableau J – Qualité de la masse d'eaux souterraines « La Bléone du Bès à la confluence avec la Durance »**

Nom (référence)	Etat chimique 2023	Etat écologique 2022
La Bléone du Bès à la confluence avec la Durance (FRDR276a)	Bon	Médiocre

### 2.6.2.2 Eaux superficielles

Les données de qualité disponibles pour le cours d'eau sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau K – Qualité des eaux de La Bléone**

Nom	Etat chimique 2023	Etat écologique 2023
La Bléone	Donnée non disponible	Bon

## 2.6.3 Qualité de l'air

### 2.6.3.1 Réseau de surveillance à l'échelle régionale

L'association Atmo Sud est agréée par le Ministère chargé de l'Environnement pour assurer la surveillance de la qualité de l'air de la région Provence-Alpes Côte d'Azur. Elle fait partie des 19 Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) présentes en France ainsi que du réseau national ATMO<sup>7</sup> et participe au programme national de surveillance de la qualité de l'air.

Les stations de surveillance de la qualité de l'air mesurent les concentrations en polluants atmosphériques, en visant un objectif de surveillance particulier. On distingue :

- les stations urbaines : souvent implantées dans des zones à forte densité de population, elles sont représentatives de la qualité de l'air ambiant « urbain » sans cibler l'impact d'une source d'émission particulière ;
- les stations périurbaines : implantées dans les communes localisées à la périphérie des grandes villes, et ne se trouvant pas sous l'impact direct d'une source d'émission identifiée ;
- les stations de proximité (industrielle ou automobile) : représentatives de l'impact sur la population d'une source d'émission identifiée (activité industrielle ou trafic automobile). Elles sont installées dans l'environnement proche de cette source d'émission, dans une zone occupée par une « population sensible » (écoles, hôpitaux, stades, foyers de personnes âgées...)

<sup>7</sup> Réseau national des associations agréées pour la surveillance de la qualité de l'air.

- *les stations rurales : implantées dans les communes rurales et représentatives de la pollution atmosphérique dite « de fond ». Elles correspondent à des niveaux de polluants dans l'air sur des périodes relativement longues ;*
- *les stations d'observation : répondent à des besoins spécifiques tels que l'aide à la modélisation ou la prévision, le suivi d'émetteurs autres que l'industrie et la circulation automobile, ou encore le maintien d'une station « historique » ;*
- *les stations météo : compléments indispensables des autres stations de mesure de la qualité de l'air. Elles permettent de mieux interpréter les phénomènes de pollution atmosphérique, la météo étant un des paramètres à prendre en compte dans le phénomène de pollution atmosphérique.*

*Les polluants gazeux et particulaires traceurs des différents secteurs d'activités de la région sont mesurés quotidiennement, notamment les particules fines (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>), le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), le monoxyde de carbone (CO) ou encore différents métaux et hydrocarbures spécifiques (HAP).*

Aucune station de mesure de la qualité de l'air n'est localisée dans le périmètre d'étude étendu de 5 km. Les stations présentant un environnement similaire les plus proches du terrain visé par le projet sont les stations de :

- Observatoire Haute-Provence (station rurale), située à environ 43 km au Sud-Ouest et mesurant les paramètres O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ;
- Manosque (station urbaine), située à environ 45 km au Sud-Ouest et mesurant notamment les paramètres NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>.
- Cians (station rurale), située à environ 61 km à l'Est et mesurant l'O<sub>3</sub>.

Le **Tableau 2**, en fin de rapport, présente les données de surveillance de la qualité de l'air disponibles pour ces stations.

### 2.6.3.2 Comparaison aux objectifs de qualité de l'air

*En France, les valeurs réglementaires définies pour l'air ambiant vis-à-vis de la protection de la santé sont fixées par l'Article R221-1 du Code de l'Environnement, modifié en dernier lieu par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010. Les 3 principaux types de valeurs sont :*

- *les valeurs limites définies comme « un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble » ;*
- *les valeurs cibles définies comme « un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble » ;*
- *les objectifs de qualité définis comme « un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ».*

Les concentrations moyennes annuelles mesurées au niveau des stations de surveillance les plus représentatives de la qualité de l'air au droit de la zone d'étude pour les trois dernières années disponibles (2021 à 2023) sont comparées aux valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle civile. Elles sont présentées dans le **Tableau 2**.

Celui-ci qui montre que l'ensemble des concentrations mesurées sont inférieures aux objectifs de qualité ainsi qu'aux valeurs limites.

## 2.7 Autres projets connus

En conformité avec l'article R122-5 du Code de l'Environnement relatif au contenu des études d'impact, celle-ci analyse les effets cumulés du projet de construction et d'exploitation du crématorium de la communauté de communes du Puy-en-Velay avec les autres projets existants ou approuvés tels que définis à l'alinéa 5 de l'article R122-5 du Code de l'Environnement.

Dans le cas des projets approuvés, il a été considéré que les projets pour lesquels les avis de l'Autorité Environnementale (AE) ont été publiés avant le 1<sup>er</sup> mars 2019 (période de 5 ans) ont été réalisés et qu'ils sont donc en fonctionnement. Par conséquent, les effets de ces derniers sur l'environnement sont déjà pris en compte au travers de l'état initial.

Les projets situés dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet, ayant fait l'objet d'une étude d'incidences au titre de l'article R214-6 et d'une enquête publique ou ayant fait l'objet d'une étude d'impact au titre du Code de l'Environnement et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public, ont été recherchés par consultation en avril 2024 des sites Internet :

- du Ministère en charge de l'Environnement ;
- de l'Inspection Générale de l'Environnement et du Développement Durable (IGEDD) ;
- de la DREAL PACA ;
- de la Mission Régionale d'Autorité environnementale (MRAe) PACA.

Aucun projet existant ou approuvé n'a été identifié dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet à la suite de la consultation en avril 2024 des différentes autorités environnementales en région sur les 5 dernières années (2019-2024).

## 3 Evaluation de l'impact du projet

Ce chapitre présente l'analyse des effets du projet sur la santé et l'environnement. Dans le cadre du projet de construction du crématorium de Digne-les-Bains, l'exploitation de deux appareils de crémation est prévue à terme. Un nombre de 6 crémations par jour d'ouverture a été pris en compte (avec 312 jours d'ouverture par an, soit 1 872 crémations), estimation majorante correspondant à la capacité maximale des installations du crématorium.

Le projet veut s'inscrire dans une démarche environnementale et notamment s'appuyer sur la démarche Haute Qualité Environnementale, ensemble d'objectifs applicables aux bâtiments, visant 2 objectifs majeurs :

- maîtriser et limiter les impacts d'un projet sur l'environnement extérieur ;
- créer un environnement intérieur sain et confortable.

### 3.1 Effets du projet sur la consommation en eau et les effluents

#### 3.1.1 Consommation en eau

Aucun prélèvement d'eau n'est effectué dans le milieu naturel sur le terrain visé par le projet.

##### Pour la phase travaux

Pendant la phase de travaux, l'alimentation en eau du chantier est assurée par le réseau communal. Celui-ci privilégie la filière dite sèche, permettant d'économiser de l'eau. Le chantier est équipé d'une base vie, composée de bâtiments mobiles comprenant toilettes et vestiaires.

Les entreprises ont prévu d'adopter une stratégie de réduction de la consommation d'eau.

##### Pour la phase d'exploitation

La consommation d'eau est uniquement utilisée pour les besoins sanitaires et l'entretien des espaces verts. Les équipements de crémation ne nécessitent pas un apport d'eau.

L'eau consommée est fournie par le réseau d'alimentation en eau potable communal pour les besoins sanitaires des salariés travaillant au sein de l'établissement et du public assistant aux cérémonies.

En considérant une présence maximale de 100 personnes à chaque crémation, la consommation en eau liée aux besoins sanitaires du crématorium (ponctuelle durant les journées d'ouverture du crématorium) peut donc être considérée comme faible au regard de la consommation en eau de la population des communes du périmètre d'étude étendu (5 km) qui comptent plus de 19 000 habitants.

De plus, une réduction de la consommation en eau potable est obtenue par l'utilisation d'équipements hydro-économiques :

- chasses d'eau à débit réduit (3/6 L) pour les WC ;
- robinets à tête céramique, commande infrarouge et débit inférieur à 8 L/min pour les lavabos ;
- robinetterie temporisée 7 secondes et débit inférieur à 0,25 L/s pour les urinoirs ;
- limitation de la pression de l'eau dans les circuits à 3 bars ;
- suivi régulier des consommations par entité et par usage.

**La consommation en eau durant la phase de travaux et pendant la phase d'exploitation du crématorium n'a pas d'impact notable.**

### 3.1.2 Effluents

#### Pour la phase de travaux

Lors de la phase chantier, les eaux usées des sanitaires sont récupérées et évacuées de manière régulière par l'entrepreneur.

Autour du chantier, les eaux pluviales s'infiltrent directement dans le milieu naturel. Une fois la dalle coulée, les véhicules, engins de chantier et matériaux y sont autant que possible entreposés pour réduire au maximum les infiltrations d'eau possiblement souillée dans le sol.

#### Pour la phase d'exploitation

L'activité du crématorium est à l'origine de deux types d'effluents :

- les eaux usées sanitaires ;
- les eaux pluviales récoltées par les surfaces imperméabilisées (toitures, parking et voiries).

Les réseaux d'eaux usées/eaux pluviales sont raccordés aux collecteurs publics *via* des regards de raccordement à définir avec les services techniques de la ville. Les réseaux sont réalisés afin de faciliter les opérations de maintenance. Des vannes permettront l'isolement de chaque circuit.

L'impact des rejets en eaux usées sanitaires lié à l'exploitation du crématorium (valeur maximale prévue de 100 personnes présentes par crémation et de 6 crémations par jour), est considéré comme faible. Les eaux usées sanitaires sont collectées par le réseau public de la ville et sont traitées par une installation d'assainissement collectif. Au vu de la population des communes du périmètre d'étude (plus de 19 000 habitants), l'impact quantitatif lié aux rejets en eaux usées sanitaires du projet de crématorium est donc limité.

Les surfaces imperméabilisées du projet sont de 2 502 m<sup>2</sup>, réparties entre le bâtiment (639 m<sup>2</sup>), le parking et les voies de service, les voiries de l'aire de stationnement, et le parvis. Pour l'entretien des espaces extérieurs, les eaux pluviales de toiture sont collectées jusqu'à remplissage d'une cuve enterrée et permettent ainsi une économie de consommation de l'eau.

Les eaux pluviales des parkings sont rejetées dans le réseau communal. Un séparateur d'hydrocarbures est mis en œuvre afin de limiter la pollution.

***Le projet de crématorium a un impact limité sur les eaux usées rejetées lors des phases de travaux et d'exploitation. Le projet n'engendre pas d'impact notable sur la qualité des eaux pluviales rejetées.***

## 3.2 Trafic routier

#### Pour la phase de travaux

Durant la phase de chantier du projet, il est estimé un passage journalier moyen de 2 véhicules (pendant toute la durée des travaux, estimée à 13 mois), ce qui ne présente pas d'incidence vis-à-vis du trafic routier avoisinant et donc de gêne en termes d'accès et de circulation.

#### Pour la phase d'exploitation

Le chemin des Hameaux des Hautes Sieyès permet d'accéder au terrain visé par le projet, avec un accès secondaire prévu dans l'angle Sud-Est du terrain. Il n'est donc pas nécessaire de construire de voie d'accès supplémentaire. Un parking est prévu à l'Ouest du terrain, à proximité de l'entrée.

Considérant un nombre maximal de 6 crémations par jour, 100 personnes par crémation au maximum et une moyenne de 3 personnes par véhicule, le trafic journalier maximal associé au crématorium est estimé à environ 200 véhicules. Le trafic journalier maximal en lien avec l'exploitation du crématorium est donc d'environ 400 passages de voitures (en considérant 2 passages pour chaque voiture). Le trafic lié au projet est faible au regard du trafic de la nationale N85 à proximité (trafic estimé à près de 12 604 véhicules par jour en moyenne en 2019).

*Les phases de travaux et d'exploitation du projet de crématorium n'engendrent pas d'impact notable sur le trafic routier.*

## 3.3 Effets du projet sur la qualité de l'air

### 3.3.1 Bilan des émissions atmosphériques

L'impact indirect sur la qualité de l'air lié au trafic routier est négligeable par rapport au trafic existant sur les voies de circulation (cf. Chapitre 3.2). Les principales émissions atmosphériques sont celles générées par les appareils de crémation. Ces émissions sont rejetées au niveau de la cheminée après avoir subi un traitement par filtration. Les émissions atmosphériques sont essentiellement composées de gaz de combustion (oxydes d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone), de poussières, de métaux (antimoine, arsenic, cadmium, chrome, cobalt, mercure, nickel, plomb, sélénium et vanadium), de dioxines/furanes, d'acide chlorhydrique (HCl) et de Composés Organiques Volatils (COV).

Les émissions atmosphériques des crématoriums sont règlementées par l'arrêté ministériel du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère.

Le dimensionnement du système de traitement des émissions atmosphériques a été réalisé de manière à garantir, à minima, le respect des valeurs limites d'émission règlementaires applicables. Les émissions du crématorium ont donc été estimées sur la base :

- des valeurs limites d'émission précédemment mentionnées, ce qui constitue une approche très majorante au regard des émissions réelles observées sur des installations similaires en fonctionnement. Il est à noter qu'une valeur limite est fixée pour l'ensemble des Composés Organiques Volatils. Afin d'évaluer l'impact des émissions en COV sur la santé humaine, il est nécessaire de les caractériser en termes de composés individualisés. En l'absence de données spécifiques pour le projet, les COV totaux ont été assimilés à du benzène, en raison de sa toxicité, ce qui constitue une approche très majorante ;
- de mesures réalisées sur des installations similaires<sup>8</sup> en activité pour les composés ne disposant pas de valeur limite d'émission (métaux hors mercure).

Le flux d'émission annuel des appareils de crémation a été estimé à partir d'un temps de fonctionnement pour l'installation de 2 808 heures par an calculé sur la base de la durée maximale règlementaire de crémation (90 minutes) et de 6 crémations par jour durant 312 jours, soit 1 872 crémations annuelles, des caractéristiques techniques des installations (humidité moyenne et taux d'oxygène en sortie) et du débit moyen des fumées déterminé à partir des mesures réalisées au niveau de 48 crématoriums en exploitation en 2022. Les flux pour les paramètres règlementés et ceux ne disposant pas de valeur limite d'émission sont présentés dans les **Tableaux 3 et 4** (en fin de rapport).

Le tableau suivant présente les flux annuels maximaux émis pour les polluants règlementés ainsi qu'une comparaison avec les rejets pour 2021 dans le département des Alpes de Haute-Provence et la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

<sup>8</sup> Ces résultats proviennent de la campagne de mesures réalisée en octobre 2003 sur les installations du crématorium de Montfermeil (93) par le Centre Technique des Industries Aéronautiques et Thermiques (CETIAT), à la demande du Centre Technique du Bois et de l'Ameublement (CTBA) et des campagnes de mesures réalisées en 2005 sur 10 crématoriums (Rapport « Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques canalisées du parc français de crématoriums », Vincent Nedelec Consultants, décembre 2005).

**Tableau L – Flux annuels des polluants règlementés émis**

Composé	Émission des appareils de crémation t/an	Rejets en 2021 <sup>(1) (2) (3)</sup> t/an	
		Département des Alpes de Haute-Provence	Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	1,8	2 442	67 812
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	0,43	221	12 825
Poussières (PM <sub>10</sub> )	0,036	1 040	19 443
Monoxyde de carbone	0,18	8 456	176 311
Composés Organiques Volatils totaux	0,072	-	-
Dioxines et furanes	3,6.10 <sup>-10</sup>	-	-
Acide chlorhydrique	0,11	-	-
Mercuré	7,2.10 <sup>-4</sup>	-	-

<sup>(1)</sup> Source : CIGALE AtmoSud, consulté en mai 2024.

<sup>(2)</sup> Les NO<sub>x</sub> sont exprimés en équivalent NO<sub>2</sub> et les oxydes de soufre en équivalent SO<sub>2</sub>.

<sup>(3)</sup> Les poussières sont exprimées en poussières totales.

- : donnée non disponible

**Les émissions estimées pour le projet de crématorium peuvent donc être considérées comme négligeables à l'échelle départementale et régionale.**

### 3.3.2 Détermination des concentrations dans l'air

Afin de pouvoir évaluer l'impact des émissions atmosphériques du projet vis-à-vis de la qualité de l'air, les concentrations dans l'air des composés émis par les appareils de crémation ont été déterminées par une modélisation de la dispersion atmosphérique.

#### 3.3.2.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Une modélisation de la dispersion atmosphérique a été réalisée en utilisant le modèle pseudo-gaussien à sources multiples ADMS (Atmospheric Dispersion Modelling System) afin d'évaluer les concentrations moyennes annuelles dans l'air ambiant pour les composés émis par le crématorium et les dépôts moyens annuels pour les dioxines/furanes et les métaux, composés susceptibles de s'accumuler dans les sols.

Le modèle ADMS a été développé par Cambridge Environmental Research Consultants Ltd (CERC), en collaboration avec l'office de météorologie du Royaume-Uni et l'Université du Surrey.

ADMS est un modèle particulièrement adapté au calcul des concentrations atmosphériques pour les composés émis par des installations industrielles, et qui dispose d'une reconnaissance internationale. La version 6 (commercialisée en mars 2023) du logiciel ADMS a été utilisée pour cette étude.

#### Principe

Après une phase de dilution et de dispersion atmosphérique, le modèle calcule les concentrations moyennes des composés émis dans l'air ambiant et, si nécessaire, les dépôts au sol (secs et humides) des composés émis par les diverses sources modélisées. Selon leur nature, les composés émis peuvent être modélisés sous une forme gazeuse ou particulaire. Les résultats sont fonction de la nature du composé, des conditions de rejet, des conditions météorologiques, variables dans le temps, et de la topographie.

ADMS prend en compte simultanément les phénomènes de dispersion et de sédimentation, en fonction de la granulométrie (pour les poussières). A la différence des modèles gaussiens classiques, ADMS recalcule les intensités de turbulence de manière continue et pour chaque enregistrement météorologique, plutôt que de répertorier en six classes le phénomène de stabilité atmosphérique.

Le domaine de calcul est divisé en un nombre fini de points (plus de 10 000), appelés mailles. Le modèle calcule les concentrations horaires (moyennes et maximales) et les dépôts au sol pour chaque maille définie et fournit des valeurs moyennes pour la période d'enregistrement météorologique considérée. Le logiciel Surfer, permettant des représentations bi et tridimensionnelles, a ensuite été utilisé pour tracer des isocontours par interpolation (krigeage linéaire).

### Paramètres d'entrée utilisés pour la dispersion atmosphérique

#### Émissions atmosphériques

Pour rappel, les flux d'émission annuels des appareils de crémation (exprimés en t/an) ont été déterminés en considérant un temps global de fonctionnement de 2 808 heures par an. Les flux instantanés utilisés dans ADMS (en g/s) ont été calculés à partir des flux annuels en considérant que les émissions sont réparties sur les plages horaires d'ouverture du crématorium (du lundi au samedi de 8h30 à 19h, soit 3 276 heures de rejet par an). Dans le cadre de la présente étude, l'ensemble des composés pouvant être émis a été considéré.

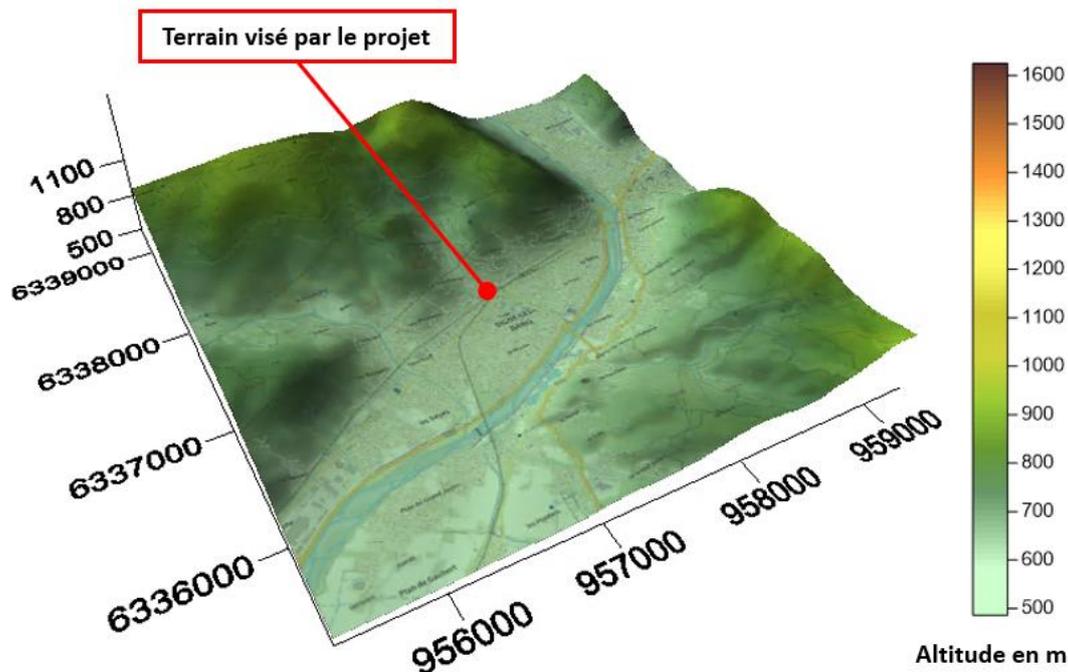
En l'absence de donnée sur la taille des particules, les poussières ont été modélisées en considérant des PM<sub>10</sub> (particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 µm) avec une densité de 1 000 kg/m<sup>3</sup> (valeur par défaut du modèle). De la même façon, pour l'ensemble des composés modélisés sous la forme de particules (dioxines et métaux), il a été considéré un diamètre aérodynamique médian de 10 µm). Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) ont été assimilés à du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

En fin de rapport, la **Figure 2** illustre la localisation de la cheminée du crématorium et le **Tableau 5** présente les paramètres d'entrée utilisés pour la modélisation (température d'éjection, hauteur, diamètre et flux considérés).

#### Prise en compte du relief et des propriétés physiques au niveau du sol

Le relief influe sur l'écoulement de l'air et donc sur la dispersion atmosphérique des composés. La zone d'étude étant légèrement vallonnée, le relief a été pris en compte dans la présente étude. La topographie au voisinage du terrain visé par le projet est présentée sur la figure ci-après.

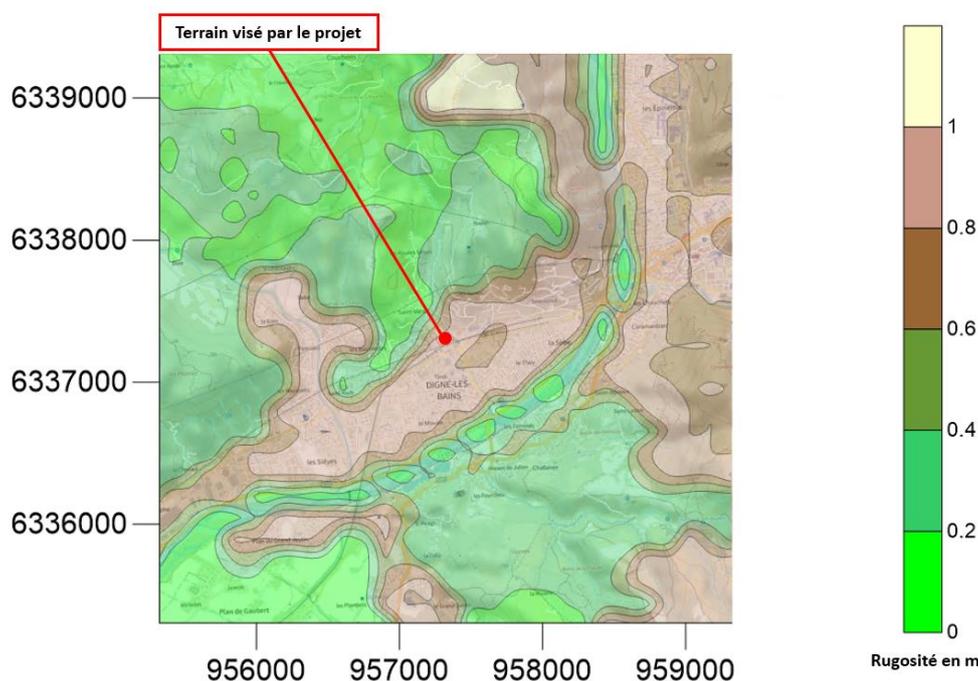
**Figure O – Relief au voisinage du terrain visé par le projet**



Les bâtiments peuvent avoir un impact important sur la dispersion atmosphérique. L'effet principal est d'entraîner les polluants vers les zones en dépression (sous le vent des bâtiments) isolées du courant principal, dans lesquelles peuvent apparaître des inversions de courant. Les bâtiments ayant une hauteur significative ont donc été pris en compte dans la présente étude. Les bâtiments considérés dans le modèle sont représentés sur la **Figure 2**, en fin de rapport.

Un coefficient de rugosité, introduit dans le modèle, traduit le degré de turbulence causé par le passage des vents au travers des structures de surface au sol. La turbulence de surface est plus élevée dans les zones urbaines que dans les zones rurales en raison de la présence de bâtiments plus nombreux et de plus grande taille. Dans les zones urbaines, les dépôts tendent à s'effectuer à une distance plus courte que dans les zones rurales. Considérant l'occupation des sols relativement variée au voisinage du terrain visé par le projet, des coefficients de rugosité différents ont été utilisés. La cartographie des coefficients de rugosité au sein du domaine d'étude prise en compte dans le modèle de dispersion atmosphérique est présentée sur la figure ci-dessous.

**Figure P – Coefficients de rugosité pris en compte dans le modèle de dispersion atmosphérique**



### Météorologie

Les conditions météorologiques exercent une grande influence sur la dispersion atmosphérique. La dispersion est conditionnée par des facteurs tels que la vitesse du vent, sa direction et l'intensité des turbulences. Pour un flux d'émission donné, les concentrations dans l'air prédites au niveau de la surface du sol peuvent varier considérablement selon les conditions météorologiques, parfois de plusieurs ordres de grandeur. Ainsi, la concentration maximale dans l'air au-dessus de la surface du sol peut apparaître à un endroit sous certaines conditions météorologiques et à un autre sous d'autres conditions. Les phénomènes de stabilité atmosphérique sont complexes et leur modélisation requiert un nombre minimal de paramètres dont certains (ex : la nébulosité) ne sont mesurés que dans les stations météorologiques majeures (aéroports, ports...).

Les données météorologiques utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de la station météorologique de Saint Auban, localisées à environ 18 km à l'Ouest du terrain visé par le projet.

Elles sont considérées comme les plus représentatives des vents ressentis sur la zone d'étude. Le fichier météorologique est préparé, pour les besoins des calculs, à partir des données météorologiques tri-horaires, en prenant en compte 8 768 enregistrements pour les années 2021, 2022 et 2023, ce qui permet de tenir compte de la variabilité des données météorologiques durant l'année (données tri-horaires) et d'une année à l'autre (données sur 3 ans). La rose des vents présentée au Chapitre 2.2.5 indique une prédominance des vents provenant du Nord-Est et du Sud-Ouest.

### Atténuation atmosphérique

Les composés émis dans l'atmosphère subissent des processus d'atténuation ou de transformation, tels que le dépôt au sol (principalement pour les particules) et les réactions chimiques (réactions entre les oxydes d'azote et l'ozone, par exemple). Les taux de dépôt sont influencés par la sédimentation (dépôt par gravité pour le dépôt sec) et les réactions physico-chimiques (par exemple, entre polluants ou avec les molécules d'eau, pour le dépôt humide). Les transformations photochimiques, complexes et peu connues, dépendent notamment des composés présents dans l'atmosphère et du rayonnement solaire.

Dans le cadre de la présente étude, les dépôts secs et humides ont été considérés afin de déterminer les concentrations dans les sols pour les métaux et les dioxines/furanes (seuls composés bioaccumulables émis) et aucune transformation photochimique n'a été retenue.

### Maillage et récepteurs

La zone d'étude définie s'étend sur un carré de 4 km sur 4 km. Le système comprend un total de 10 000 mailles, ce qui correspond à une maille tous les 40 m. Les concentrations sont calculées à une hauteur de 1,5 m, correspondant à la hauteur moyenne de respiration.

Neuf récepteurs (notés R1 à R4 pour ceux de type résidentiel et P1 à P5 pour ceux de type professionnel) ont été définis en fonction du voisinage du terrain visé par le projet et de la rose des vents. Ils représentent les concentrations atmosphériques maximales observées au niveau des habitations et des entreprises les plus proches en fonction des usages identifiés au voisinage du terrain visé par le projet. Les **Figures 3 à 5**, en fin de rapport, présentent la localisation des différents récepteurs, récapitulés dans le tableau suivant. Pour chacun de ces récepteurs, une concentration moyenne annuelle dans l'air ambiant est calculée par le modèle de dispersion atmosphérique.

**Tableau M : Récepteurs considérés dans l'ERS**

Récepteurs	Localisation par rapport à la cheminée du projet de crématorium
R1 : Résidence Nord	Environ 100 m au Nord
R2 : Résidence Est	Environ 190 m à l'Est
R3 : Résidence Sud-Ouest	Environ 90 m au Sud-Ouest
R4 : Résidence Ouest	Environ 240 m à l'Ouest
P1 : Entreprise Nord-Est	Environ 85 m au Nord-Est
P2 : Entreprise Est	Environ 140 m à l'Est
P3 : Entreprise Sud	Environ 180 m au Sud
P4 : Entreprise Sud-Ouest	Environ 460 m au Sud-Ouest
P5 : Entreprise Nord-Est	Environ 230 m au Nord-Est

Bien qu'ils soient situés sur l'emprise de bâtiments, les concentrations modélisées en ces points correspondent à des concentrations dans l'air ambiant. En effet, les phénomènes de transfert entre l'air extérieur et l'air intérieur étant complexes et difficiles à caractériser, il est supposé que l'air à l'intérieur des bâtiments comporte les mêmes concentrations que l'air extérieur.

### **3.3.2.2 Résultats des calculs de dispersion atmosphérique**

Le modèle ADMS calcule des concentrations dans l'air et des dépôts au sol pour chaque point du maillage et des isocontours sont obtenus par interpolation, réalisés en utilisant le logiciel Surfer 10. Les isocontours des concentrations horaires moyennes annuelles du composé ayant les concentrations modélisées les plus importantes (NO<sub>x</sub>) sont présentés sur la **Figure 3** et ceux de l'un des principaux composés pour les calculs de risques (COV assimilés à du benzène) sont présentés sur la **Figure 4**. Les isocontours des dépôts horaires moyens annuels pour le plomb (composé présentant le dépôt au sol le plus élevé) sont présentés sur la **Figure 5**, en fin de rapport. Les éléments à considérer pour l'interprétation des isocontours sont la rose des vents, le relief et les bâtiments au niveau de la zone d'étude. Les concentrations dans l'air calculées au niveau des différents récepteurs sont présentées dans le **Tableau 6**.

### 3.3.3 Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

#### Pour la phase de travaux

La phase de chantier génère des émissions de gaz et de poussières liées aux engins de chantier, ainsi qu'aux activités de terrassement, de construction et de montage proprement dits. L'impact lié aux émissions atmosphériques est toutefois temporaire au regard de la durée du chantier (13 mois environ) et plutôt faible au regard des émissions provenant de la circulation journalière, notamment sur la nationale N85 situées à proximité de la zone d'emprise du projet.

De plus, une charte « Chantier à faibles nuisances » est intégrée aux pièces du dossier de consultation des entreprises. Il s'agit d'un document contractuel validé par l'ensemble des intervenants sur le chantier, qui fixe notamment des obligations en termes de maîtrise des éventuelles nuisances liées aux envois de poussières sur les voies publiques pour les riverains (entrée et sortie spécifique des véhicules, nettoyage des chaussées...).

#### Pour la phase d'exploitation

L'impact des émissions atmosphériques sur la qualité de l'air est évalué par comparaison des concentrations modélisées avec :

- le bruit de fond local évalué à proximité du projet de crématorium, si disponible pour les composés considérés ;
- les valeurs réglementaires françaises (valeur limite et/ou objectif de qualité) fixées par l'article R221-1 du Code de l'Environnement, lorsqu'elles existent.

La surveillance de la qualité de l'air pour l'ensemble de la région Provence-Alpes Côte d'Azur est assurée par l'association Atmo Sud (cf. Chapitre 2.6.3). Les stations de mesure les plus proches du terrain visé par le projet sont les stations de l'Observatoire Haute-Provence (station rurale), située à environ 43 km au Sud-Ouest, la station de Manosque (station urbaine), située à environ 45 km au Sud-Ouest et la station de Cians (station rurale), située à environ 61 km à l'Est. Les stations de l'Observatoire Haute-Provence et de Manosque mesurant notamment les concentrations en NO<sub>2</sub> et/ou PM<sub>10</sub>.

Le tableau suivant présente une comparaison entre les concentrations moyennes annuelles maximales (période 2021-2023) mesurées pour ces composés au niveau des stations évoquées ci-dessus et les concentrations modélisées au droit du récepteur le plus exposé.

**Tableau N – Contribution du projet vis-à-vis de la qualité de l'air ambiant (bruit de fond)**

Station de mesures	Concentration moyenne annuelle maximale <i>µg/m<sup>3</sup></i>	
	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>
Observatoire Haute-Provence	-	11,8
Manosque	8,7	15,9
Projet de crématorium - Concentration maximale modélisée <sup>(1)</sup>	9,6	0,15

<sup>(1)</sup> Concentration modélisée au niveau du récepteur P1 - Entreprise Nord-Est  
PM<sub>10</sub> : poussières d'un diamètre inférieur ou égal à 10 µm

Les concentrations maximales en NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub> attribuables aux émissions du projet de crématorium, modélisées au droit du récepteur le plus exposé (récepteur P1 - Entreprise Nord-Est), sont comparables ou inférieures aux concentrations mesurées au niveau des stations de suivi de la qualité de l'air les plus proches faisant partie du réseau Atmo Sud.

Les concentrations atmosphériques modélisées au niveau du récepteur présentant les concentrations les plus élevées (P1 - Entreprise Nord-Est) pour les composés émis disposant de valeurs guides pour la protection de la qualité de l'air sont présentées dans le **Tableau 7** et comparées aux valeurs limites du Code de l'Environnement (article R221-1, modifié en dernier lieu par le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010). Les concentrations modélisées pour l'ensemble des composés sont bien inférieures aux objectifs de qualité de l'air définis dans le Code de l'Environnement.

*Au vu de ces informations, les émissions atmosphériques liées au projet de crématorium ne conduisent pas à une dégradation de la qualité de l'air ambiant au niveau local.*

## 3.4 Effets du projet sur les sols, les eaux superficielles et souterraines

### 3.4.1 Détermination des concentrations dans les sols

Les sources potentielles de pollution des sols et des eaux souterraines liées à l'exploitation du crématorium sont notamment les émissions atmosphériques de composés susceptibles de s'accumuler dans les sols (métaux et dioxines/furanes).

La modélisation des concentrations dans les sols a été réalisée à partir des dépôts déterminés pour les métaux et les dioxines/furanes à l'aide du logiciel ADMS (cf. Paragraphe 3.3.2.1) et sur la base d'équations émanant de publications de référence. Les équations utilisées sont présentées en **Annexe C** et les paramètres retenus dans le tableau en fin de cette annexe.

Le **Tableau 8** en fin de rapport présente les dépôts modélisés par ADMS, ainsi que les concentrations calculées dans les sols pour le récepteur résidentiel présentant les valeurs les plus élevées (R3 - Résidence Sud-Ouest).

### 3.4.2 Évaluation de l'impact du projet sur la qualité des sols et des eaux souterraines et superficielles

#### Pour la phase de travaux

Lors de la phase chantier, les nuisances potentielles sur le sol et le sous-sol sont restreintes dans le temps et peuvent être liées :

- aux opérations de terrassement et d'excavation ;
- aux engins et véhicules utilisés (pollution des sols dus à un déversement accidentel des produits potentiellement utilisés lors du chantier ou des huiles moteur...).

Une charte « Chantier à faibles nuisances » est imposée aux entreprises incluant notamment des obligations en termes de maîtrise des éventuels impacts sur les sols et le sous-sol. Ainsi, le stockage sur rétention d'éventuels produits dangereux, le stationnement des engins en dehors des horaires de chantier sur des surfaces imperméabilisées et l'entretien régulier des engins de chantier, hors du terrain visé par le projet et dans des établissements autorisés à cet effet, permettent d'éviter des pollutions du sol et du sous-sol lors des travaux.

#### Pour la phase d'exploitation

L'activité du crématorium n'est pas à l'origine de prélèvements d'eau dans le milieu naturel.

Le crématorium n'emploie pas de fioul ou d'autres produits chimiques liquides (le réactif de traitement des fumées est sous forme solide et son utilisation se fera en circuit fermé). Le réactif est stocké dans des contenants hermétiques et dans un local dédié.

Les sources potentielles de pollution des sols et des eaux souterraines liées à l'exploitation du crématorium sont les émissions atmosphériques de composés susceptibles de s'accumuler dans les sols, notamment de métaux et de dioxines/furanes.

Les concentrations modélisées dans les sols au niveau du récepteur résidentiel présentant les dépôts les plus élevés (R3 - Résidence Sud-Ouest) sont présentées dans le **Tableau 8**. Ces concentrations sont comparées :

- pour l'antimoine, à la concentration ubiquitaire dans les sols et sédiments indiquée dans la fiche toxicologique et environnementale de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) pour l'antimoine (2007) ;
- pour le vanadium, à la gamme de valeurs moyennes le plus souvent rencontrées dans les sols, donnée par la fiche toxicologique et environnementale de l'INERIS pour le vanadium et ses composés (2012) ;
- pour les autres métaux, aux valeurs indiquées par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) dans sa base « Informations sur les éléments traces dans les sols en France - Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France) » ;
- pour les dioxines, aux teneurs mesurées dans les sols français ruraux et urbains selon le rapport du BRGM de décembre 2013<sup>9</sup>.

L'analyse de ce tableau permet de constater que les concentrations modélisées en dioxines/furanes et métaux sont très inférieures aux gammes de variation des concentrations de bruit de fond observées dans les sols « ordinaires » en France et aux concentrations ubiquitaires.

Au vu de ces quantités très faibles, ainsi que des incertitudes sur les mesures des composés dans les sols (entre 10 et 25 % pour les seules analyses en laboratoire), l'apport lié aux émissions atmosphériques du crématorium dans les sols de surface peut être considéré comme négligeable, car il ne serait pas quantifiable précisément par la réalisation de prélèvements.

***Au vu de l'ensemble de ces données, l'impact du projet de crématorium sur la qualité des sols peut être considéré comme négligeable. De plus, le projet n'a pas d'impact sur les eaux souterraines et superficielles lors de la phase de travaux et d'exploitation.***

### 3.5 Évaluation des Risques Sanitaires

Cette partie traite de l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) des émissions liées à l'exploitation du crématorium. L'évaluation a pour objectif d'étudier l'impact chronique des activités du crématorium sur la santé des populations avoisinantes, lors du fonctionnement normal des installations.

Bien que le crématorium ne soit pas soumis à la législation des ICPE, l'étude a été réalisée conformément :

- aux guides de l'Institut National de Veille Sanitaire (INVS) « Guide pour l'analyse du Volet Sanitaire des études d'impact », publié en février 2000, de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS) « Évaluation des risques sanitaires dans l'étude d'impact des installations classées », publié en 2003 et « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – impact des activités humaines sur les milieux et la santé » publié en août 2013 (première version) puis en septembre 2021 (deuxième version) ;
- à la Circulaire du Ministère en charge de l'Environnement du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation ;
- à la Note d'information de 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 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.

<sup>9</sup> Rapport « Dioxines/furanes dans les sols français : troisième état des lieux - analyses 1998 – 2012 » daté de décembre 2013 et référencé BRGM/RP-63111-FR

Étant donné l'absence de rejet direct à l'environnement pour les eaux sanitaires et l'absence d'impact sanitaire attendu pour les eaux pluviales (cf. Paragraphe 3.1), l'évaluation quantitative des risques sanitaires porte sur les concentrations liées aux rejets atmosphériques des appareils de crémation modélisées dans l'air (présentées au Paragraphe 3.3.2.2).

### 3.5.1 Schéma conceptuel et définition des scénarios d'exposition

Le schéma conceptuel est élaboré en fonction des types de rejets et des composés émis, en considérant les personnes présentes au voisinage du crématorium et les différentes voies d'exposition potentielles.

#### 3.5.1.1 Caractérisation de l'environnement du projet

Les personnes pouvant être directement exposées aux émissions atmosphériques du crématorium sont les habitants et les employés des entreprises situés au voisinage.

Considérant la localisation du terrain visé par le projet et son environnement immédiat, deux types de récepteurs ont été retenus :

- les résidents des habitations voisines (les habitations les plus proches étant situées à environ 90 m au Sud-Ouest de la cheminée du projet), comportant potentiellement des adultes et des enfants, qui constituent une population sensible notamment en raison d'un temps d'exposition pouvant être important. Selon une première approche majorante, leur exposition est considérée comme étant permanente (24 heures par jour et 365 jours par an). Il convient de noter que les habitations individuelles identifiées au voisinage du terrain visé par le projet peuvent comporter des jardins potagers ;
- les employés des entreprises voisines (les employés les plus proches étant situés à environ 85 m au Nord-Est de la cheminée du projet) qui constituent des récepteurs moins sensibles que les résidents, en raison du type de population (composée uniquement d'adultes) et du temps de présence moins important (environ 8 heures par jour et 220 jours par an).

Les récepteurs résidentiels (R1 à R4) et professionnels (P1 à P5) considérés dans l'ERS sont ceux présentés dans le **Tableau L** (Paragraphe 3.3.2.1) et localisés sur les **Figures 3 à 5**.

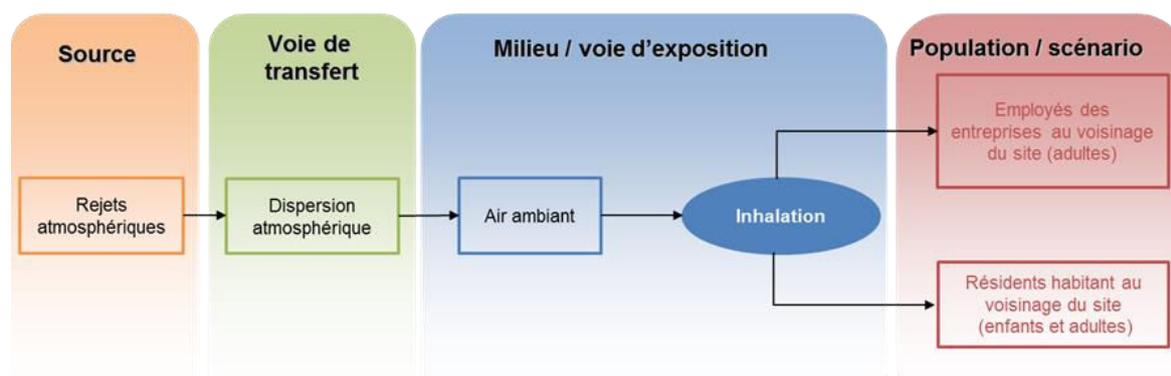
#### 3.5.1.2 Voies de transfert et d'exposition

Les composés considérés pour l'étude proviennent des émissions atmosphériques et les voies de transfert et d'exposition potentielles identifiées associées sont :

- la dispersion atmosphérique des composés rejetés. La voie d'exposition associée est l'inhalation dans un cadre résidentiel ainsi que dans un cadre professionnel ;
- le dépôt au sol des composés rejetés sous forme particulaire (dioxines/furanes et métaux) et leur transfert au travers de la chaîne alimentaire. La voie d'exposition secondaire pouvant être prise en compte pour l'évaluation des risques sanitaires est le contact direct avec les sols et/ou l'ingestion de végétaux autoproduits dans un cadre résidentiel. Cette voie d'exposition n'est toutefois à considérer que si les composés émis par le crématorium, pouvant s'accumuler dans les sols et dans la chaîne alimentaire, contribuent à la dégradation de la qualité des sols dans les environs de celui-ci, ce qui n'est pas le cas (cf. Paragraphe 3.4.2). En effet, les données disponibles indiquent que l'apport additionnel du crématorium dans les sols de surface est considéré comme négligeable pour l'ensemble des métaux et des dioxines/furanes.

Le schéma conceptuel présenté, sur la figure ci-après, synthétise les voies de transfert et d'exposition, considérées dans la présente étude, pour les populations situées au voisinage du crématorium.

Figure Q – Schéma conceptuel



### 3.5.2 Evaluation des impacts sanitaires

#### 3.5.2.1 Effets sur la santé des substances et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Les substances évaluées peuvent avoir deux types d'effets toxicologiques :

- les « *effets à seuil* », pour lesquels il existe une concentration en dessous de laquelle l'exposition ne produit pas d'effet et pour lesquels au-delà d'une certaine dose, des dommages apparaissent dont la gravité augmente avec la dose absorbée ;
- les « *effets sans seuil* » pour lesquels il existe une probabilité, même infime, qu'une seule molécule pénétrant dans l'organisme provoque des effets néfastes pour cet organisme. Ces dernières substances sont, pour l'essentiel, des substances génotoxiques<sup>10</sup> pouvant avoir des effets cancérogènes ou dans certains cas reprotoxiques.

Certaines substances peuvent avoir à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil.

La toxicité des substances peut être quantifiée à l'aide de Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).

Les VTR sont recherchées auprès d'organismes français de référence (notamment ANSES<sup>11</sup> et INERIS<sup>12</sup>) et des bases de données internationales (OMS<sup>13</sup>, IRIS<sup>14</sup>, ATSDR<sup>15</sup>, RIVM<sup>16</sup>, OEHHA<sup>17</sup>, Santé Canada et EFSA<sup>18</sup>) et sont sélectionnées en accord avec la note d'information de la DGS/DGPR du 31 octobre 2014. Elles sont recherchées à la fois pour les effets à seuil et les effets sans seuil. Lorsqu'il existe des effets à seuil et sans seuil pour une même substance, les deux VTR sont retenues afin de mener les évaluations pour chaque type d'effet.

La sélection des VTR est effectuée en cohérence avec la voie et la durée d'exposition considérées. Ainsi, aucune transposition voie à voie (par exemple transposition d'une VTR pour la voie orale en une VTR pour la voie par inhalation) ni pour une durée d'exposition à une autre (par exemple transposition d'une VTR aiguë en une VTR chronique) n'est réalisée. Seule des VTR correspondant à une exposition chronique (caractérisée par une durée d'exposition généralement supérieure à un an et une administration réitérée de faibles doses) sont recherchées car elles sont cohérentes avec les durées d'exposition considérées dans les évaluations des risques sanitaires.

<sup>10</sup> Se dit d'un agent physique ou chimique qui provoque des anomalies chromosomiques ou géniques dans l'ADN. Les agents génotoxiques peuvent être mutagènes (c'est-à-dire provoquant des mutations chromosomique ou génique), mais aussi clastogène (pouvant rompre un chromosome en plusieurs fragments) ou encore aneugène (ou aneuploïde, provoquant des anomalies chromosomiques).

<sup>11</sup> Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

<sup>12</sup> Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

<sup>13</sup> Organisation Mondiale de la Santé

<sup>14</sup> Integrated Risk Information System, United States Environment Protection Agency (US EPA)

<sup>15</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry

<sup>16</sup> Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment)

<sup>17</sup> Office of Environmental Health Hazard Assessment

<sup>18</sup> European Food Safety Authority (Autorité européenne de sécurité des aliments)

Pour les effets à seuil, la VTR s'exprime différemment suivant la voie d'exposition de l'organisme. Pour une exposition par inhalation, la VTR, appelée Concentration Admissible dans l'Air (CAA), s'exprime en masse de substance par mètre cube d'air inhalé ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et correspond à la concentration tolérable de produit dans l'air ambiant à laquelle un individu, y compris sensible, peut être exposé sans constat d'effets néfastes. Pour les effets sans seuil, la VTR s'exprime en Excès de Risque Unitaire (ERU) qui correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un effet s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance. Pour une exposition par inhalation, la VTR s'exprime en l'inverse de la concentration dans l'air, soit en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  et correspond à l'ERU<sub>i</sub> (Excès de Risque Unitaire par Inhalation).

La méthodologie globale de sélection des VTR est détaillée en **Annexe D**. Les VTR retenues pour une exposition chronique par inhalation sont présentées dans le tableau en fin de cette annexe.

Il est à noter qu'aucune VTR pour une exposition chronique par inhalation n'a été identifiée pour le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ), le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), les poussières ( $\text{PM}_{10}$ ) et le monoxyde de carbone, selon la méthodologie présentée ci-avant. La note d'information de la DGS/DGPR du 31 octobre 2014 précise que les valeurs règlementaires et/ou guides de qualité des milieux ne peuvent être utilisées comme des VTR. En effet, celles-ci peuvent intégrer des critères autres que toxicologiques ou sanitaires (économiques, météorologiques, etc.). Par conséquent, en l'absence de VTR pour ces composés, aucune quantification des risques ne peut être effectuée. Une comparaison des concentrations modélisées avec les valeurs règlementaires ou guides, lorsqu'elles existent, a toutefois été effectuée au Chapitre 3.3.3.

### 3.5.2.2 Méthodologie des calculs de risques

La quantification des risques sanitaires pour l'exposition par inhalation est réalisée sur la base des concentrations moyennes annuelles modélisées par ADMS dans l'air ambiant, des VTR et des paramètres d'exposition. Les calculs des risques sanitaires sont effectués séparément pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil.

Il convient de rappeler que compte-tenu des teneurs modélisées dans les sols, l'évaluation de l'exposition par ingestion n'a pas fait l'objet d'une évaluation quantitative.

#### Estimation du risque pour les effets à seuil

Pour les effets à seuil, le risque est exprimé par un Quotient de Danger (QD) en fonction de la Concentration Moyenne dans l'Air (CMA) et de la Concentration Admissible dans l'Air (CAA), pour une exposition par inhalation :

$$\text{QD} = \frac{\text{CMA}}{\text{CAA}}$$

Avec :

$$\text{CMA} = C_{\text{air}} \times \frac{\text{EF} \times \text{FE} \times \text{T}}{365 \times 24 \times T_m}$$

Avec :

$C_{\text{air}}$  : concentration modélisée dans l'air intérieur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

EF : fréquence d'exposition : nombre de jours par an d'exposition (j/an)

FE : durée d'exposition journalière : nombre d'heures d'exposition par jour (h/j)

T : durée d'exposition (an)

$T_m$  : période sur laquelle l'exposition est moyennée (an)

L'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition, soit  $T = T_m$ .

Les QD sont calculés pour chaque substance et sont pondérés en fonction de la durée d'exposition, lorsque celle-ci peut être estimée. Dans le cadre d'un premier niveau d'approche, les QD sont sommés pour l'ensemble des composés considérés.

Conformément à la méthodologie française, la valeur de référence pour les QD est 1. Une valeur supérieure à 1 du QD montre la nécessité d'une analyse plus approfondie afin de quantifier un risque éventuel.

### Estimation du risque pour les effets sans seuil

Pour les effets sans seuil, le risque est exprimé par un Excès de Risque Individuel (ERI), fonction de l'Excès de Risque Unitaire pour l'inhalation ( $ERU_i$ ) :

$$ERI = CMA \times ERU_i$$

La CMA est calculée selon l'équation présentée ci-dessus. Pour les effets sans seuil, l'ERI total est calculé pour l'exposition d'une vie entière (par convention celle-ci est considérée égale à  $T_m = 70$  ans) en sommant les ERI pour l'enfant et pour l'adulte. La durée d'exposition est égale à 30 ans. Comme pour les indices de risque, les excès de risque individuels sont calculés pour chaque substance et sont sommés pour l'ensemble des substances considérées.

La valeur de référence pour l'ERI est de  $10^{-5}$  (soit à ce niveau d'exposition, une probabilité calculée de 1 sur 100 000 de développer un effet sans seuil). Une valeur supérieure à  $10^{-5}$  montre la nécessité d'une analyse plus approfondie afin de quantifier un risque éventuel.

Les VTR pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil sont élaborées pour l'ensemble de la population, comprenant les populations sensibles (notamment enfants ou personnes âgées). Dans le cas d'une exposition par inhalation, les paramètres d'exposition ne diffèrent pas pour les adultes et les enfants et les QD et ERI ne sont pas différenciés.

### **3.5.2.3 Quantification des risques**

Les **Tableaux 9-A** et **9-B**, en fin de rapport, présentent les niveaux de risques calculés pour une exposition chronique par inhalation des différentes populations présentes au niveau des récepteurs considérés.

La quantification des risques est réalisée suivant une approche majorante, en considérant que :

- les résidents sont exposés 24 heures par jour, 365 jours par an et 30 ans sur la durée totale de la vie (70 ans) ;
- les employés sont exposés 8 heures par jour, 220 jours par an et 30 ans sur la durée totale de la vie (70 ans).

Le tableau suivant présente les résultats des calculs de risques pour une exposition par inhalation pour les récepteurs R3 (récepteur résidentiel) et P1 (récepteur professionnel), qui sont les plus exposés (niveaux de risque maximaux).

**Tableau O – Calculs de risques pour les récepteurs les plus exposés**

Composé	Scénario résidentiel		Scénario professionnel	
	R3 : Résidence Sud-Ouest		P1 : Entreprise Nord-Est	
	QD	ERI	QD	ERI
COV <sup>(1)</sup>	4,6.10 <sup>-03</sup>	4,9.10 <sup>-7</sup>	7,4.10 <sup>-03</sup>	7,9.10 <sup>-7</sup>
Dioxines et furanes <sup>(2)</sup>	4,6.10 <sup>-06</sup>	-	7,6.10 <sup>-06</sup>	-
Acide chlorhydrique	3,6.10 <sup>-03</sup>	-	5,8.10 <sup>-03</sup>	-
Mercure	1,2.10 <sup>-02</sup>	-	2,0.10 <sup>-02</sup>	-
Antimoine	2,4.10 <sup>-04</sup>	-	3,9.10 <sup>-04</sup>	-
Arsenic	2,4.10 <sup>-03</sup>	6,6.10 <sup>-8</sup>	3,9.10 <sup>-03</sup>	1,1.10 <sup>-7</sup>
Cadmium	1,4.10 <sup>-04</sup>	-	2,3.10 <sup>-04</sup>	-
Chrome <sup>(3)</sup>	1,9.10 <sup>-05</sup>	-	3,1.10 <sup>-05</sup>	-
Cobalt	2,1.10 <sup>-04</sup>	7,0.10 <sup>-8</sup>	3,5.10 <sup>-04</sup>	1,2.10 <sup>-7</sup>
Nickel	3,3.10 <sup>-03</sup>	5,1.10 <sup>-9</sup>	5,4.10 <sup>-03</sup>	8,5.10 <sup>-9</sup>
Plomb	4,6.10 <sup>-04</sup>	2,1.10 <sup>-9</sup>	7,6.10 <sup>-04</sup>	3,5.10 <sup>-9</sup>
Sélénium	1,1.10 <sup>-07</sup>	-	1,9.10 <sup>-07</sup>	-
Vanadium	1,1.10 <sup>-05</sup>	-	1,9.10 <sup>-05</sup>	-
<b>TOTAL</b>	<b>2,7.10<sup>-2</sup></b>	<b>6,3.10<sup>-7</sup></b>	<b>4,5.10<sup>-2</sup></b>	<b>1,0.10<sup>-6</sup></b>
<i>Valeur de référence</i>	<i>1</i>	<i>1.10<sup>-5</sup></i>	<i>1</i>	<i>1.10<sup>-5</sup></i>

<sup>(1)</sup> Assimilés à du benzène

<sup>(2)</sup> Assimilés à la 2,3,7,8-TCDD

<sup>(3)</sup> Assimilé à du chrome III

QD : Quotient de danger (effets à seuil)

ERI : Excès de Risque Individuel (effets sans seuil)

- : Composé ne disposant pas de VTR pour ce type d'effet

Les niveaux de risques pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil calculés pour les récepteurs les plus exposés dans un cadre résidentiel et dans un cadre professionnel sont très inférieurs aux valeurs de référence de 1 et 10<sup>-5</sup> respectivement.

Pour l'ensemble des autres récepteurs étudiés, qui sont moins exposés que les récepteurs R3 et P1, les niveaux de risques sont également inférieurs aux valeurs de référence.

*Selon les informations et les connaissances disponibles au moment de la réalisation de cette étude, les niveaux de risques sanitaires induits par les rejets atmosphériques du projet de crématorium sont inférieurs aux valeurs de référence pour le voisinage du projet. Au vu des résultats obtenus, la mise en place d'une surveillance environnementale en plus de la surveillance des émissions ne paraît pas justifiée.*

## 3.6 Gestion de l'énergie

### Pour la phase travaux

Les entreprises de travaux adoptent une stratégie de réduction des consommations d'énergie.

### Pour la phase d'exploitation

Le projet répond aux exigences définies par la réglementation thermique en vigueur. L'enveloppe du bâtiment est maîtrisée de manière à favoriser les économies d'énergie.

Les matériaux et les équipements sont sélectionnés pour que la consommation globale d'énergie du bâtiment, au travers des postes de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de rafraîchissement, de ventilation, des auxiliaires, ainsi que d'éclairage, soit la plus basse possible.

Les ponts thermiques sont réduits au strict minimum grâce à une isolation continue de l'enveloppe, ne s'interrompant qu'à quelques endroits inévitables, en particulier aux traversées de l'enveloppe par des éléments structurels.

La ventilation du bâtiment assure une qualité d'air optimale, conforme aux exigences et se fait par des centrales de traitement d'air performantes et équipées d'échangeurs de calories sur air extrait. De plus, l'ensemble des ventilateurs est sélectionné en fonction de sa faible consommation.

Les luminaires mis en œuvre dans la totalité du projet sont de type LED performants, permettant d'obtenir un éclairage artificiel confortable à moindre consommation énergétique.

La production d'eau chaude sanitaire est réalisée par des ballons d'eau chaude électriques traditionnels. La consommation étant particulièrement faible, l'impact de ce type de matériel est minime.

L'électricité est également utilisée pour les équipements techniques (ventilateurs d'extraction des fumées) et pour les utilités du bâtiment.

Des panneaux solaires photovoltaïques viennent recouvrir les toitures correspondant aux espaces publics (salle de cérémonie et salle de convivialité). Cette production d'électricité renouvelable, vouée à la revente, vise à compenser les consommations des postes de chauffage, d'eau chaude sanitaire, de rafraîchissement, des auxiliaires, ainsi que d'éclairage.

Les appareils de crémation utilisent le gaz de ville comme combustible. Un système de récupération de chaleur est mis en œuvre pour utiliser l'énergie générée par le fonctionnement des appareils de crémation dans l'usage quotidien du bâtiment.

***Du fait de l'ensemble de ces mesures et de la valorisation d'énergie, une maîtrise de la consommation énergétique est assurée, permettant également de limiter les émissions de gaz à effet de serre.***

## 3.7 Gestion des déchets

### Pour la phase de travaux

Les éventuels déchets « consommables » liés au chantier sont gérés et traités par les filières adaptées en fonction du type de déchet.

L'aménagement paysager du site vise à réduire les déchets inertes provoqués par les terrassements et à les réutiliser sur site autant que possible.

Un Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets est établi et mis en place par les entreprises de travaux. Des mesures sont prévues pour réduire les déchets de chantier à la source, en quantifiant la production de déchets et en anticipant l'organisation du tri et de la valorisation de ceux-ci.

La gestion des déchets générés lors de la phase de travaux n'est à l'origine d'aucune nuisance pour les riverains.

### Pour la phase d'exploitation

Les déchets générés par l'activité du crématorium sont :

- les déchets ménagers liés au passage des familles. Ces déchets, stockés dans des poubelles et conteneurs, sont éliminés via la filière de ramassage communal des ordures ménagères ;
- les métaux ferreux et non ferreux récupérés lors de la crémation. Ces déchets, dont la quantité est estimée à environ 1 400 kg/an, sont triés, stockés dans des conteneurs spécifiques d'une contenance de 240 L de type non dangereux puis sont recyclés ;

- les déchets issus du traitement des gaz de combustion (réactifs solides utilisés pour la filtration) dont la quantité est estimée à environ 1 300 kg/an. Ces déchets contenant un mélange de chaux hydratée et de carbonate de calcium, stockés dans des fûts hermétiquement fermés de 60 à 200 L, sont envoyés vers un centre de stockage de déchets dangereux par un transporteur habilité, assurant la traçabilité au moyen de bordereau de suivi des déchets.

A noter que les déchets sont générés en quantités relativement faibles. Des mesures visant à réduire la quantité de déchets générés et à favoriser les conditions de leur élimination sont mises en œuvre sur le crématorium afin de limiter leur impact environnemental (stockage dans des équipements spécifiques, collecte sélective et traitement par des filières locales).

***L'impact du projet de crématorium concernant la gestion des déchets générés lors de la phase de travaux ou par son activité est donc limité.***

## 3.8 Émissions sonores

### Pour la phase de travaux

La phase de travaux occasionne ponctuellement des nuisances sonores dues principalement aux mouvements des engins de chantier. Les niveaux sonores restent à un niveau acceptable par le voisinage, en dessous des limites réglementaires. Une charte « Chantier à faibles nuisances » est imposée aux entreprises incluant notamment des obligations en termes de maîtrise des impacts liés aux bruits (entrée et sortie spécifiques des engins de chantier).

Le faible trafic des engins de chantier et les horaires des travaux (absence de travaux la nuit et le week-end) limitent les impacts sur l'environnement sonore des riverains.

### Pour la phase d'exploitation

Le fonctionnement du crématorium n'engendre pas de nuisances vibratoires spécifiques. Les sources sonores relatives à l'exploitation du crématorium sont les équipements techniques (ventilateur, aéroréfrigérant) ainsi que la circulation des véhicules sur le parking. Les équipements techniques (appareils de crémation et de traitement des émissions atmosphériques) sont caractérisés par de faibles niveaux de bruit et sont situés dans des locaux fermés. Les bâtiments, les fenêtres et les entrées d'air du projet sont équipés d'isolants de façade thermo-acoustiques.

De plus, les impacts liés aux émissions sonores sont limités par les horaires de fonctionnement (en journée du lundi au samedi). Compte tenu de la nécessité d'un confort favorable au recueillement pour les familles, ces installations ne génèrent pas de nuisances sonores au voisinage.

***Les émissions sonores du crématorium ne sont pas perceptibles. En phase de travaux et d'exploitation du crématorium, l'impact du projet sur l'environnement sonore est considéré comme négligeable.***

## 3.9 Émissions olfactives

### Pour la phase de travaux

Durant la phase de chantier, les produits de construction utilisés sont nettoyables (sans faire usage de produits d'entretien odorants) et ne sont pas à l'origine d'émissions odorantes notables.

### Pour la phase d'exploitation

Les locaux sont ventilés selon les normes et textes en vigueur. La mise en place d'un système de traitement des fumées permet la neutralisation des éventuelles odeurs résiduelles issues de la combustion. Les locaux déchets, ménage et sanitaires disposent d'un système d'extraction d'air spécifique et sont maintenus en dépression.

De plus, comme indiqué précédemment, les éventuels impacts liés aux émissions odorantes sont limités par les horaires de fonctionnement (en journée du lundi au samedi).

***Le projet de crématorium n'est pas à l'origine de nuisances olfactives, notamment en lien avec les rejets des appareils de crémation. En phase de travaux et d'exploitation du crématorium, l'impact du projet sur l'environnement olfactif est considéré comme négligeable.***

## 3.10 Émissions lumineuses

### Pour la phase de travaux

Durant la phase de chantier, les travaux s'effectuent pendant la journée à l'extérieur. Ils ne sont pas à l'origine de nuisances lumineuses.

### Pour la phase d'exploitation

L'exploitation du crématorium n'est pas à l'origine de nuisances lumineuses étant donné l'absence d'activité nocturne et d'enseignes lumineuses. Les nuisances lumineuses sont donc limitées.

***En l'absence d'activité nocturne en phase de travaux et d'exploitation, le projet de crématorium n'est pas à l'origine de nuisances lumineuses.***

## 3.11 Intégration paysagère

Le terrain visé par le projet se situe en dehors de tout périmètre de protection de patrimoine (monuments historiques ou sites inscrits et classés au titre du paysage).

### Pour la phase de travaux

Par la nature même des travaux et de la présence d'engins de chantier, la phase chantier génère un aspect visuel négatif depuis l'extérieur du terrain visé par le projet. Cependant, cet impact est temporaire (pendant la durée des travaux uniquement).

Dans le cadre de la charte d'un « Chantier à faibles nuisances » qui est imposée, les entrepreneurs doivent conserver un « chantier propre » afin de maîtriser au mieux l'aspect visuel du chantier depuis l'extérieur.

### Pour la phase d'exploitation

L'accès au crématorium se fait depuis l'espace extérieur ouvert au public. L'accès au public est situé dans la continuité du parking, à l'opposé de l'accès technique afin d'assurer une gestion des flux optimale et dissociée.

Afin de limiter l'impact du projet sur l'environnement, le projet a été pensé de manière compacte et le moins haut possible. La construction du crématorium se fait selon une architecture qui s'intègre dans l'environnement en s'adaptant au profil du terrain.

L'orientation du bâtiment consiste à donner la vue la plus agréable depuis la salle de cérémonie vers l'espace comportant des massifs minéraux et végétalisés avec des essences locales.

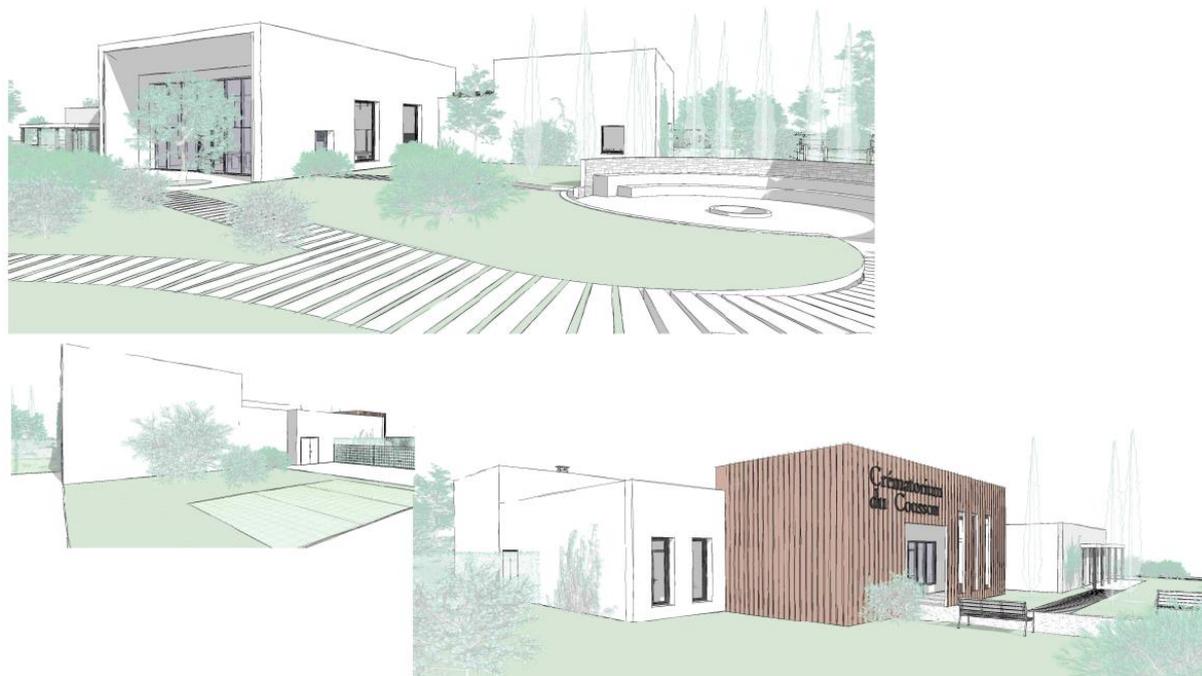
Les espaces libres sont végétalisés en pelouse, haies et arbres de moyennes et hautes tiges d'essences locales adaptés à l'étage de plaine.

La végétation sur certains espaces est renforcée afin de limiter l'impact du projet sur l'environnement mais également pour isoler les différents accès privés et publics entre eux. L'idée étant de créer un environnement favorable au recueillement des familles sur le site (promenade piétonne, bancs, espaces ombragés, etc.).

En coordination avec les services de la commune, l'objectif est de mettre en œuvre des essences de végétaux en cohérence avec le travail réalisé sur la commune, mais également de mettre en œuvre des solutions de préservations et d'entretien déjà appliquées.

L'intégration paysagère du bâtiment avec des aménagements végétalisés et des matériaux de construction permet au crématorium de trouver une place harmonieuse dans cet espace naturel. La figure ci-dessous présente le projet de crématorium dans son environnement.

**Figure R – Projection du crématorium de la communauté de communes de Digne-les-Bains**



*L'impact visuel du projet pendant la phase de chantier est temporaire et maîtrisé dans la mesure du possible dans le cadre de la charte « Chantier à faibles nuisances » qui est imposée aux entreprises. Considérant les éléments présentés précédemment et notamment le fait que les infrastructures du crématorium sont peu visibles depuis l'extérieur en raison de la présence de nombreuses plantations et d'arbres locaux, le projet n'engendre pas d'impact visuel négatif sur le site et son environnement.*

### 3.12 Effets sur la faune, la flore et les milieux naturels

Le terrain visé par le projet est situé en zone urbaine (cf. Chapitre 2.1). Celui-ci est actuellement un terrain de sport imperméabilisé et en cours de réaménagement, dans un secteur urbanisé (présence d'un projet de parking, d'un abattoir, de la chapelle Saint-Véran, son cimetière, de la maison funéraire de Digne-les-Bains et d'une voie ferrée). Il ne comporte actuellement pas de végétation à l'exception des d'arbres qui bordent sa partie Sud et Est, qui seront conservés.

Comme l'indique le recensement des zones d'intérêt écologique à proximité (cf. Chapitre 2.4.1), le milieu naturel protégé le plus proche est la ZNIEFF continentale de type II « La Bléone et ses principaux affluents (les Duyes, le Galèbre, le Bès, le Bouinenc) et leurs ripisylves » » située à environ 665 m au Sud / Sud-Est.

L'impact du projet sur la faune, la flore et les milieux naturels peut être lié :

- à l'emprise au sol du projet ;
- aux effluents ;
- au trafic routier ;

- aux rejets atmosphériques, comportant principalement des gaz de combustion (oxydes d'azote et dioxyde de soufre), des poussières, des métaux et des dioxines/furanes ;
- aux nuisances sonores, olfactives ou lumineuses.

### 3.12.1 Zone visée par le projet

Le terrain visé par le projet est imperméabilisé et n'appartient à aucun périmètre à portée réglementaire au regard d'éventuels intérêts écologiques, son emprise n'étant pas dans le périmètre de la zone d'intérêt écologique la plus proche (située à environ 665 m au Sud / Sud-Est) et séparée du terrain visé par le projet par des constructions humaines (habitations ou professionnel).

#### Pour la phase de travaux

Comme précisé ci-avant, le terrain visé par le projet n'étant pas reconnu pour être habité par des espèces de flore ou de faune protégées, la phase de chantier n'a pas d'incidence notable sur la faune et la flore au droit de celui-ci.

#### Pour la phase d'exploitation

Les surfaces imperméabilisées (bâtiment, parking et voiries) seront inférieures à celles existant actuellement. Les espaces libres sont végétalisés en pelouse, haies et arbres de moyennes et hautes tiges d'essences locales.

La végétation sur certains espaces est renforcée afin de limiter l'impact du projet sur l'environnement mais également pour isoler les différents accès privés et publics entre eux.

***Du fait de l'absence d'espèces de faune et flore protégées et de ses caractéristiques, le projet de crématorium n'a pas d'impact notable sur la faune et la flore au droit du terrain visé par le projet.***

### 3.12.2 Voisinage du projet

Comme indiqué au Chapitre 3.1, le projet n'engendre pas d'impact notable lié à la quantité et à la qualité des eaux sanitaires et des eaux pluviales rejetées.

Comme indiqué au Chapitre 3.2, suite à la mise en place du projet, il n'est pas attendu d'impact notable sur le trafic actuellement observé au voisinage du terrain visé par le projet.

Comme indiqué au Chapitre 3.3, les rejets atmosphériques du crématorium ne conduisent pas à une dégradation de la qualité de l'air, tant au niveau local qu'aux niveaux départemental et régional (les objectifs de qualité ainsi que les niveaux critiques pour la protection de la végétation définis dans le Code de l'Environnement sont très largement respectés par ces rejets). De même, l'incidence des dépôts au sol liés aux rejets est considérée comme négligeable au regard des gammes de concentrations de bruit de fond observées dans les sols « ordinaires » en France et aux concentrations ubiquitaires (cf. Chapitre 3.4).

Comme indiqué aux Chapitres 3.8, 3.9 et 3.10, l'impact du projet sur l'environnement sonore, olfactif et lumineux est considéré comme négligeable (isolation phonique du bâtiment, systèmes de traitement des fumées permettant de neutraliser les odeurs et absence d'activité nocturne du crématorium).

***Du fait des caractéristiques du projet de crématorium, celui-ci n'a pas d'impact notable sur la faune et la flore au voisinage du terrain visé par le projet.***

### 3.12.3 Évaluation des incidences du projet sur le réseau NATURA 2000 le plus proche

Pour rappel, le terrain visé par le projet se situe en dehors du périmètre d'une zone NATURA 2000. Le milieu naturel appartenant au réseau NATURA 2000 le plus proche du terrain visé par le projet est le pSIC/SIC/ZSC « L'Asse » (FR9301533), d'une superficie de 21 844 ha et localisée à environ 8,8 km au Sud.

Conformément à la réglementation (article R414-19 du livre IV de la partie réglementaire du Code de l'Environnement<sup>19</sup>), le projet de création de crématorium doit faire l'objet d'une évaluation des incidences. Le contenu de cette étude, précisé par l'article R414-23 du Code de l'Environnement<sup>20</sup>, doit être proportionné à l'importance du projet et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence. Cette évaluation est présentée dans les paragraphes qui suivent.

### 3.12.3.1 Présentation du réseau NATURA 2000 le plus proche du projet

La présentation de cette zone a été réalisée sur la base des informations issues du formulaire standard de données disponible sur le site internet de l'INPN et du Document d'Objectif (DOCOB) disponible sur le site de la DREAL Nouvelle-Aquitaine.

Le pSIC/SIC/ZSC « L'Asse » a été désigné par arrêté du 21 janvier 2014 pour faire partie du réseau NATURA 2000 au titre de la Directive « Habitat »<sup>21</sup>. D'une superficie de 21 844 ha, il s'étend sur le département des Alpes-de-Haute-Provence et sur 21 communes (Barreme, Beynes, Blioux, Bras-d'Asse, Brunet, Castellane, Castellet, Chateauredon, Chaudon-Norante, Clumanc, Entrages, Estoublon, Mezel, Moriez, Oraison, Saint André-les-Alpes, Saint Julien-d 'Asse, Saint Lions, Senez, Tartonne et Valensole).

#### Présentation générale

Cette zone est caractérisée par une influence méditerranéenne à l'aval et montagnarde à l'amont.

#### Qualité et importance de la zone

L'Asse et ses affluents (les principaux étant : Asse de Blioux, Asse de Tartonne, Asse de Moriez et Estoublaise), constituent un ensemble de cours d'eau d'un grand intérêt écologique caractérisé par :

- l'étendue du site et la diversité des conditions physiques présentes (altitude, exposition, géologie, climat) permettant la présence d'un grand nombre d'habitats naturels et d'espèces remarquables ;
- son fonctionnement naturel (absence de grand aménagement hydraulique) ;
- ses milieux globalement peu artificialisés et ses eaux peu polluées, permettant le développement d'un peuplement piscicole de qualité ;
- son caractère encore relativement traditionnel des activités humaines s'y exerçant.

#### Vulnérabilité de la zone

La vulnérabilité de la zone résulte principalement des éléments suivants :

- prélèvements d'eau à usage agricole (irrigation) lors des périodes d'étiage, pouvant générer des assecs prolongés problématiques pour les poissons ;
- reconversion des prairies en cultures ;
- arasement des ripisylves ;
- qualité des eaux (pollutions diverses) ;
- altérations ponctuelles du lit mineur : extraction de matériaux, décharges sauvages, remblais ;
- développement de plantes exogènes envahissantes, telles que la Jussie.

### 3.12.3.2 Incidence du projet sur le réseau NATURA 2000

Comme indiqué précédemment, le terrain visé par le projet ne se situe pas dans le périmètre d'une zone NATURA 2000. Le projet n'a donc pas d'incidence directe sur cette zone NATURA 2000 et n'engendre pas la destruction d'espèces ou d'habitats au sein de son périmètre.

<sup>19</sup> Article R414-19 du livre IV de la partie réglementaire du Code de l'Environnement, modifié par le décret n°2016-1613 du 25 novembre 2016 portant modification de diverses dispositions, résultant de la recodification du livre Ier du code de l'urbanisme.

<sup>20</sup> Article R414-23 du Code de l'Environnement modifié par le décret n° 2010-365 du 9 avril 2010 relatif à l'évaluation des incidences Natura 2000.

<sup>21</sup> Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 modifiée concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.

L'évaluation des incidences indirectes potentielles du projet sur les espèces et les habitats recensés sur la zone NATURA 2000 la plus proche est présentée dans les paragraphes ci-après.

#### **Incidence des effluents**

Comme mentionné précédemment, le projet n'engendre pas d'impact notable lié aux rejets aqueux (cf. Chapitre 3.1). Les effluents générés par l'exploitation du crématorium sont les eaux sanitaires et les eaux pluviales retenues par les zones imperméabilisées. Ces rejets sont canalisés vers les réseaux de collecte et de traitement de la ville.

***Le projet n'est pas à l'origine d'impact notable lié à la quantité et la qualité des effluents. Il n'a donc pas d'incidence au niveau de la zone NATURA 2000 la plus proche.***

#### **Incidence du trafic routier**

Considérant le projet de crématorium, il n'est pas attendu d'impact notable sur le trafic actuellement observé au voisinage du terrain visé par le projet (cf. Chapitre 3.2).

***Étant donné l'absence d'impact notable sur le trafic routier lié au projet de crématorium, le projet n'a pas d'incidence sur la zone NATURA 2000 la plus proche.***

#### **Incidence des rejets atmosphériques**

Les rejets issus de l'installation de crémation ont été estimés et modélisés pour le projet. Les concentrations environnementales modélisées dans l'air au niveau du récepteur présentant les concentrations les plus élevées (P1 - Entreprise Nord-Est) ainsi que les concentrations modélisées dans les sols au niveau du récepteur résidentiel présentant les dépôts les plus élevés (R3 - Résidence Sud-Ouest) ont été comparées aux données disponibles sur la zone d'étude (concentrations de bruit de fond pour les sols et valeurs limites de la qualité de l'air, cf. **Tableaux 7 et 8** en fin de rapport). Cette comparaison (présentée aux Chapitres 3.3 et 3.4) permet d'estimer un impact faible du projet sur la qualité de l'air et des sols dans son environnement immédiat.

***Les rejets atmosphériques du crématorium n'ont pas d'incidence sur la zone NATURA 2000 la plus proche.***

#### **Incidence des émissions sonores, lumineuses et olfactives**

***Comme mentionné aux Chapitres 3.8, 3.9 et 3.10, le projet ne présente pas d'impact sur l'environnement sonore, olfactif et lumineux pour les zones situées aux alentours et donc sur la zone NATURA 2000 la plus proche.***

### **3.12.3.3 Conclusion de l'incidence du projet sur le réseau NATURA 2000**

***Les données présentées dans cette étude montrent une absence d'incidence du projet de crématorium de la communauté de communes du Puy-en-Velay sur le Site d'Importance Communautaire et Zone Spéciale de Conservation « Gorges de la Loire et affluents partie Sud », zone appartenant au réseau NATURA 2000 la plus proche du terrain visé par le projet.***

## **3.13 Analyse des effets cumulés avec les autres projets connus**

En l'absence de projets existants ou approuvés, au sens de l'article R122-5 du Code de l'Environnement, dans le périmètre d'étude de 1 km autour du terrain visé par le projet, aucune analyse des effets cumulés n'est nécessaire.

## 3.14 Evolution probable de l'environnement

*Suite à la parution du décret n°2021-837 du 29 juin 2021 modifiant l'article R122-5 du Code de l'Environnement l'étude d'impact doit dorénavant contenir « une description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, et de leur évolution en cas de mise en œuvre du projet ainsi qu'un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet, dans la mesure où les changements naturels par rapport à l'état initial de l'environnement peuvent être évalués moyennant un effort raisonnable sur la base des informations environnementales et des connaissances scientifiques disponibles ».*

Dans la présente étude d'impact, la description de l'état de l'environnement est réalisée dans le Chapitre 2. Cet état initial présente la description de l'environnement aux alentours du terrain visé par le projet (échelle régionale, départementale ou environs immédiats selon la thématique).

L'évolution en cas de mise en œuvre du projet de crématorium de la commune de Digne-les-Bains est décrite dans les Chapitres 3.1 à 3.13 de la présente étude. Il a été conclu que la mise en place du projet ne conduit pas à des incidences significatives par rapport à l'état initial.

En l'absence du projet de crématorium, sur la base des données disponibles, l'état initial ne sera pas modifié, excepté dans le cas d'un éventuel autre projet situé sur ce même terrain.

## 4 Analyse des méthodes utilisées et des limites rencontrées

La présente étude a été rédigée par Marion DAUPTAIN, chef de projet, et approuvée par Tudor PRICOP-BASS, directeur technique de la société AECOM France.

Les principales limites et incertitudes rencontrées pour les évaluations quantitatives (modélisations et calculs de risques sanitaires) réalisées dans le cadre de la présente étude d'impact sont présentées en détail dans les paragraphes ci-après et concernent :

- l'établissement du bilan des émissions atmosphériques (cf. Paragraphe 3.3.1) ;
- la caractérisation des concentrations d'exposition comprenant la modélisation de la dispersion atmosphérique pour les concentrations dans l'air (cf. Paragraphe 3.3.2) et la modélisation du transfert dans les sols (cf. Paragraphe 3.4.1) ;
- la quantification des risques sanitaires liés à une exposition par inhalation (cf. Paragraphe 3.5).

### 4.1 Incertitudes liées au bilan des émissions atmosphériques

Les émissions des composés réglementés ont été estimées sur la base des valeurs limites définies par l'arrêté ministériel du 28 janvier 2010<sup>22</sup>. L'utilisation de ces valeurs limites peut être considérée comme très majorante car elles correspondent aux valeurs maximales de rejet alors que les équipements techniques envisagés permettent de réduire les émissions et d'assurer leur conformité aux limites réglementaires.

Les composés disposant de valeurs limites par famille ont été pris en compte en les assimilant à un des composés dont les VTR sont parmi les plus pénalisantes (ex : le benzène pour les COV).

Pour les composés ne disposant pas de valeurs réglementaires, les émissions ont été estimées sur la base de mesures disponibles pour des installations existantes. La campagne de mesures réalisée sur 10 crématoriums (Rapport « Évaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques canalisées du parc français de crématoriums », Vincent Nedelec Consultants, décembre 2005) a été privilégiée à celle effectuée sur un seul crématorium (crématorium de Montfermeil, octobre 2003). Les émissions déterminées à partir de ces mesures peuvent être considérées comme potentiellement majorantes étant donné l'évolution technologique en matière de conception des équipements.

Les flux des composés réglementés et non réglementés ont été déterminés sur la base de 2 808 heures de fonctionnement annuel, correspondant à 1 872 crémations par an. Etant donné qu'il s'agit de la capacité maximale des installations du crématorium, cette hypothèse est considérée comme majorante.

Les paramètres techniques (température, taux d'oxygène et taux d'humidité en sortie) utilisés pour le calcul des flux d'émissions sont ceux fournis par le constructeur des appareils de crémation et sont représentatifs du fonctionnement de l'installation. Le débit des fumées correspond à la moyenne des débits mesurés sur 48 installations en 2022, hypothèse considérée comme réaliste.

Sur la base des éléments précédents, l'étude a suivi une approche globalement majorante pour la réalisation du bilan des émissions.

---

<sup>22</sup> Arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère.

## 4.2 Incertitudes liées à la caractérisation des concentrations d'exposition

### 4.2.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle.

Le logiciel ADMS fait partie des logiciels de calcul de dispersion élaborés, intégrant de nombreuses options et reconnus par la communauté scientifique. Les études de validation du modèle, ainsi que les tests inter-modèles réalisés avec les modèles mondialement reconnus de l'US EPA (ISCST3 et AERMOD), montrent une bonne performance du modèle ADMS.

Ce type de modèle de dispersion atmosphérique est conçu pour calculer la concentration moyenne d'un composé sur une période donnée avec des conditions météorologiques dont les variations présentent une amplitude relativement faible. Le modèle utilise un fichier météorologique séquentiel, comportant des données météorologiques pour chaque heure. Néanmoins, les fluctuations des concentrations mesurées par rapport aux concentrations moyennes calculées, dues aux variations des conditions météorologiques et des conditions d'émissions, ne peuvent être complètement prises en compte par ADMS.

En raison de la complexité du modèle, il n'est techniquement pas réaliste d'effectuer une étude de sensibilité sur le modèle de dispersion atmosphérique. Les paramètres d'entrée du modèle (données météorologiques, caractéristiques des sources) correspondent aux données les plus adaptées disponibles à ce jour pour le projet et il est raisonnable de considérer que les résultats pour ce type de modélisation sont du même ordre de grandeur que les concentrations qui pourraient être observées (rapport entre concentrations modélisées et mesurées inférieur à un facteur 10).

### 4.2.2 Modélisation du transfert dans les sols

Les concentrations en métaux et dioxines/furanes dans les sols ont été déterminées à partir du dépôt atmosphérique au moyen d'équations habituellement utilisées dans les évaluations des risques sanitaires.

Le calcul des concentrations dans les sols prend en compte uniquement les pertes par ruissellement et lixiviation qui sont considérées de façon simplifiée. Les phénomènes de perte par les différents processus physiques et chimiques tels que l'érosion, la volatilisation, l'extraction par les végétaux, la photo dégradation ou la biodégradation ne sont pas considérés (*cf. Annexe C*).

Globalement, l'approche suivie pour le calcul des concentrations dans les sols peut donc être considérée comme majorante.

## 4.3 Incertitudes liées à la quantification du risque

La voie d'exposition évaluée quantitativement dans la présente étude est l'inhalation. Les incertitudes concernant l'évaluation des risques sont associées aux :

- scénarios d'exposition évalués ;
- Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) utilisées.

### 4.3.1 Scénarios d'exposition

Les scénarios d'exposition chronique retenus pour les calculs de risques considèrent une exposition par inhalation. L'exposition par ingestion est jugée négligeable au regard de la faible contribution des dépôts atmosphériques au niveau des concentrations modélisées dans les sols. Les scénarios d'exposition sont jugés majorants étant donné que les récepteurs ont été définis au niveau des points où les concentrations maximales ont été modélisées et que les temps d'exposition correspondent aux temps maximaux théoriques pour chaque type d'exposition. Pour l'exposition professionnelle par inhalation, la durée réglementaire française du temps de travail (8 heures par jour et 220 jours par an) a été retenue et pour l'exposition résidentielle par inhalation, une présence en permanence (24 heures par jour et 365 jours par an) a été considérée.

A ce titre, il convient de préciser que l'étude « Synthèse des travaux du Département de Santé Environnement de l'Institut de Veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition - Juillet 2012 »<sup>23</sup> réalisée par l'Institut National de Veille Sanitaire (INVS) précise que la moyenne du temps passé à l'intérieur du logement est de 16,2 heures par jour pour l'ensemble de la population française, ce qui confirme le caractère majorant des calculs réalisés pour évaluer les expositions dans un cadre résidentiel. La diminution de ce paramètre d'exposition conduirait à une diminution linéaire des niveaux de risque calculés, confirmant ainsi les conclusions de la présente étude.

### 4.3.2 Valeurs Toxicologiques de Référence

Les VTR utilisées pour les calculs de risques sont spécifiques à la voie d'exposition étudiée de manière quantitative dans la mesure où ces dernières étaient disponibles.

Les VTR utilisées sont recherchées auprès d'organismes français de référence (ANSES et INERIS) et dans des bases de données internationales (OMS, IRIS, ATSDR, RIVM, OEHHA, Health Canada et EFSA) et sont sélectionnées selon une approche en respect avec la méthodologie française (guides INERIS et INVS, ainsi que la note d'information de la DGS et de la DGPR n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014).

Les VTR sont établies pour l'ensemble de la population dont les personnes sensibles (enfants, personnes âgées, etc.) et sont considérées comme étant les valeurs les plus adaptées, correspondant aux meilleures données disponibles dans l'état actuel des connaissances.

### 4.3.3 Bilan des incertitudes

L'approche qui a été suivie pour l'évaluation des risques sanitaires est basée sur les informations spécifiques au projet, sur des données représentatives de la zone d'étude et sur des hypothèses pénalisantes, en particulier pour le calcul des flux d'émissions et les scénarios d'exposition.

Aux incertitudes évaluées dans les paragraphes précédents peuvent s'ajouter les incertitudes liées aux connaissances techniques du moment, la validité des valeurs toxicologiques, ou l'interaction éventuelle entre certaines substances. Ces incertitudes ne sont cependant pas quantifiables.

---

<sup>23</sup> Ce document reprend les conclusions de l'étude « Estimation du temps passé à l'intérieur du logement de la population française - Novembre 2008 » réalisée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI).

## **5 Mesures prises pour éviter / réduire / compenser les impacts sur l'environnement**

### **5.1 Mesures relatives à la phase de travaux**

Dans une démarche de Haute Qualité Environnementale, les phases de travaux respectent un objectif de faibles nuisances ainsi qu'une obligation en termes de bruit, poussières, aspect visuel et évacuation des déchets.

Les mesures suivantes sont mises en place pour la préservation du milieu naturel :

- les déchets issus de la phase chantier sont traités par des filières adaptées ;
- le retrait des véhicules de chantier du site est effectué en cas de fortes pluies ;
- le contrôle de l'étanchéité des circuits hydrauliques et blocs-moteur et plus généralement des engins utilisés lors du chantier est effectué régulièrement ;
- les matériaux sont approvisionnés en flux tendu dans la mesure du possible afin d'éviter au maximum le stockage sur site.

De plus, les prescriptions suivantes sont imposées aux entreprises de travaux :

- limiter les nuisances d'une manière générale ;
- limiter les pollutions et la génération de déchets ;
- informer les riverains et entretenir de bonnes relations ;
- former et informer l'ensemble du personnel de chantier ;
- surveiller la gestion des déchets ;
- gérer le trafic des transports et engins.

### **5.2 Mesures relatives à la phase d'exploitation du crématorium**

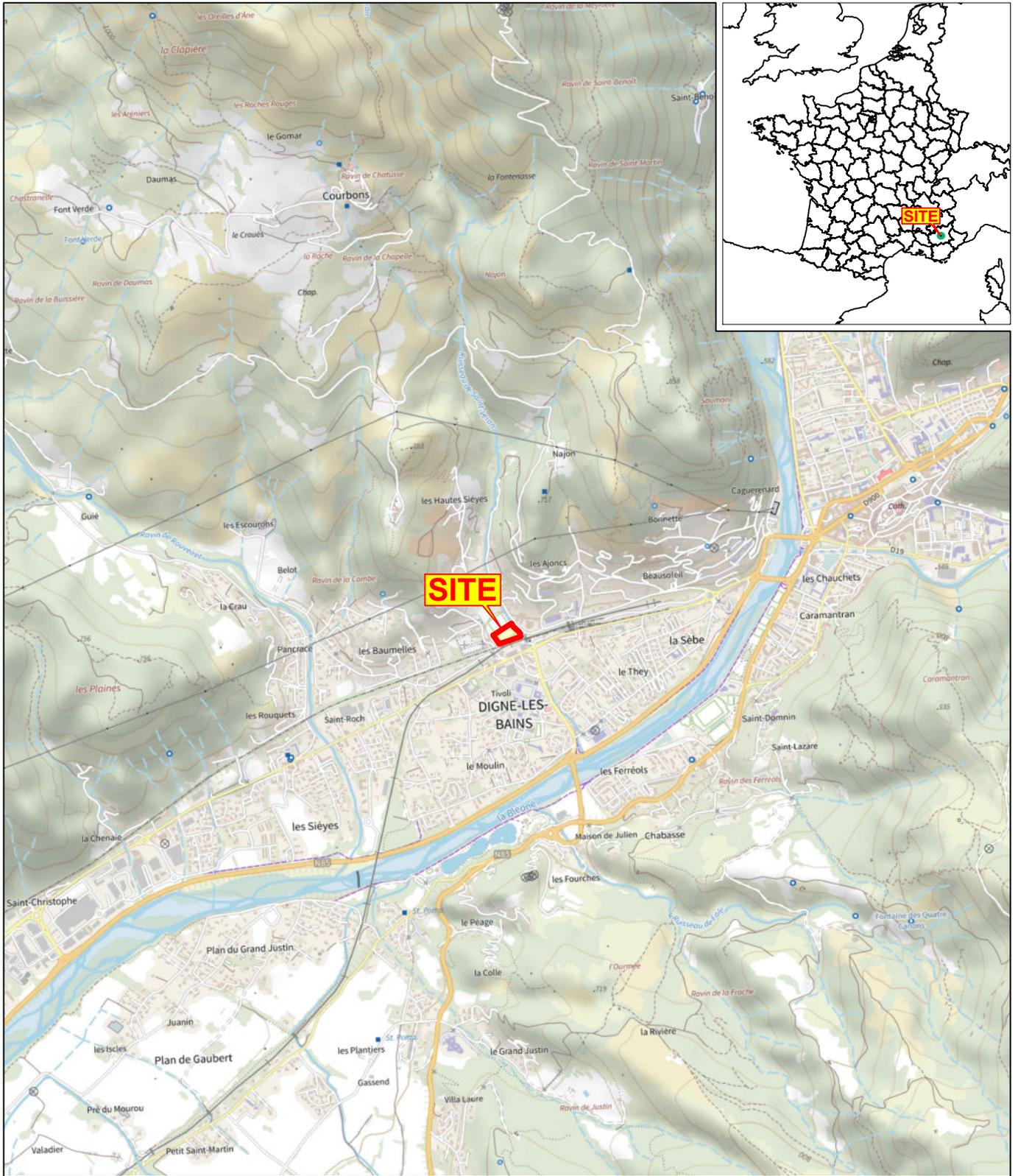
Les appareils de crémation disposent d'une ligne de traitement des émissions atmosphériques des fumées, qui fait l'objet d'une maintenance régulière. Les rejets atmosphériques en sortie de cheminée font l'objet d'un contrôle périodique.

L'ensemble des déchets générés par l'activité envisagée est traité par des filières adaptées et les quantités par type de déchet sont suivies annuellement.

## LIMITATIONS DU RAPPORT

AECOM France a préparé ce rapport pour l'usage exclusif de OGF conformément à l'accord cadre couvrant la période de 2022 à 2025 selon les termes duquel nos services ont été réalisés. Le contenu de ce rapport peut ne pas être approprié pour d'autres usages, et son utilisation à d'autres fins que celles définies dans la proposition d'AECOM France, par de OGF ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur. Sauf indication contraire spécifiée dans ce rapport, les études réalisées supposent que les sites et installations continueront à exercer leurs activités actuelles sans changement significatif. Les conclusions et recommandations contenues dans ce rapport sont basées sur des informations accessibles au public, en supposant que toutes les informations pertinentes ont été fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées. Les informations obtenues de tierces parties n'ont pas été vérifiées par AECOM, sauf mention contraire dans le rapport.

# FIGURES



Source : Carte IGN ARCVIEW

0 500 1000 m



**LOCALISATION DU PROJET**

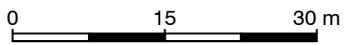
 AECOM France Bureau De Paris 10, Place De Belgique 92250 La Garenne-Colombes	Titre	<b>ETUDE D'IMPACT - PROJET DE CRÉMATORIUM</b>		Ech. <b>1/25 000</b>	Format <b>A4</b>
	Lieu	<b>DIGNE-LES-BAINS (04)</b>		Date <b>JUILLET 2024</b>	
Client	<b>OGF</b>		Proj. <b>60725724</b>	Ref. <b>BDX-RAP-24-04135</b>	
			Dess. <b>JFJ</b>	Vérif. <b>MDA</b>	<b>FIGURE 1</b>



Source : Carte IGN ARCVIEW

**Légende**

- Limite du site
- Bâtiments modelisés
- Cheminée

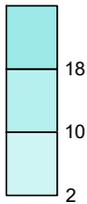


**PLAN DES INSTALLATIONS - LOCALISATION DE LA CHEMINEE ET DES BATIMENTS MODELISES**

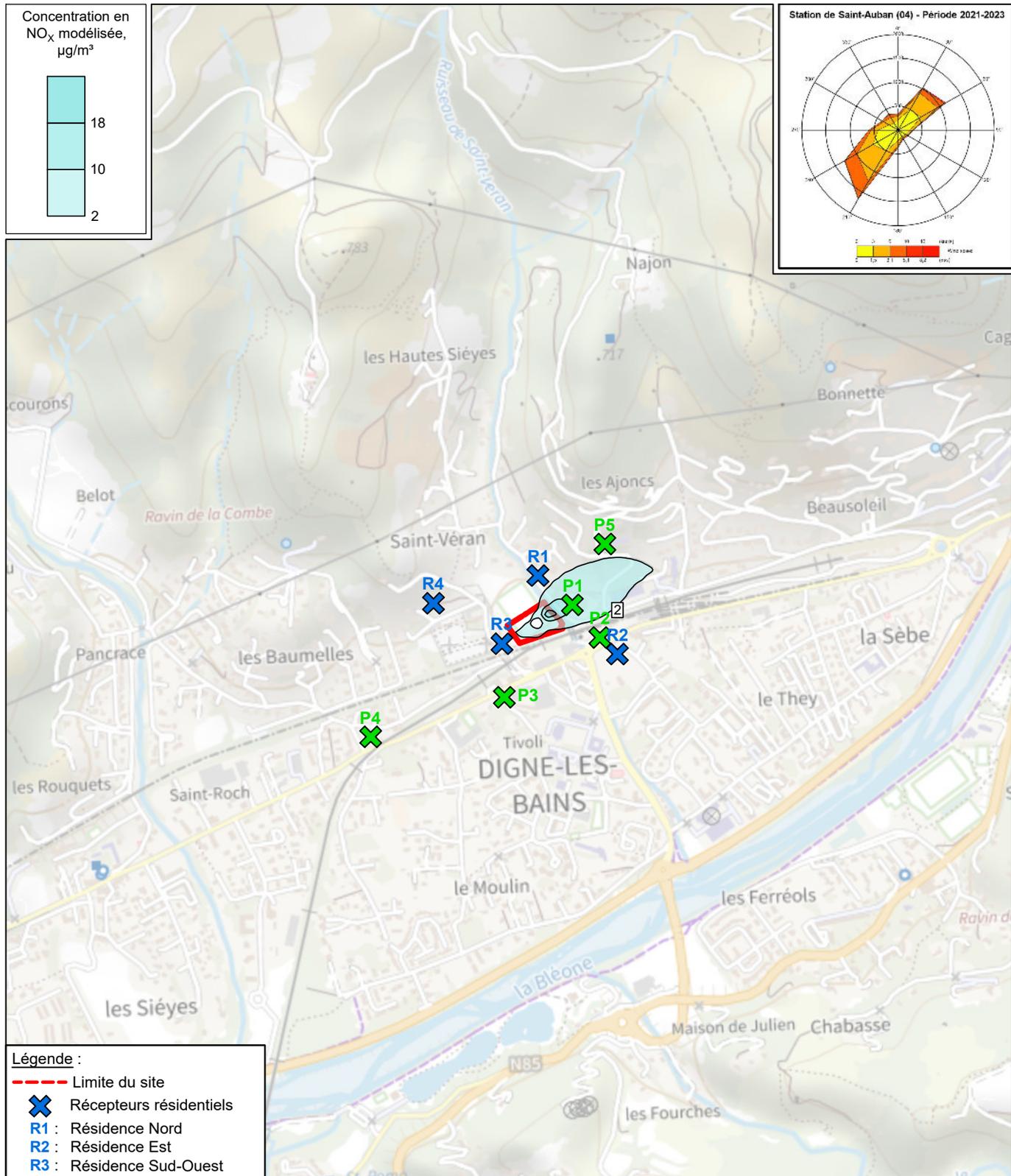
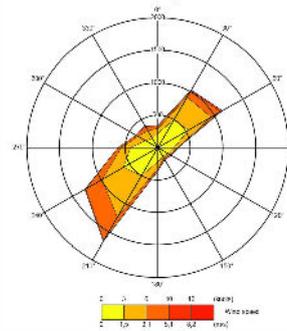
 AECOM France Bureau De Paris 10, Place De Belgique 92250 La Garenne-Colombes	Titre	<b>ETUDE D'IMPACT - PROJET DE CRÉMATORIUM</b>	Ech. <b>1/750</b>	Format <b>A4</b>
	Lieu	<b>DIGNE-LES-BAINS (04)</b>	Date <b>JUILLET 2024</b>	
	Client	<b>OGF</b>	Proj. <b>60725724</b>	
			Ref. <b>BDX-RAP-24-04135</b>	
			Dess. <b>JFJ</b>	Vérif. <b>MDA</b>
<b>FIGURE 2</b>				

C:\data\OGF - EI 2024\_60725724\900\_CAD\_GIS\4\_BDX-RAP-24-04135\_Digne-les-Bains\BDX-RAP-24-04135 F1-A3.dwg

Concentration en NO<sub>x</sub> modélisée, µg/m<sup>3</sup>



Station de Saint-Auban (04) - Période 2021-2023



Source : Carte IGN ARCVIEW



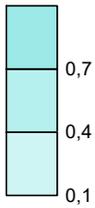
- Légende :**
- - - Limite du site
  - X Récepteurs résidentiels
  - R1 : Résidence Nord
  - R2 : Résidence Est
  - R3 : Résidence Sud-Ouest
  - R4 : Résidence Ouest
  - X Récepteurs professionnels
  - P1 : Entreprise Nord-Est
  - P2 : Entreprise Est
  - P3 : Entreprise Sud
  - P4 : Entreprise Sud-Ouest
  - P5 : Entreprise Nord-Est

**ISOCONTOURS DES CONCENTRATIONS HORAIRES MOYENNES ANNUELLES EN OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)**

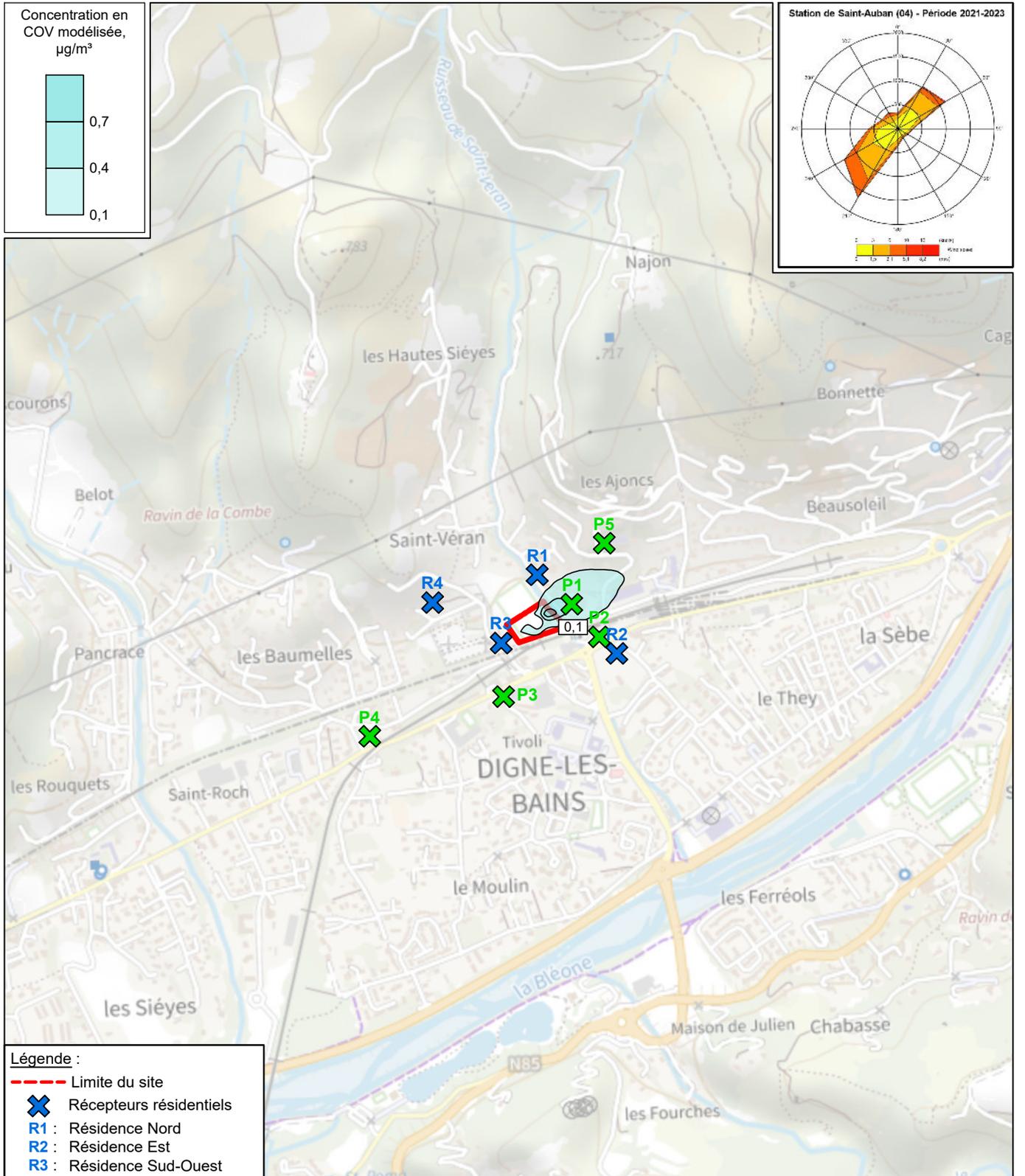
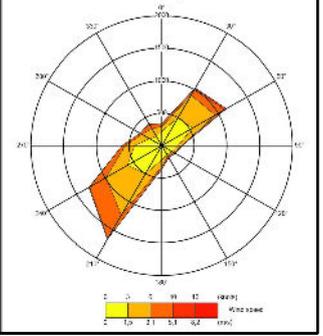
 <small>AECOM France</small> Bureau De Paris 10, Place De Belgique 92250 La Garenne-Colombes	Titre	<b>ETUDE D'IMPACT - PROJET DE CRÉMATORIUM</b>	Ech. <b>1/12 500</b>	Format <b>A4</b>
	Lieu	<b>DIGNE-LES-BAINS (04)</b>	Date <b>JUILLET 2024</b>	
	Client	<b>OGF</b>	Proj. <b>60725724</b>	
			Ref. <b>BDX-RAP-24-04135</b>	Dess. <b>JFJ</b>
			<b>FIGURE 3</b>	

C:\data\OGF - EI 2024\_60725724\900\_CAD\_GIS4\_BDX-RAP-24-04135\_Digne-les-Bains\BDX-RAP-24-04135 F1-A3.dwg

Concentration en COV modélisée,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Station de Saint-Auban (04) - Période 2021-2023



Source : Carte IGN ARCVIEW

Légende :

- - - Limite du site
- X Récepteurs résidentiels
- R1 : Résidence Nord
- R2 : Résidence Est
- R3 : Résidence Sud-Ouest
- R4 : Résidence Ouest
- X Récepteurs professionnels
- P1 : Entreprise Nord-Est
- P2 : Entreprise Est
- P3 : Entreprise Sud
- P4 : Entreprise Sud-Ouest
- P5 : Entreprise Nord-Est

**ISOCONTOURS DES CONCENTRATIONS HORAIRES MOYENNES ANNUELLES EN COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV)**

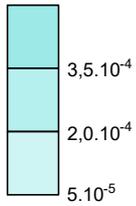
**AECOM**

AECOM France  
Bureau De Paris  
10, Place De Belgique  
92250 La Garenne-Colombes

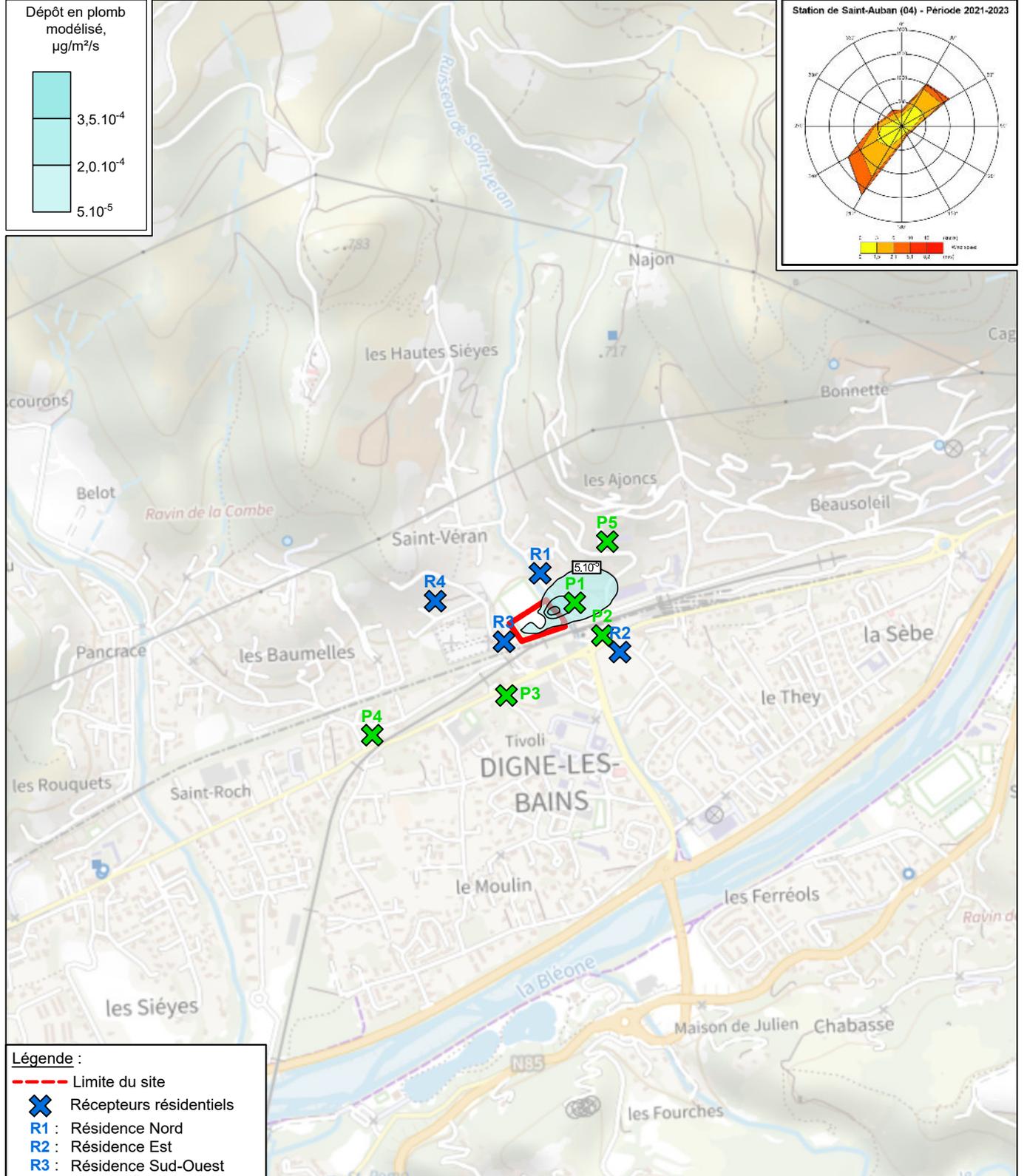
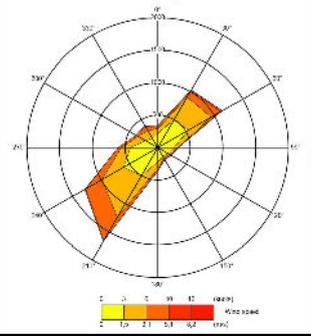
Titre **ETUDE D'IMPACT - PROJET DE CRÉMATORIUM**  
Lieu **DIGNE-LES-BAINS (04)**  
Client **OGF**

Ech.	1/12 500	Format	A4
Date	JUILLET 2024		
Proj.	60725724		
Ref.	BDX-RAP-24-04135		
Dess.	JFJ	Vérif.	MDA
<b>FIGURE 4</b>			

Dépôt en plomb modélisé,  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$

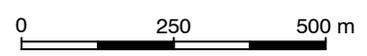


Station de Saint-Auban (04) - Période 2021-2023



- Légende :**
- Limite du site
  - X Récepteurs résidentiels
    - R1 : Résidence Nord
    - R2 : Résidence Est
    - R3 : Résidence Sud-Ouest
    - R4 : Résidence Ouest
  - X Récepteurs professionnels
    - P1 : Entreprise Nord-Est
    - P2 : Entreprise Est
    - P3 : Entreprise Sud
    - P4 : Entreprise Sud-Ouest
    - P5 : Entreprise Nord-Est

Source : Carte IGN ARCVIEW



**ISOCONTOURS DES DEPOTS HORAIRES MOYENS ANNUELS EN PLOMB**

 AECOM France Bureau De Paris 10, Place De Belgique 92250 La Garenne-Colombes	Titre	<b>ETUDE D'IMPACT - PROJET DE CRÉMATORIUM</b>	Ech. <b>1/12 500</b>	Format <b>A4</b>
	Lieu	<b>DIGNE-LES-BAINS (04)</b>	Date <b>JUILLET 2024</b>	
	Client	<b>OGF</b>	Proj. <b>60725724</b>	Ref. <b>BDX-RAP-24-04135</b>
			Dess. <b>JFJ</b>	Vérif. <b>MDA</b>
<b>FIGURE 5</b>				

C:\data\OGF - EI 2024\_60725724\900\_CAD\_GIS\4\_BDX-RAP-24-04135\_Digne-les-Bains\BDX-RAP-24-04135 F1-A3.dwg

# TABLEAUX

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 1 : Données climatologiques**

Paramètres	Statistiques 1991-2020 et records 1954-2024 <i>Station de ST AUBAN (04)</i>
<b>Températures</b>	
Température moyenne annuelle	13,4°C
Mois le plus froid	Janvier (0,2°C en moyenne)
Mois le plus chaud	Juillet (30,3°C en moyenne)
Nombre de jours sur l'année pendant lesquels la température minimale est inférieure à 0 °C	52,5 jours (en moyenne)
Nombre de jours sur l'année pendant lesquels la température maximale est supérieure à 25 °C	102,3 jours (en moyenne)
Record : Température minimale absolue	-13,4°C le 10 janvier 1985
Record : Température maximale absolue	42,2°C le 28 juin 2019
<b>Précipitations</b>	
Nombre de jours de pluie par an	72,3 jours (en moyenne)
Pourcentage annuel des échéances pluvieuses	19,8%
Mois le plus pluvieux	Novembre (7,7 jours en moyenne)
Hauteur moyenne annuelle des précipitations	714,2 mm
Hauteur moyenne mensuelle des précipitations	59,5 mm
Mois avec les précipitations les plus élevées	Novembre (96,2 mm en moyenne)
Mois avec les précipitations les plus basses	Février (35,9 mm en moyenne)
Record : Hauteur quotidienne maximale de précipitations	97,2 mm le 31 octobre 2003

*Source : Météo France - Fiche climatologique de la station de St Auban (04) (cf. Annexe B).*

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 2 : Données de surveillance de la qualité de l'air disponibles à proximité de la zone d'étude**

Stations de mesure		Distance et direction par rapport à la zone d'étude	Année	Concentrations moyennes annuelles mesurées au niveau des stations de mesure $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
				Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Ozone (O <sub>3</sub> )	Particules PM <sub>10</sub>	Particules PM <sub>2,5</sub>
Type urbaine <sup>(1)</sup>	<b>Manosque</b>	Environ 45 km au Sud-Ouest	2021	8,2	61,4	13,9	7,9
			2022	8,7	67,5	15,9	9,3
			2023	7,8	64,9	13,8	8,6
Type rurale <sup>(2)</sup>	<b>Cians</b>	Environ 61 km à l'Est	2021	-	73,0	-	-
			2022	-	78,4	-	-
			2023	-	77,9	-	-
	<b>Obs Haute-Provence</b>	Environ 43 km au Sud-Ouest	2021	-	77,6	10,7	6,3
			2022	-	85,9	11,8	6,6
			2023	-	80,6	9,0	5,3
<b>Objectif de qualité <sup>(3)</sup></b>				40	120 <sup>(5)</sup>	30	10
<b>Valeur limite <sup>(4)</sup></b>				40	-	40	25

- : Donnée non disponible

**en gras italique** : valeur supérieure à l'objectif de qualité et/ou à la valeur limite

PM<sub>10</sub> : Particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10  $\mu\text{m}$

PM<sub>2,5</sub> : Particules d'un diamètre inférieur ou égal à 2,5  $\mu\text{m}$

Sources : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/>

<sup>(1)</sup> Station souvent implantée dans des zones à forte densité de population, elle est représentative de la qualité de l'air ambiant « urbain » sans cibler l'impact d'une source d'émission particulière.

<sup>(2)</sup> Station implantée dans les communes rurales et représentative de la pollution atmosphérique dite « de fond ». Elle correspond à des niveaux de polluants dans l'air sur des périodes relativement longues.

<sup>(3)</sup> Valeurs définies par la réglementation française correspondant à une qualité de l'air jugée acceptable.

<sup>(4)</sup> Valeurs définies par la réglementation française correspondant à un niveau à ne pas dépasser.

<sup>(5)</sup> Maximum journalier de la moyenne sur huit heures, pendant une année civile.

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 3 : Emissions des appareils de crémation pour les paramètres réglementés**

<b>Composé</b>	<b>Valeur limite d'émission <sup>(1)</sup></b> <i>mg/Nm<sup>3</sup> sur gaz sec à 11% d'O<sub>2</sub></i>	<b>Concentration limite au niveau de la cheminée <sup>(2)</sup></b> <i>mg/Nm<sup>3</sup> sur gaz sec</i>	<b>Flux limite d'émission en sortie de cheminée <sup>(3)</sup></b> <i>kg/an</i>
Oxydes d'azote <sup>(4)</sup> (NO <sub>x</sub> )	500	250	1 796
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	120	60	431
Poussières	10	5	36
Monoxyde de carbone (CO)	50	25	180
Composés organiques <sup>(5)</sup>	20	10	72
Dioxines et furanes <sup>(6)</sup>	1,0E-07	5,0E-08	3,6E-07
Acide chlorhydrique (HCl)	30	15	108
Mercuré (Hg)	0,20	0,10	0,72

<sup>(1)</sup> Valeurs limites d'après l'Annexe I de l'arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère.

<sup>(2)</sup> Concentration calculée à partir de la valeur limite réglementaire et ajustée au taux de dioxygène "réel", selon la formule :

$$C_R = [(21 - O_R) / (21 - 11)] \times C_S$$

Avec :

$C_R$  = Concentration "réelle", c'est-à-dire ramenée à un taux de dioxygène "réel"

$O_R$  = Taux (en %) de dioxygène "réel" x 100

$C_S$  = Valeur limite réglementaire (à un taux standard de 11% d'O<sub>2</sub>).

Le taux moyen d'oxygène en sortie, sur gaz sec, estimé par le constructeur de l'appareil de crémation est de 16 %.

<sup>(3)</sup> Le flux annuel d'émission est calculé sur la base du temps de fonctionnement de 2 808 heures et d'un débit des fumées de 2 559 Nm<sup>3</sup>/h sur gaz sec (débit en sortie de filtration). Le temps de fonctionnement est calculé sur la base de la durée maximale réglementaire de crémation (90 minutes) et d'une estimation de 6 crémations par jour pour le crématorium durant 312 jours au maximum.

<sup>(4)</sup> Exprimés en équivalent dioxyde d'azote.

<sup>(5)</sup> Exprimés en équivalent carbone.

<sup>(6)</sup> Pour les dioxines et furanes, les concentrations sont données en mg I-TEQ/Nm<sup>3</sup> (International Toxic Equivalent Quantity).

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 4 : Emissions des appareils de crémation pour les paramètres non réglementés**

Composé	Concentration <i>µg/Nm<sup>3</sup> sur gaz humide</i>		Flux d'émission en sortie de cheminée <sup>(3)</sup> <i>kg/an</i>
	Campagne 1 <sup>(1)</sup>	Campagne 2 <sup>(2)</sup>	
Antimoine	<b>18,7</b>	-	0,14
Arsenic	0,7	<b>9,4</b>	0,069
Cadmium	6,0	<b>10,8</b>	0,080
Chrome total	<b>30,0</b>	-	0,22
Cobalt	<b>5,6</b>	-	0,041
Nickel	1,0	<b>12,1</b>	0,089
Plomb	<b>109,1</b>	-	0,81
Sélénium	<b>0,6</b>	-	0,0044
Vanadium	<b>0,3</b>	-	0,0022

Les valeurs **en gras** sont celles retenues dans le cadre de l'étude.

<sup>(1)</sup> Données provenant de la campagne de mesures réalisée en octobre 2003 sur les installations du crématorium de Montfermeil (93) par le CETIAT. Concernant l'arsenic, le cadmium, le cobalt, le sélénium et le vanadium, les résultats de cette campagne de mesures tiennent compte des seuils de détection : lorsqu'un composé est détecté soit sous sa forme particulaire, soit sous sa forme gazeuse, la valeur du seuil de détection de l'autre forme est ajoutée à la concentration mesurée.

<sup>(2)</sup> Données provenant des campagnes de mesures réalisées en 2005 sur 10 crématoriums français. Les valeurs mentionnées correspondent aux moyennes géométriques des résultats de mesures.  
(Source : Rapport "Evaluation des Risques Sanitaires liés aux émissions atmosphériques canalisées du parc français de crématoriums", Vincent Nedellec Consultants, décembre 2005)

<sup>(3)</sup> Le flux d'émission est calculé sur la base du temps de fonctionnement de 2 808 heures et d'un débit des fumées de 2 633 Nm<sup>3</sup>/h sur gaz humide (débit en sortie de filtration considérant un taux d'humidité de 2,8 %). Le temps de fonctionnement est calculé sur la base de la durée maximale réglementaire de crémation (90 minutes) et d'une estimation de 6 crémations par jour au total pour le crématorium durant 312 jours au maximum.

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 5 : Paramètres d'entrée du modèle de dispersion atmosphérique (ADMS)**

Paramètre	Unité	Cheminée de filtration
<b>Paramètres physiques de l'émissaire</b>		
Température <sup>(1)</sup>	°C	90
Vitesse réelle d'éjection <sup>(2)</sup>	m/s	10,1
Diamètre	m	0,35
Hauteur	m	6,80
<b>Flux des composés émis durant les heures de fonctionnement du crématorium <sup>(3)</sup></b>		
Oxydes d'azote (assimilés à du NO <sub>2</sub> )	g/s	1,52E-01
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	g/s	3,66E-02
Poussières totales (assimilées à des PM <sub>10</sub> )	g/s	3,05E-03
Monoxyde de carbone (CO)	g/s	1,52E-02
COV totaux	g/s	6,09E-03
Dioxines et furanes (assimilés à la 2,3,7,8-TCDD)	g/s	3,05E-11
Acide chlorhydrique (HCl)	g/s	9,14E-03
Mercure	g/s	6,09E-05
Antimoine	g/s	1,17E-05
Arsenic	g/s	5,89E-06
Cadmium	g/s	6,77E-06
Chrome total	g/s	1,88E-05
Cobalt	g/s	3,51E-06
Nickel	g/s	7,58E-06
Plomb	g/s	6,84E-05
Sélénium	g/s	3,76E-07
Vanadium	g/s	1,88E-07

NO<sub>2</sub> : Dioxyde d'azote

PM<sub>10</sub> : Particules d'un diamètre inférieur ou égal à 10 µm

COV : Composés Organiques Volatils

TCDD : TétraChloroDibenzo-p-Dioxine

<sup>(1)</sup> Valeur moyenne fournie par le constructeur des appareils de crémation.

<sup>(2)</sup> La vitesse d'éjection est calculée à partir du débit réel d'extraction des fumées (sur gaz humides) selon la formule :

$$V \text{ [m/s]} = Q \text{ [m}^3\text{/s]} / S \text{ [m}^2\text{]}$$

<sup>(3)</sup> Les flux calculés correspondent aux flux annuels lissés sur les plages d'ouverture du crématorium de Digne-les-Bains (du lundi au samedi de 8h30 à 19h), soit un temps d'ouverture de 3 276 h/an.

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 6 : Concentrations moyennes modélisées au niveau des récepteurs**

Composé	Concentration moyenne annuelle modélisée dans l'air ambiant <i>µg/m<sup>3</sup></i>								
	R1	R2	R3	R4	P1	P2	P3	P4	P5
Oxydes d'azote <sup>(1)</sup>	4,9E-01	2,6E-01	1,2E+00	1,5E-01	<b>9,6E+00</b>	5,2E-01	1,6E-01	1,2E-01	1,3E+00
Dioxyde de soufre	1,2E-01	6,3E-02	2,9E-01	3,5E-02	<b>2,3E+00</b>	1,3E-01	3,9E-02	2,8E-02	3,2E-01
Poussières totales <sup>(2)</sup>	7,6E-03	3,7E-03	1,8E-02	2,6E-03	<b>1,5E-01</b>	7,8E-03	2,4E-03	1,5E-03	2,0E-02
Monoxyde de carbone	4,9E-02	2,6E-02	1,2E-01	1,5E-02	<b>9,6E-01</b>	5,2E-02	1,6E-02	1,2E-02	1,3E-01
COV totaux <sup>(3)</sup>	1,8E-02	9,6E-03	4,4E-02	5,4E-03	<b>3,5E-01</b>	1,9E-02	6,0E-03	4,4E-03	4,9E-02
Dioxines et furanes <sup>(4)</sup>	7,6E-11	3,7E-11	1,8E-10	2,6E-11	<b>1,5E-09</b>	7,8E-11	2,4E-11	1,5E-11	2,0E-10
Acide chlorhydrique	2,9E-02	1,6E-02	7,2E-02	8,8E-03	<b>5,7E-01</b>	3,1E-02	9,8E-03	7,1E-03	8,0E-02
Mercure	1,5E-04	7,5E-05	3,7E-04	5,1E-05	<b>3,0E-03</b>	1,6E-04	4,7E-05	3,0E-05	4,0E-04
Antimoine	2,9E-05	1,4E-05	7,1E-05	9,9E-06	<b>5,8E-04</b>	3,0E-05	9,0E-06	5,9E-06	7,6E-05
Arsenic	1,5E-05	7,2E-06	3,6E-05	5,0E-06	<b>2,9E-04</b>	1,5E-05	4,5E-06	2,9E-06	3,8E-05
Cadmium	1,7E-05	8,3E-06	4,1E-05	5,7E-06	<b>3,4E-04</b>	1,7E-05	5,2E-06	3,4E-06	4,4E-05
Chrome total <sup>(5)</sup>	4,7E-05	2,3E-05	1,1E-04	1,6E-05	<b>9,4E-04</b>	4,8E-05	1,5E-05	9,4E-06	1,2E-04
Cobalt	8,8E-06	4,3E-06	2,1E-05	3,0E-06	<b>1,7E-04</b>	8,9E-06	2,7E-06	1,8E-06	2,3E-05
Nickel	1,9E-05	9,3E-06	4,6E-05	6,4E-06	<b>3,8E-04</b>	1,9E-05	5,9E-06	3,8E-06	4,9E-05
Plomb	1,7E-04	8,4E-05	4,1E-04	5,8E-05	<b>3,4E-03</b>	1,7E-04	5,3E-05	3,4E-05	4,4E-04
Sélénium	9,4E-07	4,6E-07	2,3E-06	3,2E-07	<b>1,9E-05</b>	9,6E-07	2,9E-07	1,9E-07	2,4E-06
Vanadium	4,7E-07	2,3E-07	1,1E-06	1,6E-07	<b>9,4E-06</b>	4,8E-07	1,5E-07	9,4E-08	1,2E-06

Récepteurs correspondant à des résidents vivant à proximité du site

Récepteurs correspondant à des employés travaillant à proximité du site

Les valeurs en gras correspondent à celles du récepteur le plus exposé

COV : Composés Organiques Volatils

<sup>(1)</sup> Les oxydes d'azote ont été assimilés à du dioxyde d'azote.

<sup>(2)</sup> Les poussières totales ont été assimilées à des particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm (PM<sub>10</sub>).

<sup>(3)</sup> Les composés organiques volatils ont été assimilés à du benzène. Les concentrations présentées sont exprimées en µg benzène/m<sup>3</sup>.

<sup>(4)</sup> Les dioxines et furanes ont été assimilées à la 2,3,7,8-TCDD.

<sup>(5)</sup> Le chrome total a été assimilé à du chrome III.

Légende des récepteurs :

R1 : Résidence Nord  
R2 : Résidence Est  
R3 : Résidence Sud-Ouest  
R4 : Résidence Ouest  
P1 : Entreprise Nord-Est  
P2 : Entreprise Est  
P3 : Entreprise Sud  
P4 : Entreprise Sud-Ouest  
P5 : Entreprise Nord-Est

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 7 : Concentrations atmosphériques modélisées et valeurs limites du Code de l'Environnement**

Composé	Concentrations moyennes annuelles modélisées $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Valeurs limites réglementaires relatives à la qualité de l'air <sup>(2)</sup> $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Récepteur présentant les concentrations les plus élevées <sup>(1)</sup>	Objectif de qualité ou valeur cible annuelle *	Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Niveau critique annuel pour la protection de la végétation
Oxydes d'azote <sup>(3)</sup>	9,55	40	40	30
Dioxyde de soufre	2,29	50	-	20
Poussières totales <sup>(4)</sup>	0,15	30	40	-
Composés Organiques Volatils Totaux assimilés à du Benzène	0,35	2	5	-
Arsenic	0,0003	0,006 *	-	-
Cadmium	0,0003	0,005 *	-	-
Nickel	0,0004	0,02 *	-	-
Plomb	0,003	0,25	0,50	-

<sup>(1)</sup> Récepteur : P1 - Entreprise Nord-Est

<sup>(2)</sup> D'après l'article R221-1 du Code de l'Environnement.

<sup>(3)</sup> Pour les oxydes d'azote, l'objectif de qualité et la valeur limite annuelle correspondent aux données disponibles pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

<sup>(4)</sup> Les poussières totales ont été assimilées à des particules de diamètre inférieur ou égal à 10  $\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>).

\* Les valeurs exprimées pour l'arsenic, le cadmium et le nickel correspondent à des valeurs cibles annuelles dont la teneur limite de ces éléments est calculée dans la fraction "PM<sub>10</sub>".

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 8 : Concentrations maximales modélisées dans les sols**

Composé	Récepteur résidentiel le plus exposé (R3)		Gamme de valeurs ordinaires <sup>(4)</sup> mg/kg MS
	Dépôt au sol modélisé <i>μg/m<sup>2</sup>/s</i>	Concentration dans les sols <sup>(2)</sup> <i>mg/kg MS</i>	
Dioxines et furanes <sup>(2)</sup>	1,1E-11	8,8E-08	[0,02.10 <sup>-6</sup> - 1.10 <sup>-6</sup> ]
Mercuré	2,3E-05	6,5E-02	[0,02 - 0,10]
Antimoine	4,4E-06	8,5E-02	< 1
Arsenic	2,2E-06	3,5E-03	[1 - 25]
Cadmium	2,5E-06	2,9E-02	[0,05 - 0,45]
Chrome total	7,0E-06	7,4E-03	[10 - 90]
Cobalt	1,3E-06	8,7E-03	[2 - 23]
Nickel	2,8E-06	5,7E-03	[2 - 60]
Plomb	2,6E-05	1,3E+00	[9 - 50]
Sélénium	1,4E-07	4,0E-05	[0,1 - 0,7]
Vanadium	7,0E-08	4,6E-07	[< 5 - 500]

<sup>(1)</sup> Récepteur : R3 - Résidence Sud-Ouest

<sup>(2)</sup> Les dioxines et furanes ont été assimilées à la 2,3,7,8-TCDD.

<sup>(3)</sup> Concentration dans les sols calculée à partir de la formule suivante :

$$C_{\text{sol-dépôt}} = \text{Dépôt}_{\text{atm}} / [(\text{Depth}_{\text{soil}} \times \text{RHO}_{\text{soil}} \times K) \times (1 - \theta_{\text{sw}})]$$

Avec :

Dépôt<sub>atm</sub> : Dépôt atmosphérique (mg/m<sup>2</sup>/j)

Depth<sub>soil</sub> : Profondeur de mélange du sol (cas d'un potager ou usage agricole : 0,2 m)

RHO<sub>soil</sub> : Masse volumique du sol humide : 1 700 kg/m<sup>3</sup>

K : Constante de dissipation du composé du premier ordre (jour<sup>-1</sup>)

θ<sub>sw</sub> : Teneur en eau du sol (0,2)

<sup>(4)</sup> Pour les dioxines, la gamme indiquée est issue de la fiche toxicologique et environnementale de l'INERIS (2006) pour la 2,3,7,8 TCDD (concentration ubiquitaire dans les sols de 0,02 à 1 pg TEQ/g de sol avec TEQ(2,3,7,8 TCDD) = 1).

Pour l'antimoine, la valeur indiquée est issue de la fiche toxicologique et environnementale de l'INERIS (2007) pour l'antimoine (concentration ubiquitaire dans les sols et sédiments).

Pour le vanadium, la gamme indiquée est issue de la fiche toxicologique et environnementale de l'INERIS (2012) pour le vanadium et ses composés (valeurs moyennées le plus souvent rencontrées dans les sols).

Pour les autres métaux, les valeurs indiquées sont issues de l'INRA - Informations sur les éléments traces dans les sols en France - Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France).

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Tableau 9 : Calculs de risques pour une exposition chronique par inhalation**

**A - Niveaux de risques pour les effets à seuil**

Composé	VTR - CAA $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Quotient de Danger								
		R1	R2	R3	R4	P1	P2	P3	P4	P5
COV totaux <sup>(1)</sup>	9,6E+00	1,9E-03	1,0E-03	4,6E-03	5,6E-04	7,4E-03	4,0E-04	1,3E-04	9,2E-05	1,0E-03
Dioxines et furanes <sup>(2)</sup>	4,0E-05	1,9E-06	9,3E-07	4,6E-06	6,4E-07	7,6E-06	3,9E-07	1,2E-07	7,6E-08	9,9E-07
Acide chlorhydrique	2,0E+01	1,5E-03	7,8E-04	3,6E-03	4,4E-04	5,8E-03	3,1E-04	9,8E-05	7,1E-05	8,1E-04
Mercuré	3,0E-02	5,1E-03	2,5E-03	1,2E-02	1,7E-03	2,0E-02	1,0E-03	3,1E-04	2,0E-04	2,6E-03
Antimoine	3,0E-01	9,8E-05	4,8E-05	2,4E-04	3,3E-05	3,9E-04	2,0E-05	6,1E-06	3,9E-06	5,1E-05
Arsenic	1,5E-02	9,8E-04	4,8E-04	2,4E-03	3,3E-04	3,9E-03	2,0E-04	6,1E-05	3,9E-05	5,1E-04
Cadmium	3,0E-01	5,6E-05	2,8E-05	1,4E-04	1,9E-05	2,3E-04	1,2E-05	3,5E-06	2,3E-06	2,9E-05
Chrome total <sup>(3)</sup>	6,0E+00	7,8E-06	3,8E-06	1,9E-05	2,6E-06	3,1E-05	1,6E-06	4,9E-07	3,1E-07	4,1E-06
Cobalt	1,0E-01	8,8E-05	4,3E-05	2,1E-04	3,0E-05	3,5E-04	1,8E-05	5,4E-06	3,5E-06	4,6E-05
Nickel	1,4E-02	1,4E-03	6,7E-04	3,3E-03	4,6E-04	5,4E-03	2,8E-04	8,4E-05	5,4E-05	7,1E-04
Plomb	9,0E-01	1,9E-04	9,3E-05	4,6E-04	6,4E-05	7,6E-04	3,9E-05	1,2E-05	7,6E-06	9,9E-05
Sélénium	2,0E+01	4,7E-08	2,3E-08	1,1E-07	1,6E-08	1,9E-07	9,6E-09	2,9E-09	1,9E-09	2,5E-08
Vanadium	1,0E-01	4,7E-06	2,3E-06	1,1E-05	1,6E-06	1,9E-05	9,6E-07	2,9E-07	1,9E-07	2,5E-06
<b>Total</b>		<b>1,1E-02</b>	<b>5,6E-03</b>	<b>2,7E-02</b>	<b>3,7E-03</b>	<b>4,5E-02</b>	<b>2,3E-03</b>	<b>7,1E-04</b>	<b>4,8E-04</b>	<b>5,9E-03</b>
Valeur de référence		1								

**B - Niveaux de risques pour les effets sans seuil**

Composé	VTR - ERU <sub>i</sub> $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Excès de Risque Individuel								
		R1	R2	R3	R4	P1	P2	P3	P4	P5
COV totaux <sup>(1)</sup>	2,6E-05	2,0E-07	1,1E-07	4,9E-07	6,0E-08	7,9E-07	4,3E-08	1,3E-08	9,8E-09	1,1E-07
Arsenic	4,3E-03	2,7E-08	1,3E-08	6,6E-08	9,2E-09	1,1E-07	5,6E-09	1,7E-09	1,1E-09	1,4E-08
Cobalt	7,7E-03	2,9E-08	1,4E-08	7,0E-08	9,8E-09	1,2E-07	5,9E-09	1,8E-09	1,2E-09	1,5E-08
Nickel	2,6E-04	2,1E-09	1,0E-09	5,1E-09	7,1E-10	8,5E-09	4,3E-10	1,3E-10	8,5E-11	1,1E-09
Plomb	1,2E-05	8,8E-10	4,3E-10	2,1E-09	3,0E-10	3,5E-09	1,8E-10	5,5E-11	3,5E-11	4,6E-10
<b>Total</b>		<b>2,6E-07</b>	<b>1,4E-07</b>	<b>6,3E-07</b>	<b>8,0E-08</b>	<b>1,0E-06</b>	<b>5,5E-08</b>	<b>1,7E-08</b>	<b>1,2E-08</b>	<b>1,4E-07</b>
Valeur de référence		1,0E-05								

Récepteurs correspondant à des résidents vivant à proximité du site

Récepteurs correspondant à des employés travaillant à proximité du site

COV : Composés Organiques Volatils  
VTR : Valeur Toxicologique de Référence  
CAA : Concentration Admissible dans l'Air  
ERU<sub>i</sub> : Excès de Risque Unitaire pour l'Inhalation

<sup>(1)</sup> Les composés organiques volatils ont été assimilés à du benzène. Les concentrations présentées sont exprimées en  $\mu\text{g}$  benzène/ $\text{m}^3$ .

<sup>(2)</sup> Les dioxines et furanes ont été assimilées à la 2,3,7,8-TCDD.

<sup>(3)</sup> Le chrome total a été assimilé à du chrome III.

**Légende des récepteurs :**  
R1 : Résidence Nord  
R2 : Résidence Est  
R3 : Résidence Sud-Ouest  
R4 : Résidence Ouest  
P1 : Entreprise Nord-Est  
P2 : Entreprise Est  
P3 : Entreprise Sud  
P4 : Entreprise Sud-Ouest  
P5 : Entreprise Nord-Est

**Paramètres d'expositions utilisés pour les calculs de risques**

Paramètre	Unité	Valeur retenue	
		Résidents au voisinage	Employés au voisinage
Durée d'exposition totale	années	30	30
Fréquence journalière d'exposition	heures par jour	24	8
Fréquence annuelle d'exposition	jours par an	365	220
Durée de vie	années	70	70

# ANNEXES

# **Annexe A. Fiche climatologique de la station météorologique de Saint Auban (04)**

# FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1991–2020 et records

**ST AUBAN (04)**

Indicatif : 04049001, alt : 458m, lat : 44°03'43"N, lon : 5°59'22"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
<b>Date</b>	<b>La température la plus élevée (°C)</b>												Records établis sur la période du 01–01–1954 au 02–04–2024
	21.8	23	25.5	28.5	32.8	42.2	39.5	39.6	34.7	30.7	24.2	21.1	<b>42.2</b>
	10–2015	28–2019	16–2019	09–2011	23–2007	28–2019	06–1982	01–2020	09–1966	12–2011	02–1970	12–1961	<b>2019</b>
<b>Date</b>	<b>Température maximale (moyenne en °C)</b>												
	9.5	11.2	15.3	18.1	22.3	26.9	30.3	30	24.7	19.4	13.3	9.5	<b>19.2</b>
	<b>Température moyenne (moyenne en °C)</b>												
<b>Date</b>	<b>Température minimale (moyenne en °C)</b>												
	0.2	0.3	3.1	5.8	9.7	13.4	15.8	15.7	12.1	8.6	4.1	0.9	<b>7.5</b>
	<b>La température la plus basse (°C)</b>												Records établis sur la période du 01–01–1954 au 02–04–2024
<b>Date</b>	-13.4	-12.7	-10.2	-3.1	-1.9	3.2	7.3	7	1.8	-2.9	-7.3	-12.8	<b>-13.4</b>
	10–1985	03–1956	02–2005	01–1975	04–1979	01–1965	01–1980	23–1970	30–1974	30–1997	29–1973	28–1962	<b>1985</b>
	<b>Nombre moyen de jours avec</b>												
<b>Tx &gt;= 30°C</b>	.	.	.	.	0.7	7.9	18.8	16.3	2.4	0.0	.	.	<b>46.1</b>
<b>Tx &gt;= 25°C</b>	.	.	0.1	1.1	7.9	20.3	28.0	28.1	14.7	2.2	.	.	<b>102.3</b>
<b>Tx &lt;= 0°C</b>	0.1	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	<b>0.5</b>
<b>Tn &lt;= 0°C</b>	15.7	13.5	5.2	0.7	0.0	.	.	.	.	0.3	4.4	12.8	<b>52.5</b>
<b>Tn &lt;= -5°C</b>	1.6	1.8	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.1	1.6	<b>5.2</b>
<b>Tn &lt;= -10°C</b>	.	.	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	<b>0.1</b>
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
<b>Date</b>	<b>La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)</b>												Records établis sur la période du 01–01–1954 au 02–04–2024
	87.4	46.6	45.1	51.1	64.2	95.1	57.4	70.6	84.2	97.2	81.9	94	<b>97.2</b>
	06–1994	14–2002	13–1980	03–2019	02–2002	15–2010	15–1973	26–1986	08–1994	31–2003	21–2016	01–2019	<b>2003</b>
<b>Date</b>	<b>Hauteur de précipitations (moyenne en mm)</b>												
	48.2	35.9	44.7	64.8	63.9	53.5	35.7	50.7	73.7	88	96.2	58.9	<b>714.2</b>
	<b>Nombre moyen de jours avec</b>												
<b>Rr &gt;= 1 mm</b>	5.5	4.3	5.3	7.5	7.6	6.0	4.3	4.8	5.7	7.4	7.7	6.4	<b>72.3</b>
<b>Rr &gt;= 5 mm</b>	2.8	2.3	2.8	4.1	3.7	2.8	2.3	2.7	3.6	4.5	4.7	2.9	<b>39.0</b>
<b>Rr &gt;= 10 mm</b>	1.6	1.3	1.7	2.1	2.1	1.6	1.1	1.6	2.3	2.8	3.3	1.8	<b>23.4</b>
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

# FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1991–2020 et records

ST AUBAN (04)

Indicatif : 04049001, alt : 458m, lat : 44°03'43"N, lon : 5°59'22"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
<b>Degrés Jours Unifiés</b> (moyenne en °C)													
	407.5	345.4	272.7	181.5	74.7	13.8	1.9	1.1	29.2	128	278.5	397	2131.3
<b>Rayonnement global</b> (moyenne en J/cm <sup>2</sup> ) Données non disponibles													
<b>Durée d'insolation</b> (moyenne en heures)													
	168.1	183.4	229.6	227.8	263.3	302.7	341.5	311.5	249	196.4	156.7	149.3	2779.3
<b>Evapotranspiration potentielle</b> (ETP Penman moyenne en mm)													
	31.1	39.4	77.1	106.0	143.3	173.6	197.6	170.9	109.1	58.8	31.2	27.7	1165.8
<b>La rafale maximale de vent</b> (m/s) <span style="float: right;">Records établis sur la période du 01-01-1981 au 02-04-2024</span>													
	36.6	33	33	31	30.1	27	27	33	24	29	29	34	36.6
<b>Date</b>	31-2022	14-1989	28-1995	11-1990	05-2019	13-1989	15-2000	17-2003	22-1981	10-1987	21-1988	28-1999	2022
<b>Vitesse du vent moyenné sur 10 mn</b> (moyenne en m/s)													
	3.3	3.5	3.7	3.6	3.4	3.5	3.7	3.5	3.2	2.9	3.1	3.2	3.4
<b>Nombre moyen de jours avec rafales</b>													
<b>&gt;= 16 m/s</b>	6.6	6.4	6.6	5.3	5.0	3.5	5.0	4.2	3.9	3.7	5.3	6.1	61.6
<b>&gt;= 28 m/s</b>	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	.	.	0.0	.	.	.	0.1	0.8
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
<b>Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige</b> Données non disponibles													

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1991–2020 sauf pour les paramètres suivants : ETP (2001–2020).

# **Annexe B. Fiches descriptives des zones d'intérêt écologique à proximité de la zone d'étude**



NATURA 2000 - FORMULAIRE STANDARD DE DONNEES  
Pour les zones de protection spéciale (ZPS), les propositions de sites d'importance communautaire (pSIC), les sites d'importance communautaire (SIC) et les zones spéciales de conservation (ZSC)

## FR9301533 - L'Asse

<a href="#">1. IDENTIFICATION DU SITE</a> .....	<a href="#">1</a>
<a href="#">2. LOCALISATION DU SITE</a> .....	<a href="#">2</a>
<a href="#">3. INFORMATIONS ECOLOGIQUES</a> .....	<a href="#">4</a>
<a href="#">4. DESCRIPTION DU SITE</a> .....	<a href="#">9</a>
<a href="#">5. STATUT DE PROTECTION DU SITE</a> .....	<a href="#">10</a>
<a href="#">6. GESTION DU SITE</a> .....	<a href="#">11</a>

### 1. IDENTIFICATION DU SITE

1.1 Type B (pSIC/SIC/ZSC)	1.2 Code du site FR9301533	1.3 Appellation du site L'Asse
1.4 Date de compilation 30/11/2005	1.5 Date d'actualisation 15/07/2021	

#### 1.6 Responsables

Responsable national et européen	Responsable du site	Responsable technique et scientifique national
Ministère en charge de l'écologie	DREAL Provence-Alpes-Côte-d'Azur	MNHN - Service du Patrimoine Naturel
<a href="http://www.developpement-durable.gouv.fr">www.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.provence-alpes-cote-d'azur.developpement-durable.gouv.fr">www.provence-alpes-cote-d'azur.developpement-durable.gouv.fr</a>	<a href="http://www.mnhn.fr">www.mnhn.fr</a> <a href="http://www.spn.mnhn.fr">www.spn.mnhn.fr</a>
<a href="mailto:en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr">en3.en.deb.dgaln@developpement-durable.gouv.fr</a>		<a href="mailto:natura2000@mnhn.fr">natura2000@mnhn.fr</a>

#### 1.7 Dates de proposition et de désignation / classement du site

Date de transmission à la Commission Européenne : 31/01/2006



(Proposition de classement du site comme SIC)

Dernière date de parution au JO UE : 19/07/2006

(Confirmation de classement du site comme SIC)

ZSC : date de signature du dernier arrêté (JO RF) : 05/02/2014

Texte juridique national de référence pour la désignation comme ZSC : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000028558248&fastPos=70&fastReqlid=2004270537&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>

### Explication(s) :

MAJ 2012.12 : intégration données biologiques du DOCOB. # MAJ 2016.06 : ajout du Loup. # MAJ 2017-04 : ajout E1084 E1087. # MAJ 2017-11 : ajout H7230 + corr cotations divers hab. # MAJ 2021-07 ajout tourterelle des bois

## 2. LOCALISATION DU SITE

### 2.1 Coordonnées du centre du site [en degrés décimaux]

**Longitude** : 6,36778°

**Latitude** : 43,94806°

### 2.2 Superficie totale

21844 ha

### 2.3 Pourcentage de superficie marine

Non concerné

### 2.4 Code et dénomination de la région administrative

Code INSEE	Région
93	Provence-Alpes-Côte-d'Azur

### 2.5 Code et dénomination des départements

Code INSEE	Département	Couverture (%)
04	Alpes-de-Haute-Provence	100 %

### 2.6 Code et dénomination des communes

Code INSEE	Communes
04022	BARREME
04028	BEYNES
04030	BLIEUX
04031	BRAS-D'ASSE
04035	BRUNET
04039	CASTELLANE
04041	CASTELLET
04054	CHATEAUREDON
04055	CHAUDON-NORANTE
04059	CLUMANC



04074	ENTRAGES
04084	ESTOUBLON
04121	MEZEL
04133	MORIEZ
04143	ORAISON
04173	SAINT-ANDRE-LES-ALPES
04182	SAINT-JULIEN-D'ASSE
04187	SAINT-LIONS
04204	SENEZ
04214	TARTONNE
04230	VALENSOLE

## 2.7 Région(s) biogéographique(s)

Alpine (,7%)

Méditerranéenne (99,3%)



### 3. INFORMATIONS ÉCOLOGIQUES

#### 3.1 Types d'habitats présents sur le site et évaluations

Types d'habitats inscrits à l'annexe I							Évaluation du site		
Code	PF	Superficie (ha) (% de couverture)	Grottes [nombre]	Qualité des données	A B C D	Représentativité	Superficie relative	Conservation	Évaluation globale
<a href="#">3140</a> Eaux oligomésotrophes calcaires avec végétation benthique à <i>Chara</i> spp.		0,01 (0 %)		P	C	C	C	B	C
<a href="#">3220</a> Rivières alpines avec végétation ripicole herbacée		106,1 (0,49 %)		M	B	C	C	A	B
<a href="#">3230</a> Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à <i>Myrica germanica</i>		0,01 (0 %)		P	C	C	C	B	B
<a href="#">3240</a> Rivières alpines avec végétation ripicole ligneuse à <i>Salix eleagnos</i>		15,55 (0,07 %)		M	C	C	C	A	B
<a href="#">3250</a> Rivières permanentes méditerranéennes à <i>Glaucium flavum</i>		426,7 (1,95 %)		M	A	A	B	A	A
<a href="#">3270</a> Rivières avec berges vaseuses avec végétation du <i>Chenopodium rubri p.p.</i> et du <i>Bidenton p.p.</i>		0,01 (0 %)		P	C	C	C	A	B
<a href="#">3280</a> Rivières permanentes méditerranéennes du <i>Paspalo-Agrostiflora</i> avec rideaux boisés riverains à <i>Salix</i> et <i>Populus alba</i>		35,91 (0,16 %)		M	B	B	B	A	A
<a href="#">4060</a> Landes alpines et boréales		142,5 (0,65 %)		M	B	C	C	B	B
<a href="#">4090</a> Landes oroméditerranéennes endémiques à genêts épineux		68,8 (0,31 %)		M	B	C	C	A	A
<a href="#">5110</a> Formations stables xérophiles à <i>Buxus sempervirens</i> des pentes rocheuses ( <i>Berberidion p.p.</i> )		290 (1,33 %)		M	B	C	C	A	B
<a href="#">5210</a> Matorrals arborescents à <i>Juniperus</i> spp.		23,42 (0,11 %)		M	C	C	C	B	B
<a href="#">6110</a> Pelouses rupicoles calcaires ou basiphiles de l' <i>Alyso-Setion albi</i>	X	1,94 (0,01 %)		M	C	C	C	A	B
<a href="#">6170</a>		8,45		M	C	C	C	C	C





		(0,16 %)							
Forêts de pentes, éboulis ou ravins du Tilio-Acerion									
	92A0				M	A	C	B	A
Forêts-galeries à Salix alba et Populus alba									
	9340				M	C	C	B	B
Forêts à Quercus ilex et Quercus rotundifolia									

- **PF** : Forme prioritaire de l'habitat.
- **Qualité des données** : G = «Bonnes» (données reposant sur des enquêtes, par exemple); M = «Moyennes» (données partielles + extrapolations, par exemple); P = «Médiocres» (estimation approximative, par exemple).
- **Représentativité** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative» ; D = «Présence non significative».
- **Superficie relative** : A =  $100 \geq p > 15$  % ; B =  $15 \geq p > 2$  % ; C =  $2 \geq p > 0$  %.
- **Conservation** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Moyenne / réduite».
- **Evaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

### 3.2 Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et évaluation

Groupe		Code		Nom scientifique		Population présente sur le site				Évaluation du site			
				Type	Taille		Unité	Cat.	Qualité des données	A B C D		A B C	
					Min	Max				C J V P	Isol.	Cons.	Glob.
M	1324		<a href="#">Myotis myotis</a>	c			i	R	P	C		B	B
M	1337		<a href="#">Castor fiber</a>	p			i	R	M	C		B	B
M	1352		<a href="#">Canis lupus</a>	p			i	R	P	C		B	C
P	1474		<a href="#">Aquilae bertolonii</a>	p			i	R	M	C		B	B
F	6147		<a href="#">Telestes souffia</a>	p			i	C	M	C		A	A
F	6150		<a href="#">Parachondrostoma toxostoma</a>	p			i	R	M	C		C	B
I	6199		<a href="#">Euplagia quadripunctata</a>	p			i	C	M	C		A	A
I	1044		<a href="#">Coenagrion mercuriale</a>	p			i	C	M	C		A	A
I	1059		<a href="#">Maculinea teleius</a>	p			i	V	P	C		C	B
I	1065		<a href="#">Euphydryas aurinia</a>	p			i	P	P	C		B	B
I	1074		<a href="#">Eriogaster catax</a>	p			i	P	P	C		B	B
I	1083		<a href="#">Lucanus cervus</a>	p			i	R	P	C		B	B





- **Evaluation globale** : A = «Excellente» ; B = «Bonne» ; C = «Significative».

### 3.3 Autres espèces importantes de faune et de flore

Espèce		Population présente sur le site				Motivation							
Groupe	Code	Nom scientifique	Taille		Unité	Cat.	Annexe Dir. Hab.		Autres catégories				
			Min	Max			IV	V	A	B	C	D	
B		<i>Streptopelia turtur</i>				R			X				
P		<i>Typha minima</i>			i	P							X

• **Groupe** : A = Amphibiens, B = Oiseaux, F = Poissons, Fu = Champignons, I = Invertébrés, L = Lichens, M = Mammifères, P = Plantes, R = Reptiles.

• **Unité** : i = individus, p = couples, adults = Adultes matures, area = Superficie en m2, bfemales = Femelles reproductrices, cmales = Mâles chanteurs, colonies = Colonies, fstems = Tiges florales, grids1x1 = Grille 1x1 km, grids10x10 = Grille 10x10 km, grids5x5 = Grille 5x5 km, length = Longueur en km, localities = Stations, logs = Nombre de branches, males = Mâles, shoots = Pousses, stones = Cavités rocheuses, subadults = Sub-adultes, trees = Nombre de troncs, tufts = Touffes.

• **Catégories du point de vue de l'abondance (Cat.)** : C = espèce commune, R = espèce rare, V = espèce très rare, P: espèce présente.

• **Motivation** : **IV, V** : annexe où est inscrite l'espèce (directive «Habitats») ; **A** : liste rouge nationale ; **B** : espèce endémique ; **C** : conventions internationales ; **D** : autres raisons.



## 4. DESCRIPTION DU SITE

### 4.1 Caractère général du site

Classe d'habitat	Pourcentage de couverture
N05 : Galets, Falaises maritimes, Ilots	2 %
N06 : Eaux douces intérieures (Eaux stagnantes, Eaux courantes)	2 %
N07 : Marais (vegetation de ceinture), Bas-marais, Tourbières,	1 %
N08 : Landes, Broussailles, Recrus, Maquis et Garrigues, Phrygana	20 %
N09 : Pelouses sèches, Steppes	10 %
N10 : Prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées	10 %
N11 : Pelouses alpine et sub-alpine	5 %
N15 : Autres terres arables	5 %
N16 : Forêts caducifoliées	24 %
N17 : Forêts de résineux	10 %
N22 : Rochers intérieurs, Eboulis rocheux, Dunes intérieures, Neige ou glace permanente	10 %
N23 : Autres terres (incluant les Zones urbanisées et industrielles, Routes, Décharges, Mines)	1 %

### Autres caractéristiques du site

Rivière Asse et ses principaux affluents (Asse de Blieux, Asse de Tartonne, Asse de Moriez, Estoublaisse), élargie sur sa partie amont aux bassins versants (pour partie). Influences méditerranéenne à l'aval et montagnarde à l'amont.

#### Vulnérabilité

- : - prélèvements d'eau à usage agricole (irrigation) lors des périodes d'étiage, pouvant générer des assecs prolongés problématiques pour les poissons.
- reconversion des prairies en cultures.
- arasement des ripisylves.
- qualité des eaux (pollutions diverses).
- altérations ponctuelles du lit mineur : extraction de matériaux, décharges sauvages, remblais.
- développement de plantes exogènes envahissantes, telles que la Jussie.

### 4.2 Qualité et importance

L'Asse et ses affluents constituent un ensemble de cours d'eau d'un grand intérêt écologique. La richesse de ce site, caractérisée par un nombre élevé d'habitats naturels et d'espèces d'intérêt communautaire, est principalement liée :

- à l'étendue du site et la diversité des conditions physiques présentes (altitude, exposition, géologie, climat) permettant la présence d'un grand nombre d'habitats naturels et d'espèces remarquables ;
- à son fonctionnement naturel (absence de grand aménagement hydraulique) ;
- à ses milieux globalement peu artificialisés et ses eaux peu polluées, permettant le développement d'un peuplement piscicole de qualité ;
- au caractère encore relativement traditionnel des activités humaines s'y exerçant.

Grâce au fonctionnement encore naturel de la rivière (réurrence des crues), les systèmes pionniers sont bien représentés. Ils sont caractérisés par une grande instabilité et par le développement de végétaux pourvus de puissantes racines, tels que la Glaucière jaune. De hautes ripisylves sont bien développées en moyenne et basse Asse jusqu'à la confluence durancienne. Les prairies de fauche sont bien représentées à l'amont, notamment sur l'Asse de Blieux.

Concernant la faune, le site accueille de nombreuses espèces de chiroptères, notamment le Petit Rhinolophe dont plusieurs colonies de reproduction sont présentes dans la vallée de l'Estoublaisse. L'Apron du Rhône, poisson fortement menacé de



disparition, est présent à l'extrême aval du cours d'eau. L'agrion de mercure présente de fortes densités dans les stations situées dans lit majeur aval de l'Asse, qui constituent certainement une des plus importantes populations de la région PACA.

### 4.3 Menaces, pressions et activités ayant une incidence sur le site

Il s'agit des principales incidences et activités ayant des répercussions notables sur le site

Incidences négatives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]
H	A09	Irrigation		I
H	I01	Espèces exotiques envahissantes		I
M	A01	Mise en culture (y compris augmentation de la surface agricole)		I
M	H01	Pollution des eaux de surfaces (limniques et terrestres, marines et saumâtres)		I
M	J02.12	Endigages, remblais, plages artificielles		I
M	J03.02	Réduction de la connectivité de l'habitat par une action anthropique (fragmentation)		I
Incidences positives				
Importance	Menaces et pressions [code]	Menaces et pressions [libellé]	Pollution [code]	Intérieur / Extérieur [i o b]

- **Importance** : H = grande, M = moyenne, L = faible.
- **Pollution** : N = apport d'azote, P = apport de phosphore/phosphate, A = apport d'acide/acidification, T = substances chimiques inorganiques toxiques, O = substances chimiques organiques toxiques, X = pollutions mixtes.
- **Intérieur / Extérieur** : I = à l'intérieur du site, O = à l'extérieur du site, B = les deux.

### 4.4 Régime de propriété

Type	Pourcentage de couverture
Propriété privée (personne physique)	%
Collectivité territoriale	%
Domaine de l'état	%

### 4.5 Documentation

Lien(s) :

### 5.1 Types de désignation aux niveaux national et régional

Code	Désignation	Pourcentage de couverture
38	Arrêté de protection de biotope, d#habitat naturel ou de site d#intérêt géologique	1 %
80	Parc naturel régional	18 %



## 5.2 Relation du site considéré avec d'autres sites

Désignés aux niveaux national et régional :

Code	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
38	APB rivière Asse, biotope de l'Apron	*	1%
80	Verdon	*	18%

Désignés au niveau international :

Type	Appellation du site	Type	Pourcentage de couverture
------	---------------------	------	---------------------------

## 5.3 Désignation du site

# 6. GESTION DU SITE

## 6.1 Organisme(s) responsable(s) de la gestion du site

Organisation : Parc Naturel Régional du Verdon

Adresse : Domaine de Valx 04360 Moustiers-Sainte-Marie

Courriel :

## 6.2 Plan(s) de gestion

Existe-il un plan de gestion en cours de validité ?

Oui Nom : Document d'Objectifs N2000  
Lien :  
[http://natura2000.mnhn.fr/uploads/doc/PRODBIOTOP/882\\_DOCOB\\_lien\\_internet\\_SIDE.txt](http://natura2000.mnhn.fr/uploads/doc/PRODBIOTOP/882_DOCOB_lien_internet_SIDE.txt)

Non, mais un plan de gestion est en préparation.

Non

## 6.3 Mesures de conservation

charte du PNR Verdon (pour partie)



# MASSIF DE COUSSON - LA GOURRÉE - FESTON (Identifiant national : 930012708)

(ZNIEFF Continentale de type 2)

(Identifiant régional : 04124100)

La citation de référence de cette fiche doit se faire comme suite : Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Jérémie VAN ES, Emilie RATAJCZAK, Stéphane BENCE, Sonia RICHAUD, - 930012708, MASSIF DE COUSSON - LA GOURRÉE - FESTON. - INPN, SPN-MNHN Paris, 13P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znieff/930012708.pdf>

Région en charge de la zone : Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Rédacteur(s) : Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Jérémie VAN ES, Emilie RATAJCZAK, Stéphane BENCE, Sonia RICHAUD

Centroïde calculé : 914285°-1901811°

## Dates de validation régionale et nationale

Date de premier avis CSRPN :

Date actuelle d'avis CSRPN : 26/09/2017

Date de première diffusion INPN : 23/10/2020

Date de dernière diffusion INPN : 23/10/2020

1. DESCRIPTION .....	2
2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE .....	5
3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE .....	5
4. FACTEUR INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE .....	5
5. BILAN DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS .....	6
6. HABITATS .....	6
7. ESPECES .....	8
8. LIENS ESPECES ET HABITATS .....	13
9. SOURCES .....	13

## 1. DESCRIPTION

### ZNIEFF de Type 1 inclue(s)

- Id nat. : [930020043](#) - (Id reg. : 04124172)

#### 1.1 Localisation administrative

- Département : Alpes-de-Haute-Provence
- Commune : Chaffaut-Saint-Jurson (INSEE : 04046)
- Commune : Entrages (INSEE : 04074)
- Commune : Châteauredon (INSEE : 04054)
- Commune : Chaudon-Norante (INSEE : 04055)
- Commune : Marcoux (INSEE : 04113)
- Commune : Digne-les-Bains (INSEE : 04070)

#### 1.2 Superficie

5557,14 hectares

#### 1.3 Altitude

Minimale (mètre): 591

Maximale (mètre): 1502

#### 1.4 Liaisons écologiques avec d'autres ZNIEFF

- Id nat. : [930020043](#) - CLUE DE CHABRIÈRES - PARTIE NORD (Type 1) (Id reg. : 04124172)

#### 1.5 Commentaire général

##### Description

Localisé au centre du département des Alpes de Haute Provence, le site couvre un petit massif établi au sud est de la ville de Digne-les-Bains.

Sur le plan géologique, il s'inscrit dans la nappe sédimentaire de Digne-les-Bains associant principalement des marnes, marno calcaires et calcaires du Lias. Quelques secteurs de gypses et de carneules triasiques sont à signaler localement sur les parties ouest et sud du site. Les éboulis anciens ou parfois encore actifs et les zones de glissement recouvrent des surfaces importantes au niveau des versants.

Le site est soumis à un climat de montagne aux influences supra méditerranéennes marquées.

Etendu entre 600 m et 1500 m d'altitude, le site s'inscrit dans les étages de végétation supra méditerranéens et montagnards.

Sa végétation associe des formations forestières comprenant des chênaies pubescentes, des hêtraies mésophiles, des pinèdes sylvestres et des reboisements de Pin noir (*Pinus nigra*) avec des formations ouvertes et semi ouvertes, composées de garrigues supra méditerranéennes, de landes à Genêt cendré (*Genista cinerea*), de prairies sèches et de fruticées.

##### Milieus naturels

Deux habitats déterminants sont présents : les formations végétales des rochers et falaises calcaires ensoleillées liguro apennines à Saxifrage à feuilles en languettes (*Saxifraga callosa*) [all. phyto. Saxifragion lingulatae (62.13)] et les boisements de feuillus mixtes des pentes et ravins ombragés et frais sur éboulis [all. phyto. Tilion platyphylli et Tilio platyphylli Acerion pseudoplatani (41.4)].

Les autres habitats remarquables ou représentatifs du site comprennent les formations végétales des rochers et falaises calcaires [all. phyto. *Potentillion caulescentis* et *Viola biflorae* *Cystopteridion fragilis* (62.15)], les pelouses pionnières calcicoles écorchées sur dalles rocheuses calcaires à Orpins (*Sedum* pl. sp.) et Joubarbes (*Sempervivum* pl. sp.) [all. phyto. *Alyso alyssoidis* *Sedum albi* (34.1)], les landes épineuses oro méditerranéennes à *Astragale* toujours verte (*Astragalus sempervirens*) [all. phyto. *Ononidion cenisiae* (31.7E)], les éboulis thermophiles à *Calamagrostis* argenté (*Achnatherum calamagrostis*) [all. phyto. *Stipion calamagrostis* (61.3)] et les garrigues supra méditerranéennes à *Thym* (*Thymus vulgaris*) [all. phyto. *Helianthemo italici* *Aphyllanthion monspeliensis* (32.63)].

## Flore

Le site comprend onze espèces végétales déterminantes, dont deux sont protégées au niveau national : l'Orchis de Spitzel (*Orchis spitzelii*) et l'Inule variable (*Inula bifrons*), composée à fleurs jaunes des lisières et broussailles sèches. Trois autres espèces déterminantes sont protégées en Provence Alpes Côte d'Azur : la Clandestine écaillée (*Lathraea squamaria*), rare orobanchacée parasite des boisements de feuillus, la Diplachné tardive (*Kengia serotina*), graminée rare des pelouses rocailleuses très sèches, et la Dauphinelle fendue (*Delphinium fissum*), rare renonculacée qui affectionne particulièrement les pieds de parois rocheuses. Le site abrite également six autres espèces déterminantes avec le Cotonéaster intermédiaire (*Cotoneaster x intermedius*), la Picride pauciflore (*Picris pauciflora*), dont la présence dans ce site constitue l'une des rares stations du département, le Doronic à feuilles cordées (*Doronicum pardalianches*), qui occupe les hêtraies du site, la Gagée de Burnat (*Gagea reverchonii*), gagée inféodée aux crêtes essentiellement des Préalpes du Verdon, la Fléole rude (*Phleum paniculatum*) et la Julienne à feuilles laciniées (*Hesperis laciniata*), crucifère liée aux rochers, rocailles et landes xériques sur calcaire.

Par ailleurs, il comprend trois espèces remarquables dont une protégée au niveau national : la Gagée des prés (*Gagea pratensis*), rare liliacée des pelouses sèches. Les autres espèces remarquables sont : le Sélin à feuilles de silaus (*Katapsuxis silaifolia*) et la Passerine dioïque (*Thymelaea dioica*).

## Faune

vingt-neuf espèces animales patrimoniales, dont dix-sept déterminantes, ont été observées sur ce site.

Le peuplement chiroptérologique local renferme en particulier la Noctule de Leisler (*Nyctalus leisleri*), espèce forestière remarquable relativement fréquente, et le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*), espèce rupicole remarquable, chassant dans les milieux forestiers, notamment les ripisylves. L'avifaune nicheuse est représentée par deux espèces remarquables : le Tétraz lyre (*Tetrao tetrix*), espèce assez rare, en léger déclin, d'affinité montagnarde, typique des écotones entre forêts (lisières), prairies, pelouses et landes, entre 1 100 et 2 500 m et la Fauvette grisette (*Sylvia communis*).

De nombreux invertébrés patrimoniaux sont présents sur ce site. Les lépidoptères sont représentés par trois espèces déterminantes : le Semi Apollon (*Parnassius mnemosyne*), Papilionidés, protégée au niveau européen, à la répartition fragmentée et assez localisée, dont la chenille vit sur la Corydale à bulbe plein (*Corydalis solida*), des clairières et lisières de bois en montagne, l'Alexanor (*Papilio alexanor*), espèce protégée au niveau européen, rare et dont l'aire de répartition est morcelée, inféodée aux éboulis et pentes rocailleuses jusqu'à 1700 m d'altitude où croît sa plante hôte locale *Ptychotis saxifraga*, et le Moiré provençal (*Erebia epistygne*), espèce Nymphalidés Satyrinés, d'affinité méditerranéo montagnarde, inféodée aux pelouses sèches à Fétuque cendrée (*Festuca cinerea*). Ces papillons sont accompagnés par sept autres espèces remarquables : la Zygène cendrée (*Zygaena rhadamanthus*), espèce ibéro provençale dont la chenille vit sur *Dorycnium pentaphyllum*, la Zygène des gesses (*Zygaena nevadensis*), espèce des lisières et clairières, dont la plupart des effectifs existent dans le sud est de la France, l'Hespérie des cirses (*Pyrgus cirsii*), espèce d'Hespéridés en régression, inféodée aux milieux ouverts et secs, l'Apollon (*Parnassius apollo*), espèce montagnarde et en régression de lépidoptère Papilionidés, relicté de l'ère tertiaire, protégée au niveau européen, habitant les rocailles, pelouses et éboulis à Crassulacées et Saxifragacées des étages montagnard à alpin, l'Azuré du baguenaudier (*Iolana iolas*), espèce méditerranéenne très localisée, strictement inféodée à la présence de son unique plante hôte (*Colutea arborescens*) et la Proserpine (*Zerynthia rumina*), espèce ouest méditerranéenne remarquable de Papilionidés, dont la chenille ne vit en France que sur l'Aristolochie *Aristolochia pistolochia* et dont l'adulte fréquente les pentes sèches, éboulis et coteaux pierreux, chauds et ensoleillés.

Les Coléoptères sont représentés par un bon nombre d'espèces déterminantes : le Pique-prune ou Osmoderme (*Osmoderma eremita*) de la famille des cétoines (Cetoniidés), protégée au niveau européen, rare et en régression, inféodée aux vieux arbres dans lesquels sa larve se développe au sein des cavités volumineuses pleines d'humus, l'Agriote *Agriotes litigiosus*, espèce d'Elatéridés localisée et peu abondante, surtout présente en Provence, le Ténébrion *Aside christianperezii*, les staphylin *Xenobythus serullazi*, *Bryaxis nigriceps* et *Gynotiphilus perpusillus curtulus*, le Carabe voyageur (*Carabus vagans*), espèce franco ligure vulnérable et en limite d'aire, présent en France uniquement en Provence, habitant les suberaies claires, les bords de cultures et les jardins, pouvant être localement abondant, le carabique *Hypotiphilus aubei*, espèce endémique de Provence, le carabique *Harpalus punctipennis*, espèce orophile, endémique des Alpes de Haute-Provence et des Alpes-Maritimes où elle

est très localisée, présente sous les pierres dans les éboulis et prairies alpines, le carabique cavernicole *Duvalius diniensis*, le Charançon *Polydrusus alchemillae*, espèce rare et localisée endémique du secteur du Col de la Cayolle, présente jusqu'à 2100 m d'altitude, le charançon *Echinodera ochsi*, espèce d'affinité montagnarde, vivant à l'état larvaire dans les branches mortes ou dépérissantes, plus rarement saines, de diverses essences d'arbres, le coléoptère *Orthocerus clavicornis*, espèce déterminante peu commune, la punaise *Phyllophya laciniata*, Coréidés d'affinité méridionale vivant sur les Paronyques (*Paronychia* sp.), dans les endroits très ensoleillés.

Mentionnons aussi la présence du Cordulégastré bidenté (*Cordulegaster bidentata*), grande libellule remarquable Anisoptère Cordulégastridés inféodée aux ruisseaux des versants pentus des montagnes sud européennes.

Fonctionnalité/Liens éventuels avec d'autres ZNIEFF

Cette ZNIEFF de type 2 englobe la ZNIEFF de type 1 suivante : \*Clue de Chabrières - Partie nord\*.

## 1.6 Compléments descriptifs

### 1.6.1 Mesures de protection

*Non renseigné*

*Commentaire sur les mesures de protection*

*aucun commentaire*

### 1.6.2 Activités humaines

*Non renseigné*

*Commentaire sur les activités humaines*

*aucun commentaire*

### 1.6.3 Géomorphologie

*Non renseigné*

*Commentaire sur la géomorphologie*

*aucun commentaire*

### 1.6.4 Statut de propriété

*Non renseigné*

*Commentaire sur le statut de propriété*

*aucun commentaire*

## 2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE

### Patrimoniaux

### Fonctionnels

### Complémentaires

- Critères d'intérêts patrimoniaux
- Ecologique
- Faunistique
- Lépidoptères
- Coléoptères
- Hémiptères
- Insectes
- Floristique
- Phanérogames

*Commentaire sur les intérêts*

*aucun commentaire*

## 3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE

- Répartition des espèces (faune, flore)
- Répartition et agencement des habitats
- Fonctionnement et relation d'écosystèmes
- Contraintes du milieu physique

*Commentaire sur les critères de délimitation de la zone*

Le site intéresse un petit massif de moyenne altitude et ses crêtes satellites. Il englobe une série d'habitats et de populations d'espèces à très forte valeur patrimoniale. Dans son ensemble, sa délimitation repose sur la topographie et localement sur des repères géographiques remarquables, tels que hautes crêtes, talwegs, dessertes, etc.

## 4. FACTEURS INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE

*Commentaire sur les facteurs*

*aucun commentaire*

## 5. BILANS DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS

### 5.1 Espèces

Nulle	Faible	Moyen	Bon
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algues</li> <li>- Autre Faunes</li> <li>- Bryophytes</li> <li>- Lichens</li> <li>- Poissons</li> <li>- Mollusques</li> <li>- Crustacés</li> <li>- Arachnides</li> <li>- Myriapodes</li> <li>- Orthoptères</li> <li>- Diptères</li> <li>- Hyménoptères</li> <li>- Autres ordres d'Hexapodes</li> <li>- Ascomycètes</li> <li>- Basidiomycètes</li> <li>- Autres Fonges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amphibiens</li> <li>- Mammifères</li> <li>- Reptiles</li> <li>- Odonates</li> <li>- Lépidoptères</li> <li>- Coléoptères</li> <li>- Hémiptères</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oiseaux</li> <li>- Phanérogames</li> <li>- Ptéridophytes</li> </ul>

### 5.2 Habitats

## 6. HABITATS

### 6.1 Habitats déterminants

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
<i>H3.23 Communautés chasmophytiques calicoles liguro-apennines</i>	<i>62.13 Falaises calcaires des Alpes ligures et des Apennins</i>				
<i>G1.A4 Forêts de ravin et de pente</i>	<i>41.4 Forêts mixtes de pentes et ravins</i>				
<i>H3.23 Communautés chasmophytiques calicoles liguro-apennines</i>	<i>62.13 Falaises calcaires des Alpes ligures et des Apennins</i>				
<i>G1.A4 Forêts de ravin et de pente</i>	<i>41.4 Forêts mixtes de pentes et ravins</i>				

### 6.2 Habitats autres

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
<i>H3.251 Communautés héliophiles des falaises calcaires alpines</i>	<i>62.151 Falaises calcaires enseueillées des Alpes</i>				

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
<i>H3.251 Communautés héliophiles des falaises calcaires alpines</i>	<i>62.151 Falaises calcaires enseillées des Alpes</i>				

### 6.3 Habitats périphériques

*Non renseigné*

### 6.4 Commentaire sur les habitats

*aucun commentaire*

## 7. ESPECES

### 7.1 Espèces déterminantes

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	240338	<i>Agriotes litigiosus</i> (Rossi, 1792)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	701714	<i>Asida christianperezi</i> F. Soldati, 2007		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	244351	<i>Bryaxis nigriceps</i> (Leach, 1826)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	8469	<i>Carabus vagans</i> Olivier, 1795		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	222688	<i>Duvalius diniensis</i> (Peyerimhoff, 1904)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : R. LANEYRIE				1949 - 1949
	16501	<i>Echinodera ochsi</i> (F. Solari, 1952)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	253048	<i>Gynotyphlus perpusillus curtulus</i> (Jarrige, 1949)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	9322	<i>Harpalus punctipennis</i> Mulsant, 1852		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	222810	<i>Hypotyphlus aubei</i> (Saulcy, 1863)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	224171	<i>Orthocerus clavicornis</i> (Linnaeus, 1758)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	10979	<i>Osmoderma eremita</i> (Scopoli, 1763)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	13741	<i>Polydrusus alchemillae</i> Hustache, 1929		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
	244292	<i>Xenobythus serullazi</i> (Peyerimhoff, 1901)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2009 - 2009
Hémiptères	829029	<i>Phyllomorpha laciniata</i> (Villers, 1789)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Vincent DERREUMAUX				2010 - 2010
Lépidoptères	53520	<i>Erebia epistygne</i> (Hübner, 1819)	<i>Moiré provençal</i> (Le), <i>Moiré de Provence</i> (Le)	Reproduction indéterminée	Informateur : MAUREL N.				2006 - 2012
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	<i>Alexanor</i> (L'), <i>Grand Sélésier</i> (Le)	Reproduction certaine ou probable	Informateur : CHAULIAC A.				1991 - 1991
	54502	<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Semi-Apollon</i> (Le)	Reproduction certaine ou probable	Informateur : DELORME C. - SILENE - Proserpine				1976 - 2014
Phanérogames	91852	<i>Cleistogenes serotina</i> (L.) Keng, 1934	<i>Cleistogène tardif</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2008 - 2008
	92715	<i>Cotoneaster x intermedius</i> (Lecoq & Lamotte) H.J.Coste, 1923	<i>Cotonéaster intermédiaire</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
	94580	<i>Delphinium fissum</i> Waldst. & Kit., 1802	<i>Dauphinelle fendue</i> , <i>Pied d'alouette fendu</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2008 - 2008
	95239	<i>Doronicum pardalianches</i> L., 1753	<i>Doronic à feuilles cordées</i> , <i>Doronic panthère</i> , <i>Doronic à feuilles en cœur</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : INFLOREALHP - SILENE				2004 - 2004

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	99198	<i>Gagea reverchonii</i> Degen, 1903	<i>Gagée de Burnat</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUCHER C. - SILENE				2004 - 2004
	101455	<i>Hesperis laciniata</i> All., 1785	<i>Julienne à feuilles laciniées</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : ANDRIEU T. - SILENE				1805 - 2011
	103596	<i>Inula bifrons</i> (L.) L., 1763	<i>Inule variable</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUCHER C. - SILENE				2008 - 2008
	104457	<i>Kengia serotina</i> (L.) Packer, 1960	<i>Cleistogène tardif</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
	105148	<i>Lathraea squamaria</i> L., 1753	<i>Clandestine écailleuse,</i> <i>Lathrée écailleuse</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : INFLOREALHP - SILENE				2004 - 2004
	105775	<i>Leucanthemum burnatii</i> Briq. & Cavill., 1916	<i>Marguerite de Burnat,</i> <i>Chrysanthème de Burnat</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : ANONYME				2000
	110994	<i>Orchis spitzelii</i> Saut. ex W.D.J.Koch, 1837	<i>Orchis de Spitzel</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : SIGNORET J.F. - SILENE				2010 - 2010
	113213	<i>Phleum paniculatum</i> Huds., 1762	<i>Fléole rude</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2008 - 2008
	113485	<i>Picris pauciflora</i> Willd., 1803	<i>Picride pauciflore,</i> <i>Picride à fleurs peu nombreuses</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2008 - 2008

## 7.2 Espèces autres

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Lépidoptères	54095	<i>Iolana iolas</i> (Ochsenheimer, 1816)	Azuré du Baguenaudier (L'), Argus du Baguenaudier (L'), Argus géant (L')	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2003 - 2003
	54085	<i>Maculinea arion</i> (Linnaeus, 1758)	Azuré du Serpolet (L'), Azuré d'Arion (L'), Argus à bandes brunes (L'), Arion (L'), Argus Arion (L')	Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2011 - 2011
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Apollon (L'), Parnassien apollon (Le)	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				1995 - 2011
	53248	<i>Pyrgus cirsii</i> (Rambur, 1839)	Hespérie des Cirses (L'), Hespérie de Rambur (L')	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2009 - 2009
	54486	<i>Zerynthia rumina</i> Linnaeus, 1758	Proserpine (La), Thaïs écarlate (La), Proserpine d'Honorat (La)	Reproduction certaine ou probable	Collection : MAUREL N. - SILENE - PROSERPINE				1998 - 2008
	342863	<i>Zygaena nevadensis gallica</i> Oberthür, 1898		Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2011 - 2011
	247049	<i>Zygaena rhadamanthus</i> (Esper, 1789)	Zygène de l'Esparcette (La), Zygène de la Dorycnie (La), Zygène cendrée (La)	Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2011 - 2011
Mammifères	60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Vespère de Savi	Reproduction certaine ou probable					2001 - 2001
	60461	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Noctule de Leisler	Reproduction certaine ou probable					2001 - 2001

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Odonates	199685	<i>Cordulegaster bidentata</i> Selys, 1843	<i>Cordulégastre bidenté (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2003 - 2003
Oiseaux	4252	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	<i>Fauvette grise</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2006 - 2006
	2960	<i>Tetrao tetrix</i> Linnaeus, 1758	<i>Tétras lyre</i>	Reproduction certaine ou probable					2000 - 2000
Phanérogames	99194	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort., 1827	<i>Gagée des prés, Gagée à pétales étroits</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUCHER C.- SILENE				2004 - 2004
	104456	<i>Katapsuxis silaifolia</i> (Jacq.) Raf., 1840	<i>Sélin à feuilles de silaus, Cnide fausse Ache</i>	Reproduction indéterminée					
	126465	<i>Thymelaea dioica</i> (Gouan) All., 1789	<i>Passerine dioïque</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : MICHEL L. - SILENE				2009 - 2009

### 7.3 Espèces à statut réglementé

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
Insectes	10979	<i>Osmoderma eremita</i> (Scopoli, 1763)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
54502	<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
247049	<i>Zygaena rhadamanthus</i> (Esper, 1789)	Autre	Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
Mammifères	60461	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
Oiseaux	4252	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	Autre	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
Angiospermes	94580	<i>Delphinium fissum</i> Waldst. & Kit., 1802	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )
	99194	<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort., 1827	Autre	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	103596	<i>Inula bifrons</i> (L.) L., 1763	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	110994	<i>Orchis spitzelii</i> Saut. ex W.D.J.Koch, 1837	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )

## 8. LIENS ESPECES ET HABITATS

Non renseigné

## 9. SOURCES

Type	Auteur	Année de publication	Titre
Bibliographie	Observatoire des Galliformes de Montagne (O.G.M.)	2000	Rapport annuel 2000. 261 p.

Type	Auteur	Année de publication	Titre
Collection	ANDRIEU T. - SILENE		
	BENCE S. - SILENE - CEN PACA		
	BOUCHER C. - SILENE		
	GARRAUD L. - SILENE		
	INFLORALHP - SILENE		
	LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE		
	MAUREL N. - SILENE - PROSERPINE		
	MICHEL L. - SILENE		
	SIGNORET J.F. - SILENE		
Informateur	ANONYME		
	ARCHILOQUE A.		
	BREISTROFFER M.		
	CANDOLLE (DE) A.		
	C.E.E.P.		
	CHAULIAC A.		
	DELEUIL		
	DELORME C. - SILENE - Proserpine		
	DESSALLE		
	HERES A. (Proserpine)		
	HONNORAT		
	Jean ARMAND		
	LAURENT		
	LAVAGNE A.		
	LEGRE		
	MANON P.		
	MAUREL N.		
	MAUREL N. (Proserpine)		
	PAULI		
	R. LANEYRIE		
	REY-PAILHADE (DE) C.		
	ROUX		
	ROUX H.		
	SAINT-LAGER		
	VAN ES J.		
	VILLARET J.-C.		
	Vincent DERREUMAUX		



# MASSIF DE LA MONTAGNE DE COUPE - BARRE DES DOURBES - LE COUARD (Identifiant national : 930012711)

(ZNIEFF Continentale de type 2)

(Identifiant régional : 04123100)

La citation de référence de cette fiche doit se faire comme suite : Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Jérémie VAN ES, Emilie RATAJCZAK, Stéphane BENCE, Sonia RICHAUD, Géraldine KAPFER, Florian BURALLI, Florian PLAULT, . - 930012711, MASSIF DE LA MONTAGNE DE COUPE - BARRE DES DOURBES - LE COUARD. - INPN, SPN-MNHN Paris, 19P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930012711.pdf>

Région en charge de la zone : Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Rédacteur(s) : Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Jérémie VAN ES, Emilie RATAJCZAK, Stéphane BENCE, Sonia RICHAUD, Géraldine KAPFER, Florian BURALLI, Florian PLAULT  
Centroïde calculé : 920468°-1904866°

## Dates de validation régionale et nationale

Date de premier avis CSRPN : 26/09/2017

Date actuelle d'avis CSRPN : 26/09/2017

Date de première diffusion INPN :

Date de dernière diffusion INPN : 13/11/2023

1. DESCRIPTION .....	2
2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE .....	5
3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE .....	5
4. FACTEUR INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE .....	6
5. BILAN DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS .....	6
6. HABITATS .....	6
7. ESPECES .....	8
8. LIENS ESPECES ET HABITATS .....	19
9. SOURCES .....	19

## 1. DESCRIPTION

### ZNIEFF de Type 1 inclue(s)

- Id nat. : [930020362](#) - (Id reg. : 04123161)

#### 1.1 Localisation administrative

- Département : Alpes-de-Haute-Provence
- Commune : Archail (INSEE : 04009)
- Commune : Entrages (INSEE : 04074)
- Commune : Draix (INSEE : 04072)
- Commune : Saint-Jacques (INSEE : 04180)
- Commune : Tartonne (INSEE : 04214)
- Commune : Clumanc (INSEE : 04059)
- Commune : Chaudon-Norante (INSEE : 04055)
- Commune : Marcoux (INSEE : 04113)
- Commune : Saint-Lions (INSEE : 04187)
- Commune : Digne-les-Bains (INSEE : 04070)

#### 1.2 Superficie

10871,3 hectares

#### 1.3 Altitude

Minimale (mètre): 623

Maximale (mètre): 1970

#### 1.4 Liaisons écologiques avec d'autres ZNIEFF

- Id nat. : [930020362](#) - BARRE DES DOURBES - SOMMETS DE COUARD, DE CUCUYON ET DE CLUCHEMET - COL DE LA CINE (Type 1) (Id reg. : 04123161)

#### 1.5 Commentaire général

##### Description

Localisé au centre du département des Alpes de Haute Provence, à l'est de la ville de Digne-les-Bains, le site couvre un petit massif dont la crête est orientée nord/sud.

Sur le plan géologique, le site est composé de roches sédimentaires associant des calcaires, marno calcaires et marnes du Crétacé et du Jurassique. Les calcaires tithoniques (Jurassique supérieur) plus durs ont engendrés des escarpements et de petites falaises qui couronnent généralement les crêtes sommitales (Barre des Dourbes). Les terrains marneux du Valanginien qui occupent le versant est du site et les terres noires du Bathonien Oxfordien du côté ouest sont nettement plus friables et parcourus de ravines profondes. Les éboulis anciens ou encore actifs et les zones de glissements occupent des surfaces importantes, en particulier sur le versant ouest du site.

Le site est soumis à un climat de montagne aux influences supra méditerranéennes marquées.

Étendu entre 750 m et près de 2000 m d'altitude, il s'inscrit dans les étages de végétation supra méditerranéen, montagnard et subalpin inférieur.

Falaises et escarpements calcaires, éboulis, pelouses et prairies subalpines et montagnardes, landes et fruticées, hêtraies, pinèdes, mélèzins et chênaies pubescentes sont les composantes du paysage minéral et végétal du site.

##### Milieux naturels

Le site compte six habitats remarquables ou représentatifs avec les formations végétales des rochers et falaises calcaires [all. phyto. Potentillon caulescentis et *Viola biflorae* Cystopteridion fragilis (62.15)], les éboulis calcaires alpins, à éléments moyens, à Tabouret à feuilles rondes (*Noccaea rotundifolia*) [all. phyto. *Thlaspion rotundifolii* (61.22)], qui possèdent de nombreuses plantes endémiques des Alpes sud occidentales, les éboulis thermophiles à *Calamagrostis argenté* (*Achnatherum calamagrostis*) [all. phyto. *Stipion calamagrostis* (61.3)], les landes épineuses oro méditerranéennes à *Astragale toujours verte* (*Astragalus sempervirens*) [all. phyto. *Ononidion cenisiae* (31.7E)], les pelouses écorchées à *Avoine toujours verte* (*Helictotrichon sempervirens*) des Alpes du sud [sous all. phyto. *Ononido cristatae* *Helictotrichenion sempervirentis* (36.432)], les landes xérophiles d'adret à *Genévrier nain* (*Juniperus nana*) et/ou *Raisin d'ours* (*Arctostaphylos uva ursi*) [all. phyto. *Juniperion nanae* (31.43)], et les pinèdes sylvestres sèches supra méditerranéennes [all. phyto. *Cephalanthero rubrae* *Pinion sylvestris* (42.59)].

## Flore

Le site comprend une flore remarquable avec treize espèces végétales déterminantes, dont six sont protégées au niveau national : la *Pivoine officinale* (*Paeonia officinalis* subsp. *huthii*), plante spectaculaire des bois clairs, lisières et landes, l'*Orchis de Spitzel* (*Orchis spitzelii*), l'*Inule variable* (*Inula bifrons*), composée à fleurs jaunes des lisières et broussailles sèches, le *Sabot de Vénus* (*Cypripedium calceolus*), orchidée à floraison spectaculaire typique des hêtraies sèches et hêtraies pinèdes sylvestres, le *Dracocéphale d'Autriche* (*Dracocephalum austriacum*), lamiacée à floraison spectaculaire inféodée aux pelouses sèches sur corniches et pentes rocheuses, rarissime en France, et l'*Ancolie de Bertoloni* (*Aquilegia reuteri*), superbe renonculacée endémique des Alpes du Sud-Ouest. Deux autres espèces déterminantes sont protégées au niveau régional : le *Cyclamen d'Europe* (*Cyclamen purpurascens*) et la *Dauphinelle fendue* (*Delphinium fissum*), rare renonculacée des rocaillies et éboulis xériques. Il abrite également cinq autres espèces déterminantes avec le *Doronic à feuilles cordées* (*Doronicum pardalianches*), l'*Oeillet à tiges courtes* (*Dianthus subacaulis*), caryophyllacée des pelouses rocaillieuses et des éboulis calcaires, le *Cotonéaster de l'Atlas* (*Cotoneaster nebrodensis*), le *Cotonéaster intermédiaire* (*Cotoneaster x intermedius*) et la *Scrophulaire printanière* (*Scrophularia vernalis*), rarissime dans ce département.

Par ailleurs, le site comprend une espèce remarquable : la *Primevère marginée* (*Primula marginata*), protégée au niveau national, que l'on rencontre sur les parois calcaires du site.

## Faune

Ce site possède un cortège faunistique dont l'intérêt biologique est très élevé, puisqu'il renferme quarante et une espèces animales patrimoniales, dont quinze sont déterminantes.

Les chauves-souris d'intérêt patrimonial sont représentées par le *Petit Rhinolophe* (*Rhinolophus hipposideros*), espèce remarquable en régression marquée, plutôt thermophile et anthropophile et assez rare en montagne, le *Vespère de Savi* (*Hypsugo savii*), espèce remarquable rupicole et montagnarde d'affinité méridionale, qui exploite d'une part les milieux forestiers (surtout ceux riverains de l'eau) pour la chasse et d'autre part les milieux rocheux (falaises) pour les gîtes, jusqu'à 2 400 m d'altitude, l'*Oreillard montagnard* (*Plecotus macrobullaris*), espèce remarquable dont la distribution et l'écologie demeure encore peu connue, la *Noctule commune* (*Nyctalus noctula*), espèce remarquable arboricole, chassant en hauteur et dans des zones dégagées, très rare en Provence et souvent à plus de 1000 m d'altitude et la *Noctule de Leisler* (*Nyctalus leisleri*), espèce remarquable forestière relativement fréquente.

L'avifaune nicheuse du site comprend des espèces telles que l'*Autour des palombes* (*Accipiter gentilis*), le *Faucon pèlerin* (*Falco peregrinus*) ou encore la *Pie-grièche écorcheur* (*Lanius collurio*).

Chez les reptiles, mentionnons la présence de la *Vipère d'Orsini* (*Vipera ursinii*), espèce déterminante d'affinité orientale aujourd'hui rare, très localisée, en régression et menacée d'extinction en France, liée aux pelouses rocaillieuses à genévriers et de la *Couleuvre verte et jaune* (*Hierophis viridiflavus*), espèce remarquable à répartition majoritairement Franco-Italienne qui privilégie les fourrés et les friches.

Les invertébrés patrimoniaux sont majoritairement représentés par des lépidoptères et des coléoptères. Parmi les premiers, trois espèces sont déterminantes : citons le *Semi Apollon* (*Parnassius mnemosyne*), espèce protégée au niveau européen, à la répartition fragmentée et assez localisée, dont la chenille vit sur la *Corydale à bulbe plein* (*Corydalis solida*), des clairières et lisières de bois, surtout entre 1000 et 2000 m d'altitude, l'*Alexanor* (*Papilio alexanor*), espèce peu abondante, d'affinité méditerranéo montagnarde et propre aux régions accidentées et ensoleillées jusqu'à 1700 m d'altitude et le *Moiré provençal* (*Erebia epistygne*), *Satyrinés méditerranéo montagnard inféodé aux pelouses sèches à Fétuque cendrée* (*Festuca cinerea*). Trois autres espèces déterminantes étaient présentes historiquement mais n'ont pas été observées récemment : le *Marbré de Lusitanie* (*Iberochloe tagis bellezina*), la *Vanesse des parietaires* (*Polygonia egea*) et la *Zygène de la Vésubie* (*Zygaena brizae vesubiana*). Sont présentes également de nombreuses remarquables : la *Laineuse du prunellier* (*Eriogaster catax*), *Lasiocampidés protégé au niveau européen*, présent en Europe et Asie mineure, globalement rare et en régression en dehors des Préalpes du sud, inféodé à divers habitats pré forestiers tels que les lisières forestières, bocages et friches, la *Zygène cendrée* (*Zygaena rhadamanthus*), *Zygaenidés d'affinité ouest méditerranéenne*, protégée en France, liée aux friches, garrigues et boisements clairs où croît la plante nourricière de sa chenille la *Badasse* (*Dorycnium pentaphyllum*), la *Zygène des bugranes*

(*Zygaena hilaris*), autre Zygénidés, d'affinité ibéro provençale, liée aux pelouses et friches sèches où croît sa plante hôte la Bugrane jaune (*Ononis natrix*), l'Hespérie des cirses (*Pyrgus cirsi*), Hespéridés en régression, inféodée aux milieux ouverts et secs, l'Apollon (*Parnassius apollo*), espèce montagnarde et en régression, protégée au niveau européen, habitant les rocailles, pelouses et éboulis à Crassulacées et Saxifragacées des étages montagnards à alpins, la Proserpine (*Zerynthia rumina*), espèce ouest méditerranéenne, dont la chenille vit sur l'Aristolochie *Aristolochia pistolochia* et dont l'adulte fréquente les éboulis et coteaux pierreux, chauds et ensoleillés, la Téchla du prunier (*Satyrium pruni*), espèce d'affinité eurasiatique tempérée, rare et en limite d'aire, inféodée par sa chenille au prunellier (*Prunus spinosa*), la Téchla de l'orme (*Satyrium w album*), espèce d'affinité eurasiatique tempérée, localisée et peu commune, ayant fortement régressée suite au dépérissement des ormes attaqués par la graphiose.

Parmi les coléoptères, citons la présence de plusieurs espèces déterminantes : la Rhagie ermite (*Rhamnusium bicolor*), Cerambycidae vivant dans le bois mort des cavités d'arbres vivants, répandu en Europe mais à distribution discontinue et devenue très rare suite à la fragmentation de son habitat, le Carabe de Solier (*Carabus solieri*), Carabidés très localisée, endémique de Provence, du sud-ouest des Alpes et de Ligurie (endémique franco-italien), recherchant divers milieux boisés, notamment en terrain argilo siliceux, recouvert d'une épaisse couche de feuilles mortes et d'humus, les éboulis et les pierriers entre 100 et 2500 m d'altitude, le Charançon *Polydrusus griseomaculatus*, Curculionidés endémique provençal des départements du Vaucluse (où on ne la rencontre qu'au Mont Ventoux), des Alpes de Haute Provence et des Alpes-Maritimes, le Charançon *Trachyploeus recognitus*, endémique de la Barre des Dourbes, le charançon *Pseudomeira ruteri*, la Phytoécie blessée (*Phytoecia vulneris*), Cérambycidé Lamiiné rare, notamment lié au Plantain *Plantago serpentina*, localisé au bassin nord oriental de la Méditerranée et en France essentiellement à la région Provence Alpes Côte d'Azur où il est en limite d'aire occidentale, rendu vulnérable par l'urbanisation des friches l'Agriote *Agriotes brevis*, Elatéridés Agriotinés (Taupins), d'affinité méridionale, inféodée aux milieux ouverts et très sensible aux pesticides et à la colonisation des prairies par les ligneux, l'Athous frigidé (*Athous frigidus*), Elatéridés endémique franco-italienne liée aux prairies sèches de montagne et souffrant de la colonisation de ses biotopes ouverts de prédilection par les ligneux, le taupin (*Athous olbiensis*), le taupin *Athous puncticollis*, endémique franco-italien ici en limite d'aire et recherchant les milieux forestiers, l'Athous *Megathous nigerrimus*, taupin endémique franco-italienne en limite d'aire en région Provence#Alpes#Côte d'Azur, à répartition restreinte et localisée. Ce cortège de coléoptères est accompagné d'espèces remarquables : le longicorne *Plagionotus floralis*, espèce euro-sibérienne des pelouses et garrigues présente en France principalement dans le quart sud-est, les reliefs du couloir rhodanien abritant l'essentiel de ses populations, le Mycetophagidae *Entoxylon abeillei*, espèce endémique du sud-est de la France et du nord de l'Italie, fongivore sur les champignons lignicoles des branches mortes, le Silphe à quatre points (*Dendroxena quadrimaculata*), espèce arboricole se nourrissant de la processionnaire du chêne, commun dans le nord de l'Europe mais rare et sporadique en région méditerranéenne, le longicorne *Anaglyptus gibbosus*, espèce ouest-méditerranéenne inféodée aux arbres feuillus des boisements thermophiles, le Carabe doré de Honnorat (*Carabus auratus honorati*), sous espèce de Carabidés, protégée en France et endémique de Provence où on ne le trouve que dans quelques stations du Var, du Vaucluse et des Alpes de Haute Provence, dans les champs, les cultures et les jardins, là où l'intensification de l'agriculture, avec en particulier l'utilisation intensive de pesticides et d'insecticides, ne l'a pas éliminé, le Sténochore du chêne (*Anisorus quercus*), espèce de Cerambycidae inféodée aux chênes à feuilles caduques et aux érables, rare en France où la région PACA abrite ses plus importantes populations, le longicorne *Etorufus pubescens*, espèce saproxylique des forêts de pins d'altitude, présente en France seulement dans les Pyrénées et en PACA, le longicorne *Pidonia lurida*, espèce dont la larve vit dans les racines des feuillus et conifères de montagne et l'adulte est floricole, localisée en PACA principalement dans les Hautes-Alpes et Alpes-de-Haute-Provence, et l'Anobiidé *Ochina latreillii*.

Notons enfin la présence de *Porcellio orarum*, espèce remarquable de Crustacé isopode (cloporte), endémique corso provençale.

Fonctionnalité/Liens éventuels avec d'autres ZNIEFF

Cette ZNIEFF de type 2 englobe la ZNIEFF de type 1 suivante : \* Barre des Dourbes - sommets de Couard, de Cucuyon et de Cluchemet - col de la Cine \*.

## 1.6 Compléments descriptifs

### 1.6.1 Mesures de protection

- Site inscrit au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC)

#### *Commentaire sur les mesures de protection*

*aucun commentaire*

### 1.6.2 Activités humaines

*Non renseigné*

### *Commentaire sur les activités humaines*

*aucun commentaire*

### 1.6.3 Géomorphologie

*Non renseigné*

### *Commentaire sur la géomorphologie*

*aucun commentaire*

### 1.6.4 Statut de propriété

*Non renseigné*

### *Commentaire sur le statut de propriété*

*aucun commentaire*

## 2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE

### **Patrimoniaux**

### **Fonctionnels**

### **Complémentaires**

- Critères d'intérêts patrimoniaux
- Ecologique
- Faunistique
- Reptiles
- Oiseaux
- Mammifères
- Lépidoptères
- Coléoptères
- Autre Faune (préciser)
- Insectes
- Floristique
- Phanérogames

### *Commentaire sur les intérêts*

*aucun commentaire*

## 3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE

- Répartition des espèces (faune, flore)
- Répartition et agencement des habitats
- Fonctionnement et relation d'écosystèmes
- Contraintes du milieu physique

### *Commentaire sur les critères de délimitation de la zone*

Le site intéresse le massif de la Montagne de Coupe. Il englobe une série d'habitats et de populations d'espèces à très forte valeur patrimoniale. Dans son ensemble, sa délimitation repose sur la topographie et localement sur des repères géographiques remarquables, tels que hautes crêtes, talwegs, dessertes, etc.

## 4. FACTEURS INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE

Commentaire sur les facteurs

aucun commentaire

## 5. BILANS DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS

### 5.1 Espèces

Nulle	Faible	Moyen	Bon
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algues</li> <li>- Autre Faunes</li> <li>- Bryophytes</li> <li>- Lichens</li> <li>- Poissons</li> <li>- Mollusques</li> <li>- Arachnides</li> <li>- Myriapodes</li> <li>- Odonates</li> <li>- Orthoptères</li> <li>- Diptères</li> <li>- Hyménoptères</li> <li>- Autres ordres d'Hexapodes</li> <li>- Hémiptères</li> <li>- Ascomycètes</li> <li>- Basidiomycètes</li> <li>- Autres Fonges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amphibiens</li> <li>- Mammifères</li> <li>- Reptiles</li> <li>- Crustacés</li> <li>- Lépidoptères</li> <li>- Coléoptères</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oiseaux</li> <li>- Phanérogames</li> <li>- Ptéridophytes</li> </ul>

### 5.2 Habitats

## 6. HABITATS

### 6.1 Habitats déterminants

Non renseigné

### 6.2 Habitats autres

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
F7.4E Landes-hérisson à <i>Astragalus sempervirens</i>	36.432 Pelouses à Avoine et Séslerie des Alpes méridionales				
H2.42 Éboulis à <i>Thlaspi</i> <i>rotundifolium</i>	61.22 Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes				
H3.251 Communautés héliophiles des falaises calcaires alpines	62.151 Falaises calcaires ensoleillées des Alpes				
H2.42 Éboulis à <i>Thlaspi</i> <i>rotundifolium</i>	61.22 Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes				

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
<i>H3.251</i> <i>Communautés héliophiles des falaises calcaires alpines</i>	<i>62.151</i> <i>Falaises calcaires ensoleillées des Alpes</i>				
<i>F7.4E</i> <i>Landes-hérissos à Astragalus sempervirens</i>	<i>36.432</i> <i>Pelouses à Avoine et Séslyrie des Alpes méridionales</i>				
<i>F2.231</i> <i>Fourrés montagnards à Juniperus nana</i>	<i>31.43</i> <i>Fourrés à Genévriers nains</i>				
<i>F2.231</i> <i>Fourrés montagnards à Juniperus nana</i>	<i>31.43</i> <i>Fourrés à Genévriers nains</i>				

### 6.3 Habitats périphériques

*Non renseigné*

### 6.4 Commentaire sur les habitats

*aucun commentaire*

## 7. ESPECES

### 7.1 Espèces déterminantes

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	240334	<i>Agriotes brevis</i> Candèze, 1863		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2012 - 2012
	240373	<i>Athous frigidus</i> Mulsant & Guillebeau, 1855		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2010 - 2010
	240402	<i>Athous olbiensis</i> Mulsant & Guillebeau, 1856		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2009 - 2009
	11466	<i>Athous puncticollis</i> Kiesenwetter, 1858		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2006 - 2006
	8470	<i>Carabus solieri</i> Dejean, 1826	Carabe de Solier	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				1962 - 2003
	240458	<i>Megathous nigerrimus</i> (Desbrochers des Loges, 1869)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2010 - 2010
	12497	<i>Phytoecia vulneris</i> Aurivillius, 1923		Reproduction certaine ou probable					1992 - 1992
	13735	<i>Polydrusus griseomaculatus</i> Desbrochers des Loges, 1869		Reproduction certaine ou probable					1997 - 1999
	242603	<i>Pseudomeira ruteri</i> (Péricart, 1963)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Jean ARMAND				2012 - 2012

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	223185	<i>Rhamnusium bicolor</i> (Schrank, 1781)	<i>Rhagie ermite</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Valérie SOURRIBES				2016 - 2016
	13634	<i>Trachyphloeus recognitus</i> Hoffmann, 1932		Reproduction certaine ou probable					1999 - 1999
Lépidoptères	53520	<i>Erebia epistygne</i> (Hübner, 1819)	<i>Moiré provençal (Le), Moiré de Provence (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2003 - 2003
	609941	<i>Iberochloe tagis</i> (Hübner, 1804)	<i>Marbré de Lusitanie (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : G.A. POUJADE				1998 - 1998
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	<i>Alexanor (L'), Grand Sélérier (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				1993 - 2011
	54502	<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Semi-Apollon (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Gabriel LETARD				1981 - 2016
	53761	<i>Polygonia egea</i> (Cramer, 1775)	<i>Vanesse des Pariétales (La), Vanesse à L blanc (La), Gamma égéen (Le), L-blanche (Le), Vanesse à L blanche (La)</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : DUFAY C.				1960 - 1960
	342726	<i>Zygaena brizae vesubiana</i> Le Charles, 1933	<i>Zygène de la Vésubie (La)</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : DUFAY C.				1960 - 1960
Mammifères	79305	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	<i>Minioptère de Schreibers</i>	Reproduction indéterminée	Informateur : FAVRE Ph.				2003 - 2003
Oiseaux	2938	<i>Falco peregrinus Tunstall, 1771</i>	<i>Faucon pèlerin</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : JARDIN J.-L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				1996 - 2012

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Phanérogames	83261	<i>Aquilegia reuteri</i> Boiss., 1854	<i>Ancolie de Reuter</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2011 - 2011
	717152	<i>Cotoneaster nebrodensis</i> (Guss.) K.Koch, 1853	<i>Cotonéaster des monts Nébrodes, Cotonéaster de l'Atlantique</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
	92715	<i>Cotoneaster x intermedius</i> (Lecoq & Lamotte) H.J.Coste, 1923	<i>Cotonéaster intermédiaire</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2012
	93708	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill., 1768	<i>Cyclamen pourpré, Cyclamen rouge pourpre, Cyclamen d'Europe, Marron de cochon</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	94041	<i>Cypripedium calceolus</i> L., 1753	<i>Cypripède sabot-de-Vénus, Sabot-de-Vénus, Pantoufle-de-Notre-Dame</i>	Reproduction certaine ou probable					1996 - 1996
	94580	<i>Delphinium fissum</i> Waldst. & Kit., 1802	<i>Dauphinelle fendue, Pied-d'alouette fendu</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : INFLOREALHP - SILENE				2005 - 2005
	94830	<i>Dianthus subacaulis</i> Vill., 1789	<i>Œillet à tiges courtes</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	95239	<i>Doronicum pardalianches</i> L., 1753	<i>Doronic à feuilles cordées, Doronic panthère, Doronic à feuilles en cœur, Doronic mort-aux-panthères, Mort-aux-panthères</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				1993 - 2012
	95398	<i>Dracocephalum austriacum</i> L., 1753	<i>Dracocéphale d'Autriche, Tête-de-dragon d'Autriche</i>	Reproduction certaine ou probable					2001 - 2001

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	103596	<i>Inula bifrons</i> (L.) L., 1763	<i>Inule changeante, Inule variable, Inule à deux faces</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
	110994	<i>Orchis spitzelii</i> Saut. ex W.D.J.Koch, 1837	<i>Orchis de Spitzel</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : SIGNORET J.F. - SILENE				2010 - 2010
	138535	<i>Paeonia officinalis</i> subsp. <i>huthii</i> Soldano, 1993	<i>Pivoine de Huth, Pivoine velue</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
	122060	<i>Scrophularia vernalis</i> L., 1753	<i>Scrofulaire printanière, Scrofulaire de printemps</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : VAN ES J.				2012 - 2012
Reptiles	78164	<i>Vipera ursinii</i> (Bonaparte, 1835)	<i>Vipère d'Orsini (La)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GUIBERT C. - SILENE				1994 - 2010

## 7.2 Espèces autres

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	251380	<i>Carabus auratus honoratii</i> Dejean, 1825	<i>Carabe doré du Ventoux</i>	Reproduction certaine ou probable					1962 - 1962
Lépidoptères	54486	<i>Zerynthia rumina</i> Linnaeus, 1758	<i>Proserpine (La), Thaïs écarlate (La), Proserpine d'Honorat (La)</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1998
Mammifères	60313	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	<i>Petit rhinolophe</i>	Reproduction certaine ou probable		Fort			2001 - 2001

## 7.3 Autres espèces à enjeux

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	11743	<i>Anaglyptus gibbosus</i> (Fabricius, 1787)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				1950 - 2006
	223184	<i>Anisorus quercus</i> (Götz, 1783)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2006 - 2010
	234591	<i>Dendroxena quadrimaculata</i> (Scopoli, 1771)	<i>Silphe à quatre points</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2009 - 2010
	801947	<i>Entoxylon abeillei</i> Ancey, 1869		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2009 - 2009
	792866	<i>Etorofus pubescens</i> (Fabricius, 1787)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2001 - 2009
	221918	<i>Ochina latreillii</i> (Bonelli, 1812)		Reproduction certaine ou probable	Collection : FRAPA P. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	223174	<i>Pidonia lurida</i> (Fabricius, 1792)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Lilian MICAS				2010 - 2010
	223103	<i>Plagionotus floralis</i> (Pallas, 1773)		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Hervé BRUSTEL				1993 - 1993
Crustacés	18817	<i>Porcellio orarum</i> Verhoeff, 1910		Reproduction certaine ou probable	Collection : FRAPA P. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
Lépidoptères	54762	<i>Eriogaster catax</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Bombyx Evérie</i> (Le) Laineuse du Prunellier (La)	Reproduction certaine ou probable	Collection : MROCZKO C., TARDY M. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Apollon</i> (L'), <i>Parnassien</i> <i>apollon</i> (Le)	Reproduction certaine ou probable	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				1995 - 2011

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	53248	<i>Pyrgus cirsii</i> (Rambur, 1839)	<i>Hespérie des Cirsés (L'), Hespérie de Rambur (L')</i>	Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2011 - 2011
	219756	<i>Satyrium pruni</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Thécla du Prunier (La), Thécla du Coudrier (La), Porte-Queue brun à lignes blanches (Le)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	219755	<i>Satyrium w-album</i> (Knoch, 1782)	<i>Thécla de l'Orme (La), Thécla à W blanc (La), W blanc (Le), Thècle W-album (La), Thécla W-Blanc (La), Porte-Queue brun à une ligne blanche (Le)</i>	Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2008 - 2008
	247043	<i>Zygaena hilaris</i> Ochsenheimer, 1808	<i>Zygène de la Bugrane (La)</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2008 - 2008
	247049	<i>Zygaena rhadamanthus</i> (Esper, 1789)	<i>Zygène de l'Esparcette (La), Zygène de la Dorycnie (La), Zygène cendrée (La), Zygène rhadamanthe</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : PICHARD A., COLOMBO R. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
Mammifères	60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	<i>Vespère de Savi</i>	Reproduction indéterminée	Informateur : FAVRE Ph.				2008 - 2008
	60461	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	<i>Noctule de Leisler</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : FAVRE Ph.				2008 - 2008
	60468	<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	<i>Noctule commune</i>	Reproduction indéterminée	Informateur : FAVRE Ph.				2008 - 2008

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	163463	<i>Plecotus macrobullaris</i> Kuzjakin, 1965	<i>Oreillard montagnard</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : FAVRE Ph.				2008 - 2008
	60557	<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	<i>Molosse de Cestoni</i>	Reproduction indéterminée	Informateur : FAVRE Ph.				2008 - 2008
Oiseaux	3713	<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pipit rousseline</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	2873	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	<i>Circaète Jean-le-Blanc</i>	Reproduction indéterminée	Collection : DUSOULIER F. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	3608	<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Pic noir</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : MROCZKO C. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	4663	<i>Emberiza cia</i> Linnaeus, 1766	<i>Bruant fou</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	4665	<i>Emberiza hortulana</i> Linnaeus, 1758	<i>Bruant ortolan</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	3595	<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus, 1758	<i>Torcol fourmilier</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : MROCZKO C. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	3807	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	<i>Pie-grièche écorcheur</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains		4		1991 - 2012
	3670	<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Alouette lulu</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : JARDIN J.-L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	3489	<i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Petit-duc scops, Hibou petit-duc</i>	Reproduction indéterminée	Collection : DELLA CASA S. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	4488	<i>Pyrhacorax pyrrhacorax</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Crave à bec rouge</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	4252	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	<i>Fauvette grisette</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : MROCZKO C. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	4242	<i>Sylvia hortensis</i> (Gmelin, 1789)	<i>Fauvette orphée</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : JARDIN J.-L. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
	3590	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758	<i>Huppe fasciée</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : DELLA CASA S. - SILENE - Ville de Digne les Bains				2012 - 2012
Phanérogames	115893	<i>Primula marginata</i> Curtis, 1792	<i>Primevère marginée</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				1995 - 2011
Reptiles	77949	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepède, 1789)	<i>Couleuvre verte et jaune</i> (La)	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Coline VEROT				1996 - 2022

## 7.4 Espèces à statut réglementé

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
Insectes	8470	<i>Carabus solieri</i> Dejean, 1826	Déterminante	Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54502	<i>Parnassius mnemosyne</i> (Linnaeus, 1758)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54762	<i>Eriogaster catax</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )				
247049	<i>Zygaena rhadamanthus</i> (Esper, 1789)	Enjeux	Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
251380	<i>Carabus auratus honoratii</i> Dejean, 1825	Autre	Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
342726	<i>Zygaena brizae vesubiana</i> Le Charles, 1933	Déterminante	Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
Mammifères	60313	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	60461	<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	60468	<i>Nyctalus noctula</i> (Schreber, 1774)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )
60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Enjeux	Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
			Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )	
60557	<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
	79305	<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	163463	<i>Plecotus macrobullaris</i> Kuzjakin, 1965	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> ) Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> ) Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
Oiseaux	2873	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	2938	<i>Falco peregrinus</i> Tunstall, 1771	Déterminante	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux représentés dans le département de la Guyane protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Guadeloupe ( <a href="#">lien</a> )
	3489	<i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Martinique ( <a href="#">lien</a> ) Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	3590	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	3595	<i>Jynx torquilla</i> Linnaeus, 1758	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	3608	<i>Dryocopus martius</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	3670	<i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )				
3713	<i>Anthus campestris</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
3807	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
	4242	<i>Sylvia hortensis</i> (Gmelin, 1789)	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	4252	<i>Sylvia communis</i> Latham, 1787	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	4488	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	4663	<i>Emberiza cia</i> Linnaeus, 1766	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	4665	<i>Emberiza hortulana</i> Linnaeus, 1758	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )				
Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )				
Reptiles	77949	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepède, 1789)	Enjeux	Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
	78164	<i>Vipera ursinii</i> (Bonaparte, 1835)	Déterminante	Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département ( <a href="#">lien</a> )
Angiospermes	83261	<i>Aquilegia reuteri</i> Boiss., 1854	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	93708	<i>Cyclamen purpurascens</i> Mill., 1768	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )
	94041	<i>Cypripedium calceolus</i> L., 1753	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	94580	<i>Delphinium fissum</i> Waldst. & Kit., 1802	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )
	94830	<i>Dianthus subacaulis</i> Vill., 1789	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )
	95398	<i>Dracocephalum austriacum</i> L., 1753	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	103596	<i>Inula bifrons</i> (L.) L., 1763	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	110994	<i>Orchis spitzelii</i> Saut. ex W.D.J.Koch, 1837	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
115893	<i>Primula marginata</i> Curtis, 1792	Enjeux	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )	

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
	138535	<i>Paeonia officinalis</i> subsp. <i>huthii</i> Soldano, 1993	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )

## 8. LIENS ESPECES ET HABITATS

Non renseigné

## 9. SOURCES

Type	Auteur	Année de publication	Titre
Bibliographie	MOSSOT M.	1999	Liste des espèces d'intérêt patrimonial d'Arthropodes pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 1.- Espèces déterminantes. Programme d'actualisation de l'inventaire des Z.N.I.E.F.F. 11ème génération de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport du C.E
Collection	BENCE S. - SILENE - CEN PACA		
	BOUVIN L. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	DELLA CASA S. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	DUSOULIER F. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	FRAPA P. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	GUIBERT C. - SILENE		
	INFLORALHP - SILENE		
	JARDIN J.-L. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE		
	MROCZKO C. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	MROCZKO C., TARDY M. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
	PICHARD A., COLOMBO R. - SILENE - Ville de Digne les Bains		
Informateur	SIGNORET J.F. - SILENE		
	VAN ES J. - SILENE		
	ARCHILOQUE A.		
	ARSAC J.-L.		
	Benoit PLEIS		
	BOUCHER C.		
BRUNE F.			
C.E.E.P.			

Type	Auteur	Année de publication	Titre
	Charles FLAHAULT		
	CHEYLAN M.		
	Coline VEROT		
	Delphine QUEKENBORN		
	DESCIMON H.		
	DHERMAIN F. (C.E.E.P.)		
	DUFAY C.		
	FAURE		
	FAVRE Ph.		
	G. COLLOMB		
	G.A. POUJADE		
	Gabriel LETARD		
	GARRAUD L.		
	GUERRY		
	HERES A. (Proserpine)		
	Hervé BRUSTEL		
	HONNORAT		
	INCONNU (Fac. sciences Marseille)		
	Inventaire des Coléoptères des Alpes de Haute-Provence (I.C.A.H.P.)		
	Jean ARMAND		
	Johan GOURVIL		
	Joseph EMERIC		
	LAURENT		
	Lilian MICAS		
	Louis BOREL		
	Louis LAURENT		
	Lucien LESEIGNEUR		
	MALAUSA J.-C.		
	MANON P.		
	Marc PHILIPPE		
	Marcel DERRIEN		
	MASSEMIN D.		
	MASSEMIN Y.		
	MAUREL N. (Proserpine)		
	NAPOLITANO M.		
	NOUVELLON D. - ONF		
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04)		

Type	Auteur	Année de publication	Titre
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04) / Daniel REBOUL		
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04) / DECAIX		
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04) / Jean-Michel PLACIER		
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04) / Lilian MICAS		
	ORSINI Ph.		
	Patrick KERN		
	Patrick ORMEA		
	PAULI		
	PENLOUP A.		
	PERICARD J.		
	Philippe BRICAIRE		
	Pierre Berger		
	Pierre GROS		
	Pierre LE BRUN		
	Raphael COLOMBO		
	RAVIZZA		
	ROUY		
	SFPEM		
	Thierry DARMUZEY		
	Valérie SOURRIBES		
	VAN ES J.		
	VIVAT A.		
	Yoann BLANCHON		



# LA BLÉONE ET SES PRINCIPAUX AFFLUENTS (LES DUYES, LE GALÈBRE, LE BÈS, LE BOUINENC) ET LEURS RIPISYLVES (Identifiant national : 930020054)

(ZNIEFF Continentale de type 2)

(Identifiant régional : 04147100)

La citation de référence de cette fiche doit se faire comme suite : Cédric DENTANT, Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Sylvain ABDULHAK, Emilie RATAJCZAK, Jérémie VAN ES, Fanny BRAULT, Géraldine KAPFER, Florian PLAULT, Florian BURALLI, Marin MARMIER, . - 930020054, LA BLÉONE ET SES PRINCIPAUX AFFLUENTS (LES DUYES, LE GALÈBRE, LE BÈS, LE BOUINENC) ET LEURS RIPISYLVES. - INPN, SPN-MNHN Paris, 17P. <https://inpn.mnhn.fr/zone/znief/930020054.pdf>

Région en charge de la zone : Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Rédacteur(s) : Cédric DENTANT, Jean-Charles VILLARET, Luc GARRAUD, Stéphane BELTRA, Sylvain ABDULHAK, Emilie RATAJCZAK, Jérémie VAN ES, Fanny BRAULT, Géraldine KAPFER, Florian PLAULT, Florian BURALLI, Marin MARMIER

Centroïde calculé : 914857°-1913614°

## Dates de validation régionale et nationale

Date de premier avis CSRPN : 26/09/2017

Date actuelle d'avis CSRPN : 26/09/2017

Date de première diffusion INPN :

Date de dernière diffusion INPN : 13/11/2023

1. DESCRIPTION .....	2
2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE .....	6
3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE .....	6
4. FACTEUR INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE .....	6
5. BILAN DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS .....	7
6. HABITATS .....	7
7. ESPECES .....	8
8. LIENS ESPECES ET HABITATS .....	17
9. SOURCES .....	17

## 1. DESCRIPTION

### 1.1 Localisation administrative

- Département : Alpes-de-Haute-Provence
- Commune : Thoard (INSEE : 04217)
- Commune : Chaffaut-Saint-Jurson (INSEE : 04046)
- Commune : Robine-sur-Galabre (INSEE : 04167)
- Commune : Aiglun (INSEE : 04001)
- Commune : Vernet (INSEE : 04237)
- Commune : Barles (INSEE : 04020)
- Commune : Seyne (INSEE : 04205)
- Commune : Champtercier (INSEE : 04047)
- Commune : Barras (INSEE : 04021)
- Commune : Hautes-Duyes (INSEE : 04177)
- Commune : Méés (INSEE : 04116)
- Commune : Verdaches (INSEE : 04235)
- Commune : Javie (INSEE : 04097)
- Commune : Auzet (INSEE : 04017)
- Commune : Mirabeau (INSEE : 04122)
- Commune : Marcoux (INSEE : 04113)
- Commune : Malijai (INSEE : 04108)
- Commune : Brusquet (INSEE : 04036)
- Commune : Castellard-Mélan (INSEE : 04040)
- Commune : Mallemoisson (INSEE : 04110)
- Commune : Beaujeu (INSEE : 04024)
- Commune : Escale (INSEE : 04079)
- Commune : Prads-Haute-Bléone (INSEE : 04155)
- Commune : Digne-les-Bains (INSEE : 04070)

### 1.2 Superficie

2667,47 hectares

### 1.3 Altitude

Minimale (mètre): 419

Maximale (mètre): 2440

### 1.4 Liaisons écologiques avec d'autres ZNIEFF

- Id nat. : [930012722](#) - MASSIF DE L'AUTAPIE, DU CADUC ET DU MOURRE DE SIMANCE - MONTAGNE DU CARTON (Type 2) (Id reg. : 04120100)
- Id nat. : [930012731](#) - MASSIF DE LA MONTAGNE DE LA BLANCHE - VALLON DE LA BLANCHE DE LAVERQ - TÊTE DE L'ESTROP - MONTAGNE DE L'UBAC - HAUTE VALLÉE DE LA BLÉONE (Type 2) (Id reg. : 04115100)

### 1.5 Commentaire général

#### Description

Localisé dans la partie centrale du département des Alpes de Haute Provence, ce site filiforme correspond au cours de la Bléone et de ses principaux affluents (les Duyes, le Galèbre, le Bès, le Bouinenc) et leurs ripisylves. Il s'étend sur plus de 180 kilomètres, depuis le sommet de bassin versant jusqu'à la confluence avec la Durance, un peu au sud de la petite ville de Château Arnoux.

La Bléone et ses principaux affluents drainent un territoire constitué de formations sédimentaires du Secondaire et de la fin du Tertiaire associant des calcaires, marno calcaires, marnes et molasses. Les cours d'eau proprement dits ont constitué

d'importants dépôts fluviatiles du quaternaire. Le creusement de la vallée, ainsi que les variations du lit ont laissé d'importantes terrasses alluviales où se sont développées des activités agricoles.

Ce site subit un climat sec et ensoleillé, d'affinité provençale.

Etendu entre 400 m et 2200 m d'altitude, le site s'inscrit dans les étages de végétation supra méditerranéen, montagnard et subalpin supérieur.

Les cours d'eau qui le composent ont formé d'importants lits, où se sont développés de multiples habitats des bords de cours d'eau.

Ce système hydrologique associe une grande variété de milieux et de formations végétales comprenant des bancs de sables et de graviers, dont certains sont végétalisés en partie par des plantes pionnières, des formations riveraines à saules, et quelques lambeaux de cordons boisés en galerie d'Aulne blanc (*Alnus incana*). Des chênaies pubescentes et des pinèdes sylvestres sont également présents sur les marges du site, ainsi que des pelouses sèches et des milieux rocheux (éboulis, rocailles).

#### Milieux naturels

De nombreux habitats remarquables, typiques ou représentatifs du site et d'intérêt écologique marqué sont présents : les formations végétales pionnières herbacées des alluvions torrentielles et bancs de graviers méditerranéens à Pavot cornu (*Glaucium flavum*) [all. phyto. *Glaucion flavi* (24.225)] imbriqués en mosaïque avec des bancs de graviers sans végétation (24.21), des bancs de sable des cours d'eau colonisés par des groupements amphibies méridionaux (24.34) et des bancs de vase des cours d'eau (24.5), les prairies humides hautes à Reine des près (*Filipendula ulmaria*) et formations végétales associées [all. phyto. *Thalictrum flavi Filipendulion ulmariae* (37.1)], les fourrés de saules pionniers des berges et alluvions torrentielles à Saule drapé (*Salix elaeagnos*) et Saule pourpre (*Salix purpurea*) [all. phyto. *Salicion incanae* (44.111 et 24.223)], les ripisylves galeries de Saule blanc (*Salix alba*) [all. phyto. *Salicion albae* (44.141)], les boisements riverains en galeries d'Aulne blanc (*Alnus incana*) des rivières montagnardes et submontagnardes des Alpes [all. phyto. *Alnion incanae* (44.21)] et localement les ripisylves méditerranéennes à peupliers, ormes et frênes [all. phyto. *Populion albae* (44.61)]. Il possède également des habitats représentatifs des cours d'eau de bonne qualité, à savoir les milieux aquatiques d'eau douce des zones à truite (24.12) et à barbeau (24.14) qui présentent ici un bon état de conservation.

L'éco-complexe fluviatile qui associe, en une mosaïque mouvante d'une riche complexité, le cours d'eau actif, les bras morts d'eau lente, les stades pionniers de colonisation des alluvions, les fourrés arbustifs et les ripisylves mûres, constitue l'essentiel de l'intérêt du site. De plus les divers habitats forestiers de rives forment des corridors en contact avec les milieux adjacents, notamment les espaces bocagers et boisements de bas de versant.

#### Flore

Ce site possède dix-sept espèces végétales déterminantes, dont deux protégées au niveau national : la Corbeille d'argent du mont Aurose (*Iberis aurosica*) et l'Ancolie de Bertoloni (*Aquilegia reuteri*), superbe renonculacée endémique des Alpes du Sud-Ouest. Cinq autres espèces déterminantes ont une protection régionale : la Lunaire vivace (*Lunaria rediviva*), crucifère généralement inféodée aux boisements frais de ravins des étages collinéen supérieur et montagnard, particulièrement rare dans cette région, le Polygale grêle (*Polygala exilis*), la Violette des collines (*Viola collina*), la Laïche blanchâtre (*Carex curta*) et l'Orpin de Montereale (*Sedum monregalense*). L'Aconit de Burnat (*Aconitum napellus* subsp. *burnatii*), le Potamo des tourbières alcalines (*Potamogeton coloratus*), le Doronic à feuilles cordées (*Doronicum pardalianches*), le Sisymbre à nombreuses cornes (*Sisymbrium polyceratium*), espèce historiquement citée, rudérale des abords d'habitation, qui a considérablement régressé suite au bétonnage des villages, l'Oeillet de Séguier (*Dianthus seguieri* subsp. *seguieri*), l'Asarum d'Europe (*Asarum europaeum*), la Fléole rude (*Phleum paniculatum*), le Pigamon simple (*Thalictrum simplex*), la Potentille des neiges (*Potentilla nivalis*) et le Cotonéaster intermédiaire (*Cotoneaster x intermedius*) constituent les dix autres espèces végétales déterminantes connues du site.

Par ailleurs, il abrite six espèces remarquables, dont trois protégées au niveau national : la Bérardie laineuse (*Berardia subacaulis*), composée archaïque endémique des Alpes sud occidentales typique des éboulis calcaires à éléments fins, la Primevère marginée (*Primula marginata*), spectaculaire plante des parois calcaires, protégée au niveau national, et la Gagée jaune (*Gagea lutea*). Une est protégée en Provence Alpes Côte d'Azur : la Minuartie des rochers (*Minuartia rupestris* subsp. *rupestris*) et deux autres espèces sans statut : le Sélin à feuilles de silaus (*Katapsuxis silaifolia*) et le Sainfoin de Boutigny (*Hedysarum hedysaroides* subsp. *boutignyanum*).

#### Faune

Ce site renferme un cortège faunistique d'un intérêt patrimonial élevé. En effet, ce ne sont pas moins de 43 espèces animales patrimoniales, dont 13 déterminantes qui ont été trouvées ici.

Le peuplement avien nicheur est composé d'une série d'espèces tout à fait remarquables : Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), Perdrix bartavelle (*Alectoris graeca*), espèce méridionale de montagne présente en limite de ce site, Petit-duc scops (*Otus scops*), Guêpier d'Europe (*Merops apiaster*), Pie grièche écorcheur (*Lanius collurio*), Bruant proyer (*Miliaria calandra*). L'Aigle royal (*Aquila chrysaetos*) vient chasser régulièrement sur ce site.

Une espèce de reptiles est inventoriée localement : la Couleuvre verte et jaune (*Hierophis viridiflavus*), espèce remarquable à répartition majoritairement Franco-Italienne qui privilégie les fourrés et les friches.

Parmi les mammifères d'intérêt patrimonial que l'on peut rencontrer localement, citons le Castor d'Europe (*Castor fiber*), espèce déterminante à nouveau en expansion après avoir frôlé l'extinction en France, liée aux formations de ripisylves, la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), espèce forestière déterminante, vulnérable et en régression, d'affinité médio-européenne, très résistante au froid, le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), chauve-souris remarquable en régression marquée, plutôt thermophile et anthropophile et assez rare en montagne, le Vespère de Savi (*Hypsugo savii*), espèce rupicole remarquable, chassant dans les milieux forestiers, notamment les ripisylves.

Les poissons d'eau douce sont notamment représentés par l'Apron (*Zingel asper*), espèce déterminante devenue très rare et menacée d'extinction en France, propre aux cours d'eau clairs, assez rapides, peu profonds, le Toxostome (*Chondrostoma toxostoma*), espèce remarquable localement représentée ici, le Blageon (*Leuciscus souffia*), espèce remarquable grégaire des cours d'eau à fonds graveleux et le Barbeau méridional (*Barbus meridionalis*), espèce remarquable d'affinité méridionale, rare dans les Alpes de Haute Provence mais semble-t-il en extension, liée aux cours d'eau clairs et bien oxygénés à débit rapide sur substrat de graviers.

Chez les invertébrés patrimoniaux, mentionnons l'Alexanor (*Papilio alexanor*), espèce déterminante et vulnérable de Lépidoptères Papilionidés, peu abondante, d'affinité méditerranéo montagnarde et propre aux régions accidentées et ensoleillées jusqu'à 1700 m d'altitude, qui est en limite d'aire en région Provence Alpes Côte d'Azur, l'Apollon (*Parnassius apollo*), espèce alpine remarquable et en régression de Lépidoptères Papilionidés, relictive de l'ère tertiaire, protégée au niveau européen, habitant les rocailles, pelouses et éboulis à Crassulacées et Saxifragacées des étages montagnard à alpin, entre 300 et 2500 m d'altitude, l'Azuré du Serpolet (*Maculinea arion*), Lépidoptère Lycénid Polyommatiné vulnérable et déterminant, en régression, plutôt localisé, protégé au niveau européen (directive CEE \* Habitats \*), menacé par la destruction de son habitat (les bois clairs et ensoleillés, les prairies, les zones buissonneuses et les friches sèches à Serpolet jusqu'à 1800 m d'altitude), le Sablé provençal (*Agrodiaetus ripartii*), papillon Lycénid Polyommatiné déterminant, d'affinité méditerranéo montagnarde et à aire de distribution très fractionnée (localisé à six départements méridionaux et alpins), lié aux pentes rocheuses calcaires, chaudes et pauvres en végétation où sa chenille se nourrit de sainfoins (*Onobrychis* sp.), en particulier d'*Onobrychis saxatilis*, la Proserpine (*Zerynthia rumina*), espèce ouest méditerranéenne déterminante et en régression de Lépidoptères Papilionidés, dont la chenille vit sur l'Aristolochie *Aristolochia pistolochia* et dont l'adulte fréquente les pentes sèches, éboulis et coteaux pierreux, chauds et ensoleillés jusqu'à 1500 m d'altitude, la Diane (*Zerynthia polyxena*), espèce déterminante et menacée de Lépidoptères Papilionidés, en régression et devenue assez rare, thermophile, de répartition centre et est méditerranéenne, habitant les ravins, talus herbeux, prairies, garrigues arborées, phragmitaies, ripisylves, bords de cours d'eau jusqu'à 1000 m d'altitude et dont la chenille vit sur l'Aristolochie *Aristolochia rotunda* (dans une moindre mesure sur *A. clematitis*, *A. sicula* et *A. pistolochia*), l'Ecaille chinée (*Euplagia quadripunctaria*), espèce remarquable de Lépidoptères Arctiidés, d'affinité méridionale, protégée au niveau européen, des bois clairs et lieux chauds, ensoleillés et rocailloux sur substrat calcaire, souvent à proximité de l'eau, l'Alpestre (*Rhegmatochloa alpina*), espèce déterminante de Lépidoptère Notodontidae, dont les chenilles se nourrissent de saules et de peupliers, le Lucane cerf-volant (*Lucanus cervus*), espèce remarquable de Coléoptères Lucanidés, plutôt forestière et recherchant en particulier les chênaies, le Ropalope lombard (*Ropalopus ungaricus gallicus* Vartanis, 2018), coléoptère cérambycidé Cérambyciné déterminant, rare et correspondant à une espèce dite \* sensible \*, inféodé aux érables, plus rarement aux aulnes et aux frênes, présent en France presque exclusivement en région Provence Alpes Côte d'Azur, le Clyte à antennes rousses (*Chlorophorus ruficornis*), coléoptère cérambycidé cérambyciné déterminant, floricole et forestier, du bassin méditerranéen nord occidental, endémique franco ibérique, en limite d'aire orientale dans la région Provence Alpes Côte d'Azur (espèce assez rare dite \* sensible \*), dont la larve vit surtout dans les chênes (yeuses notamment), le Saphane de Truqui (*Drymochares truquii*), espèce déterminante vulnérable de coléoptères cérambycidés, le Carabe doré *Carabus (Autocarabus) auratus honorati*, espèce déterminante dite \* vulnérable \* de coléoptères carabidés, protégée en France et endémique de Provence où on ne le trouve que dans quelques stations du Var, du Vaucluse et des Alpes de Haute Provence, dans les champs, les cultures et les jardins, là où l'intensification de l'agriculture, avec en particulier l'utilisation intensive de pesticides et d'insecticides, ne l'a pas éliminé, le Harpale *Harpalus punctipennis*, espèce orophile déterminante de coléoptères carabidés, endémique des départements des Alpes de Haute Provence et des Alpes Maritimes où elle est très localisée, présente sous les pierres dans les éboulis et les prairies alpines, le longicorne *Etorufus pubescens*, espèce remarquable saproxylique des forêts de pins d'altitude, présente en France seulement dans les Pyrénées et en PACA, la Decticelle aptère (*Pholidoptera aptera aptera*), espèce déterminante d'Orthoptères Tettigoniidés Decticinés, très localisée en France (Alpes de Haute Provence, Alpes Maritimes, Massif Central et Pyrénées Orientales) que l'on rencontre essentiellement dans les lisières, clairières, mégaphorbiaies, fruticées, prairies mésophiles des étages montagnard et subalpin, ainsi que l'Ecrevisse à pieds blancs (*Austropotamobius pallipes*), crustacé décapode remarquable, en régression et devenu assez rare et localisé en région Provence Alpes Côte d'Azur aujourd'hui.

Notons la présence du Bulime trois-dents (*Chondrula tridens*), espèce remarquable et localisée de mollusque, qui vit dans les milieux calcaires secs et ensoleillés, préférant les pelouses rases, ou elle s'enfouit dans le sol afin de se protéger des températures trop élevées.

Fonctionnalité/Liens éventuels avec d'autres ZNIEFF

Cette ZNIEFF de type 2 n'englobe pas de ZNIEFF de type 1.

Grace à ses ramifications, Le site permet le transit des espèces végétales et animales, entre la Provence, à partir de la Durance, et l'intérieur des massifs des Alpes de Haute Provence, ce qui se traduit par exemple par la remontée de plantes méditerranéennes ou la descente de plantes alpines.

L'écocomplexe fluviatile qui y est lié présente un important niveau d'organisation étroitement dépendant de la dynamique hydraulique torrentielle et du charriage des alluvions, conditions strictement dépendantes du bon fonctionnement de l'ensemble de son bassin versant. Ainsi par exemple sur le site, il existe d'anciens bras morts et des adoux, qui représentent des refuges indispensables pour la flore et la faune aquatique et fluviale. Les secteurs de lit en tresses maintiennent de nombreux îlots végétalisés, présentant à la fois les premiers stades de la dynamique de végétation indispensables au maintien des espèces pionnières, ainsi que des stades de ripisylves plus évolués, habitat d'espèces spécialisées strictement inféodées aux forêts riveraines humides.

Toutefois, rappelons que cette portion de vallée fait encore l'objet d'aménagements hydrauliques divers et extractions de matériaux alluvionnaires en lit mineur, et que les prélèvements agricoles et les rejets d'eaux usées ne sont pas complètement aux normes. De plus, une multiplicité de dépôts sauvages sont abandonnés dans la ripisylve ou le cours d'eau et contribuent à dégrader le site.

La conservation des ripisylves constitue l'un des enjeux majeurs du site en assurant un rôle épurateur des eaux et en permettant le maintien d'habitats indispensables # la survie d'espèces animales et végétales.

## 1.6 Compléments descriptifs

### 1.6.1 Mesures de protection

- Site inscrit au titre de la Directive Habitats (ZSC, SIC, PSIC)

*Commentaire sur les mesures de protection*

*aucun commentaire*

### 1.6.2 Activités humaines

*Non renseigné*

*Commentaire sur les activités humaines*

*aucun commentaire*

### 1.6.3 Géomorphologie

*Non renseigné*

*Commentaire sur la géomorphologie*

*aucun commentaire*

### 1.6.4 Statut de propriété

*Non renseigné*

*Commentaire sur le statut de propriété*

*aucun commentaire*

## 2. CRITERES D'INTERET DE LA ZONE

### Patrimoniaux

### Fonctionnels

### Complémentaires

- Orthoptères
- Critères d'intérêts patrimoniaux
- Ecologique
- Faunistique
- Poissons
- Reptiles
- Oiseaux
- Mammifères
- Mollusques
- Odonates
- Lépidoptères
- Coléoptères
- Insectes
- Floristique
- Phanérogames

*Commentaire sur les intérêts*

*aucun commentaire*

## 3. CRITERES DE DELIMITATION DE LA ZONE

- Répartition des espèces (faune, flore)
- Répartition et agencement des habitats
- Fonctionnement et relation d'écosystèmes
- Degré d'artificialisation du milieu ou pression d'usage

*Commentaire sur les critères de délimitation de la zone*

Le site concerne le cours de la Bléone et de ses principaux affluents. Ses limites englobent l'écocomplexe hydrologique fonctionnel incluant les cours d'eau, leurs ripisylves, leurs zones humides associées et leurs zones connexes proches. Cette délimitation, qui englobe des habitats et cortèges d'espèces à très forte valeur biologique, est clairement matérialisée par les zones fortement anthropisées (vergers, cultures, urbanisation, infrastructures) qui sont évidemment exclues. Ces dernières justifient la délimitation par les fortes discontinuités écologiques et paysagères occasionnées.

## 4. FACTEURS INFLUENCANT L'EVOLUTION DE LA ZONE

*Commentaire sur les facteurs*

*aucun commentaire*

## 5. BILANS DES CONNAISSANCES - EFFORTS DES PROSPECTIONS

### 5.1 Espèces

Nulle	Faible	Moyen	Bon
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algues</li> <li>- Bryophytes</li> <li>- Lichens</li> <li>- Arachnides</li> <li>- Myriapodes</li> <li>- Diptères</li> <li>- Hyménoptères</li> <li>- Autres ordres d'Hexapodes</li> <li>- Ascomycètes</li> <li>- Basidiomycètes</li> <li>- Autres Fonges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amphibiens</li> <li>- Autre Faunes</li> <li>- Mammifères</li> <li>- Poissons</li> <li>- Reptiles</li> <li>- Mollusques</li> <li>- Crustacés</li> <li>- Odonates</li> <li>- Orthoptères</li> <li>- Lépidoptères</li> <li>- Coléoptères</li> <li>- Hémiptères</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oiseaux</li> <li>- Phanérogames</li> <li>- Ptéridophytes</li> </ul>

### 5.2 Habitats

## 6. HABITATS

### 6.1 Habitats déterminants

*Non renseigné*

### 6.2 Habitats autres

EUNIS	CORINE biotopes	Habitats d'intérêt communautaire	Source	Surface (%)	Observation
<i>G1.12 Forêts galeries riveraines boréo-alpines</i>	<i>44.2 Galeries d'Aulnes blancs</i>				
<i>E5.412 Mégaphorbiaies occidentales némorales rivulaires dominées par Filipendula</i>	<i>37.1 Communautés à Reine des prés et communautés associées</i>				
<i>G1.312 Forêts galeries provenço- languedociennes à Peupliers</i>	<i>44.61 Forêts de Peupliers riveraines et méditerranéennes</i>				
<i>G1.112 Forêts galeries méditerranéennes à grands Salix</i>	<i>44.1412 Galeries de Salix alba méditerranéennes</i>				

### 6.3 Habitats périphériques

*Non renseigné*

### 6.4 Commentaire sur les habitats

*aucun commentaire*

## 7. ESPECES

### 7.1 Espèces déterminantes

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	223039	<i>Cylindera arenaria</i> (Fuessly, 1775)		Reproduction indéterminée	Informateur : Stéphane BENCE, Paulin MERCIER				2011 - 2016
	223143	<i>Drymochares truquii</i> Mulsant, 1847		Reproduction certaine ou probable					1988 - 1988
	9322	<i>Harpalus punctipennis</i> Mulsant, 1852		Reproduction certaine ou probable					1999 - 1999
	945115	<i>Ropalopus ungaricus gallicus</i> Vartanis, 2018		Reproduction certaine ou probable	Informateur : Observateur non mentionné				1995 - 1995
Lépidoptères	53520	<i>Erebia epistygne</i> (Hübner, 1819)	Moiré provençal (Le), Moiré de Provence (Le)	Reproduction indéterminée	Informateur : MAUREL N.				2005 - 2012
	54849	<i>Hyles hippophaes</i> (Esper, 1789)	Sphinx de l'Argousier (Le)	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	Alexanor (L'), Grand Sélérier (Le)	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Yoan BRAUD, Sonia RICHAUD, Camille HUBE				1983 - 2016
	249021	<i>Rhegmaphila alpina</i> (Bellier, 1881)	Alpestre (L')	Reproduction certaine ou probable	Informateur : BOUVIN L.				2016 - 2016
Mammifères	60345	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	Barbastelle d'Europe, Barbastelle	Reproduction indéterminée	Informateur : CORAIL M.				2014 - 2014
	61212	<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758	Castor d'Eurasie, Castor, Castor d'Europe	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Oriane CORBET, Jonathan MIRAULT				1997 - 2016

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Odonates	65136	<i>Coenagrion caeruleum</i> (Boyer de Fonscolombe, 1838)	<i>Agrion bleuissement</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
Orthoptères	240285	<i>Xya variegata</i> Latreille, 1809	<i>Tridactyle panaché, Tridactyle varié</i>	Reproduction indéterminée	Informateur : Stéphane BENCE, Paulin MERCIER				2011 - 2016
Phanérogames	618651	<i>Aconitum napellus</i> subsp. <i>burnatii</i> (Gáyer) J.-M.Tison, 2010	<i>Aconit de Burnat, Aconit du Dauphiné</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Luc GARRAUD, Jérémie VAN ES				2007 - 2007
	83261	<i>Aquilegia reuteri</i> Boiss., 1854	<i>Ancolie de Reuter</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : GARRAUD L.				2007 - 2007
	84230	<i>Asarum europaeum</i> L., 1753	<i>Asaret d'Europe, Asaret, Cabaret, Oreille-d'homme, Roussin</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : EVIN M. - SILENE				2007 - 2007
	88449	<i>Carex curta</i> Gooden., 1794	<i>Laïche blanchâtre, Laïche courte, Laïche tronquée</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : OVERAL B. - SILENE				2006 - 2006
	92715	<i>Cotoneaster x intermedius</i> (Lecoq & Lamotte) H.J.Coste, 1923	<i>Cotonéaster intermédiaire</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	133874	<i>Dianthus seguieri</i> subsp. <i>seguieri</i> Vill., 1779	<i>Œillet de Séguier</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2007 - 2007
	95239	<i>Doronicum pardalianches</i> L., 1753	<i>Doronic à feuilles cordées, Doronic panthère, Doronic à feuilles en cœur, Doronic mort-aux-panthères, Mort-aux-panthères</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2007 - 2007

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	103420	<i>Iberis aurosica</i> Chaix, 1785	<i>Ibéride du mont Aurouse, Corbeille-d'argent du mont Aurouse, Ibéris du mont Aurouse</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	106761	<i>Lunaria rediviva</i> L., 1753	<i>Lunaire vivace, Lunaire odorante</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : EVIN M. - SILENE				2007 - 2007
	113213	<i>Phleum paniculatum</i> Huds., 1762	<i>Fléole paniculée, Fléole rude</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : DALMAS J.-P. - SILENE				2007 - 2007
	114554	<i>Polygala exilis</i> DC., 1813	<i>Polygale grêle, Polygale nain</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BUNGE L. - SILENE				2011 - 2011
	115237	<i>Potamogeton coloratus</i> Hornem., 1813	<i>Potamot coloré, Potamot des tourbières alcalines, Potamot rougeâtre</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	115573	<i>Potentilla nivalis</i> Lapeyr., 1782	<i>Potentille des neiges</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUCHER C. - SILENE				2007 - 2007
	122209	<i>Sedum monregalense</i> Balb., 1804	<i>Orpin de Montereale, Orpin à feuilles en croix</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : OVERAL B. - SILENE				2008 - 2008
	123872	<i>Sisymbrium polyceratium</i> L., 1753	<i>Sisymbre à cornes nombreuses, Sisymbre à nombreuses cornes, Vélar à cornes nombreuses</i>	Reproduction certaine ou probable					1948 - 1948
	126213	<i>Thalictrum simplex</i> L., 1767	<i>Pigamon simple, Pigamon à tiges simples</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : GARRAUD L.				2011 - 2011
	129539	<i>Viola collina</i> Besser, 1816	<i>Violette des collines, Violette des coteaux</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Poissons	69378	<i>Zingel asper</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Apron du Rhône</i>	Reproduction certaine ou probable		Faible			1988 - 1995

## 7.2 Espèces autres

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	12402	<i>Chlorophorus ruficornis</i> (Olivier, 1790)		Reproduction certaine ou probable					1996 - 1996
Crustacés	18437	<i>Austropotamobius pallipes</i> (Lereboullet, 1858)	<i>Écrevisse à pieds blancs</i> (L'), <i>Écrevisse à pattes blanches</i> (L'), <i>Écrevisse pallipède</i> (L')	Reproduction certaine ou probable		Moyen			1985 - 1996
Lépidoptères	8267	<i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	<i>Diane</i> (La), <i>Thaïs</i> (La)	Reproduction certaine ou probable					
Mammifères	60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	<i>Vespère de Savi</i>	Reproduction certaine ou probable					2001 - 2001
	60313	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	<i>Petit rhinolophe</i>	Passage, migration Reproduction indéterminée					2001 - 2001
Oiseaux	2971	<i>Alectoris graeca</i> (Meisner, 1804)	<i>Perdrix bartavelle</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991
	2645	<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Aigle royal</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	2679	<i>Falco subbuteo</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	<i>Faucon hobereau</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991
	3807	<i>Lanius collurio</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	<i>Pie-grièche écorcheur</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991
	4684	<i>Miliaria calandra</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	<i>Bruant proyer</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991
	3489	<i>Otus scops</i> <i>(Linnaeus, 1758)</i>	<i>Petit-duc scops, Hibou petit-duc</i>	Reproduction certaine ou probable					1991 - 1991
Poissons	67179	<i>Barbus meridionalis</i> <i>Risso, 1827</i>	<i>Barbeau truité, Barbeau méridional</i>	Reproduction certaine ou probable		Faible			1993 - 1995
	67239	<i>Chondrostoma toxostoma</i> <i>(Vallot, 1837)</i>	<i>Toxostome, Soïe, Soiffe</i>	Reproduction certaine ou probable		Fort			1984 - 1995

### 7.3 Autres espèces à enjeux

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Coléoptères	794580	<i>Cetonischema speciosissima</i> <i>(Scopoli, 1786)</i>	<i>Grande cétoine verte, Cétoine précieuse, Grande cétoine dorée, Cétoine érugineuse</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	792866	<i>Etorofus pubescens</i> <i>(Fabricius, 1787)</i>		Reproduction certaine ou probable	Informateur : G. COLLOMB				1981 - 1981
Hémiptères	241092	<i>Tettigetta argentata</i> <i>(Olivier, 1790)</i>	<i>Cigarette argentée (la)</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
Lépidoptères	53425	<i>Chazara briseis</i> (Linnaeus, 1764)	<i>Hermite</i> (L'), <i>Ermite</i> (L')	Reproduction indéterminée	Collection : MAUREL N. - SILENE - PROSERPINE				1993 - 1993
	833332	<i>Coenonympha macromma</i> Turati & Verity, 1911	<i>Céphalion</i> (Le)	Reproduction indéterminée	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				2008 - 2008
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Apollon</i> (L'), <i>Parnassien apollo</i> (Le)	Reproduction certaine ou probable	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				1981 - 2012
	53264	<i>Pyrgus cacaliae</i> (Rambur, 1839)	<i>Hespérie du Pas-d'âne</i> (L'), <i>Hespérie obscure</i> (L'), <i>Tavelé</i> (Le)	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2012 - 2012
	53248	<i>Pyrgus cirsii</i> (Rambur, 1839)	<i>Hespérie des Cirsés</i> (L'), <i>Hespérie de Rambur</i> (L')	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	54486	<i>Zerynthia rumina</i> Linnaeus, 1758	<i>Proserpine</i> (La), <i>Thaïs écarlate</i> (La), <i>Proserpine d'Honorat</i> (La)	Reproduction certaine ou probable	Collection : LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE				1982 - 2004
Mollusques	199851	<i>Chondrula tridens</i> (O.F. Müller, 1774)	<i>Bulime trois-dents</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Gabriel LETARD				2016 - 2017
Odonates	65133	<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	<i>Agrion de Mercure</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	65308	<i>Sympetrum pedemontanum</i> (O.F. Müller in Allioni, 1766)	<i>Sympétrum du Piémont</i> (Le)	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
Oiseaux	2616	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Chevalier guignette</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	3136	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	<i>Petit Gravelot</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Nom scientifique de l'espèce	Nomm vernaculaire de l'espèce	Statut(s) biologique(s)	Sources	Degré d'abondance	Effectif inférieur estimé	Effectif supérieur estimé	Année/ Période d'observation
	2873	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	<i>Circaète Jean-le-Blanc</i>	Reproduction indéterminée	Collection : BENCE S., TRANCHANT Y. - SILENE - CEN PACA				2011 - 2011
	3582	<i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	<i>Guêpier d'Europe</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BENCE S. - SILENE - CEN PACA				1991 - 2011
Phanérogames	85760	<i>Berardia subacaulis</i> Vill., 1779	<i>Béardie laineuse, Béardie presque acaule, Béardie, Chardon de Béard</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GUENDE G. - SILENE				2004 - 2004
	99185	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl., 1809	<i>Gagée jaune, Gagée des bois, Étoile jaune, Ornithogale jaune</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : FABRE B. - SILENE				2009 - 2009
	612593	<i>Hedysarum hedysaroides</i> subsp. <i>boutignyanum</i> (A.Camus) Jauzein, 2010	<i>Hédysarum de Boutigny, Sainfoin de Boutigny</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GARRAUD L. - SILENE				2011 - 2011
	104456	<i>Katapsuxis silaifolia</i> (Jacq.) Raf., 1840	<i>Katapsuxide à feuilles de silaüs, Katapsuxis à feuilles de silaüs, Sélin à feuilles de silaüs, Cnide fausse ache, Laser à feuilles de silaüs</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : VAN ES J. - SILENE				2011 - 2011
	137845	<i>Minuartia rupestris</i> subsp. <i>rupestris</i> (Scop.) Schinz & Thell., 1907	<i>Alsine des rochers, Minuartie des rochers</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : GUENDE G. - SILENE				2004 - 2004
	115893	<i>Primula marginata</i> Curtis, 1792	<i>Primevère marginée</i>	Reproduction certaine ou probable	Collection : BOUCHER C. - SILENE				2007 - 2007
Reptiles	77949	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepède, 1789)	<i>Couleuvre verte et jaune (La)</i>	Reproduction certaine ou probable	Informateur : Laura GRANATO				2006 - 2020

## 7.4 Espèces à statut réglementé

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
Crustacés	18437	<i>Austropotamobius pallipes</i> (Lereboullet, 1858)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )
				Protection des écrevisses autochtones sur le territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
Insectes	8267	<i>Zerynthia polyxena</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> ) Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54472	<i>Papilio alexanor</i> Esper, 1800	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> ) Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54496	<i>Parnassius apollo</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	54849	<i>Hyles hippophaes</i> (Esper, 1789)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> ) Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	65133	<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	Enjeux	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )				
Mammifères	60313	<i>Rhinolophus hipposideros</i> (Bechstein, 1800)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	60345	<i>Barbastella barbastellus</i> (Schreber, 1774)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	60506	<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )				
61212	<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire français et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
Oiseaux	2616	<i>Actitis hypoleucos</i> (Linnaeus, 1758)	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Prévention de l'introduction et de la propagation des espèces animales exotiques envahissantes sur le territoire de la Réunion ( <a href="#">lien</a> )

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
	2645	<i>Aquila chrysaetos</i> (Linnaeus, 1758)	Autre	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces animales et végétales à la protection desquelles il ne peut être dérogé qu'après avis du Conseil national de la protection de la nature ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	2679	<i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758	Autre	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	2873	<i>Circaetus gallicus</i> (Gmelin, 1788)	Enjeux	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
	2971	<i>Alectoris graeca</i> (Meisner, 1804)	Autre	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces de gibier dont la chasse est autorisée ( <a href="#">lien</a> )
				Protection et commercialisation de certaines espèces d'oiseaux sur le territoire français national ( <a href="#">lien</a> )
3136	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
3489	<i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	Autre	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
3582	<i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	Enjeux	Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
3807	<i>Lanius collurio</i> Linnaeus, 1758	Autre	Directive 79/409/CEE (Directive européenne dite Directive Oiseaux) ( <a href="#">lien</a> )	
			Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )	
Poissons	67179	<i>Barbus meridionalis</i> Risso, 1827	Autre	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
				Liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire français national ( <a href="#">lien</a> )
	69378	<i>Zingel asper</i> (Linnaeus, 1758)	Déterminante	Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
Liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire français national ( <a href="#">lien</a> )				
Reptiles	77949	<i>Hierophis viridiflavus</i> (Lacepède, 1789)	Enjeux	Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection ( <a href="#">lien</a> )
				Directive 92/43/CEE (Directive européenne dite Directive Habitats-Faune-Flore) ( <a href="#">lien</a> )
Angiospermes	83261	<i>Aquilegia reuteri</i> Boiss., 1854	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	99185	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl., 1809	Enjeux	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	103420	<i>Iberis aurosica</i> Chaix, 1785	Déterminante	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )
	115893	<i>Primula marginata</i> Curtis, 1792	Enjeux	Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire français métropolitain ( <a href="#">lien</a> )

Groupe	Code Espèce (CD_NOM)	Espèce (nom scientifique)	Statut de détermination	Réglementation
	133874	<i>Dianthus seguieri</i> subsp. <i>seguieri</i> Vill., 1779	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )
	618651	<i>Aconitum napellus</i> subsp. <i>burnatii</i> (Gayer) J.-M. Tison, 2010	Déterminante	Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ( <a href="#">lien</a> )

## 8. LIENS ESPECES ET HABITATS

Non renseigné

## 9. SOURCES

Type	Auteur	Année de publication	Titre
Bibliographie	CHANGEUX T., PONT D.	1995	Current status of the riverine fishes of the french mediterranean basin. Biological Conservation, 72 : 137-158.
	MOSSOT M.	1999	Liste des espèces d'intérêt patrimonial d'Arthropodes pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 1.- Espèces déterminantes. Programme d'actualisation de l'inventaire des Z.N.I.E.F.F. 11ème génération de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Rapport du C.E
	PERRIN J.-F.	1988	Maintien en aquarium de l'Apron du Rhône, Zingel asper (L.), espèce menacée d'extinction. Revue fr. Aquariol., 15 (1988), 1 : 17-20.
	ROULAND P., MIGOT P.	1997	Le Castor dans le sud-est de la France. Office National de la Chasse, Echirrolles, 51 p.
Collection	BENCE S. - SILENE - CEN PACA		
	BENCE S., TRANCHANT Y. - SILENE - CEN PACA		
	BOUCHER C. - SILENE		
	BOUCHER C. - SILENE		
	BUNGE L. - SILENE		
	DALMAS J.-P. - SILENE		
	EVIN M. - SILENE		
	FABRE B. - SILENE		
	GARRAUD L. - SILENE		
	GUENDE G. - SILENE		
	LONGIERAS A. - SILENE - PROSERPINE		
	MAUREL N. - SILENE - PROSERPINE		
	OVERAL B. - SILENE		
VAN ES J. - SILENE			
Informateur	ARCHILOQUE A.		

Type	Auteur	Année de publication	Titre
	BOUVIN L.		
	BREUILLY Ph.		
	C.E.E.P.		
	Conseil Supérieur de la Pêche (C.S.P.)		
	CORAIL M.		
	DESSALLE		
	DHERMAIN F. (C.E.E.P.)		
	FAURE M. - SILENE		
	G. COLLOMB		
	Gabriel LETARD		
	GALLARDO M.		
	GARRAUD L.		
	GASSEND		
	HONNORAT		
	Inventaire des Coléoptères des Alpes de Haute-Provence (I.C.A.H.P.)		
	KIEFFER		
	Laura GRANATO		
	LAURENT		
	LAVAGNE A.		
	LENOBLE F.		
	LIEUTAGHI P.		
	LORET		
	Luc GARRAUD, Jérémie VAN ES		
	MALAUSSA J.-C.		
	MANON P.		
	MAUREL N.		
	MAUREL N. (Proserpine)		
	MOSSOT M. (Groupe d'Etudes Entomologiques Méditerranée (G.E.E.M.))		
	Observateur non mentionné		
	Office National des Forêts (O.N.F.) / Service Départemental des Alpes de Haute-Provence (S.D. 04)		
	Oriane CORBET, Jonathan MIRAULT		
	PRELLI		
	ROUX		
	Stéphane BENCE, Paulin MERCIER		
	VILLARET J.-C.		
	Yoan BRAUD, Sonia RICHAUD, Camille HUBE		

# **Annexe C. Méthodologie d'estimation des concentrations d'exposition dans les sols superficiels**

*Cette annexe présente les équations utilisées dans la modélisation des concentrations dans les sols suite au dépôt atmosphérique.*

Le bilan de matière est défini comme l'apport dû à la déposition des particules émises moins les pertes du milieu au cours du temps (dissipation du composé). Les pertes des sols de surface en un composé suivent des lois cinétiques du premier ordre, données par l'équation suivante :

$$\frac{dC_{\text{sol-dépôt}}}{dt} = \frac{\text{Dépôt}_{\text{atm}}}{M} - K \times C_{\text{sol-dépôt}}$$

Avec :

$C_{\text{sol-dépôt}}$  : concentration dans le sol suite au dépôt atmosphérique (mg/kg poids sec)

$\text{Dépôt}_{\text{atm}}$  : dépôt atmosphérique (mg/m<sup>2</sup>/an)

M : masse surfacique de sol dans laquelle le polluant est réparti sur le site exposé (kg/m<sup>2</sup>)

K : constante de dissipation de composé du premier ordre (an<sup>-1</sup>)

La solution de cette équation est :

$$C_{\text{sol-dépôt}} = \frac{\text{Dépôt}_{\text{atm}}}{M \times K} \times (1 - e^{-KT})$$

La concentration dans le sol liée au dépôt atmosphérique est calculée en fonction du temps. Les risques sont estimés pour une durée d'exploitation du site suffisamment longue pour pouvoir considérer un état stationnaire pour lequel la concentration liée au dépôt est maximale. La solution pour un état stationnaire est :

$$C_{\text{sol-dépôt}} = \frac{\text{Dépôt}_{\text{atm}}}{M \times K}$$

Où :

$$M = \text{Depth}_{\text{soil}} \times \text{RHO}_{\text{soil}} \times (1 - \theta_{\text{sw}})$$

Avec :

$\text{Depth}_{\text{soil}}$  : profondeur de mélange du sol (m)

$\text{RHO}_{\text{soil}}$  : masse volumique du sol humide (kg/m<sup>3</sup>)

$\theta_{\text{sw}}$  : teneur en eau du sol (mL/cm<sup>3</sup>)

Et où :

$$K = K_{\text{leach+runoff}} + K_{\text{deg}}$$

Avec :

$K_{\text{leach+runoff}}$  : constante d'élimination due à la lixiviation et au ruissellement (sans unité)

$K_{\text{deg}}$  : constante de dégradation biotique et abiotique du composé, cette constante s'applique uniquement aux composés organiques (sans unité)

Où :

$$K_{\text{leach}} = \frac{\text{RAIN}_{\text{rate}} - \text{RO}}{\theta_{\text{sw}} \times \text{Depth}_{\text{soil}} + \text{Kd} \times 10^{-3} \times \text{Depth}_{\text{soil}} \times \text{RHO}_{\text{soil}}}$$

Avec :

$K_{leach}$  : constante d'élimination due à la lixiviation (sans unité)

$RAIN_{rate}$  : Taux de précipitations (m/an)

RO : profondeur de sol sur laquelle se produit la lixiviation (m/an)

$10^{-3}$  : facteur de conversion

$K_d$  est une valeur par défaut pour les métaux et est calculé pour les composés organiques suivant la formule :

$$K_d = K_{oc} \times F_{oc}$$

Avec :

$K_{oc}$  : coefficient de partage carbone/octanol (L/kg)

$F_{oc}$  : fraction de carbone organique dans les sols (sans unité)

Et où :

$$K_{runoff} = \frac{RO}{\theta_{sw} \times Depth_{soil} + K_d \times 10^{-3} \times Depth_{soil} \times RHO_{soil}}$$

Avec :

$K_{runoff}$  : constante d'élimination due au ruissellement (sans unité)

Soit :

$$K_{leach+runoff} = \frac{RAIN_{rate}}{\theta_{sw} \times Depth_{soil} + K_d \times 10^{-3} \times Depth_{soil} \times RHO_{soil}}$$

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Annexe C - Tableau 1 : Paramètres retenus pour la modélisation des concentrations dans les sols à partir des dépôts atmosphériques**

**1- Paramètres liés au sol**

Paramètres	Unité	Valeur	Référence
Profondeur de mélange du sol (Ddepth <sub>sol</sub> ) - cas d'un potager	m	0,2	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. Chapter 5, Estimating media concentrations.
Masse volumique du sol humide (RHO <sub>sol</sub> )	kg/m <sup>3</sup>	1 700	ECB, 2004. European Union System for the Evaluation of Substances 2.0 (EUSES 2.0). Prepared for the European Chemicals Bureau by the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands (RIVM Report no. 601900005).
Fraction en carbone organique du sol (Foc)	-	0,02	ECB, 2004. European Union System for the Evaluation of Substances 2.0 (EUSES 2.0). Prepared for the European Chemicals Bureau by the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands (RIVM Report no. 601900005).
Teneur en eau du sol	mL/m <sup>3</sup>	0,2	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. Chapter 5, Estimating media concentrations.

**2- Paramètre lié aux conditions climatiques**

Paramètre	Unité	Valeur	Référence
Taux de précipitation	mm/an	714,2	Taux de précipitation moyen annuel Donnée issue de la fiche climatologique de la station météorologique de St-Auban (04) - Période 1991-2020

**3- Paramètres liés aux composés**

Composé	Constante de biodégradation K jour <sup>-1</sup>	Coefficient de partage sol-eau		Référence
		K <sub>oc</sub> L/kg	K <sub>d</sub> <sub>métal</sub> L/kg	
Dioxines et furanes assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	8,22E-05	4,79E+07	nc	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. HRAP Companion Database. INERIS, avril 2005. Dioxines, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Version N°2-1.
Mercurure	nc	nc	5,20E+01	US EPA, 2002. Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites. Appendix C. Valeur par défaut pour un pH de 6,8 dans les sols.
Antimoine	nc	nc	3,51E+02	INERIS, avril 2007. Antimoine et ses dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Version N°2-1. Valeur moyenne de la gamme de K <sub>d</sub> (7 - 695 L/kg)
Arsenic	nc	nc	2,90E+01	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. HRAP Companion Database.
Cadmium	nc	nc	2,10E+02	INERIS, avril 2014. Cadmium et ses dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Version N°3. Valeur retenue par l'INERIS sur la gamme étendue (5 - 755 L/kg)
Chrome total	nc	nc	1,90E+01	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. HRAP Companion Database.
Cobalt	nc	nc	1,20E+02	RIVM, 2001. Evaluation and revision of the C <sub>soil</sub> parameter set. RIVM Report 711701021
Nickel	nc	nc	3,61E+01	INERIS, juillet 2006. Nickel et ses dérivés, Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques, Version N°1-2. Valeur retenue par l'INERIS sur les gammes étendues (3,4 - 336 L/kg et 1,1 - 134 L/kg)
Plomb	nc	nc	9,00E+02	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. HRAP Companion Database.
Sélénium	nc	nc	5,00E+00	US EPA, 2005. Human Health Risk Assessment Protocol (HHRAP) for Hazardous Waste Combustion Facilities. HRAP Companion Database.
Vanadium	nc	nc	1,00E+03	US EPA, 2002. Supplemental Guidance for Developing Soil Screening Levels for Superfund Sites. Appendix C. Valeur indépendante du pH dans les sols.

nc : Non concerné

US EPA : United States Environmental Protection Agency

ECB : European Chemicals Bureau

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques

# **Annexe D. Méthodologie de sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) et toxicologie des composés considérés**

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Définitions et méthodologie globale des choix des VTR .....</b>	<b>3</b>
2.1	Définitions des effets toxicologiques .....	3
2.2	Définitions des VTR .....	3
2.3	Méthodologie de choix des VTR.....	4
2.4	Cas particuliers .....	7
2.4.1	Mélange BTEX.....	7
2.4.2	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO et particules.....	7
2.5	Sources consultées.....	9
<b>3</b>	<b>Classification des substances .....</b>	<b>11</b>
3.1	Classification harmonisée des substances – règlement CLP .....	11
3.1.1	Classes et mentions de danger pour la santé .....	11
3.1.2	Classification harmonisée des substances cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR) .....	12
3.2	Autres classifications du pouvoir cancérogène .....	14
3.2.1	Classement du CIRC .....	14
3.2.2	Classement de l'US EPA.....	14
<b>4</b>	<b>Effets sur la santé des composés traceurs considérés .....</b>	<b>15</b>
4.1	Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....	15
4.2	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ).....	17
4.3	Particules - poussières .....	18
4.4	Benzène .....	21
4.5	Dioxines/furanes .....	23
4.6	Acide chlorhydrique.....	27
4.7	Antimoine.....	28
4.8	Arsenic .....	29
4.9	Cadmium .....	31
4.10	Chrome.....	32
4.11	Cobalt .....	33
4.12	Mercuré .....	34
4.13	Nickel.....	37
4.14	Plomb .....	39
4.15	Sélénium.....	40
4.16	Vanadium.....	42

# 1 Introduction

La présente annexe fournit dans les paragraphes ci-après les éléments suivants :

- les définitions des types d'effets toxicologiques des substances et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) les caractérisant ;
- la méthodologie de sélection des VTR, ainsi que les valeurs retenues (cf. tableau en fin d'annexe) ;
- les mentions de danger relatives à la santé (cf. tableau en fin d'annexe) ;
- les différentes classifications existantes du potentiel cancérigène des substances (cf. tableau en fin d'annexe).

## 2 Définitions et méthodologie globale des choix des VTR

### 2.1 Définitions des effets toxicologiques

Les substances évaluées peuvent avoir deux types d'effets toxicologiques :

- les « **effets à seuil** », pour lesquels il existe une concentration en dessous de laquelle l'exposition ne produit pas d'effet et pour lesquels au-delà d'une certaine dose, des dommages apparaissent et dont la gravité augmente avec la dose absorbée ;
- les « **effets sans seuil** » pour lesquels il existe une probabilité, même infime, qu'une seule molécule pénétrant dans l'organisme provoque des effets néfastes pour cet organisme. Ces dernières substances sont, pour l'essentiel, des substances génotoxiques<sup>1</sup> pouvant avoir des effets cancérogènes ou dans certains cas reprotoxiques.

Certaines substances peuvent avoir à la fois des effets à seuil et des effets sans seuil.

### 2.2 Définitions des VTR

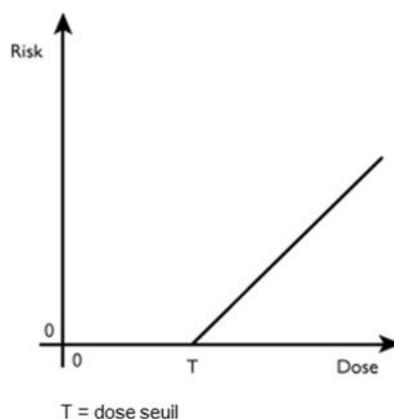
Les **Valeurs Toxicologiques de Référence** (VTR) sont des indices permettant d'établir une relation quantitative, entre une exposition à une substance chimique et un effet sanitaire. Elles sont spécifiques d'une substance, d'une durée d'exposition et d'une voie d'exposition. Leur construction diffère en fonction de l'hypothèse formulée ou des données acquises sur les mécanismes d'action toxique de la substance.

Aussi, de même que les effets, il est défini deux types de VTR :

- les VTR « à seuil de dose » ;
- les VTR « sans seuil de dose ».

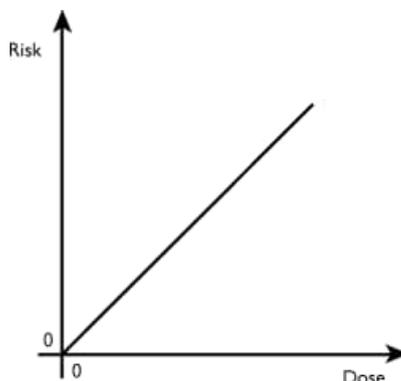
Les VTR « à seuil de dose » s'expriment pour une exposition par voie orale comme des Doses Journalières Admissibles (DJA, mg/kg/j) ou pour une exposition par inhalation comme des Concentrations Admissibles dans l'Air (CAA,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) applicables à l'homme. Ces seuils sont issus d'expérimentations animales, d'études épidémiologiques ou d'essais de toxicologie clinique. Ils sont habituellement dérivés à partir d'un niveau d'exposition sans effet observé (NOEL : No Observed Effect Level) ou sans effet néfaste observé (NOAEL : No Observed Adverse Effect Level), ou bien du niveau d'exposition le plus faible ayant entraîné un effet (LOEL : Lowest Observed Effect Level) ou un effet néfaste (LOAEL : Lowest Observed Adverse Effect Level).

Ces niveaux de référence correspondent à des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme. Ces effets peuvent être illustrés par le graphique suivant.



<sup>1</sup> Se dit d'un agent physique ou chimique qui provoque des anomalies chromosomiques ou géniques dans l'ADN. Les agents génotoxiques peuvent être mutagènes (c'est-à-dire provoquant des mutations chromosomique ou génique), mais aussi clastogène (pouvant rompre un chromosome en plusieurs fragments) ou encore aneugène (ou aneuploïde, provoquant des anomalies chromosomiques).

**Les VTR « sans seuil de dose »** s'expriment comme un Excès de Risque Unitaire (ERU) pour une exposition par voie orale ( $ERU_o, (mg/kg/j)^{-1}$ ) ou par inhalation ( $ERU_i, (\mu g/m^3)^{-1}$ ). Il s'agit de la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer l'effet (par exemple, un cancer) s'il est exposé à 1 unité de dose ou de concentration de la substance toxique pendant sa vie entière. Ces effets peuvent être illustrés par le graphique suivant.



Les VTR sont établies pour l'ensemble de la population, qui comprend des populations sensibles telles que les enfants ou les personnes âgées.

## 2.3 Méthodologie de choix des VTR

Les VTR sont sélectionnées en accord avec 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 octobre 2014<sup>2</sup>.

Elles sont recherchées à la fois pour les effets à seuil et les effets sans seuil. Lorsqu'il existe des effets à seuil et sans seuil pour une même substance, les deux VTR sont retenues afin de mener les évaluations pour chaque type d'effet. Toutefois, pour les substances pour lesquelles les experts ont démontré de façon consensuelle qu'elles présentent des effets cancérigènes non génotoxiques, une VTR à seuil est à privilégier par rapport à une VTR sans seuil, sous réserve que cette VTR soit spécifique aux effets cancérigènes à seuil ou qu'elle protège des effets cancérigènes (dans le cas d'une VTR déjà existante pour d'autres types d'effets à seuil, par exemple).

La sélection des VTR est effectuée en cohérence avec la voie et la durée d'exposition considérées. Ainsi, aucune transposition voie à voie (par exemple transposition d'une VTR pour la voie orale en une VTR pour la voie par inhalation) ni pour une durée d'exposition à une autre (par exemple transposition d'une VTR aiguë en une VTR chronique) n'est réalisée. Par ailleurs, comme indiqué dans la note d'information du 31 octobre 2014 : « *[les pétitionnaires] ne doivent, en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire* ». Aucune VTR pour la voie d'exposition par contact cutané n'est donc retenue.

Il est à noter que les VTR correspondant à une exposition chronique (caractérisée par une durée d'exposition généralement supérieure à un an et une administration répétée de faibles doses) sont privilégiées car elles sont cohérentes avec les durées d'exposition généralement considérées dans les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Les VTR sont en premier lieu recherchées auprès de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). Il est à noter que l'ANSES a deux approches :

- soit elle construit des VTR sur la base d'études toxicologiques,
- soit elle sélectionne des VTR émanant de bases de données reconnues internationalement.

Conformément à la note du 31 octobre 2014, les VTR construites par l'ANSES sont retenues en priorité, même si des VTR plus récentes sont proposées dans les autres bases de données.

<sup>2</sup> Note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

En l'absence de VTR construite par l'ANSES, dans le cas où une expertise collective nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, cette sélection sera retenue, sous réserve que l'expertise considérée ait été réalisée après la parution de la VTR la plus récente. A ce jour, les organismes effectuant régulièrement des expertises nationales sont l'ANSES et l'INERIS<sup>3</sup>.

A défaut, les VTR sont recherchées dans des bases de données internationales reconnues et sélectionnées selon la hiérarchisation recommandée dans la note d'information du 31 octobre 2014. Ainsi, sont retenues les VTR les plus récentes :

- en priorité, parmi les trois bases de données suivantes :
  - l'IRIS<sup>4</sup> de l'US EPA<sup>5</sup> (Etats-Unis) ;
  - l'ATSDR<sup>6</sup> (Etats-Unis) ;
  - l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ; et,
- à défaut, parmi les quatre bases de données suivantes :
  - Santé Canada (Health Canada) ;
  - le RIVM<sup>7</sup> (agence nationale de l'environnement des Pays-Bas) ;
  - l'EPA<sup>8</sup> de Californie (OEHHA<sup>9</sup>) ;
  - l'EFSA<sup>10</sup>.

Pour la voie et la durée d'exposition considérées, les VTR définitives sont privilégiées par rapport aux VTR provisoires.

Le logigramme ci-après synthétise la méthodologie présentée ci-avant pour la sélection des VTR pour les effets à seuil et sans seuil.

---

<sup>3</sup> Institut National de l'Environnement industriel et des Risques – Portail des Substances Chimiques.

<sup>4</sup> Integrated Risk Information System, US EPA

<sup>5</sup> United-States Environmental Protection Agency

<sup>6</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry

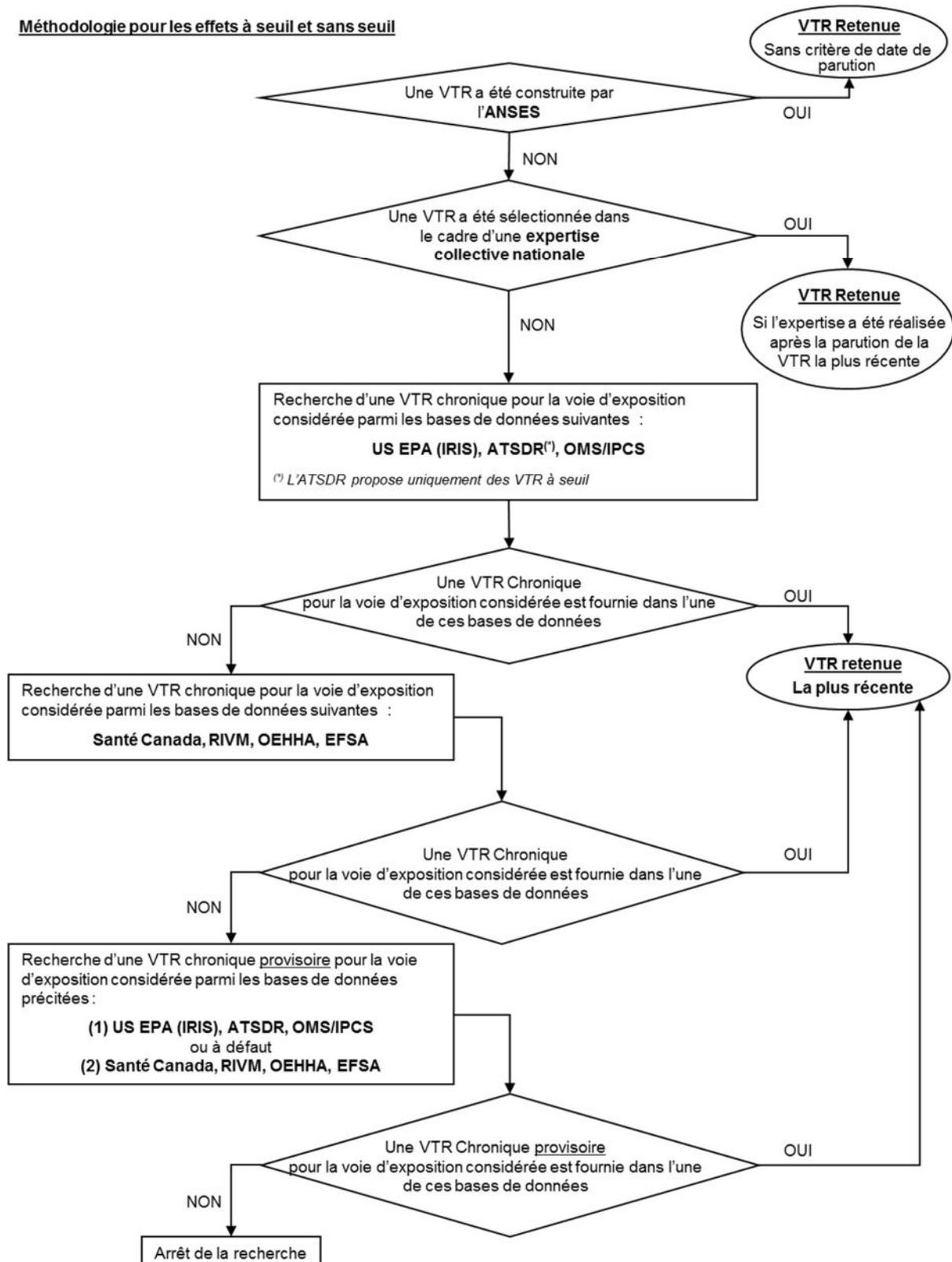
<sup>7</sup> Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (National Institute of Public Health and the Environment)

<sup>8</sup> Environmental Protection Agency

<sup>9</sup> Office of Environmental Health Hazard Assessment

<sup>10</sup> Autorité européenne de sécurité des aliments (European Food Safety Authority)

**Méthodologie pour les effets à seuil et sans seuil**



## 2.4 Cas particuliers

### 2.4.1 Mélange BTEX

L'ANSES a développé en 2022 des valeurs toxicologiques fondées sur la neurotoxicité (effet commun considéré -  $VTM_{\text{neurotoxicité}}$ ) pour les différents constituants du mélange BTEX<sup>11</sup>. Pour le toluène et les xylènes, selon l'Anses, les VTR pour les effets à seuil existantes (respectivement 19 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – Anses, 2017 – et 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – USEPA, 2003) étant toutes les deux fondées sur la neurotoxicité, elles peuvent être utilisées pour évaluer les risques du mélange BTEX pour cet effet commun. Des  $VTM_{\text{neurotoxicité}}$  ont en revanche été élaborées par l'Anses pour les 2 autres constituants du mélange, benzène et éthylbenzène, dont la VTR n'est pas fondée sur un effet neurotoxique (Benzène :  $VTM_{\text{neurotoxicité}} = 65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Ethylbenzène :  $VTM_{\text{neurotoxicité}} = 6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ces valeurs toxicologiques permettent de calculer une somme des QD pour l'effet commun considéré.

Selon un premier niveau d'approche dans le cadre de ses études de risques sanitaires, AECOM additionne les QD calculés pour les différents composés considérés quels que soient les organes-cibles ou les effets critiques (QD pour chaque substance évaluée), conformément au guide INERIS de 2021 relatif à l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires<sup>12</sup>. Les  $VTM_{\text{neurotoxicité}}$  pour le mélange BTEX peuvent être utilisées pour calculer la somme des QD pour l'effet neurotoxique, si nécessaire dans le cadre d'une approche plus fine, notamment comme recommandé par l'ANSES, lorsque la somme des QD des substances évaluées est supérieure ou égale à 1. Il est rappelé que ces valeurs toxicologiques ( $VTM_{\text{neurotoxicité}}$ ) sont associées à un seul effet critique et ne permettent pas d'évaluer d'autres effets toxicologiques des BTEX.

### 2.4.2 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO et particules

Aucune VTR chronique pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), le monoxyde de carbone (CO) et les particules (PM<sub>10</sub>)<sup>13</sup> n'est recensée dans les bases de données précitées (ANSES, IRIS/USEPA, ATSDR, OMS, Santé Canada, RIVM, OEHHA et Efsa). Toutefois, des valeurs réglementaires et/ou guides de qualité des milieux pour la protection de la santé sont définies dans le Code de l'Environnement ou par l'OMS.

La note d'information de la DGS et de la DGPR du 31 octobre 2014 précise que les valeurs réglementaires et/ou guides de qualité des milieux ne peuvent être utilisées comme des VTR. En effet, celles-ci peuvent intégrer des critères autres que toxicologiques ou sanitaires (économiques, météorologiques, etc.). Par conséquent, en l'absence de VTR, une mise en parallèle des concentrations mesurées dans l'environnement ou modélisées avec les valeurs réglementaires ou guides est effectuée pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub>, le CO et les particules.

Concernant le cas spécifiques des particules PM<sub>2,5</sub><sup>14</sup>, des valeurs réglementaires et/ou guides de qualité des milieux pour la protection de la santé existent et une VTR a été construite par l'ANSES, publiée en janvier 2023 (ERU vie entière de  $1,28 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$ )<sup>15</sup>. Celle-ci est cependant, d'après l'avis de l'ANSES, à utiliser dans des cas particuliers au vu de ses spécificités. D'une part, cette VTR a été construite en considérant la gamme de concentrations [4,9-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]<sup>16</sup>, qui correspond au domaine de validité de la VTR. Une fonction paramétrique a également été proposée par l'ANSES qui peut remplacer l'ERU afin d'affiner le risque pour des concentrations supérieures à 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , et ne peut être utilisée qu'avec la gamme de valeurs précisée par l'ANSES. D'autre part, la valeur de référence associée à des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant n'est pas précisée par l'ANSES. Dans ce contexte, l'utilisation de cette VTR ne semble pas appropriée dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des études d'impact et, conformément aux recommandations du ministère en charge de l'Environnement, l'utilisation des valeurs de gestion

<sup>11</sup> ANSES, Méthode d'élaboration de VTR pour un mélange de substances et application au mélange benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX), mars 2022

<sup>12</sup> Guide INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées – impact des activités humaines sur les milieux et la santé » (Deuxième édition), septembre 2021

<sup>13</sup> Les PM<sub>10</sub> sont des particules dont le diamètre aérodynamique médian est inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

<sup>14</sup> Les PM<sub>2,5</sub> sont des particules dont le diamètre aérodynamique médian est inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ .

<sup>15</sup> Saisine n°2019-SA-0198 « Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective » datée du 12 janvier 2023

<sup>16</sup> Gamme de valeurs correspondant aux concentrations habituellement observées en France métropolitaine

réglementaires et/ou guides de qualité des milieux pour la protection de la santé est privilégiée pour les PM<sub>2,5</sub>.

Le tableau suivant présente les valeurs réglementaires ainsi que les valeurs guides françaises pour une exposition chronique, associées aux substances suivantes : NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>. Les valeurs guides proposées par l'OMS sont présentées à titre indicatif.

Substance	Valeur réglementaire ou guide <i>µg/m<sup>3</sup></i>	Référence
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	40	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement <sup>17</sup> : objectif de qualité et valeur limite
	20	Valeur Guide pour l'Air Intérieur (VGAI) <sup>(1)</sup> , ANSES, 2013
	10	Valeur guide de qualité de l'air de l'OMS <sup>18</sup> (2021), exprimée en moyenne annuelle civile.
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	50	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : objectif de qualité
	40	Valeur guide de qualité de l'air de l'OMS (2021), exprimée en moyenne annuelle civile.
Monoxyde de carbone (CO)	10 000	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : valeur limite, exprimée en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures.
	4 000	Valeur guide de qualité de l'air de l'OMS (2021), exprimée en moyenne sur une durée de 24 heures.
PM <sub>10</sub> <sup>(2)</sup>	30	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : objectif de qualité
	40	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : valeur limite
	15	Valeur guide de qualité de l'air de l'OMS (2021) exprimée en moyenne annuelle civile.
PM <sub>2,5</sub> <sup>(2)</sup>	10	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : objectif de qualité
	20	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : valeur cible et obligation en matière de concentration relative à l'exposition à atteindre depuis 2015
	25	Article R. 221-1 du Code de l'Environnement : valeur limite
	5	Valeur guide de qualité de l'air de l'OMS (2021), exprimée en moyenne annuelle civile.

**En gras** : valeurs retenues en priorité

- (1) VGAI développée pour les effets respiratoires et visant à protéger les populations sensibles.
- (2) A titre d'information, l'Anses ne propose pas de valeurs guides pour des expositions chroniques aux particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) présentes dans l'air intérieur

<sup>17</sup> Valeurs fixées par l'article R.221-1 du Code de l'Environnement, modifié en dernier lieu par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010.

<sup>18</sup> OMS, 2021, « WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide », Valeurs exprimées en moyenne annuelle, à l'exception du CO et du SO<sub>2</sub>, pour lesquels la valeur est exprimée en moyenne sur une durée de 24 heures.

## 2.5 Sources consultées

Les sources suivantes (documents et sites internet) ont été consultées pour la recherche et la sélection des VTR

- ANSES :
  - <http://www.anses.fr/>;
  - <https://www.anses.fr/fr/content/liste-des-valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr-construites-par-l%E2%80%99anses> ;
  - <https://www.anses.fr/fr/content/valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr> ;
- INERIS :
  - <https://substances.ineris.fr/fr/> ;
  - <https://substances.ineris.fr/fr/page/21> ;
  - Rapport Ineris – 206779 - 2760836 – v1.0. Bilan choix VTR à fin 2022. 13/03/2023 ;
  - Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs), Rapport final 18 décembre 2003 (mise à jour 3 janvier 2006) ;
- IRIS (USEPA) :
  - <http://www.epa.gov/IRIS/> ;
  - <https://cfpub.epa.gov/ncea/iris2/atoz.cfm> ;
- ATSDR : <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MRLS/mrlsListing.aspx> ;
- OMS :
  - Guidelines for air quality, WHO, Geneva 2000 (2<sup>nd</sup> edition) ;
  - WHO Global air quality guidelines : particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. 2021 ;
  - WHO guidelines for indoor air quality : selected pollutants, 2010 ;
  - Guidelines for drinking-water quality, WHO, 2022 (4<sup>th</sup> edition incorporating the first and second addenda) ;
  - <http://www.inchem.org/pages/cicads.html> ;
  - <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/> ;
  - <http://www.inchem.org/pages/jecfa.html> ;
  - <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/en/> (pesticides) ;
  - <http://www.inchem.org/pages/ehc.html> ;
- Santé Canada (Health Canada) :
  - [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index_f.html) ;
  - [http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl2-lsp2/index\\_f.html](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl2-lsp2/index_f.html) ;
  - Rapport « L'évaluation des risques pour les sites contaminés fédéraux au Canada : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) », version 3.0, mars 2021 ;
  - Rapport « Concentrations/doses journalières admissibles et concentrations/doses tumorigènes des substances d'intérêt prioritaire calculées en fonction de critères sanitaires », 1996 ;
- RIVM :
  - <http://www.rivm.nl/en/> ;
  - RIVM Report 711701025, Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risks levels, March 2001 (<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>) ;

- RIVM Report 711701092, Re-evaluation of some human-toxicological maximum permissible risks levels earlier evaluated in the period 1991-2001, July 2009 (<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701092.html>) ;
- OEHHA :
  - Air Toxic Hot Spots Risk Assessment Guidelines, Part II : Technical Support Document for Cancer Potency Factors, May 2009 ;
  - <http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp> ;
  - <http://www.oehha.ca.gov/air/allrels.html> ;
- EFSA : <http://www.efsa.europa.eu/fr/> ;
- TPHWG : TPHWG Series, Volume 5, Human Health Risk-Based Evaluation of Petroleum Release Sites : Implementing the Working GROUP Approach, June 1999.

## 3 Classification des substances

### 3.1 Classification harmonisée des substances – règlement CLP

Lors du sommet de Rio de Janeiro, en juin 1992, il a été décidé de mettre en place un **Système Global Harmonisé** (SGH) pour la classification et l'étiquetage des substances dangereuses et de leurs mélanges. La Communauté Européenne a largement contribué à ce processus conduit par les Nations Unies qui a abouti en 2004.

Le règlement CE n° 1272/2008 (règlement CLP<sup>19</sup>) du 16 décembre 2008 modifié, relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives n° 67/548/CEE et n° 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006, définit les modalités d'application du SGH au niveau des différents pays de la Communauté Européenne<sup>20</sup>.

Le règlement CLP définit notamment des pictogrammes de danger associés aux classes de danger, des mentions de danger (Hxxx) qui décrivent la nature du danger que constitue la substance ou le mélange, et des conseils de prudence (Pxxx).

28 classes de danger sont définies dans le règlement CLP : 6 classes de danger physique, 10 classes de danger pour la santé et 1 classe de danger pour l'environnement couvrant les dangers pour le milieu aquatique. Une classe de « danger supplémentaire » est également définie, à savoir la classe de danger « dangereux pour la couche d'ozone ».

#### 3.1.1 Classes et mentions de danger pour la santé

Les classes de danger pour la santé ainsi que les mentions de danger associées sont listées dans le tableau suivant.

Classe de danger	Mention de Danger	
	Code	Dénomination
Toxicité aiguë	H300	Mortel en cas d'ingestion
	H301	Toxique en cas d'ingestion
	H302	Nocif en cas d'ingestion
	H310	Mortel par contact cutané
	H311	Toxique par contact cutané
	H312	Nocif par contact cutané
	H330	Mortel par inhalation
	H331	Toxique par inhalation
	H332	Nocif par inhalation
Corrosion cutanée / irritation cutanée	H314	Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
	H315	Provoque une irritation cutanée
Lésions oculaires graves / irritation oculaire	H318	Provoque des lésions oculaires graves
	H319	Provoque une sévère irritation des yeux
Sensibilisation respiratoire ou cutanée	H317	Peut provoquer une allergie cutanée
	H334	Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation

<sup>19</sup> L'abréviation CLP vient de la dénomination abrégée internationale de ce règlement : Classification, Labelling and Packaging.

<sup>20</sup> Les règlements communautaires sont directement applicables, sans nécessiter de transposition, en droit national.

Classe de danger	Mention de Danger	
	Code	Dénomination
Mutagénicité sur les cellules germinales	H340	Peut induire des anomalies génétiques
	H341	Susceptible d'induire des anomalies génétiques
Cancérogénicité	H350	Peut provoquer le cancer
	<i>H350i</i>	<i>Peut provoquer le cancer par inhalation</i>
	H351	Susceptible de provoquer le cancer
Toxicité pour la reproduction	H360	Peut nuire à la fertilité ou au fœtus
	<i>H360D</i>	<i>Peut nuire au fœtus</i>
	<i>H360F</i>	<i>Peut nuire à la fertilité</i>
	<i>H360FD</i>	<i>Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus</i>
	<i>H360Fd</i>	<i>Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus</i>
	<i>H360Df</i>	<i>Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité</i>
	H361	Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus
	<i>H361f</i>	<i>Susceptible de nuire à la fertilité</i>
	<i>H361d</i>	<i>Susceptible de nuire au fœtus</i>
	<i>H361fd</i>	<i>Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus</i>
	H362	Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel
Toxicité spécifique pour certains organes cibles – exposition unique	H335	Peut irriter les voies respiratoires
	H336	Peut provoquer somnolence ou vertiges
	H370	Risque avéré d'effets graves pour les organes ;
	H371	Risque présumé d'effets graves pour les organes
Toxicité spécifique pour certains organes cibles – exposition répétée	H372	Risque avéré d'effets graves pour les organes
	H373	Risque présumé d'effets graves pour les organes
Danger par aspiration	H304	Peut être mortel en cas d'ingestion et de pénétration dans les voies respiratoires

*En italique : Mention de danger dérivée d'une mention principale*

### 3.1.2 Classification harmonisée des substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR)

#### Substances cancérigènes

Dans la classification pour la cancérogénicité, les substances sont réparties entre deux catégories 1 et 2, et la catégorie 1 est sous divisée en deux catégories 1A et 1B.

Ces différentes catégories sont définies ci-dessous :

- Catégorie 1A : substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est avéré, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur les données humaines ;
- Catégorie 1B : substances dont le potentiel cancérogène pour l'être humain est supposé, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur les données animales ;
- Catégorie 2 : substances dont la capacité d'induire des cancers chez l'homme est suspectée.

## Substances mutagènes

Par « mutation », on entend un changement permanent affectant la quantité ou la structure du matériel génétique d'une cellule. Le terme « mutation » désigne à la fois les changements génétiques héréditaires qui peuvent se manifester au niveau phénotypique et les modifications sous-jacentes de l'ADN lorsque celles-ci sont connues.

Le terme « mutagène » désigne les agents qui augmentent la fréquence des mutations dans des populations de cellules et/ou d'organismes.

Les termes plus généraux « génotoxique » et « génotoxicité » se réfèrent aux agents ou processus qui modifient la structure, le contenu informationnel ou la séparation de l'ADN, et notamment ceux qui endommagent l'ADN en interférant avec le processus de réplication ou altérant la réplication.

Dans la classification pour la mutagénicité des cellules germinales<sup>21</sup>, les substances sont réparties entre deux catégories 1 et 2, et la catégorie 1 est sous divisée en deux catégories 1A et 1B. Ces différentes catégories sont définies ci-dessous :

- Catégorie 1A : substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est avérée ;
- Catégorie 1B : substances dont la capacité d'induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains est présumée ;
- Catégorie 2 : substances préoccupantes du fait qu'elles pourraient induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.

## Substances toxiques pour la reproduction

La « toxicité pour la reproduction » se traduit par des effets néfastes sur la fonction sexuelle et la fertilité des hommes et des femmes adultes, ainsi que par des effets indésirables sur le développement de leurs descendants.

Elle est divisée en deux grandes catégories d'effets :

- effets néfastes sur la fonction sexuelle et la fertilité,
- effets néfastes sur le développement des descendants (dont les effets sur ou *via* l'allaitement).

Les substances classées pour des effets néfastes sur la fonction sexuelle et la fertilité sont réparties entre deux catégories 1 et 2, et la catégorie 1 est sous divisée en deux catégories 1A et 1B.

- Catégorie 1A : substances dont la toxicité pour la reproduction humaine est avérée, la classification d'une substance dans la catégorie 1A s'appuie largement sur des études humaines ;
- Catégorie 1B : substances présumées toxiques pour la reproduction humaine, la classification d'une substance dans la catégorie 1B s'appuie largement sur des données provenant d'études animales. Ces données doivent démontrer clairement un effet néfaste sur la fonction sexuelle et la fertilité ou sur le développement en l'absence d'autres effets toxiques, ou, si d'autres effets toxiques sont observés, que l'effet toxique sur la reproduction n'est pas considéré comme une conséquence secondaire non spécifique à ces autres effets toxiques. Toutefois, s'il existe des informations relatives au mécanisme des effets et mettant en doute la pertinence de l'effet pour l'être humain, une classification dans la catégorie 2 peut être plus appropriée ;
- Catégorie 2 : substances suspectées d'être toxiques pour la reproduction humaine. Une substance est classée dans la catégorie 2 quand des études humaines ou animales ont donné des résultats — éventuellement étayés par d'autres informations — qui ne sont pas suffisamment probants pour justifier une classification de la substance dans la catégorie 1, mais qui font apparaître un effet indésirable sur la fonction sexuelle et la fertilité ou sur le développement. Une étude peut comporter certaines failles rendant les résultats moins probants, auquel cas une classification dans la catégorie 2 pourrait être préférable. Les effets doivent avoir été observés en l'absence d'autres

---

<sup>21</sup> Cellule destinée à la reproduction de l'organisme, par opposition aux cellules végétatives chargées des fonctions de relation et de nutrition.

effets toxiques ou, si d'autres effets toxiques sont observés, il est considéré que l'effet toxique sur la reproduction n'est pas une conséquence secondaire non spécifique à ces autres effets toxiques.

Les effets sur ou via l'allaitement sont regroupés dans une catégorie distincte. Il est reconnu que, pour de nombreuses substances, les informations relatives aux effets néfastes potentiels sur la descendance *via* l'allaitement sont lacunaires. Cependant, les substances dont l'incidence sur l'allaitement a été démontrée ou qui peuvent être présentes (y compris leurs métabolites) dans le lait maternel en quantités suffisantes pour menacer la santé du nourrisson, sont classées et étiquetées en vue d'indiquer le danger qu'elles représentent pour les enfants nourris au sein. Cette classification peut s'appuyer sur :

- des résultats d'études menées sur des êtres humains, montrant qu'il existe un danger pour les bébés durant la période de l'allaitement, et/ou ;
- des résultats d'études menées sur une ou deux générations d'animaux, démontrant sans équivoque l'existence d'effets néfastes sur les descendants, transmis par le lait, ou d'effets néfastes sur la qualité du lait, et/ou ;
- des études sur l'absorption, le métabolisme, la distribution et l'excrétion, indiquant que la substance est probablement présente à des teneurs potentiellement toxiques dans le lait maternel.

## 3.2 Autres classifications du pouvoir cancérigène

### 3.2.1 Classement du CIRC

Le CIRC est le Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC, en anglais : International Agency for Research on Cancer).

- Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérigène pour l'homme, preuves suffisantes de l'effet cancérigène chez l'homme ;
- Groupe 2A : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme, preuves suffisantes de l'effet cancérigène chez l'animal mais preuves insuffisantes ou pas de preuve de l'effet cancérigène chez l'homme ;
- Groupe 2B : l'agent (ou le mélange) est peut-être cancérigène pour l'homme, preuves limitées de l'effet cancérigène chez l'animal et données insuffisantes ou pas de données pour l'homme ;
- Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme, pas de preuve d'effet cancérigène sur l'homme ;
- Groupe 4 : l'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérigène pour l'homme.

### 3.2.2 Classement de l'US EPA

- Groupe A : substance cancérigène pour l'homme, preuves évidentes de l'effet cancérigène de la substance, notamment établies par des études épidémiologiques ;
- Groupe B : substance probablement cancérigène pour l'homme : preuves suffisantes de l'effet cancérigène du composé chez l'animal de laboratoire, mais preuves limitées de l'effet cancérigène de la molécule chez l'homme (groupe B1) ou peu ou pas de données chez l'homme (groupe B2) ;
- Groupe C : cancérigène possible pour l'homme, preuves limitées du pouvoir cancérigène de la molécule chez l'animal et peu ou pas de données chez l'homme ;
- Groupe D : substance ne pouvant être classée quant à sa cancérigénicité pour l'homme, données inadéquates chez l'homme et l'animal pour confirmer ou réfuter la cancérigénicité du composé chez l'homme ;
- Groupe E : substance non cancérigène pour l'homme. Ce groupe est utilisé pour les composés qui ne présentent aucun effet cancérigène sur au moins deux tests adéquats chez deux espèces d'animaux différents ou sur une étude épidémiologique et des études chez l'animal. Cette désignation ne peut être prise comme une conclusion définitive.

Le classement présenté a été établi selon la classification (guideline) de l'US EPA de 1986.

Trois autres classifications ont été développées en 1996, 1999 et 2005. Ces nouvelles classifications n'utilisent plus une notation alphabétique mais se font par un bref résumé qui apporte des informations complémentaires notamment sur les voies d'exposition et des précisions sur la qualité des données utilisées pour l'évaluation de la substance.

## 4 Effets sur la santé des composés traceurs considérés

L'évaluation des risques liés à ces composés étant relative à une exposition par inhalation sur le long terme, seuls les effets engendrés suite à une exposition chronique par inhalation sont présentés dans les sections ci-après.

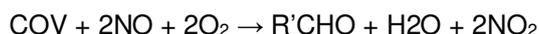
### 4.1 Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Source : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS, version n°2, septembre 2011

N°CAS : NO<sub>2</sub> : 10102-44-0

NO : 10102-43-9

La combinaison d'atomes d'azote et d'oxygène lors des combustions produit le monoxyde d'azote (NO), mais également du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Le dioxyde d'azote est formé également à partir de monoxyde d'azote lors de réactions complexes faisant intervenir les hydrocarbures et l'ozone.



et :



D'après la réaction précédente, l'ozone et le dioxyde d'azote sont interdépendants. Généralement, les deux polluants ne sont pas présents simultanément : on retrouve essentiellement le dioxyde d'azote en zone urbaine et l'ozone en périphérie (jusqu'à 50 km et dans les zones de forêt). Cependant l'action d'autres polluants peut perturber l'équilibre.

Les NO<sub>x</sub> peuvent donc se former par combinaison de l'oxygène et de l'azote de l'air lors de phénomènes naturels (orages, éruptions volcaniques). Ils peuvent également se former lors d'incendies de forêt ou de matières azotées.

La principale source est anthropique : combustion des combustibles fossiles (charbon, fioul, gaz naturel). Les échappements d'automobiles, plus particulièrement les véhicules diesel, représentent une fraction importante de la pollution atmosphérique par les NO<sub>x</sub>.

La fermentation de grains humides stockés en silos est également une source d'exposition aux NO<sub>x</sub>.

A forte concentration, le NO<sub>2</sub> réduit la visibilité atmosphérique et confère une coloration rouge - brun aux masses d'air.

#### Devenir dans l'organisme

La principale voie d'exposition aux oxydes d'azote est l'inhalation. Le monoxyde d'azote est rapidement oxydé en dioxyde d'azote.

#### Le dioxyde d'azote

Chez l'homme en bonne santé, exposé à des mélanges de monoxyde et de dioxyde d'azote contenant 545 à 13 500 µg/m<sup>3</sup> (0,29 à 7,2 ppm) de dioxyde d'azote pour une courte durée (non précisée), le taux d'absorption est de 81 à 90 % lors d'une respiration normale et peut atteindre 91-92 % au cours d'un exercice physique.

La faible hydrosolubilité du dioxyde d'azote lui permet de pénétrer profondément dans le tractus respiratoire. Toutefois, la cinétique d'absorption de ce toxique apparaît déterminée beaucoup plus par sa réactivité chimique que par sa solubilité. De plus, l'absorption du dioxyde d'azote au niveau pulmonaire est saturable et très dépendante de la température, suggérant que les réactions avec les constituants de la surface pulmonaire représentent un important, voire unique mécanisme de l'absorption.

Le dioxyde d'azote est un oxydant qui induit une peroxydation lipidique des membranes des cellules alvéolaires. Après absorption, le dioxyde d'azote est transformé en acide nitrique puis en ions nitrites dans la circulation sanguine et induit la formation de méthémoglobine selon une relation dose dépendante linéaire.

## Effets systémiques

### Le dioxyde d'azote

#### *Exposition à l'air intérieur*

D'après des études réalisées en Angleterre dans les années 1970, il a été montré que les enfants vivant dans des habitations équipées d'un four à gaz présentaient des symptômes respiratoires plus marqués que ceux vivant dans des habitations équipées d'un four électrique. Les premières études ont permis de classer les sources d'exposition mais présentent peu de données chiffrées d'exposition.

De nombreuses études ont été réalisées pour identifier les symptômes et les pathologies induites par une exposition au dioxyde d'azote chez les enfants. L'hypothèse selon laquelle le dioxyde d'azote peut altérer la santé en augmentant la vulnérabilité aux pathologies infectieuses aiguës a été bien étudiée chez les enfants même si les pathologies respiratoires représentent la majorité des maladies de l'enfance. Ces pathologies seraient à l'origine de prédispositions à des maladies respiratoires chroniques d'apparition plus tardive.

Chez les adultes, plusieurs études n'ont pas retrouvé d'augmentation des symptômes respiratoires chez les adultes vivant dans des habitations équipées de four à gaz.

Une étude anglaise sur 1 800 jeunes adultes a trouvé une réduction de la fonction pulmonaire chez les femmes mais pas chez les hommes.

Il existe une différence dans les résultats obtenus dans les études d'exposition au dioxyde d'azote présent dans l'air intérieur chez les jeunes enfants, les enfants scolarisés ou chez les adultes. Les études prospectives pour des expositions chroniques ne montrent pas d'effet chez les jeunes enfants alors que les études réalisées chez les enfants scolarisés ou les adultes montrent une augmentation légère pas toujours statistiquement significative des symptômes et des pathologies. Cette différence pourrait être dépendante d'un temps de latence pour l'apparition des effets induits soit par le gaz soit par le dioxyde d'azote.

## Effets cancérogènes

Actuellement, il n'existe pas de données disponibles chez l'homme ou chez l'animal concernant un effet cancérogène des oxydes d'azote.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Différentes études menées in vitro ou in vivo ont montré un certain nombre de résultats positifs ; cependant, une étude conclut à l'absence de potentiel cancérogène évident du dioxyde d'azote.

Actuellement, il n'existe pas de donnée disponible chez l'homme.

Une exposition de rates en gestation à des concentrations de 34 à 810  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de dioxyde d'azote a entraîné une augmentation du nombre de mort intra-utérine, de morts à la naissance et de certaines anomalies non spécifiques du développement et une diminution du poids de naissance.

L'exposition de rates gestantes à des concentrations de dioxyde d'azote de 1 000 et 10 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 6 heures par jour pendant toute la gestation (21 jours) a entraîné des signes d'intoxication chez les rates et leur descendance.

## 4.2 Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Source : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2-2, septembre 2011

N°CAS : 7446-09-5

Le sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S) provenant de la décomposition naturelle de la végétation sur les sols, dans les marécages et dans les océans est probablement oxydé au cours du temps en formant du dioxyde de soufre.

Les éruptions volcaniques et les feux de forêts constituent également des sources naturelles d'exposition de l'environnement au dioxyde de soufre.

La combustion des combustibles fossiles représente 75 à 85 % des émissions anthropiques de dioxyde de soufre, le complément provient des opérations industrielles telles que le raffinage et la fusion. L'hémisphère nord produit plus de 90 % de la pollution d'origine anthropique.

Le dioxyde de soufre peut être transformé en acide sulfureux (HSO<sub>3</sub>) et en acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Ces deux composés provoquent la corrosion des métaux, l'altération des bâtiments et le phénomène des pluies acides.

### Devenir dans l'organisme

La principale voie d'absorption est l'inhalation. Le dioxyde de soufre est rapidement absorbé par la muqueuse nasale et les voies aériennes supérieures. Le dioxyde de soufre est un gaz très soluble dans l'eau et est par conséquent rapidement et efficacement absorbé par les muqueuses des voies respiratoires supérieures. Deux facteurs affectent l'efficacité de l'absorption : le mode de respiration (orale versus oro-nasale) et la ventilation minute.

Le nez filtre la majorité du dioxyde de soufre inhalé, prévenant ainsi l'exposition du larynx. La respiration bouche ouverte, rapide augmente significativement la quantité de dioxyde de soufre atteignant le poumon. C'est pourquoi les expériences dont l'intensité nécessite une respiration oro-nasale diminuent la limite de la concentration des effets du dioxyde de soufre.

12 à 15 % du dioxyde de soufre absorbé par la muqueuse nasale sont désorbés et exhalés. Le dioxyde de soufre peut également être inhalé lorsqu'il est adsorbé sur des particules inhalables (PM<sub>10</sub>).

Le dioxyde de soufre se dissocie rapidement dans l'eau et forme des ions hydrogène, bisulfure et sulfure. L'effet toxique du dioxyde de soufre pourrait résulter du gaz lui-même ou des ions formés.

A la surface des voies respiratoires, le rapport bisulfites (HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>)/sulfites (SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) est 5/1 ; le bisulfite est considéré comme un puissant agent bronchospastique chez les asthmatiques. Les ions bisulfites et sulfites peuvent réagir avec de nombreuses molécules et entraîner des dommages cellulaires. Il est peu probable qu'aux concentrations retrouvées habituellement, l'ion hydrogène joue un rôle particulier.

Le dioxyde de soufre absorbé passe dans le sang et est rapidement distribué dans tout l'organisme. Les sulfites vont réagir avec les protéines plasmatiques pour former des S-sulfonates.

Chez l'homme, les taux plasmatiques en sulfonates sont corrélés avec les taux atmosphériques de dioxyde de soufre. Les sulfites peuvent également réagir avec l'ADN.

La voie majeure de détoxification des sulfites est une oxydation en sulfates par la sulfite-oxydase essentiellement au niveau hépatique.

Le dioxyde de soufre est éliminé essentiellement par voie urinaire sous forme de sulfates.

### Effets systémiques

Plusieurs études d'exposition environnementale ont été menées chez des enfants. Les niveaux annuels d'exposition au dioxyde de soufre sont dans les zones les plus polluées de 68 - 275 µg/m<sup>3</sup> (0,026 – 0,10 ppm) et dans les zones les moins polluées de 10 - 123 µg/m<sup>3</sup> (0,0038 – 0,047 ppm).

Dans la majorité des études, les niveaux de pollution élevés sont associés avec une augmentation des symptômes respiratoires et une diminution faible ou nulle de la fonction respiratoire. Cependant, dans toutes ces études la présence de particules inhalables rend difficile l'interprétation des résultats.

Peu d'études ont été menées chez des adultes. Les résultats suggèrent l'influence de dioxyde de soufre lors de l'augmentation des pathologies respiratoires et de certains symptômes (toux et mucus).

Les organes ciblés prioritairement par le dioxyde de soufre absorbé par inhalation sont donc ceux constituant les voies respiratoires.

### Effets cancérigènes

Plusieurs études d'expositions environnementales ou professionnelles au SO<sub>2</sub> ont été réalisées pour évaluer son pouvoir cancérigène. Cependant, aucune n'a mis en évidence d'excès significatif de cancer pulmonaire. Seule une étude cas-témoin basée sur la population canadienne suggère une augmentation du risque pour les cancers de l'estomac chez l'homme exposé au SO<sub>2</sub>, et cet effet est plus marqué pour des expositions à des concentrations plus élevées.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Il existe de nombreuses études concernant les expositions environnementales au dioxyde de soufre et leur impact sur la reproduction et le développement mais aucune n'a mis en évidence une relation de causalité.

Une étude de cohorte réalisée sur la population taïwanaise a mis en évidence un lien statistique entre l'exposition au dioxyde de soufre et la naissance d'enfants de faible poids. Une augmentation de 26 % des naissances d'enfants de faible poids a été constatée lors d'exposition maternelle à des concentrations de dioxyde de soufre estimées supérieures à 11,4 ppb pendant la grossesse.

## 4.3 Particules - poussières

*Sources : OMS, « Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre », 2005 ; AFSSET (actuellement ANSES), « Pollution par les particules dans l'air ambiant - Synthèse des éléments sanitaires en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant », mars 2009 ; sources internes*

### Définitions

Le terme « particules » ou « PM » (de l'anglais Particulate Matter) désigne généralement « l'ensemble des fines particules solides et liquides en suspension dans l'atmosphère »<sup>22</sup>. Certaines définitions ajoutent une précision quant « à leur taille microscopique comprise entre 5 nm et 100 µm »<sup>23</sup>. D'autres termes sont parfois indifféremment employés pour décrire les particules. Ainsi le terme « poussière » est parfois utilisé mais celui-ci désigne « les fibres et débris fins, assez légers pour être mis en suspension dans l'air, ou plus généralement, de matériaux particuliers d'un diamètre inférieur à 500 µm ». Il s'agit donc de particules exclusivement solides de plus grandes tailles.

Il existe plusieurs types de classification des particules : selon leur origine, leur mode de formation, leur granulométrie, leur composition, etc.

### Granulométrie et composition

Les effets sanitaires des particules atmosphériques dépendent notamment de leur diamètre aérodynamique (qui détermine la capacité de pénétration dans l'arbre broncho-pulmonaire), de leur composition physico-chimique et de leur concentration.

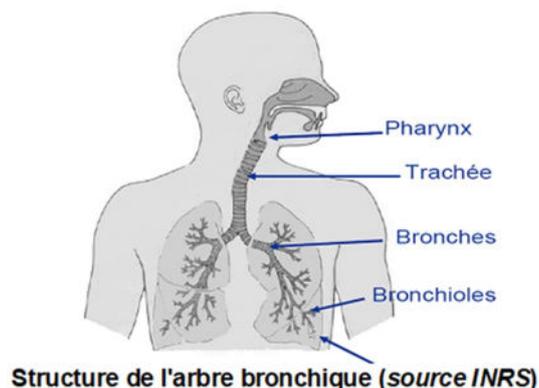
La composition et la nature chimique des particules sont très variables : cendres, aérosols, hydrocarbures, acides, etc. Les effets éventuels liés à leur composition sont examinés dans les chapitres correspondant aux constituants identifiés dans les particules (métaux, par exemple).

<sup>22</sup> AFSSET (actuellement ANSES). Pollution par les particules dans l'air ambiant - Synthèse des éléments sanitaires en vue d'un appui à l'élaboration de seuils d'information et d'alerte du public pour les particules dans l'air ambiant, rapport d'expertise collective. Mars 2009.

<sup>23</sup> Santé Canada. National Ambient Air Objectives for Particulate Matter. 1999.

La granulométrie des particules est définie par leur diamètre aérodynamique<sup>24</sup>. Ainsi, on distingue classiquement parmi les PM<sub>x</sub> (PM dont le diamètre aérodynamique médian est inférieur à x µm) : les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, et enfin les PM<sub>1</sub>. La pollution atmosphérique particulaire est fréquemment quantifiée par la masse de PM<sub>10</sub> et de PM<sub>2,5</sub> en suspension. Les PM<sub>1</sub>, plus récemment définies, sont couramment incluses dans les PM<sub>2,5</sub>.

La granulométrie des particules conditionne leur capacité à pénétrer plus ou moins profondément dans les voies respiratoires (cf. figure ci-dessous).



Les particules dont le diamètre aérodynamique est supérieur à 10 µm peuvent difficilement rester en suspension dans l'air. Elles occasionnent directement peu d'effets sur la santé. Leur taille ne leur permet pas de pénétrer dans les poumons contrairement aux particules en suspension, plus fines. Elles peuvent toutefois s'introduire jusqu'au pharynx<sup>25</sup>. Les particules de dimension inférieures (particules fines) peuvent pénétrer plus profondément dans l'appareil respiratoire (poumons, alvéoles).

### Mécanismes de toxicité

La granulométrie et la composition des particules sont suspectées d'être les deux principales propriétés impliquées dans les mécanismes de toxicité des PM.

De nombreux autres déterminants, moins étudiés, conditionnent probablement aussi leur toxicité, tels que la surface spécifique (étroitement corrélée à leur nombre)<sup>26</sup>, les propriétés de cette surface (charge, groupements fonctionnels, structure cristalline, etc.), la forme des particules (« effet fibre » comme pour l'amiante, par exemple) ou encore leur solubilité.

### Effets systémiques

La toxicité des particules est essentiellement liée à l'inhalation de PM de diamètre inférieur à 10 µm, et de PM fines combinées au dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).

La majorité des études concernent la toxicité aiguë des PM et donc l'exposition à des pics de concentration. Or cette toxicité est aujourd'hui démontrée comme moins dangereuse que l'exposition chronique à des concentrations plus faibles. Les effets décrits pour les particules et les polluants atmosphériques en général, vont de la simple gêne à la létalité.

Les organes cibles des particules absorbées par inhalation sont essentiellement les poumons, les autres organes des voies respiratoires ainsi que le système cardio-vasculaire. Toutes les populations sont affectées, mais la sensibilité peut varier avec l'état de santé et l'âge.

<sup>24</sup> Diamètre d'une particule sphérique de densité égale à 1 g/cm<sup>3</sup> ayant la même vitesse de dépôt que la particule mesurée.

<sup>25</sup> AIRFOBEP : Les particules sédimentables sur la zone de l'étang de Berre, février 2004.

<sup>26</sup> INVS, Programme de Surveillance Air et Santé dans 9 villes françaises (PSAS-9) - Les risques sanitaires. Septembre 2003 (mise à jour mars 2008).

### Effets respiratoires

Les principales pathologies engendrées par les dépôts successifs de PM « sans effet spécifique » (c'est-à-dire sans distinction de composition) sont les effets de « surcharge » (ou de « rétention ») conséquents à une diminution des défenses locales de l'organisme (diminution de la clairance muco-ciliaire<sup>27</sup> et diminution de l'épuration lymphatique).

Plus précisément, les particules inhalées et absorbées engendrent, d'une part, l'initiation d'une réponse inflammatoire (avec hyperréactivité bronchique) qui s'auto-entretient par la synthèse de médiateurs pro-inflammatoires en réponse au stress oxydatif (avec production de dérivés oxygénés par les polluants) et, d'autre part, la modification des réponses immunitaires aux allergènes pouvant notamment expliquer la recrudescence de crises d'asthme lors des épisodes de pollutions particulaires. Cette réaction immunitaire est facilitée par la surproduction d'Immunoglobulines E (anticorps impliqués dans les réactions de type allergique) induite par les PM.

De nombreux métaux, mais également des PM fines dépourvues de métaux, sont des inducteurs puissants de ce type d'inflammations et de formes réactives de l'oxygène.

Les effets décrits ci-dessus sont liés à une toxicité aigüe des PM, mais ces réactions peuvent entraîner, à long terme, des dommages du tissu pulmonaire et aboutir à son remodelage irréversible. Le remodelage tissulaire au niveau des alvéoles et de l'interstitium pulmonaire peut induire des fibroses pulmonaires et/ou l'installation d'une broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO, notamment chez les personnes âgées).

La BPCO est la pathologie respiratoire attribuée aux PM la plus fréquemment rencontrée chez l'adulte. Chez l'enfant, il s'agit de l'asthme.

### Effets cardio-vasculaires

Les affections cardio-vasculaires ont été particulièrement étudiées depuis le début des années 1990. De nombreuses études épidémiologiques ont mis en évidence le lien entre morbidité (risque de développer une maladie) cardio-vasculaire et exposition aux PM. Il semblerait que les PM<sub>2,5</sub> en soient principalement responsables tandis que les PM<sub>10</sub> « coarse » (10 à 2,5 µm) sont rarement suspectées. Ainsi, une étude américaine dite « des 6 villes » et de nombreux chercheurs confirment le lien entre morbidité – et in fine, mortalité cardio-vasculaire (et pulmonaire) – et exposition à long-terme aux PM<sub>2,5</sub>.

Parmi les mécanismes de toxicité en cause, les particules les plus fines seraient des inducteurs du facteur de coagulation favorisant la formation de plaques d'athérosclérose. Ce phénomène a été confirmé récemment (2008). Une augmentation de la calcification des coronaires (caractéristiques de la formation de plaque d'athérosclérose) a également été démontrée par une étude épidémiologique de cohorte au long-terme (3 ans) dans un contexte d'exposition à des PM<sub>2,5</sub> issues du trafic routier. Les symptômes engendrés par l'athérosclérose sont l'angine de poitrine et en cas de thrombose, l'infarctus du myocarde et l'accident vasculaire-cérébral (AVC).

La fonction cardiaque peut également être atteinte via le système nerveux autonome ou plus directement par le relargage de médiateurs du stress pulmonaire et/ou l'effet direct de composés particuliers solubles sur les cellules cardiaques. On assiste alors à une variabilité de la fréquence cardiaque (VFC) dont la diminution constitue un facteur de prédiction de la mortalité chez l'adulte, en particulier chez les personnes âgées, les diabétiques et les personnes ayant des antécédents d'infarctus du myocarde.

### Effets sur la mortalité (toutes causes confondues) et l'espérance de vie

La mortalité est l'un des principaux indicateurs des effets des particules étudiés, notamment dans le cadre d'études épidémiologiques. Il s'agit d'un paramètre facilement quantifiable (grâce à l'existence de programmes de suivi : INSERM<sup>28</sup>, etc.).

---

<sup>27</sup> Taux épuration d'une substance via le système respiratoire.

<sup>28</sup> Institut national de la santé et de la recherche médicale

D'une manière générale, il a été observé des associations entre exposition aux PM, et en particulier aux PM<sub>2,5</sub>, et décès pour causes de pathologies cardio-vasculaires (cardiopathie ischémique<sup>29</sup>, etc.), de diabète et de pathologies respiratoires, notamment chez les personnes âgées d'au moins 65 ans.

D'autres études ont mis en évidence des facteurs connexes augmentant les effets des PM sur la mortalité. Ainsi ces effets ont été décrits comme plus importants dans les villes où le climat est chaud et dans les villes où les concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont plus importantes. Ce dernier résultat indique soit une synergie entre le NO<sub>2</sub> et les PM, soit que le NO<sub>2</sub> est un indicateur de la présence de PM, hypothèse concevable pour le trafic automobile.

### Effets cancérigènes et effets génotoxiques

Les PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> (hors PM<sub>1</sub>) dans leur intégralité, ne semblent pas pouvoir agir directement sur l'ADN. En revanche lorsque les remodelages tissulaires (suite à des réactions inflammatoires) concernent la muqueuse bronchique, ils peuvent engendrer des fibroses et des cancers bronchiques. Lorsque la réaction inflammatoire « migre » et touche plus particulièrement le tissu pleural ou le péritoine, celle-ci peut également entraîner une fibrose pleurale ou un mésothéliome<sup>30</sup>.

Les PM<sub>1</sub>, et notamment leur fraction nanométrique, sont en revanche suspectées de pouvoir former directement des adduits sur l'ADN entraînant une mutagenèse voire une cancérogenèse.

### Effets sur la reproduction et le développement

Des liens faibles mais significatifs ont été démontrés entre l'exposition à la pollution atmosphérique pendant la grossesse et le retard de croissance intra-utérin (RCIU), la prématurité ou encore le développement anormal du fœtus. Une étude récemment publiée, pratiquée sur plus de 300 000 bébés nés dans le New Jersey entre 1999 et 2003, a notamment mis en évidence un risque de ralentissement du développement du fœtus. Ce risque augmenterait significativement avec une augmentation de l'exposition de la mère aux particules fines de 4 µg/m<sup>3</sup> au cours des premier et troisième mois de la grossesse (stade embryonnaire). Les causes suspectées sont l'altération de l'activité des cellules et/ou la réduction de l'apport d'oxygène et de nutriments au fœtus.

Une étude américaine a également établi des liens plus forts entre l'exposition aux PM (et notamment PM<sub>2,5</sub>) et mortalité post-néonatale (soit au maximum 28 jours après la naissance) toutes causes confondues mais également pour cause respiratoire ou par mort subite du nourrisson.

## 4.4 Benzène

Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°3, mars 2006 ; INRS<sup>31</sup>, Fiche Toxicologique n°49, édition 2011 ; ATSDR, Toxicological Profile, août 2007

N°CAS : 71-43-2

Le benzène est produit principalement dans l'industrie pétrochimique. Il est obtenu :

- par reformage catalytique ;
- à partir de l'essence de pyrolyse ;
- par hydrodésalkylation du toluène.

Le benzène est largement utilisé dans l'industrie comme intermédiaire de synthèse, principalement pour produire de l'éthylbenzène, des cumènes et des cyclohexanes servant à la synthèse de nombreux produits comme le styrène (destiné à la fabrication de matières plastiques et d'élastomères), le phénol, les résines, les colorants, les pesticides, les produits pharmaceutiques, les détergents, etc. Il est naturellement présent dans les carburants (en particulier l'essence sans plomb qui peut en renfermer jusqu'à 1 % en volume) et dans de nombreux produits dérivés du pétrole.

<sup>29</sup> Maladie cardiovasculaire causée par un arrêt ou une réduction de l'apport sanguin du cœur.

<sup>30</sup> Forme rare et virulente de cancer des surfaces mésothéliales qui affecte le revêtement des poumons (la plèvre), de la cavité abdominale (le péritoine) ou l'enveloppe du cœur (le péricarde).

<sup>31</sup> Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

La présence de benzène dans l'environnement est naturelle (feux de forêts, activité volcanique) ou anthropique. L'automobile est en grande partie responsable de la pollution atmosphérique par le benzène (gaz d'échappement, émanations lors du remplissage des réservoirs).

### **Devenir dans l'organisme**

La voie majeure d'exposition au benzène est l'inhalation. 50 % de la quantité de benzène inhalée est absorbée. Le benzène possède un tropisme préférentiel vers les graisses et les tissus riches en lipides. En cas d'intoxication chronique, il se distribue également dans le foie. Cette substance est éliminée sous forme inchangée dans les urines (moins de 1 %) et dans l'air expiré, 10 à 50 % selon l'activité physique et l'importance du tissu adipeux. Le reste est bio-transformé. Il est métabolisé essentiellement dans le foie, mais aussi dans les autres tissus où il s'est fixé, notamment la moelle osseuse. La fraction expirée augmente avec l'exposition du fait d'une saturation des voies métaboliques.

La métabolisation est essentielle dans la toxicité du benzène. En effet, les effets toxiques sont dus à ses métabolites. Ces derniers sont excrétés sous forme conjuguée, principalement dans l'urine. Le benzène peut également traverser la barrière placentaire.

### **Effets systémiques**

#### Effets hématologiques

De nombreuses études ont mis en évidence des effets hémotoxiques. L'atteinte de la moelle osseuse est un des tout premiers signes de la toxicité chronique du benzène : anémie aplasique ou syndrome myéloprolifératif. L'anémie aplasique peut évoluer vers un syndrome myéloprolifératif puis une leucémie.

Le benzène joue également un rôle dans la survenue d'hémopathies non malignes. Elles peuvent se traduire par une thrombopénie (signe le plus précoce et le plus fréquent), une leucopénie, une hyperleucocytose, une anémie aplasique, une pancytopénie, une thrombocytopénie, une granulopénie, ou une lymphopénie. Certains de ces effets sont réversibles à l'arrêt de l'exposition. La plupart de ces effets sanguins ont été associés à des expositions par inhalation.

Le benzène peut être à l'origine d'une aplasie médullaire benzénique. Cependant, elle est devenue exceptionnelle en France depuis l'application des mesures de prévention prévues par la réglementation.

#### Effets non hématologiques

Des effets sur le système immunitaire ont été décrits dans le cadre d'expositions professionnelles au benzène. Les salariés ont montré une augmentation de la susceptibilité aux allergies pour des concentrations inférieures à 30 ppm et des diminutions des taux sériques d'immunoglobulines pour des concentrations de 3 à 7 ppm. Une diminution des lymphocytes est également mise en évidence.

L'inhalation de benzène peut également provoquer des troubles neuropsychiques communs à ceux observés avec les autres solvants et regroupés sous le terme « syndrome psycho-organique » et qui se traduit par une irritabilité, une diminution des capacités d'attention et de mémorisation, un syndrome dépressif, des troubles du sommeil. Des troubles digestifs (nausées, vomissements, épigastralgies) peuvent également être observés.

Peu d'informations relatives aux autres effets toxiques du benzène sont disponibles chez l'homme. Toutefois, des effets cardiovasculaires ont été décrits comprenant une fibrillation ventriculaire lors d'exposition par inhalation aux vapeurs de benzène.

### **Effets cancérigènes**

Les données scientifiques sont suffisantes pour permettre d'établir une relation entre l'apparition de leucémies non lymphatiques et l'exposition cumulée à des niveaux élevés de benzène. Pour des expositions moins élevées, le lien est moins clair.

De très nombreuses études de cas et plusieurs études épidémiologiques de cohortes attestent le pouvoir leucémogène du benzène pour des expositions très variables (de 1 à 100 ppm). Il a été mis en évidence une relation dose-effet entre l'importance de l'exposition en ppm/mois et l'incidence des leucémies. Ainsi, il est considéré qu'il existe des indices suffisants de cancérrogénicité du benzène chez l'homme.

La leucémie aigüe myéloïde est l'affection la plus souvent rapportée dans les études de cas mais l'épidémiologie retrouve une association significative avec les leucémies de tout type voire d'autres affections du tissu hématopoïétique comme les lymphomes non hodgkiniens.

### Effets génotoxiques - Effets sur la reproduction et le développement

Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation. Cependant, les effets du benzène sur la reproduction et le développement par inhalation ne sont pas suffisants pour établir une relation causale. Aucun élément ne permet de conclure à une tératogénicité ou à une foetotoxicité chez l'homme.

Les rares études réalisées par voie orale montrent que le benzène présenterait un effet embryotoxique chez la souris pour des expositions par gavage à des doses de 1 300 mg/kg/j du 8<sup>ème</sup> au 12<sup>ème</sup> jour de la gestation.

## 4.5 Dioxines/furanes

*Sources : INERIS, PCDD-PCDF, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2-1, avril 2006 ; OMS, Environmental Health Criteria n°140, 1993 ; INSERM, « Dioxines dans l'environnement, quels risques pour la santé ? », expertise collective, 2000 ; ATSDR, Toxicological Profile, 2012 ; AFSSA-INV-S, « Incinérateurs et santé – Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM », novembre 2003 ; AFSSA, « Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : Evaluation de l'exposition de la population française », novembre 2005 ; BIO-TOX, « Synthèse des connaissances sur les impacts environnementaux et les risques sanitaires de l'incinération, de la méthanisation, et des centres de stockage », octobre 2009*

N°CAS : 2,3,7,8-TCDD : 1746-01-6

### Remarque préalable :

Il est généralement très difficile d'évaluer les effets distincts des PCDF (furanes) et des PCDD (dioxines) chez l'homme, ces composés étant souvent présents ensemble (mélanges commerciaux, rejets accidentels).

Les dioxines sont des contaminants produits au cours de nombreux processus chimiques impliquant du chlore, du carbone, de l'oxygène et une température élevée. Les deux principales sources d'émission de dioxines résultent des activités d'incinération de déchets ménagers, de métallurgie et de sidérurgie. Ces composés sont également formés lors de la synthèse chimique de dérivés aromatiques chlorés ainsi qu'au cours de processus biologiques, combustions et réactions photochimiques naturels (feux de forêts, activité volcanique, etc.).

Les dioxines sont présentes dans tous les compartiments de l'écosystème (air, sol, sédiments aquatiques et marins, animaux). Ces composés présentent une grande stabilité chimique, qui augmente avec le nombre d'atomes de chlore, ce qui pose un problème du fait de l'absence de biodégradation de ces molécules par la microflore indigène dans l'environnement.

Peu volatils, les dioxines et furanes sont dispersés dans l'atmosphère sous forme de très fines particules pouvant être transportées sur de longues distances par les courants atmosphériques. Le dépôt de particules atmosphériques constituerait d'ailleurs la source de pollution prédominante (pour les dioxines et furanes). Peu solubles dans l'eau, les dioxines et furanes ont une grande affinité pour les lipides. De ce fait, ils s'accumulent dans les tissus adipeux des animaux et des humains, notamment dans le lait. Ils se concentrent ainsi le long de la chaîne alimentaire.

## Généralités

Le terme « dioxines » désigne un groupe de 75 congénères du groupe des dibenzo-p-dioxines polychlorées (PCDD) et de 135 congénères du groupe des dibenzofuranes polychlorés (PCDF), dont 17 revêtent une importance toxicologique. Ces 17 congénères substitués en position 2,3,7,8 (7 congénères PCDD et 10 congénères PCDF) font l'objet d'une bioaccumulation intense dans les organismes vivants où ils subissent une dégradation biologique lente, variable en fonction de la nature du congénère. La toxicité des dioxines diminue quand le nombre de chlore croît. Au-delà de 5 atomes de chlore, la toxicité chute brutalement. Le congénère le plus toxique est la 2,3,7,8-tétrachlorodibenzo-p-dioxine (TCDD), dite « dioxine de Seveso ».

La potentialité toxique des 17 congénères PCDD-PCDF identifiés peut être exprimée en référence au composé le plus toxique, la 2,3,7,8-TCDD, par l'intermédiaire de « Toxic Equivalent Factors » (TEF). Ce facteur d'équivalent toxique, attribué par l'OMS, est une mesure qui permet de rapporter la toxicité d'un congénère donné à une fraction de celle du plus toxique (2,3,7,8-TCDD) à laquelle est affecté un coefficient égal à 1.

Ainsi, pour un mélange de congénères, les concentrations seront converties en une valeur d'équivalent toxique (I-TEQOMS, avec TEQ : 'toxic equivalent quantity') selon la formule suivante :

## Mécanismes de toxicité

Le mode d'action de la dioxine de Seveso (2,3,7,8-TCDD) mais également des autres congénères de PCDD/F, reposerait sur la capacité de ces molécules à se lier au récepteur cellulaire Ah, induisant le cytochrome CYP1A et des changements dans la transcription des ARN messagers codant des enzymes impliquées dans les réponses cellulaires.

Cependant, bien que des changements soient observés au niveau cellulaire, la relation qui lierait ces changements à un effet toxique avéré n'est toujours pas établie. De plus, l'existence d'un polymorphisme du récepteur Ah se traduirait par des différences de sensibilité entre les animaux aux effets de la dioxine. Certaines données suggèrent que l'affinité de ces molécules pour le récepteur Ah serait plus faible chez l'homme que chez l'animal. Par ailleurs, tous les effets toxiques de ces molécules ne passent pas par la liaison à ce récepteur.

## Devenir dans l'organisme

Les dioxines ont un comportement similaire dans les organismes animaux et humains.

L'absorption des dioxines et furannes dépend de la voie d'exposition. La principale source d'exposition humaine est l'alimentation (90 %). Chez l'adulte ou l'enfant, environ 90% des doses ingérées sont absorbées. Des expositions par inhalation n'ont pas été rapportées, mais il est probable que l'absorption soit complète dans ce cas.

Les dioxines sont des composés peu volatils, peu solubles dans l'eau mais très solubles dans les lipides. Cela leur permet de traverser les membranes cellulaires et de s'accumuler dans les tissus gras de l'organisme. Du fait de sa forte teneur en graisse, le lait maternel peut également accumuler de grandes quantités de dioxines. La distribution de ces substances se fait également en fonction de la concentration en cytochromes P450 des tissus, auxquels les dioxines se fixent d'autant mieux qu'elles sont plus chlorées. Toutefois, dans l'espèce humaine, la métabolisation de la 2,3,7,8-TCDD par les CYP n'est sans doute pas importante aux concentrations habituellement rencontrées et c'est la teneur en lipides des tissus qui détermine sa répartition.

La métabolisation conduit à la substitution de chlore par des groupements OH et à la formation de dichlorocatéchol pour la 2,3,7,8-TCDD.

Les métabolites sont ensuite éliminés dans la bile. La lactation constitue la voie majeure d'élimination, ainsi, durant la lactation, le stock de dioxines des mères diminue mais celui-ci est transféré à l'enfant.

## Exposition de la population

Les dioxines sont des composés chimiquement stables qui se concentrent le long de la chaîne alimentaire. L'alimentation représente donc la voie majeure d'exposition pour l'homme. Globalement, il est admis que l'exposition moyenne des populations se fait à environ 95 % par voie alimentaire, en particulier par ingestion de graisses animales (lait et produits laitiers, viandes, poissons, lait maternel humain pour les enfants). L'apport les plus importants sont dus aux produits laitiers et aux produits de la pêche (poissons, crustacés), notamment pour les régions littorales.

Le bruit de fond auquel la population française est exposée par l'intermédiaire de l'alimentation a été réévalué par l'AFSSA en 2005<sup>32</sup> et est estimé à environ 31 pg TEQ/personne/jour, soit 0,5 pg/kg poids corporel/j en moyenne pour l'ensemble de la population (enfants et adultes). Cette dose d'exposition est plus faible que celle estimée en 1999 (environ 66 pg TEQ/personne/jour). Cette réduction peut s'expliquer, entre autres, par la baisse considérable des émissions de dioxines en France entre 1999 et 2005, notamment dans le secteur de l'incinération des déchets<sup>33</sup>.

## Effets systémiques

La toxicité des dioxines et furannes dépend du nombre d'atomes de chlore et de la conformation stéréochimique (molécules plus toxiques avec les chlores aux extrémités opposées).

Les principales études épidémiologiques réalisées chez l'homme dans le cadre d'une exposition chronique aux dioxines ont permis d'observer les effets décrits ci-après.

## Effets dermatologiques

Il a été montré à maintes reprises que l'exposition à des doses relativement élevées de dioxines entraîne des effets dermatologiques (chloracné). La chloracné est souvent observée en situation accidentelle mais des cas ont également été rapportés parmi les travailleurs impliqués dans la production journalière de produits contaminés par la 2,3,7,8-TCDD, tels que les phénoxy-herbicides.

## Effets hépatiques

Des taux élevés de  $\gamma$ GT (enzymes hépatiques) ont été observés de manière persistante chez des travailleurs impliqués dans la production de TCP (trichlorophénol) dans plusieurs usines et aussi chez des pulvérisateurs de phénoxy-herbicides. Une hépatomégalie (augmentation du volume du foie) a été rapportée chez des travailleurs de deux usines de production de TCP (aux États Unis et en Tchécoslovaquie), mais aucun autre cas n'a été observé dans d'autres études sur des populations de travailleurs.

## Effets cardio-vasculaires

Un risque augmenté de maladies cardiovasculaires et de modification des taux de lipides sanguins (cholestérol total et triglycérides augmentés) a été observé dans certaines études de travailleurs de l'industrie, à Seveso et dans l'étude Ranch Hand (ancien combattants de Vietnam exposés à l'agent orange, mélange défoliant fortement contaminé en dioxines).

## Autres effets

D'autres effets ont été décrits, comme des modifications de la fonction thyroïdienne, des effets neurologiques ou neuropsychologiques, ainsi que des effets immunologiques, mais les résultats reposent sur peu d'observations et nécessitent des études complémentaires pour conclure à des relations significatives.

En conclusion, la toxicité de la 2,3,7,8-TCDD chez l'homme n'est actuellement avérée que pour les effets dermatologiques et l'augmentation transitoire des enzymes hépatiques mais on a de plus en plus d'indications en faveur d'une association entre l'exposition aux dioxines et les maladies cardiovasculaires (INSERM, 2000).

<sup>32</sup> Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Dioxines, furanes et PCB de type dioxine: Evaluation de l'exposition de la population française. Novembre 2005.

<sup>33</sup> CITEPA. Inventaires des émissions de polluants atmosphériques en France - Séries sectorielles et analyses étendues. Rapport d'inventaire national. Juin 2009.

## Effets cancérigènes

De nombreuses études épidémiologiques ont évalué les effets des dioxines sur le développement de cancers chez l'homme. Les études épidémiologiques les plus formatives sont celles qui ont étudié d'une part la population de Seveso, et d'autre part les travailleurs exposés dans les usines produisant des herbicides, des chlorophénols et des chlorophénoxy.

Des excès de risque faibles pour tous cancers confondus ont été trouvés dans toutes les cohortes industrielles pour lesquelles l'exposition aux PCDD/PCDF était correctement évaluée. Cet excès de risque était de l'ordre de 40 %, 20 ans après la première exposition. Il ne semble pas qu'un cancer particulier prédomine dans les populations exposées. Toutefois, l'évaluation de ces résultats doit être prudente étant donné que les risques globaux ne sont pas très élevés et qu'ils proviennent de populations exposées en milieu industriel, c'est à dire de sujets soumis à des niveaux d'exposition 100 à 1 000 fois plus élevés que la population générale et similaires aux niveaux de 2,3,7,8-TCDD utilisés dans les études animales.

La mortalité et l'incidence de cancers dans la population Seveso (non professionnelle) exposée à l'accident industriel ont été étudiées. Les résultats du suivi sur 15 ans de l'incidence de cancer et sur 20 ans de la mortalité ont été rapportés récemment. Il n'y avait globalement pas d'augmentation du risque de cancer, sauf durant les 5 dernières années du suivi.

Cependant, il n'est pas vraiment surprenant que les résultats soient négatifs avec un recul de 15 années seulement pour la genèse de cancers. La mortalité et l'incidence de cancer des systèmes hématopoïétique et lymphatique étaient plus élevées chez les deux sexes, en zones exposées (par rapport à la population de référence). De plus, la mortalité par cancer hépatobiliaire augmentait chez les femmes, alors que la mortalité par cancer pulmonaire et rectal augmentait chez les hommes.

L'exposition aux dioxines n'est pas seulement liée aux accidents industriels. L'émission de dioxines à partir d'incinérateurs municipaux de déchets solides est aussi une source d'exposition majeure aux dioxines, du moins pour les décennies passées. Depuis, la réglementation européenne de 2000 fixant de nouvelles normes de rejets pour les UIOM, les émissions en dioxines de ces usines ont fortement diminué et les incinérateurs « nouvelle génération » possèdent désormais des systèmes de traitement des fumées très performants.

En 2000, une étude s'est intéressée à la distribution spatiale des sarcomes des tissus mous et des lymphomes non-hodgkiniens, autour d'un incinérateur « ancienne génération » en France, émettant à un niveau particulièrement élevé (la première mesure effectuée en 1997 indiquait un niveau de dioxine de 16,3 ng TEQ/m<sup>3</sup> alors que la valeur guide européenne est de 0,1 ng TEQ/m<sup>3</sup> depuis 2000). Cette étude a mis en évidence une augmentation du risque de survenue de lymphomes non hodgkiniens dans la zone autour de l'incinérateur, sans pour autant établir formellement de lien de causalité entre les excès de cas de cancers et ces concentrations élevées.

Dans ce contexte, un groupe de travail a été créé en 2002 par l'INVS<sup>34</sup>, à la demande de la Direction Générale de la Santé (DGS), pour identifier les études épidémiologiques qui pourraient permettre d'améliorer les connaissances sur les causes environnementales de cancer, en particulier sur l'influence des rejets atmosphériques des incinérateurs d'ordures ménagères sur la fréquence des cancers dans les populations riveraines. Le groupe a recommandé notamment de conduire une étude d'incidence des cancers multicentrique pour atteindre une puissance statistique importante et augmenter la probabilité d'avoir des expositions contrastées.

Cette étude, qui s'inscrivait dans le Plan Cancer 2003-2007 a récemment publié ses résultats<sup>35</sup>. Une relation statistique significative est mise en évidence entre l'exposition aux panaches d'incinérateurs d'« ancienne génération » et l'incidence, chez la femme adulte, des cancers toutes localisations réunies, du cancer du sein et des lymphomes malins non hodgkiniens. Un lien significatif est également retrouvé pour les lymphomes malins non hodgkiniens chez les deux sexes confondus et pour les myélomes multiples chez l'homme uniquement. Cette étude ne permet pas d'établir la causalité des relations observées, mais elle apporte des éléments convaincants au faisceau d'arguments épidémiologiques qui mettent en évidence un impact des émissions des incinérateurs « ancienne génération » sur la santé. L'INVS précise que « Portant sur une situation passée, ses résultats ne

<sup>34</sup> Institut national de veille sanitaire.

<sup>35</sup> INVS. Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères, mars 2008.

peuvent pas être transposés à la période actuelle. Ils confirment le bien fondé des mesures réglementaires de réduction des émissions appliquées à ces installations industrielles depuis la fin des années 1990 ».

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

La 2,3,7,8-TCDD n'est pas mutagène et n'induit pas directement de lésions sur l'ADN, contrairement à la capacité commune des agents génotoxiques (INSERM, 2000).

Les différentes études épidémiologiques disponibles tendent à conclure à une diminution de la fertilité. Il a été observé chez les hommes : une anomalie du sperme chez des anciens combattants du Vietnam et une perturbation significative des taux de testostérone chez des ouvriers exposés professionnellement à la 2,3,7,8-TCDD. Chez les femmes, des endométrioses ont été décrites.

L'induction d'un effet tératogène par les dioxines n'est pas formellement démontrée ; toutefois, il semble y avoir une tendance à une augmentation du nombre de cardiopathies congénitales et de spina bifida. Il faut noter que les malformations congénitales ne semblent pas avoir augmenté après l'accident de Seveso en 1976. Mais cette observation doit être nuancée par le fait que les femmes ont, à l'époque, subi une forte pression pour avorter. Au Vietnam, dans les régions où les forces américaines ont répandu de grandes quantités d'agent orange, un nombre plus important de cas de malformations que le nombre attendu serait observé : à la maternité de Hô Chi Minh Ville, plus de 2 % des nouveau-nés ont des malformations, pour la plupart létales.

En ce qui concerne les fausses couches, peu de données sont disponibles. À Seveso, il n'a pas été mis en évidence une augmentation du nombre des fausses couches. Il semble donc que, chez l'homme, contrairement à l'expérimentation animale, les dioxines et autres dérivés se présentent plutôt comme ayant des effets inducteurs de malformations au stade tardif de l'embryogenèse (bec de lièvre, anomalies dentaires) mais pas comme des substances entraînant des fausses couches précoces.

Une étude met en évidence l'apparition d'anomalies dentaires au niveau des dents de lait, liée à une exposition durant la lactation. Cependant, les auteurs concluent que la contamination de l'enfant par les dioxines in utero présente un risque réel, alors que la contamination par le lait serait tout à fait bénigne.

À la suite de l'accident de Seveso, il a été suggéré que des modifications importantes du sex-ratio pourraient être dues à l'intoxication par la dioxine. En effet, on a noté pour la région la plus exposée, dans les neuf mois qui ont suivi l'accident, 48 naissances de filles pour 26 de garçons. Cette tendance dépend de la seule concentration sanguine en 2,3,7,8-TCDD paternelle et son ampleur est fonction de celle-ci. Par ailleurs, les données suggèrent que la modification du sex-ratio est le résultat de hauts niveaux d'imprégnation au moment de la puberté, mais perdure pour les conceptions survenant 15 ans après.

## 4.6 Acide chlorhydrique

Source : INRS, Fiche Toxicologique n°13, édition 2010

N°CAS : 7647-01-0

L'acide chlorhydrique (ou chlorure d'hydrogène anhydre), HCl, et ses solutions aqueuses sont utilisés pour la fabrication d'engrais, de matières plastiques, de colorants, de colles, de gélatines, etc. Il est également utilisé dans les industries métallurgiques, chimiques, pharmaceutiques, pétrolières, photographiques, alimentaires.

L'HCl intervient dans de nombreuses réactions en chimie organique et minérale.

### Devenir dans l'organisme

L'absorption, la distribution et l'excrétion de l'HCl sont identiques chez l'homme et chez l'animal. Après inhalation ou ingestion, il est rapidement dissocié en ions H<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>. Ces derniers entrent dans le pool corporel et l'excédent est éliminé dans l'urine.

Les vapeurs d'HCl ou les gouttelettes (aérosols, brouillards) de ses solutions aqueuses peuvent être inhalées et provoquer des effets locaux sur le tractus respiratoire supérieur. Une pénétration plus profonde peut se produire lors d'une ventilation plus importante. L'acidité de la paroi muqueuse du tractus respiratoire peut être partiellement neutralisée par l'ammoniaque corporelle.

Il faut noter que l'HCl est un constituant normal du suc gastrique où il joue un rôle physiologique important. L'estomac est adapté aux variations d'acidité.

### Effets systémiques

L'exposition chronique à l'acide chlorhydrique peut engendrer :

- une gingivostomatite (inflammation de la gencive et de la bouche) et des érosions dentaires ;
- des dermatoses agressives et des conjonctivites ;
- une irritation des voies respiratoires qui se traduit par des épistaxis (saignements du nez), des ulcérations nasales qui peuvent aboutir, à terme, à une bronchite chronique si les conditions sont particulièrement défavorables.

### Effets cancérigènes

L'acide chlorhydrique n'est pas cancérigène chez l'animal.

L'exposition de rats à 10 ppm (15 mg/m<sup>3</sup>) d'acide chlorhydrique, 6 heures par jour et 6 jours par semaine, pendant toute leur vie, n'augmente ni la mortalité, ni l'incidence des tumeurs malignes chez les animaux traités, malgré l'augmentation de l'hyperplasie dans le larynx et la trachée. L'exposition chronique de souris par voie cutanée n'induit pas l'apparition de tumeur maligne.

Chez l'homme, le CIRC considère que les données sont suffisantes concernant le lien entre exposition aux aérosols d'acides inorganiques forts et risque de cancer du larynx mais limitées pour pouvoir affirmer une association causale avec le cancer bronchique. Même s'il semble plausible que la diminution locale du pH en rapport avec l'inhalation d'acides inorganiques forts puisse provoquer des dommages cellulaires et une prolifération réactionnelle, aucun mécanisme n'est formellement identifié comme étant à l'origine des cancers observés.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

L'HCl n'est pas mutagène in vitro. In vivo, il donne des résultats positifs dans un test.

Chez l'animal, les effets de l'HCl sur la reproduction ne se manifestent qu'à des concentrations toxiques pour les mères. Chez l'homme, il n'y a pas de données permettant d'évaluer ces effets.

## 4.7 Antimoine

Source : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2-1, avril 2007

N°CAS : 7440-36-0

L'antimoine est utilisé dans la fabrication d'alliages avec le plomb, l'étain et le cuivre

(il augmente la dureté du plomb). Avec l'étain, il est utilisé dans la fabrication du "métal anglais". Avec le plomb et l'étain, il est utilisé dans la fabrication d'alliages antifriction. Il est également employé dans la fabrication des plaques de plomb des batteries, des plombs de chasse, des semi-conducteurs, des piles thermoélectriques, pour le traitement de surface des métaux et pour le noircissement du fer.

L'antimoine est présent naturellement dans la croûte terrestre et les rejets dans l'atmosphère proviennent aussi bien des sources naturelles que des sources anthropiques. 41 % des émissions dans l'air proviennent de sources naturelles : particules de sol transportées par le vent, volcans, aérosols marins, feux de forêts, sources biogéniques. Les sources anthropiques de rejet dans l'atmosphère incluent l'industrie des métaux non ferreux (extraction minière, fusion, raffinage) et la combustion du charbon et des ordures. Les rejets dans l'eau proviennent d'industries liées à la production et à l'utilisation de l'antimoine et de ses composés. La plus grande partie de l'antimoine dispersé dans l'environnement est retrouvée dans les sols.

## Devenir dans l'organisme

L'absorption par voie respiratoire dépend de la taille des particules sur lesquelles sont adsorbées l'antimoine. Aucune donnée sur l'absorption par voie orale et cutanée chez l'homme n'a été rapportée. L'antimoine absorbé lors de l'inhalation serait éliminé dans les fèces et les urines. Dans le cas d'une absorption par voie orale, l'antimoine serait excrété majoritairement dans les fèces.

## Effets systémiques

L'exposition professionnelle par inhalation à du trioxyde d'antimoine et/ou des particules de pentaoxyde d'antimoine (8,87 mg d'antimoine/m<sup>3</sup> ou plus) a entraîné des effets respiratoires incluant une stibiose (pneumoconiose stibiée), de la bronchite chronique, de l'emphysème chronique, des adhésions pleurales et des effets pulmonaires obstructifs.

Des travailleurs exposés à 0,58 à 5,5 mg d'antimoine/m<sup>3</sup> sous forme de trisulfure d'antimoine pendant 8 mois à deux ans ont présenté une augmentation de la pression sanguine (10 %) et des altérations de l'électrocardiogramme chez 5 % des sujets (anomalies de l'onde T). Cependant ces travailleurs étaient également exposés à une résine à base de phénol et de formaldéhyde.

Des travailleurs exposés moins de cinq mois à des fumées d'oxyde d'antimoine à des concentrations de 4,69 à 11,82 mg/m<sup>3</sup> ont présenté des rhinites, dermatites, laryngites, bronchites, pneumonites et conjonctivites. Cependant ces travailleurs étaient également exposés à de faibles concentrations d'arsenic (0,39 à 1,10 mg/m<sup>3</sup>).

## Effets cancérogènes

Une étude chez des travailleurs exposés par inhalation à des oxydes d'antimoine n'a pas mis en évidence d'augmentation de l'incidence des cancers.

Chez l'animal, des études ont montré une augmentation de l'incidence des tumeurs pulmonaires suite à une exposition par inhalation à du trioxyde d'antimoine et du minerai d'antimoine.

Chez des rats ou des souris exposés par voie orale pendant toute leur vie à de l'antimoine introduit dans l'eau de boisson, aucune augmentation de l'incidence des cancers n'a été observé.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Chez des femmes exposées professionnellement à des particules contenant de l'antimoine métallique, du trioxyde d'antimoine et du pentasulfure d'antimoine sur une période de deux ans, il a été observé une augmentation de l'incidence des avortements spontanés, des naissances prématurées et des perturbations du cycle menstruel. Le niveau d'exposition à l'antimoine ainsi que la présence d'autres composés n'est cependant pas connu.

Chez l'animal, une diminution du nombre de nouveau-nés a été observée lors d'une exposition par inhalation. Aucun effet sur le développement (nombre de nouveau-nés par portée et effets tératogènes macroscopiques) n'a été observé chez les nouveau-nés de rats exposés par voie orale.

## 4.8 Arsenic

Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°4, avril 2010 ; ATSDR, Toxicological Profile, August 2007

N°CAS : 7440-38-2

L'arsenic et ses dérivés ont de très nombreuses applications industrielles et agricoles, parmi lesquelles l'utilisation dans les alliages pour les batteries électriques, dans les pigments des peintures et comme pesticides.

L'arsenic existe sous différents degrés d'oxydoréduction. Les composés les plus courants, mis à part les sulfures, sont les combinaisons avec l'oxygène. L'arsenic forme également des composés organiques très stables. L'origine naturelle de l'arsenic est essentiellement l'érosion de la croûte terrestre, les phénomènes volcaniques et les feux de forêts. La majeure partie de l'arsenic anthropique atmosphérique provient des fumées émanant des industries de production d'As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et de la combustion de produits fossiles (charbon, ...).

## Devenir dans l'organisme

La principale voie d'absorption de l'arsenic est la voie orale. Les arsénates et les arsénites sont bien absorbés par voie orale et par inhalation. Chez l'homme, l'absorption est estimée à 95 % par voie orale et à 30-40 % par inhalation. L'arsenic et ses métabolites méthylés sont éliminés dans les urines. Toutefois, l'élimination dépend de la valence de l'arsenic, de la voie d'administration et de la dose. La forme pentavalente, la voie orale et les faibles doses sont associées à une élimination rapide.

Les études effectuées chez l'animal montrent que lors de l'exposition par inhalation, l'arsenic est retrouvé dans tous les organes internes.

## Effets systémiques

La grande majorité des effets liés aux dérivés de l'arsenic sont induits par les dérivés inorganiques. Les rares études relatant les effets induits par les dérivés organiques de l'arsenic ont été réalisées chez l'animal.

Lors de l'exposition par inhalation de l'homme à des concentrations en arsenic de 0,613 et 0,007 mg/m<sup>3</sup>, les effets cutanés observés sont du même type que ceux décrits pour les expositions par ingestion. Plus précisément, sont observées des lésions d'hyperkératose des paumes de mains et de la plante des pieds associées à des excroissances en forme de verrues ou boutons. Cette hyperkératose est associée à une alternance de zones d'hyperpigmentation et hypopigmentation sur la face, le cou et le dos.

Une étude effectuée chez des ouvriers suédois de fonderie exposés à l'arsenic (expositions comprises entre 0,05 et 0,5 mg/m<sup>3</sup>) a montré une forte prévalence de syndrome de Raynaud (troubles de la circulation du sang dans les extrémités engendrant des fourmillements, des changements de couleurs) chez le groupe exposé par rapport au groupe témoin. Troubles qui ne disparaissent pas au cours des périodes de vacances.

Plusieurs études réalisées chez des salariés exposés par inhalation aux vapeurs de trioxyde, composé de l'arsenic, montrent une augmentation du risque de mort par accident cardio-vasculaire. Certaines études ne retrouvent pas ces résultats.

A l'inverse de l'exposition par ingestion, l'exposition par inhalation aux dérivés inorganiques de l'arsenic n'induit pas d'effets hématologiques.

Des neuropathies périphériques sensorielles et motrices et des encéphalopathies franches sont rapportées lors d'expositions par inhalation aux dérivés inorganiques de l'arsenic. Ces effets sont partiellement réversibles à l'arrêt de l'exposition.

Chez des salariés exposés par inhalation à des niveaux élevés de particules et vapeurs d'arsenic inorganique, des nausées, vomissements et diarrhées sont rapportées.

Ces effets sont réversibles et ne sont pas retrouvés lors d'expositions professionnelles à de faibles niveaux.

Très peu d'auteurs ont cherché à identifier les effets induits sur le système immunitaire lors de l'exposition par inhalation aux dérivés inorganiques de l'arsenic. Une étude a montré que les niveaux d'immunoglobulines ne sont pas altérés dans le sérum de salariés exposés.

## Effets cancérigènes

Plusieurs études de populations exposées professionnellement à l'arsenic inorganique (travailleurs de fonderies, d'usines de fabrication de certains pesticides, des vergers, des négociants en vin) établissent une relation entre inhalation d'arsenic et le cancer des voies respiratoires. Trois études prises collectivement démontrent une augmentation statistiquement significative du risque de cancer du poumon pour des niveaux d'exposition à l'arsenic supérieurs à 75 mg/m<sup>3</sup>/an. Le risque semble augmenter plus rapidement avec la dose pour de faibles expositions cumulées qu'avec les fortes expositions.

Une étude a également permis d'observer des décès par cancer des tissus lymphatiques. Par contre, le lien entre l'exposition à l'arsenic et les cancers cutanés par d'autres voies que l'ingestion ne semble pas totalement établi.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

L'arsenic est clastogène in vitro et in vivo. Le mécanisme d'action génotoxique impliqué serait indirect. L'arsenic agirait au niveau de l'apoptose, de la réplication de l'ADN ou des enzymes de réparation, ou en tant qu'analogue du phosphore.

Des études épidémiologiques réalisées sur des salariées ou des populations voisines exposées par inhalation à l'arsenic sous forme inorganique ont montré que les enfants nés de ces femmes présentaient un taux de malformations supérieur à celui attendu et un poids de naissance diminué. Cependant, les résultats de ces études sont le fruit d'une co-exposition, ils ne peuvent donc être corrélés avec l'exposition à l'arsenic.

## 4.9 Cadmium

Source : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°3, avril 2014

N°CAS : Cadmium élémentaire : 7440-43-9

Le cadmium est principalement utilisé pour la métallisation des surfaces, dans la fabrication électrique, dans les pigments, les stabilisants pour les matières plastiques et les alliages.

Le cadmium est un élément relativement rare et n'existe pas naturellement à l'état natif. Il est présent dans la croûte terrestre où il est principalement associé au zinc et au plomb. Le cadmium est également obtenu comme sous-produit de raffinage du plomb et du cuivre. Il est utilisé sous de nombreuses formes : oxyde, chlorure, sulfure ou encore sulfate de cadmium.

### Devenir dans l'organisme

Les deux principales voies d'absorption sont l'inhalation et l'ingestion. Par voie pulmonaire, une fraction du cadmium se dépose le long du tractus respiratoire en fonction de la taille. Puis en fonction de l'hydrosolubilité, les sels les plus solubles : chlorures et oxydes sont absorbés à environ 90-100 % et les sulfures sont absorbés à hauteur de 10 %. Cette absorption peut se poursuivre pendant plusieurs semaines après une inhalation unique.

Le cadmium est transporté dans le sang fixé à l'hémoglobine ou aux métallothionéines. Le cadmium se concentre principalement dans le foie et les reins (entre 50 % et 70 % de la charge totale). Il est également retrouvé dans le pancréas, la glande thyroïde, les testicules et les glandes salivaires.

Le cadmium est excrété dans les fèces, les urines et les phanères. En l'absence de lésions rénales, l'excrétion urinaire du cadmium est proportionnelle à la charge corporelle aux niveaux rénal et hépatique.

### Effets systémiques

Le principal organe cible est le rein. En effet, plusieurs études ont montré des atteintes rénales à la suite d'expositions par inhalation au cadmium.

Des troubles respiratoires ont été rapportés lors d'exposition réalisées par inhalation (niveau d'exposition compris entre 30 et 13 277  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ ). Ces troubles sont essentiellement liés aux effets irritants des particules de cadmium. Ils correspondent à une diminution des fonctions respiratoires, de l'odorat, la survenue de rhinite, de bronchite et d'emphysème consécutif à la destruction des alvéoles pulmonaires.

Il est probable que le cadmium soit également à l'origine de neuropathie périphérique. Cette observation a été réalisée chez une population de retraités ayant été exposée au cadmium au cours de leur activité professionnelle.

### Effets cancérigènes

Différentes études en milieu professionnel, et correspondant à des expositions par inhalation, ont montré une augmentation significative de la mortalité par cancer pulmonaire ainsi que des troubles respiratoires divers. De nombreuses études effectuées en milieu professionnel ont mis en évidence un lien entre l'exposition au cadmium et le cancer pulmonaire mais également les cancers de la prostate.

Une étude cas-témoin menée aux Etats-Unis a permis de mettre en évidence un lien faible entre l'exposition au cadmium et la survenue de cancer prostatique.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Le chlorure et le sulfate de cadmium induisent des effets génotoxiques probablement secondaires à un mécanisme de stress oxydatif. Les résultats pour l'oxyde et le sulfure de cadmium sont moins clairs.

Les études ayant cherchées à identifier un effet du cadmium sur la fonction de reproduction chez l'homme n'ont pas montré de diminution de la fertilité, ni d'effet sur la fonction endocrine (testostérone, hormone lutéine, hormone de stimulation de follicules). Ces études confirment les conclusions du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France basées sur des études plus anciennes et qui considéraient que « prises dans leur ensemble les données laissent penser que le retentissement de l'exposition modérée à long terme au cadmium sur la fertilité de l'homme est faible ». Toutefois, les récentes études semblent mettre en évidence une action du cadmium sur les cellules testiculaires, mais des données complémentaires sont nécessaires pour conclure.

## 4.10 Chrome

*Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2-4, février 2005 ; ATSDR, Toxicological Profile, September 2012*

N°CAS : Chrome total : 7440-47-3

Le chrome est principalement utilisé pour la fabrication de pigments et est par ailleurs utilisé de manière très diversifiée. En effet, il entre dans la composition d'aciers inoxydables, d'aciers spéciaux, d'alliages, de matériaux réfractaires utilisés pour le garnissage de fours industriels. Il est également utilisé pour le chromage des métaux, le tannage du cuir. Il améliore la dureté des métaux et leur résistance à la corrosion.

Le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation, principalement chrome III et un peu chrome VI. Le chrome VI est largement transformé en chrome III dans les sols, les sédiments (favorisé en conditions anaérobie et à un pH faible). La solubilité du chrome VI est importante alors que le chrome III est généralement peu soluble.

Le chrome est présent dans l'environnement de manière ubiquitaire. Il s'agit d'un élément largement distribué dans la croûte terrestre. Le chrome est principalement concentré dans les roches. Seuls les composés trivalents (chrome III) et hexavalents (chrome VI) sont détectés dans l'environnement en quantités significatives. Dans les sols, le chrome issu de la roche mère est principalement sous forme trivalente. Le chrome hexavalent est la plupart du temps introduit dans l'environnement pour les activités industrielles. Les principales sources d'émission de chrome dans l'atmosphère sont l'industrie chimique, la combustion de gaz naturel, d'huile de charbon.

### Devenir dans l'organisme

Les dérivés hexavalents du chrome pénètrent facilement dans l'organisme par toutes les voies d'administration. L'absorption gastro-intestinale est estimée entre 2 et 9 % pour le chrome VI. L'absorption du chrome trivalent est nettement plus faible que celle du chrome hexavalent. Le chrome III se retrouve dans le sang, l'urine et les cheveux et est éliminé principalement par les fèces après administration par voie orale.

### Effets systémiques

Le chrome VI est généralement responsable des manifestations toxiques observées. Le chrome III qui est un composé naturel de l'organisme possède également une action toxique.

Le tractus respiratoire est l'organe cible des effets lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome III et du chrome VI. Il s'agit d'atteintes au site de contact. Lors d'exposition au chrome VI, les principaux effets observés sont l'épistaxis, une rhinorrhée chronique, une irritation et des démangeaisons nasales, des bronchites, des pneumoconioses, une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies.

Plus spécifiquement, lors d'exposition professionnelle aux chromates, il s'agit d'atrophie de la muqueuse nasale, suivie d'ulcérations puis de perforations. Ces effets sont observés lors d'expositions professionnelles à des niveaux inférieurs ou égaux à 0,002 mg de chrome VI/m<sup>3</sup>.

Après solubilisation, le chrome et ses dérivés peuvent avoir un effet sensibilisant qui se manifeste par de l'asthme ou des dermatites. La prévalence de la sensibilisation au chrome dans la population générale est estimée à 0,7 %. La sensibilité aux dérivés du chrome VI est nettement supérieure à celle des dérivés du chrome III.

Des atteintes gastro-intestinales ont été observées lors d'expositions professionnelles par inhalation. Les effets observés sont des douleurs stomacales, des crampes, des ulcères gastro-duodénaux et des gastrites.

### Effets cancérigènes

De nombreuses études épidémiologiques réalisées en Allemagne, en Italie, au Japon, au Royaume Uni ou aux Etats-Unis sur des salariés de la production des chromates ont largement mis en évidence un excès de risque pour le cancer du poumon. Dans ces industries c'est une exposition au chrome III et chrome VI qui est le plus souvent rencontrée.

### Effets génotoxiques - Effets sur la reproduction et le développement

Chez l'homme, les seules études disponibles sont relatives à l'exposition de la femme en milieu professionnel, donc exposée via la voie respiratoire aux dichromates. Les résultats montrent une augmentation de l'incidence des complications au cours de la grossesse et de la naissance, une toxicose pendant la grossesse ainsi qu'une augmentation des hémorragies post-natales. Bien qu'ayant été pratiquées en présence d'un groupe témoin, ces études sont d'une qualité médiocre et ne permettent pas de conclure.

## 4.11 Cobalt

Source : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2, avril 2006

N°CAS : 7440-48-4

Le cobalt entre dans la production de nombreux alliages utilisés dans les industries électrique, aéronautique et automobile (avec le chrome, le nickel, le molybdène, le béryllium, l'aluminium ou le cuivre), ou d'alliages très durs. Il est également employé dans la fabrication d'aimants permanents, de métaux réfractaires, de pigments pour le verre et les céramiques, etc.

Le cobalt est présent naturellement dans les sols. Aussi les principales sources naturelles d'exposition sont les éruptions volcaniques et les feux de forêts. Les principales sources d'exposition anthropiques sont les fumées des centrales thermiques et des incinérateurs, les échappements des véhicules à moteur thermique, les activités industrielles liées à l'extraction du minerai et aux processus d'élaboration du cobalt et de ses composés.

### Devenir dans l'organisme

La poudre métallique inhalée se dépose dans les voies respiratoires et est absorbée lentement. Le taux de rétention pulmonaire de l'oxyde de cobalt après 180 jours est de 50 % de la dose initiale, avec quelques variations minimales en fonction de la taille des particules.

L'absorption gastro-intestinale est variable (18 à 97 %) et dépend de la dose, du composé et du statut nutritionnel.

Le cobalt est un cofacteur de la cyanocobalamine (vitamine B12) qui intervient comme co-enzyme de nombreuses réactions enzymatiques dont celles de l'hématopoïèse. Il a ainsi une large distribution tissulaire avec une accumulation préférentielle au niveau hépatique. Toutefois, quelle que soit la voie d'exposition, la majorité du cobalt est éliminée rapidement par voie fécale et urinaire.

## Effets systémiques

Le système respiratoire est l'une des principales cibles lors d'une exposition par inhalation. Les effets sur le système respiratoire d'une exposition chronique professionnelle par inhalation sont multiples. Il est observé de l'irritation respiratoire, une respiration bruyante, de l'asthme, des pneumonies et une fibrose pour des niveaux d'exposition de 0,007 à 0,893 mg/m<sup>3</sup> et des durées d'exposition de 2 à 17 ans.

Une exposition professionnelle à des particules de cobalt entraîne des cardiomyopathies caractérisées par des anomalies fonctionnelles ventriculaires et une cardiomégalie. Le cobalt est considéré comme un agent cardiomyopathogène faible par inhalation alors qu'il s'agit d'un effet toxique majeur par voie orale.

## Effets cancérigènes

Chez l'homme, différentes études réalisées en milieu professionnel ont montré une augmentation des cas de cancer pulmonaire suite à une exposition atmosphérique au cobalt. Toutefois, l'interprétation des études disponibles concernant l'impact du cobalt par inhalation est difficile car il s'agit le plus souvent d'expositions multiples et notamment avec d'autres cancérigènes comme le nickel et l'arsenic.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Il n'existe pas de résultats d'études des effets génotoxiques du cobalt chez l'homme et chez l'animal à la suite d'une exposition par inhalation, voie orale ou voie cutanée.

Le traitement de femmes enceintes avec du chlorure de cobalt afin de pallier des troubles hématologiques à la dose de 0,6 mg de cobalt/kg/j pendant 90 jours, n'entraîne pas d'effets sur le développement des fœtus. Toutefois, ces observations se sont limitées à la période périnatale.

## 4.12 Mercure

Source : INERIS, *Fiche de données environnementales et toxicologiques*, version n°4, septembre 2010

N°CAS : Mercure élémentaire : 7439-97-6

L'importante volatilité du mercure fait que sa principale source dans l'environnement reste le dégazage de l'écorce terrestre, qui en rejette annuellement plusieurs milliers de tonnes. L'activité volcanique constitue également une source naturelle importante.

Les rejets anthropiques sont principalement dus à l'exploitation des minerais (mines de plomb et de zinc), à la combustion des produits fossiles (charbon – fioul), aux rejets industriels (industrie du chlore et de la soude...) et à l'incinération de déchets.

Le mercure est utilisé dans diverses activités industrielles. Aussi, il est présent dans les batteries électriques, les équipements électriques et les équipements de mesures, l'industrie chimique, les peintures et les amalgames dentaires.

### Devenir dans l'organisme

Chez l'homme, le mercure élémentaire sous forme vapeur est essentiellement absorbé par voie pulmonaire, à hauteur de 75 à 85 %. Il est ensuite distribué dans tout le corps. En effet, du fait de ses propriétés lipophiles, il traverse facilement les barrières sang/cerveau et placentaire. Le mercure élémentaire s'accumule prioritairement dans les reins, mais aussi dans le fœtus, alors que le mercure inorganique divalent, moins lipophile, atteint de façon similaire tous les organes. A l'inverse, aucune donnée concernant l'absorption du mercure organique par inhalation n'est disponible (mais des preuves indirectes montrent que cette voie existe).

Peu d'études traitent de l'absorption par voie orale du mercure élémentaire et du mercure inorganique. Toutefois, l'absorption par voie orale de ces deux types de mercure semble faible. A l'opposé, l'absorption du mercure organique par voie orale est plus importante que celle du mercure inorganique ou élémentaire. A l'opposé, l'absorption du mercure organique par voie orale est importante : environ 95 % d'une dose de nitrate de méthylmercure sont absorbés par voie orale. Le mercure organique ainsi absorbé est distribué dans tout le corps et s'accumule principalement dans les reins. Du mercure

inorganique (chlorure de mercure) et organique se retrouvent également dans les cheveux après absorption orale.

Quel que soit le mode d'absorption, le mercure élémentaire et le mercure organique sont métabolisés en mercure inorganique dans le sang, le foie, le cerveau, les poumons. Le mercure inorganique est oxydé puis réduit en mercure élémentaire dans les tissus mammaires.

Les principales voies d'excrétion de toutes les formes de mercure sont les urines et les fèces. Le mercure inorganique et le mercure élémentaire peuvent être également excrétés dans l'air exhalé, dans la salive et dans la bile.

## Effets systémiques

Les effets systémiques du mercure seront présentés en fonction du type de mercure considéré.

### Mercure élémentaire

La plupart des données relatives à la toxicité du mercure élémentaire proviennent d'enquêtes épidémiologiques réalisées sur des salariés d'usines fabriquant du chlore. Chez l'homme exposé au mercure élémentaire, les organes cibles sont le système nerveux central et le rein.

Une exposition à long terme au mercure élémentaire provoque des effets de même nature qu'une exposition à court terme, mais plus l'exposition est importante et longue, plus les effets sont sévères et peu réversibles. Les études épidémiologiques ont montré que les individus exposés à 100 µg/m<sup>3</sup> de mercure élémentaire présentaient des tremblements des doigts, des paupières, des lèvres et de la langue dus à des lésions du cervelet, mais présentaient également des gingivites, une salivation et une modification de la personnalité (insomnie, irritabilité).

Des expositions à plus long terme et à plus faibles concentrations en mercure (25-80 µg/m<sup>3</sup>) provoquent des tremblements, une irritabilité, une faible concentration intellectuelle et des troubles de la mémoire.

La majorité de ces études suggère que les troubles du système moteur sont réversibles alors que la diminution cognitive ainsi que les pertes de mémoire peuvent être permanentes. On observe également une diminution de la capacité psychomotrice et de la neurotransmission ainsi qu'une modification de la personnalité.

Par exemple, une étude réalisée chez 26 salariés masculins dont la moyenne d'âge était de 44 ans et dont le temps d'exposition moyen au mercure était de 15,3 ans a mis en évidence une augmentation des tremblements de la main chez les salariés exposés par rapport aux salariés non exposés au mercure. Ces tremblements, sont la conséquence de dommages neurophysiologiques résultant d'une accumulation de mercure élémentaire dans le cervelet. Des mesures d'échantillons d'air ont permis de connaître la concentration moyenne à laquelle furent exposés les salariés soit à 0,026 mg/m<sup>3</sup> de mercure élémentaire.

Le rein est également un organe cible du mercure élémentaire pour des concentrations supérieures à 50 µg/g de créatinine (protéinurie accompagnée de lésions des néphrons).

L'exposition par voie respiratoire au mercure élémentaire induit également chez les enfants la "maladie rose" ("pink disease"). Cette maladie est caractérisée par une tuméfaction froide, humide et cyanotique des mains et des pieds accompagnée de prurit et de crises sudorales, parfois de troubles nerveux ou de troubles cardiaques et un syndrome des ganglions lymphatiques muco-cutanés ("Kawasaki disease"). Ce syndrome aigu pourrait être d'origine immunitaire.

L'effet toxique des vapeurs du mercure élémentaire a été évoqué parmi les dentistes et leurs patients. Les vapeurs de mercure élémentaire relarguées des amalgames dentaires pourraient être la cause de troubles neurologiques, mais les preuves de ces effets manquent actuellement.

L'INERIS précise toutefois que selon l'OMS, la toxicité du mercure élémentaire n'est pas prouvée à l'exception des cas d'allergies. Ceci a été repris par un groupe d'experts suédois et dans un rapport américain.

### Mercure inorganique

Chez l'homme aucune donnée concernant l'effet chronique du mercure inorganique après une exposition par voie pulmonaire n'est disponible. En revanche, chez l'animal une exposition par inhalation au mercure inorganique induit principalement des troubles neurologiques mais également des troubles respiratoires, cardiovasculaires, hépatiques et immunologiques.

### Mercure organique

L'exposition chronique par voie pulmonaire au mercure organique entraîne des troubles respiratoires, gastro-intestinaux, musculaires, hépatiques et neurologiques.

Une dyspnée par sécrétion de mucus ainsi qu'une nécrose d'une partie du foie ont été observées chez un fermier de 39 ans ayant traité pendant plusieurs saisons ses graines avec de l'acétate de phénylmercure. Ce fermier présentait également une bouche enflée et infectée, une gencive rouge et douloureuse à la pression et des dents cariées. Dans cette étude, il n'est pas facile de savoir si les troubles respiratoires sont les conséquences directes de l'intoxication au phénylmercure ou d'une neurotoxicité sévère induite par le phénylmercure.

Aucun effet respiratoire et cardiovasculaire néfaste n'a été constaté chez 4 hommes ayant inhalé une concentration non connue de méthylmercure (sous forme de poussières) pendant plusieurs mois. En revanche, ces personnes présentaient des troubles neurologiques tels que l'engourdissement, des troubles de la marche, une irritabilité, ainsi que des troubles musculo-squelettiques comme des fasciculations musculaires (contractions pathologiques simultanées de fibres musculaires appartenant à la même unité motrice), et une absence de réflexe profond du bras. Ces troubles sont secondaires aux atteintes neurologiques. Deux ans après l'exposition, certains de ces symptômes étaient encore observés chez ces individus.

### **Effets cancérogènes**

#### Mercure élémentaire

Un certain nombre d'études épidémiologiques ont été conduites pour examiner la mortalité par cancer chez des salariés exposés aux vapeurs de mercure élémentaire. Les résultats relatifs à ces études et plus précisément au risque de développement de cancers (poumons, cerveau, reins) sont contradictoires.

Aucune étude de l'éventuel pouvoir cancérogène du mercure élémentaire par voie orale chez l'homme et l'animal, n'est disponible.

#### Mercure inorganique

Aucune étude épidémiologique n'a été réalisée sur l'effet cancérogène du mercure inorganique (chlorure de mercure). Les études menées chez le rat et la souris exposés pendant 2 ans par gavage au chlorure mercurique montrent la présence d'adénomes et d'adénocarcinomes rénaux chez les deux espèces. Il a également été observé l'apparition de papillomes et d'une hyperplasie au niveau de l'estomac chez le rat. Cependant, deux autres études ne mettent pas clairement en évidence la cancérogénicité du chlorure mercurique.

#### Mercure organique

Les études menées chez l'homme pour examiner la relation entre l'exposition au méthyl-mercure et l'effet cancérogène éventuel n'ont pas été concluantes.

Les études réalisées chez des souris exposées au méthyl-mercure par leur alimentation, ont montré une augmentation des tumeurs rénales (uniquement chez les souris mâles). Chez le rat, les études sont plus limitées et les résultats n'ont pas permis de mettre en évidence un effet cancérogène du mercure organique.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

### Mercure élémentaire

Dans une étude épidémiologique réalisée chez des assistantes dentaires, les auteurs ont montré que la fécondabilité des femmes exposées à de fortes concentrations en mercure n'est que de 63 % par rapport aux femmes non exposées. De même, une étude récente a pu montrer que les femmes exposées à des vapeurs de mercure au travail (0,001-0,2 mg/m<sup>3</sup>) présentent des douleurs abdominales et des dysménorrhées comparativement aux femmes non exposées.

Des études menées sur des femmes enceintes chez des dentistes et leur personnel dans plusieurs pays, décrivent une augmentation des malformations congénitales, des avortements et une diminution du poids des nouveaux-nés.

Une étude a mis en évidence un risque d'avortement spontané, doublé chez les femmes de salariés exposés au mercure élémentaire si la concentration de mercure dans les urines des salariés est supérieure à 50 µg/L.

### Mercure inorganique

Seule une étude menée chez les femmes travaillant dans une fonderie, exposées à 80 µg/m<sup>3</sup> de mercure inorganique, a montré une augmentation des avortements spontanés. Aucun effet néfaste sur le taux de fertilité n'a été observé.

### Mercure organique

Plusieurs études menées dans des endroits différents (Seychelles, îles Faroé, etc.) ont étudié le développement des enfants dont les mères furent exposées pendant toute la grossesse à du méthylmercure par la voie orale.

Ces études confirment que l'exposition des mères au méthylmercure pendant la grossesse peut avoir pour effet un déficit neuropsychologique chez les enfants détectable à partir de 7 ans (effet directement corrélé à la concentration sanguine de mercure mesurée chez les mères exposées).

Une étude menée en Guyane Française a également mis en évidence de faibles troubles neurologiques chez des enfants âgés de 5 à 7 ans dont les mères furent exposées à du méthylmercure. Une relation dose effet a été observée entre le taux de mercure présent dans les cheveux des mères, une augmentation des réflexes et une diminution dans la réussite de tests analysant l'organisation visio-spatiale chez les enfants. Cette association dépend du sexe de l'enfant et est plus importante chez les garçons que chez les filles.

Les études épidémiologiques menées à la suite des accidents qui ont eu lieu au Japon, en Irak, au Canada et en Nouvelle-Zélande, ont montré que le méthyl- et l'éthylmercure pouvaient provoquer des altérations du cerveau chez les enfants exposés in utero. Les malformations les plus sévères (paralysie, retard de croissance, cécité) sont observées chez les enfants exposés pendant le second trimestre de la grossesse.

## 4.13 Nickel

*Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°1-2, juillet 2006 ; Fiche INRS, FT n°68, édition 2009 ; OMS, Environmental Health Criteria n°108, 1991 ; ATSDR, Toxicological Profile, August 2005*

N°CAS : 7440-02-0

Le nickel est principalement utilisé pour la production d'aciers inoxydables très résistants à la corrosion et aux températures élevées. Il est utilisé sous forme d'alliages et de dépôts galvaniques pour la confection de pièces automobiles, de machines-outils, d'armements, d'outils, de matériel électrique, d'appareils ménagers et de pièces de monnaie. Les dérivés du nickel sont également utilisés comme catalyseurs, pigments et dans les batteries d'accumulateurs.

Le nickel est présent à l'état de traces dans l'ensemble des compartiments (sol, eau, air). Dans les polluants atmosphériques, le nickel est présent principalement sous forme de sulfates, d'oxydes, de sulfures et, dans une moindre mesure de nickel métallique. Il est essentiellement sous forme d'aérosols particulaires dont la teneur en nickel varie en fonction de leur origine.

### Devenir dans l'organisme

L'homme est exposé à des concentrations atmosphériques en nickel dont les valeurs caractéristiques vont de 5 à 35 ng/m<sup>3</sup> en zones rurales et urbaines, d'où une absorption par inhalation de 0,1 à 0,7 µg de nickel par jour. Chez les fumeurs, les quantités absorbées par voie pulmonaire peuvent aller de 2 à 23 µg/jour pour une consommation quotidienne de 40 cigarettes. Dans les ambiances de travail, les concentrations de nickel en suspension dans l'air peuvent varier de quelques µg jusqu'à, parfois, plusieurs mg/m<sup>3</sup>, selon le processus industriel et la teneur en nickel des produits manipulés.

La principale voie de pénétration dans l'organisme en cas d'exposition professionnelle est l'absorption respiratoire avec résorption gastro-intestinale secondaire (formes solubles et insolubles). La résorption dépend de la solubilité du composé. De tous les dérivés du nickel, c'est le nickel carbonyle qui est le plus rapidement et le plus complètement résorbé dans l'organisme de l'homme et des animaux. L'excrétion peut s'effectuer en principe dans toutes les sécrétions et notamment l'urine, la bile, la sueur, les larmes, le lait et le liquide muco-ciliaire. Le nickel qui n'est pas résorbé est éliminé dans les matières fécales.

### Effets systémiques

Chez des nickeleurs et des ouvriers d'ateliers d'affinage du nickel, des effets chroniques tels que rhinite, sinusite, perforation de la cloison nasale et asthme ont été signalés. Certaines études font également état d'anomalies pulmonaires, notamment de fibrose, chez des ouvriers amenés à inhaler de la poussière de nickel. Des cas de dysplasie nasale ont également été rapportés chez des ouvriers travaillant dans des ateliers d'affinage du nickel.

Chez le rat et la souris des lésions des muqueuses et des réactions inflammatoires des voies respiratoires ont été provoquées suite à l'inhalation pendant une longue période du nickel métallique, de l'oxyde et du sous-sulfure de nickel. Des hyperplasies de l'épithélium ont également été observées chez des rats après inhalation d'aérosols de chlorure et d'oxyde de nickel.

### Effets cancérogènes

L'ensemble des données relatives aux effets cancérogènes des différents composés du nickel provient d'études en milieu professionnel.

Bien que quelques-uns des dérivés du nickel peuvent être cancérogènes, il n'existe que peu ou pas de risque décelable dans la plupart des secteurs de l'industrie du nickel aux niveaux d'exposition actuels. Cette observation vaut également pour certains procédés qui jusqu'ici étaient considérés comme engendrant des risques très élevés de cancers pulmonaire et nasal.

Toutefois, une exposition prolongée à des dérivés solubles du nickel à des concentrations de l'ordre de 1 mg/m<sup>3</sup> peut entraîner une augmentation sensible du risque relatif de cancer pulmonaire. Pour un niveau d'exposition donné, le risque est plus important dans le cas des composés solubles que dans le cas du nickel métallique et peut-être des autres dérivés du nickel.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Aucune donnée relative à ces effets chez l'homme n'est disponible dans les documents consultés. Par contre, l'existence d'un transfert transplacentaire chez des rongeurs a été mise en évidence. Toutefois, cette observation semble être relative à une voie d'administration différente de la voie pulmonaire.

Chez des rats et des hamsters, l'inhalation de nickel carbonyle a provoqué la mort des fœtus et une diminution de leur poids, avec en outre des effets tératogènes. Les études en question ne donnaient aucune information sur la toxicité des composés du nickel pour les femelles gestantes.

## 4.14 Plomb

Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version 2-1, février 2003 ; ATSDR, Toxicological Profile, August 2007

N°CAS : 7439-92-1

Le plomb et ses composés sont présents dans de nombreux secteurs industriels. Traditionnellement, le plomb est utilisé dans les imprimeries, la métallurgie et la production de batteries électriques. Il est également utilisé pour divers produits, tels que : les munitions, les alliages, l'enrobage de câbles, les produits extrudés, les feuilles de plomb (protection contre les rayonnements), les soudures, la céramique, les masses de lestage, les tuyaux, les réservoirs,... Afin de réduire l'exposition de la population au plomb, son utilisation dans l'essence, les tuyaux d'alimentation en eau potable et les peintures a été proscrite.

Le plomb est présent naturellement dans le sol, l'air, l'eau et les différents compartiments de la chaîne trophique (plantes, animaux, ...). Le plomb présent dans l'environnement est soit à l'état métallique, soit combiné avec d'autres éléments, tels que le carbone, l'oxygène et le soufre. Les trois principaux minerais du plomb sont le carbonate de plomb, le sulfure de plomb et le sulfate de plomb. Les principales sources naturelles d'émissions atmosphériques en plomb sont les éruptions volcaniques. Toutefois, les émissions naturelles sont négligeables par rapport aux émissions anthropiques. Le trafic automobile constituait par le passé la principale source d'émission de plomb. Toutefois, un important effort de réduction de l'utilisation de carburants contenant du plomb a été mené et désormais les sources d'émissions industrielles sont devenues la majeure source d'émission anthropique. Les principales industries émettrices de plomb sont les fonderies, les usines de production et de retraitement de batteries, les usines chimiques et les chantiers de démolition d'immeubles anciens, comportant de la peinture et des tuyaux contenant du plomb.

Le plomb existe principalement sous la forme inorganique ( $Pb^{2+}$  et ses composés) par opposition à sa forme organique (essentiellement tétra-alkyl de plomb). Les sources d'exposition, professionnelle ou environnementale correspondent à des risques spécifiques liés d'une part à l'état physique dans lequel se trouve le plomb et d'autre part à la spéciation du métal.

### Devenir dans l'organisme

Le plomb pénètre dans l'organisme essentiellement par voie digestive et par voie pulmonaire. La principale voie d'absorption est digestive. Dans ce cas, la biodisponibilité du plomb dépend de sa solubilité dans le tractus intestinal. En effet, pour être absorbé il doit être transformé en sel hydrosoluble. Plusieurs auteurs s'accordent à donner des taux d'adsorption par voie orale chez l'adulte compris entre 5 et 10 % pour des consommations journalières de 0,1 à 0,4 mg. Chez l'enfant, les taux d'adsorption digestive sont beaucoup plus élevés que chez l'adulte. Ils sont de l'ordre de 20 % chez les enfants âgés d'une dizaine d'années et voisins de 50 % chez les enfants de moins de 2 ans.

Le plomb atmosphérique peut exister sous forme de vapeurs, de gaz ou de particules. Les vapeurs et gaz, après migration jusqu'aux alvéoles pulmonaires, passent dans le sang. Les particules métalliques les plus grosses sont éliminées des voies respiratoires hautes par le tapis muco-ciliaire puis dégluties. Les plus fines diffusent à travers la muqueuse des voies aériennes profondes et passent dans le sang. Le taux de déposition des particules inhalées est de l'ordre de 30 à 50 % et dépend de la taille des particules et de la ventilation pulmonaire. Une étude a montré que 20 à 30 % du plomb inhalé étaient absorbés. En ce qui concerne le plomb organique, environ 60 à 80 % seraient absorbés par les poumons.

### Effets systémiques

Il apparaît que le plomb absorbé par inhalation modifierait le fonctionnement cellulaire et perturberait des voies métaboliques et différents processus physiologiques. Les voies d'exposition par inhalation et ingestion sont souvent indiscernables dans les études toxicologiques sur l'homme. Ainsi, les effets du plomb sont généralement identifiés à partir d'une mesure de dose interne (plombémie dans le sang).

Les intoxications chroniques sévères au plomb (plombémie plus de 1 500 µg/L) se traduisent chez l'adulte par une encéphalopathie saturnique grave. Les intoxications moins importantes (plombémie inférieure à 1 000 µg/L) conduisent à des troubles neurologiques (irritabilité, troubles du sommeil, anxiété, perte de mémoire, confusion et sensation de fatigue), observés chez l'adulte et chez l'enfant. A partir de symptômes similaires, des relations de type dose-réponse ont pu être observées sur des travailleurs répartis en fonction de leur taux de plombémie en trois groupes correspondant à de faibles (environ 200 µg/L), moyennes (de 210 à 400 µg/L) ou de fortes expositions (de 410 à 800 µg/L). Les sujets les plus exposés présentent également une diminution des capacités de raisonnement et des performances visuo-motrices. Les études ont montré que l'exposition au plomb chez l'enfant peut conduire à des conséquences à long terme au niveau du développement du système nerveux central.

Un des effets classiques du plomb est l'anémie. L'anémie, qui résulte de l'effet du plomb sur la lignée érythrocytaire, est généralement peu sévère et assez tardive. Cette anémie est généralement non décelable pour des niveaux d'exposition assez faible (plombémie inférieure à 400 µg/L).

Des études épidémiologiques réalisées en milieu professionnel, où l'exposition par inhalation prédomine, ont mis en évidence une surmortalité par insuffisance rénale, liée à une exposition chronique à des concentrations atmosphériques élevées en plomb. Pour la population générale, certaines études suggèrent que des niveaux d'exposition au plomb plus faibles pourraient avoir des effets négatifs sur la fonction rénale.

Le système cardio-vasculaire, la glande thyroïde, les os et le système immunitaire peuvent également être affectés lors d'une exposition au plomb.

### Effets cancérigènes

Chez l'homme, une conjonction de données indique qu'une exposition professionnelle chronique pourrait être associée à un risque accru de cancer bronchique ou du rein (pour des expositions de longue durée). D'autres analyses réalisées toujours en milieu professionnel ont rapporté de légers excès de cancers pulmonaires chez les sujets dont la plombémie avait dépassé 200 µg/L.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Les études conduites chez l'homme montrent que l'exposition au plomb à long terme

(6 à 10 ans, plombémie supérieure à 400 µg/L) provoque une réduction de la production de spermatozoïdes et perturbe la sécrétion d'hormones sexuelles (plombémie supérieure à 600 µg/L). Pour les femmes, une baisse de la fécondité a pu être associée à un groupe de femmes présentant des plombémies comprises entre 290 et 500 µg/L.

## 4.15 Sélénium

Source : ATSDR, *Toxicological Profile*, September 2003

N°CAS : 7782-49-2

Le sélénium est une substance solide présente naturellement dans l'environnement, qui est distribuée largement mais de manière inégale dans la croûte terrestre. Il est également rencontré dans les roches et les sols. Le sélénium, sous sa forme pure de cristaux métalliques gris à noirs, est souvent nommé sélénium élémentaire ou particules de sélénium. Le sélénium élémentaire est produit de manière commerciale, principalement en tant que sous-produit de raffinage du cuivre. Le sélénium est rarement rencontré sans l'environnement sous sa forme élémentaire, mais il est généralement combiné à d'autres substances. La plupart du sélénium dans les roches est combinée à des minéraux de sulfite ou à des minéraux d'argent, de cuivre, de plomb et de nickel. Le sélénium se combine également avec l'oxygène pour former plusieurs substances qui sont des cristaux blancs ou incolores. Certains composés du sélénium sont des gaz.

Le sélénium et ses composés sont utilisés dans certains appareils photographiques, le blutage des armes (une solution liquide est utilisée pour nettoyer les parties métalliques d'une arme), les plastiques, les shampoings anti-pelliculaires, les suppléments vitamines et minéraux, les fongicides et certains types de verre. Le sélénium est également utilisé pour préparer des médicaments et comme complément alimentaire pour les volailles et le bétail.

Dans l'environnement, le sélénium omniprésent est émis à la fois par des sources naturelles et anthropogènes. L'érosion des roches et des sols peut résulter en des teneurs faibles de sélénium dans l'eau. L'érosion permet également l'émission du sélénium dans l'air sur de fines particules ressemblant à des particules. Les éruptions volcaniques peuvent engendrer l'émission de sélénium dans l'air. Les principales sources de sélénium dans l'environnement dues aux activités humaines résultent de la combustion du charbon.

### Devenir dans l'organisme

L'exposition au sélénium et à ses composés peut se produire par ingestion, inhalation et contact cutané. Des études chez le chien et le rat indiquent que suite à une exposition par inhalation, le taux et l'étendue de l'absorption varient selon la forme chimique du sélénium. Les études chez l'homme et les animaux de laboratoire indiquent que, lorsqu'ils sont ingérés, plusieurs composés du sélénium, y compris le sélénite, le sélénate, et la sélénométhionine sont facilement absorbés (souvent plus de 80 % de la dose administrée). Bien qu'une étude chez l'homme n'ait pas permis de détecter de signes d'une absorption cutanée de la sélénométhionine, une étude chez la souris indique qu'elle peut être absorbé par voie cutanée. Le sélénium s'accumule dans plusieurs organes du corps ; en général, les concentrations les plus élevées sont mesurées dans le foie et les reins. Le sélénium est principalement éliminé via les urines et les fèces à la fois chez l'homme et chez les animaux de laboratoire.

### Effets systémiques

Des données toxicologiques pour les expositions par inhalation sont disponibles pour le sélénium élémentaire, le dioxyde de sélénium, l'oxychlorure de sélénium, le séléniure d'hydrogène et le séléniure de diméthyle. Du fait qu'il existe peu d'études sur l'inhalation du sélénium sous une seule forme, toutes les études disponibles sur les expositions par inhalation aux composés du sélénium seront prises en considération.

Dans les études sur les expositions chez l'homme dans le milieu professionnel, il apparaît que le système respiratoire est le principal site de dommages après l'inhalation de particules de sélénium ou de composés du sélénium, mais des effets gastro-intestinaux (probablement dus à du sélénium ingéré) et cardiovasculaires, ainsi qu'une irritation cutanée et oculaire ont également été observés. Cependant, peu d'informations disponibles associent exclusivement les effets sur la santé aux concentrations mesurées de particules ou de composés du sélénium en raison de la possibilité d'expositions simultanées à de multiples substances sur le lieu de travail.

Aucune information n'a été trouvée concernant les effets hématologiques, musculo-squelettiques, cutanés ou oculaires chez l'homme ou chez l'animal après une exposition par inhalation au sélénium ou aux composés du sélénium.

### Effets cancérigènes

Il n'existe pas de données épidémiologiques pour démontrer une association causale entre l'inhalation de particules de sélénium élémentaire ou de composés du sélénium et l'apparition de cancer chez l'homme.

La majorité des études chez l'homme et l'animal n'ont pas révélé d'association entre la prise de sélénium et la fréquence des cancers ou une association chimio-préventive claire.

### Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Il a été observé que les composés inorganiques du sélénium avaient à la fois des effets génotoxiques et antigénotoxiques.

Aucune étude n'a été trouvée concernant des effets néfastes sur la reproduction chez l'homme suite à une exposition par ingestion au sélénium élémentaire ou aux composés du sélénium. Les données provenant des études sur l'animal suggèrent qu'une exposition à un excès de sélénium provoque des effets néfastes sur les taux de testostérone et la production de sperme, et augmente le pourcentage de sperme anormal.

## 4.16 Vanadium

Sources : INERIS, Fiche de données environnementales et toxicologiques, version n°2-3, mars 2012 ; OMS Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, Vanadium, 2000 ; WHO, Environmental Health Criteria n°81, 1988

N°CAS : Vanadium : 7440-62-2

Le vanadium est un métal grisâtre et ubiquitaire. Il est sous différents états d'oxydation -1, 0, +2, +3, +4 et +5. Les états d'oxydation +3, +4, +5 sont les plus communs. L'état d'oxydation +4 est le plus stable. Le pentoxyde de vanadium ( $V_2O_5$ ) est la forme commerciale la plus commune.

Le cycle biochimique du vanadium est caractérisé par un relargage naturel dans l'atmosphère, l'eau et la terre, et par des sources anthropogéniques. Globalement, les sources d'exposition au vanadium dues à des phénomènes naturels apparaissent beaucoup plus importantes que les sources anthropiques.

Le vanadium sous forme métallique n'existe pas naturellement. Sa production est liée à celles d'autres métaux comme le fer, l'uranium, le titane et l'aluminium. Le vanadium est principalement utilisé dans la métallurgie. Il est également employé comme métal non ferreux dans la construction d'avions et dans les technologies spatiales.

La métallurgie est la principale source anthropique de vanadium dans l'air ambiant, suivie par la combustion du brut, du pétrole résiduel et du charbon. La concentration moyenne de vanadium en milieu urbain est estimée à 0,05 - 0,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Devenir dans l'organisme

La principale voie de contamination de l'homme au vanadium est la nourriture. En milieu rural elle contribue à plus de 80 % de l'apport total en vanadium. Il a été estimé que l'apport total en vanadium par ingestion est de 20  $\mu\text{g}$  alors que celui par inhalation est pour les milieux urbain et rural respectivement de 1,5  $\mu\text{g}$  et 0,2  $\mu\text{g}$ .

Le taux d'adsorption pulmonaire des divers composés du vanadium n'a pas été déterminé, toutefois celui-ci a été estimé à environ 25 % pour les formes solubles du vanadium. Le vanadium absorbé est transporté par le plasma pour être largement distribué dans les tissus. Les principaux organes où le vanadium se concentre sont le foie, les reins, les poumons, les testicules, la rate et les os. Le vanadium est principalement excrété dans les urines mais également dans les fèces.

### Effets systémiques

L'exposition aiguë et chronique a largement été décrite chez les ouvriers d'entreprise de production utilisant du vanadium. La plupart des symptômes cliniques reportés sont l'irritation du système respiratoire par le vanadium.

En effet, de nombreuses études montrent que les principaux effets sur le système respiratoire sont le fait d'une exposition aiguë ou chronique au pentoxyde de vanadium. Il s'agit principalement d'irritation de la partie haute du tractus respiratoire. Seule une étude présentant des concentrations en vanadium importantes (1  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) a rapporté des effets plus sévères tels que des bronchites et des pneumonies.

D'autres effets systémiques ont été rapportés : dérangements nerveux, symptômes neurasthéniques ou végétatifs, tremblements occasionnels, palpitation du cœur, changements hématologiques. Toutefois, les évidences sont insuffisantes pour généraliser ces symptômes à une exposition au vanadium. Effectivement, une exposition des travailleurs à de faibles concentrations en pentoxyde de vanadium (0,01 à 0,04  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) durant 10 mois, précédée d'une exposition pendant 11 ans (0,2 à 0,5  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) n'a engendré aucun effet pathologique au niveau hématologique, mais également au niveau des fonctions respiratoires. Toutefois, cette exposition a causé des irritations du système respiratoire.

## Effets cancérigènes

Chez 49 salariés exposés professionnellement au pentoxyde de vanadium, une analyse des altérations de l'ADN a été effectuée sur les leucocytes sanguins ou les lymphocytes. Les concentrations sériques de vanadium mesurées sont comprises entre 2,18 et 46,3 µg/L. Aucune altération de l'ADN n'a été détectée par le test des comètes. Cette étude ne révèle pas non plus de stress oxydatif mesuré à l'aide de la 8-hydroxy-2'deoxyguanosine (adduit à l'ADN) utilisée comme marqueur.

Aucune étude n'a démontré, à ce jour, une relation entre une exposition au vanadium et des cas de cancer.

Une étude d'inhalation de dérivés pentavalents du vanadium a montré une augmentation de l'incidence des cancers broncho-alvéolaires chez les souris mâles et femelles et chez les rats mâles.

## Effets génotoxiques – Effets sur la reproduction et le développement

Aucune donnée n'est disponible chez l'homme concernant des effets génotoxiques ou sur la reproduction et le développement.

Il existe seulement de faibles indications sur les possibles effets mutagènes des composés du vanadium. En effet, les résultats des études de mutations effectuées sur les bactéries sont controversés.

Les preuves des effets spermato-toxiques et gonado-toxiques du vanadium doivent être corroborées. Des effets très légers sur le développement ont été observés chez le rat, et une étude n'a montré aucun effet sur la reproduction, la fertilité ou la lactation après gavage au vanadium.

**Etude d'Impact - Projet de crématorium**  
OGF - Digne-les-Bains (04)

**Annexe D - Tableau 1 : Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) pour une exposition chronique par inhalation**

Sources consultées en mars 2024

Composés	CAS	VTR pour les effets à seuil				ERU (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	Effet critique	VTR pour les effets sans seuil		Argumentation du choix de VTR selon la hiérarchisation de la note d'information de la DGS/DGPR du 31/10/2014 <sup>(1)</sup>	
		CAA µg/m <sup>3</sup>	Facteur d'incertitude	Effet critique	Référence			Référence	Argumentation du choix de VTR selon la hiérarchisation de la note d'information de la DGS/DGPR du 31/10/2014 <sup>(1)</sup>		
Dioxyde d'azote	10102-44-0	-	-	-	-	-	-	-	-	Absence de CAA	
Dioxyde de soufre	7446-09-5	-	-	-	-	-	-	-	-	Absence de CAA	
Poussières assimilées à des PM <sub>10</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Absence de CAA	
Monoxyde de carbone	630-08-0	-	-	-	-	-	-	-	-	Absence de CAA	
Benzène	71-43-2	9,6	10	Effets immunologiques	ATSDR, 09/2007 (0,003 ppm) Avis de l'AFSSET/ANSES de mai 2008 et rapport d'expertise de janvier 2008	2,6E-05	Leucémies aiguës	ANSES, 11/2013 Avis de l'ANSES de juillet 2014	-	Niveau 1 : Choix de l'ERU de l'ANSES	
2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	4,0E-05	100	Augmentation de la mortalité, diminution de la prise de poids, effets sur le rein, effets sur les tissus hépatiques, lymphoïdes, pulmonaires et vasculaires	OEHH, 02/2000, Toxicity Criteria Database Expertise de l'INERIS de mai 2019	-	-	Expertise de l'INERIS de mai 2019 Dans son expertise de 2019, l'INERIS propose de ne pas retenir de VTR pour des effets sans seuil : "bien que le mode d'action cancérigène des dioxines ne soit pas clairement établi, en l'absence d'effets génotoxiques, l'INERIS propose de ne pas retenir les valeurs établies pour des effets sans seuil".	-	Absence d'ERU, pris en compte tenu de l'expertise de l'INERIS (2019). Le mécanisme d'action cancérigène des dioxines est non génotoxique. L'ensemble de la communauté scientifique, y compris les experts de l'US EPA, est d'accord. Ceci conduit à reconnaître un seuil de toxicité en dessous duquel l'exposition n'a pas de conséquences néfastes pour l'organisme.	
Acide chlorhydrique	7647-01-0	20	300	Hyperplasie muqueuse nasale, larynx et trachée	IRIS, 07/1995	-	-	-	-	Niveau 3 : Choix de la CAA de l'IRIS, seule CAA de niveau 3 disponible	Absence d'ERU,
Mercure	7439-97-6	0,03	300	Neurotoxicité	OEHH, 12/2008 Expertise de l'INERIS de septembre 2010	-	-	-	-	Niveau 2 : Choix de la CAA recommandée par l'expertise de l'INERIS (2010). A noter que l'INERIS cite également une expertise de 2014, mais les documents associés ne sont pas disponibles. Également, la CAA de l'ATSDR, plus récente que l'expertise de l'INERIS, étant provisoire, elle n'est pas à retenir.	Absence d'ERU,
Antimoine	7440-36-0	0,3	30	Inflammation pulmonaire chronique	ATSDR, 10/2019, valeur applicable aux particules d'antimoine (trioxyde d'antimoine) Expertise de l'INERIS de mars 2023 (document INERIS du 13 mars 2023 intitulé "Bilan choix VTR à fin 2022")	-	-	-	-	Niveau 2 : Choix de la CAA recommandée par l'INERIS (2023). Il est à noter que la CAA de l'ATSDR est également plus récente que celle de l'IRIS.	Absence d'ERU,
Arsenic	7440-38-2	1,5E-02	30	Diminution des fonctions intellectuelles et effets néfastes sur le développement neurocomportemental	OEHH, 12/2008, Toxicity Criteria Database, pour les composés inorganiques de l'arsenic Expertise de l'INERIS d'avril 2010	4,3E-03	Cancer du poulmon	IRIS, 06/1995, pour les composés inorganiques de l'arsenic Expertise de l'INERIS d'avril 2010	-	Niveau 2 : Choix de l'ERU, recommandé par l'INERIS (2010)	
Cadmium	7440-43-9	0,3	25	Incidence combinée des tumeurs pulmonaires	ANSES, 12/2011, valeur pour les effets cancérigènes du cadmium Avis de l'ANSES de juillet 2012	-	-	ANSES, 12/2011, valeur pour les effets cancérigènes du cadmium Avis de l'ANSES de juillet 2012 L'usage d'un ERU n'est plus justifié pour le cadmium tenant compte des affirmations de l'ANSES dans son rapport "Valeur toxicologique de référence pour le cadmium et ses composés - Avis de l'ANSES - Rapport d'expertise collective" de juillet 2012, établit que le cadmium est un génotoxique indirect et qu'il existe un seuil de dose.	-	Absence d'ERU, pris en compte.	
Chrome III	7440-47-3	6	90	Inflammation chronique des alvéoles ; inflammation chronique interstitielle ou granulomateuse des poulmons et du tractus respiratoire	OMS, 2009, CICAD n°76 (composés solubles du Cr III, en µg Cr <sup>3+</sup> /m <sup>3</sup> , basé sur le sulfate de Cr III)	-	-	-	-	Niveau 3 : Choix de la CAA de l'OMS la plus pénalisante parmi les valeurs proposées par cet organisme, seul organisme de niveau 3 proposant une CAA adaptée à une exposition chronique. A noter que la CAA de l'ATSDR plus récente (09/2012), reprise par Santé Canada en 2021, et recommandée par l'INERIS (2019 et 2022) n'est pas retenue car établie pour une exposition subchronique.	Absence d'ERU,
Cobalt	7440-48-4	0,1	10	Diminution de la fonction respiratoire	OMS, 2006, CICAD n°69	7,7E-03	Cancer du poulmon	OEHH, 10/2020, valeur applicable pour les composés insolubles du cobalt, documents "Cancer Potency Factors", mise à jour d'avril 2023 & "Cobalt and Cobalt Compounds Cancer Inhalation Unit Risk Factors Technical Support Document for Cancer Potency Factors Appendix B" d'octobre 2020	-	Niveau 3 : Choix de la CAA de l'OMS, seule CAA de niveau 3 disponible en version finale. Il est à noter que la valeur plus récente de l'ATSDR (2023) est une valeur provisoire.	Niveau 4 : Choix de l'ERU, le plus pénalisant parmi les valeurs proposées par l'OEHH, seul organisme à proposer des VTR pour les effets sans seuil.
Nickel	7440-02-0	0,014	100	Changements pathologiques au niveau des poulmons, des ganglions lymphatiques et de l'épithélium nasal	OEHH, 03/2012, Toxicity Criteria Database	2,6E-04	Cancer du poulmon	OEHH, 08/1991, Toxicity Criteria Database & document "Cancer Potency Factors", mise à jour d'avril 2023 Expertise de l'INERIS de novembre 2017	-	Niveau 4 : Choix de la CAA la plus récente. A noter que l'ANSES retient une CAA de l'ATSDR qui n'est plus disponible car remplacée par une valeur provisoire et donc non retenue.	Niveau 2 : Choix de l'ERU, recommandé par l'INERIS (2017)
Plomb	7439-92-1	0,9	-	Plombémie supérieure ou égale à 15 µg/L dans le sang	EFSA, 04/2010 et ANSES, 10/2012 Avis de l'ANSES de janvier 2013 (Avis n°2011-SA-0219 relatif "aux effets du plomb sur la santé associés à des plombémies inférieures à 100 µg/L") Expertise de l'INERIS de juillet 2016	1,2E-05	Tumeurs rénales	OEHH, 04/1997, Toxicity Criteria Database Expertise de l'INERIS de juillet 2016	-	Niveau 1 : Choix de la CAA de l'ANSES (2012) associée à une plombémie de 15 µg/L	Niveau 2 : Choix de l'ERU, recommandé par l'INERIS (2016), dont l'expertise est plus récente que celles de l'OMS (2000) et de l'EFSA (2010).
Sélénium	7782-49-2	20	3	Séniologie clinique (foie, sang, peau, système nerveux central)	OEHH, 12/2001, Toxicity Criteria Database	-	-	-	-	Niveau 4 : Seule CAA disponible	Absence d'ERU,
Vanadium	7440-62-2	0,1	30	Effets respiratoires	ATSDR, 09/2012, valeur pour les particules	-	-	-	-	Niveau 3 : Choix de la CAA de l'ATSDR, seule CAA de niveau 3 disponible. A noter que cette VTR a été publiée postérieurement à l'expertise de l'INERIS qui retient la CAA du RIVM de 2009.	Absence d'ERU,

- : Donnée non disponible

Composé ne disposant pas de VTR pour une exposition chronique par inhalation dans les bases consultées

CAA : Concentration Admissible dans l'Air  
ERU : Excès de Risque Unitaire pour l'Inhalation  
TCDD : Tétrachlorodibenzo-p-Dioxine

<sup>(1)</sup> Selon la hiérarchisation de la note d'information de la DGS/DGPR du 31 octobre 2014 :

Niveau 1 : " Il est recommandé au pétitionnaire de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si ces VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données "

Niveau 2 : " si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors le prestataire devra retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente "

Niveau 3 : " le pétitionnaire sélectionnera la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA [IRIS], ATSDR et OMS "

Niveau 4 : " le pétitionnaire utilisera la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, OEHH ou EFSA "

**Etude d'impact - Projet de crématorium**  
OGF - Site de Digne-les-Bains (04)

**Annexe D - Tableau 2 : Mentions de danger pour la santé**

**Sources consultées en avril 2024**

Composé	CAS	Mentions de Danger <sup>(1)</sup>
		UE <sup>(2)</sup>
Dioxyde d'azote	10102-44-0	H314 / H330
Dioxyde de soufre	7446-09-5	H314 / H331
Poussières assimilées à des PM <sub>10</sub>	-	-
Monoxyde de carbone	630-08-0	H331 / H360D / H372
Benzène	71-43-2	H304 / H315 / H319 / H340 / H350 / H372
2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	-
Acide chlorhydrique	7647-01-0	H314 / H331
Mercurure	7439-97-6	H330 / H360D / H372
Antimoine	7440-36-0	H302 / H332
Arsenic	7440-38-2	H301 / H331
Cadmium	7440-43-9	H330 / H341 / H350 / H361fd / H372
Chrome III	7440-47-3	H314 / H317 / H350
Cobalt	7440-48-4	H317 / H334 / H341 / H350 / H360F
Nickel	7440-02-0	H317 / H351 / H372
Plomb	7439-92-1	H360FD / H362
Sélénium	7782-49-2	H301 / H331 / H373
Vanadium	7440-62-2	-

<sup>(1)</sup> Les propriétés toxicologiques détaillées des composés retenus dans la présente étude peuvent être consultées sur le Portail Substances Chimiques de l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) : <https://substances.ineris.fr/fr/>

<sup>(2)</sup> Classification harmonisée issue de l'annexe VI du règlement CLP, mise à jour par l'ECHA (European Chemicals Agency) en 2024 (20th ATP - Adaptation to Technical Progress).

Composé ne disposant pas de mention de danger dans les bases consultées

- : Donnée non disponible

PM<sub>10</sub> : Particule de diamètre médian inférieur ou égal à 10 µm.

**Légende des mentions de danger :**

**- Toxicité aiguë :**

- H300 : Mortel en cas d'ingestion.
- H301 : Toxique en cas d'ingestion.
- H302 : Nocif en cas d'ingestion.
- H310 : Mortel par contact cutané.
- H311 : Toxique par contact cutané.
- H312 : Nocif par contact cutané.
- H330 : Mortel par inhalation.
- H331 : Toxique par inhalation.
- H332 : Nocif par inhalation.

**- Corrosion cutanée / irritation cutanée :**

- H314 : Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.
- H315 : Provoque une irritation cutanée.

**- Lésions oculaires graves / irritation oculaire :**

- H318 : Provoque des lésions oculaires graves.
- H319 : Provoque une sévère irritation des yeux.

**- Sensibilisation respiratoire ou cutanée :**

- H317 : Peut provoquer une allergie cutanée.
- H334 : Peut provoquer des symptômes allergiques ou d'asthme ou des difficultés respiratoires par inhalation.

**- Mutagénicité sur les cellules germinales :**

- H340 : Peut induire des anomalies génétiques.
- H341 : Susceptible d'induire des anomalies génétiques.

**- Cancérogénicité :**

- H350 : Peut provoquer le cancer.
- H350i : Peut provoquer le cancer par inhalation.
- H351 : Susceptible de provoquer le cancer.

**- Toxicité pour la reproduction :**

- H360 : Peut nuire à la fertilité ou au fœtus.
- H360F : Peut nuire à la fertilité.
- H360D : Peut nuire au fœtus.
- H360FD : Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus.
- H360Fd : Peut nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus.
- H360Df : Peut nuire au fœtus. Susceptible de nuire à la fertilité.
- H361 : Susceptible de nuire à la fertilité ou au fœtus.
- H361f : Susceptible de nuire à la fertilité.
- H361d : Susceptible de nuire au fœtus.
- H361fd : Susceptible de nuire à la fertilité. Susceptible de nuire au fœtus.
- H362 : Peut être nocif pour les bébés nourris au lait maternel.

**- Toxicité spécifique pour certains organes cibles-exposition unique :**

- H335 : Peut irriter les voies respiratoires.
- H336 : Peut provoquer somnolence ou vertiges.
- H370 : Risque avéré d'effets graves pour les organes.
- H371 : Risque présumé d'effets graves pour les organes.

**- Toxicité spécifique pour certains organes cibles-exposition répétée :**

- H372 : Risque avéré d'effets graves pour les organes.
- H373 : Risque présumé d'effets graves pour les organes.

**- Danger par aspiration :**

**Annexe D - Tableau 3 : Pouvoirs cancérogènes des substances**

*Sources consultées en avril 2024*

Composé	CAS	Pouvoir cancérogène			
		IRIS / EPA		IARC	UE <sup>(1)</sup>
		Guidelines	Référence		
Dioxyde d'azote	10102-44-0	-	-	-	-
Dioxyde de soufre	7446-09-5	-	-	3	-
Poussières assimilées à des PM <sub>10</sub>	-	-	-	-	-
Monoxyde de carbone	630-08-0	-	-	-	R1A
Benzène	71-43-2	Known/likely human carcinogen	Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1996)	1	C1A / M1B
2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	-	-	1	-
Acide chlorhydrique	7647-01-0	-	-	3	-
Mercur	7439-97-6	D (Not classifiable as to human carcinogenicity)	Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1986)	3	R1B
Antimoine	7440-36-0	-	-	-	-
Arsenic	7440-38-2	A (Human carcinogen)	Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1986)	1	-
Cadmium	7440-43-9	B1 (Probable human carcinogen - based on limited evidence of carcinogenicity in humans)	Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1986)	1	C1B / M2 / R2
Chrome III	7440-47-3	Carcinogenic potential cannot be determined	Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1996)	3	C1B
Cobalt	7440-48-4	-	-	2A	C1B / M2 / R1B
Nickel	7440-02-0	-	-	2B	C2
Plomb	7439-92-1	B2 (Probable human carcinogen - based on sufficient evidence of carcinogenicity in animals)	Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1986)	2B	R1A
Sélénium	7782-49-2	D (Not classifiable as to human carcinogenicity)	Guidelines for Carcinogen Risk Assessment (U.S. EPA, 1986)	3	-
Vanadium	7440-62-2	-	-	-	-

<sup>(2)</sup> Classification harmonisée issue de l'annexe VI du règlement CLP, mise à jour par l'ECHA (European Chemicals Agency) en 2024 (20th ATP - Adaptation to Technical Progress).

Composé ne disposant pas de pouvoir cancérogène dans les bases consultées

- : Donnée non disponible

PM<sub>10</sub> : Particule de diamètre médian inférieur ou égal à 10 µm.

**Définitions des classifications du pouvoir cancérogène d'une substance :**

**Classement européen CLP (Classification, Labelling and Packaging) :**

Catégorie C1A ou M1A ou R1A : substances dont le potentiel cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction pour l'être humain est avéré.  
Catégorie C1B ou M1B ou R1B: substances dont le potentiel cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction pour l'être humain est supposé.  
Catégorie C2 ou M2 ou R2 : substances dont le potentiel cancérogène, mutagène ou toxique pour la reproduction pour l'être humain est suspecté.

**OMS (CIRC/IARC) :**

Groupe 1 : l'agent (ou le mélange) est cancérogène pour l'homme, preuves suffisantes de l'effet cancérogène chez l'homme.  
Groupe 2A : l'agent (ou le mélange) est probablement cancérogène pour l'homme, preuves suffisantes de l'effet cancérogène chez l'animal mais preuves insuffisantes ou pas de preuve de l'effet cancérogène chez l'homme.  
Groupe 2B : l'agent (ou le mélange) est peut-être cancérogène pour l'homme, preuves limitées de l'effet cancérogène chez l'animal et données insuffisantes ou pas de données pour l'homme.  
Groupe 3 : l'agent (ou le mélange) est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme, pas de preuve d'effet cancérogène sur l'homme.  
Groupe 4 : l'agent (ou le mélange) n'est probablement pas cancérogène pour l'homme.

**US EPA (Guidelines, 1986) :**

Classe A : substance cancérogène pour l'homme, preuves évidentes de l'effet cancérogène de la substance, notamment établies par des études épidémiologiques.  
Classe B : substance probablement cancérogène pour l'homme : preuves suffisantes de l'effet cancérogène du composé chez l'animal de laboratoire, mais preuves limitées de l'effet cancérogène de la molécule chez l'homme (groupe B1) ou peu ou pas de données chez l'homme (groupe B2).  
Classe C : cancérogène possible pour l'homme, preuves limitées du pouvoir cancérogène de la molécule chez l'animal et peu ou pas de données chez l'homme.  
Classe D : substance ne pouvant être classée quant à sa cancérogénicité pour l'homme, données inadéquates chez l'homme et l'animal pour confirmer ou réfuter la cancérogénicité du composé chez

[aecom.com](https://www.aecom.com)