

# ETUDE ENVIRONNEMENTALE DEMANDE EXAMEN AU CAS PAR CAS DOSSIER DE RECOURS

## CONSTRUCTION D'UN CREMATORIUM

PARC D'ACTIVITES « LES GRAVILLIERS » - PONTARLIER (25)



*Dossier 2500624 - Mars 2025 - V2*

Pompes Funèbres  
Intercommunales du Grand Pontarlier  
10 rue Charles Maire  
25300 PONTARLIER

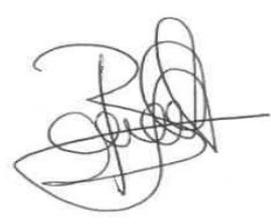
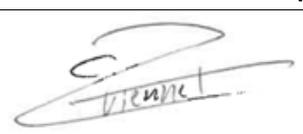
## CLIENT

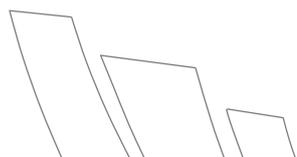
<b>NOM</b>	Pompes Funèbres Intercommunales du Grand Pontarlier
<b>ADRESSE</b>	10 rue Charles Maire - 25300 PONTARLIER
<b>INTERLOCUTEURS</b>	CHAUVIN Didier

## ECR ENVIRONNEMENT

<b>COORDONNEES AGENCE</b>	Agence de Besançon 92 Rue de l'Esplanade Ouest 25220 THISE Tel : 03 81 80 27 10 Mail : besançon@ecr-environnement.com
<b>CHARGÉE D'AFFAIRES</b>	BOUZIANE Maud
<b>CHARGÉE D'ETUDES</b>	SAMPER Fanny

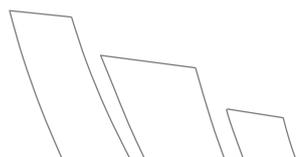
DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTRICES	VERIFICATRICE
11/12/2024	01	-	SAMPER Fanny VIENNET Luce CHAPOTIN Pauline	BOUZIANE Maud
19/03/2025	02	Dossier de recours	BOUZIANE Maud	SAMPER Fanny

REDACTRICE	VERIFICATRICE
 Fanny SAMPER <b>Chargée d'études – Environnement (Géographe)</b>	 Maud BOUZIANE <b>Chargée d'affaires – Environnement (Géographe)</b>
 Luce VIENNET <b>Chargée d'études – Environnement (Ecologue)</b>	
 Pauline CHAPOTIN <b>Chargée d'études – Environnement (Ecologue)</b>	

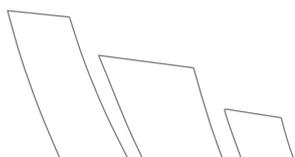


**SOMMAIRE**

1.	Contexte de l'étude.....	7
1.1.	Objet de l'étude.....	7
1.2.	Description du projet .....	7
1.3.	Localisation du projet .....	8
1.4.	Contexte urbain et historique .....	9
2.	Insertion du projet dans les schémas d'urbanisme .....	10
2.1.	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) 10	
2.2.	Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE) .....	10
2.3.	Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT).....	11
2.4.	Plan Local d'Urbanisme (PLU) .....	11
3.	Milieu physique .....	12
3.1.	Hydrologie .....	12
3.1.1.	Etat Initial.....	12
3.1.2.	Incidences .....	14
3.1.3.	Mesures .....	15
3.2.	Topographie.....	22
3.2.1.	Etat Initial.....	22
3.2.2.	Incidences .....	22
3.3.	Sol et sous-sol (Source : CREPY & FROMION Architectes et ECR) .....	23
3.3.1.	Etat Initial.....	23
3.3.2.	Incidences .....	23
3.3.3.	Mesures .....	24
4.	Milieu humain et santé humaine.....	25
4.1.	Trafic routier (Source : Conseil BDBF).....	25
4.1.1.	Trafic routier prévu lors de l'étude d'impact de 2014 .....	25
4.1.2.	Trafic routier engendré par l'activité du crématorium .....	26
4.2.	Rejets atmosphériques.....	29
4.2.1.	Emissions de polluants lors des crémations (Source : Conseil BDBF).....	29
4.2.2.	Etude de la qualité de l'air .....	34
4.2.3.	Effets cumulés.....	35
4.3.	Nuisances sonores et vibrations.....	36
5.	Milieu naturel .....	37
5.1.	Flore et habitats naturels et semi-naturels .....	37
5.1.1.	Etat Initial.....	37
5.1.2.	Incidences .....	41
5.1.3.	Mesures .....	41
5.2.	Faune.....	45
5.2.1.	Etat Initial.....	45



5.2.2.	Incidences .....	53
5.2.3.	Mesures .....	54
5.3.	Zones naturelles existantes .....	59
5.3.1.	Etat Initial .....	59
5.3.2.	Incidences .....	63
6.	Synthèse des mesures .....	64
7.	Conformité avec les prescriptions des arrêtés préfectoraux d'autorisation de la zone d'activité « Les Gravilliers » 66	
8.	Annexes.....	68



**TABLE DES ILLUSTRATIONS**

**Figures**

Figure 1 : Plan d'implantation du crématorium en phase de préparation de l'AVP (Source : PFI du Grand Pontarlier) ..... 7

Figure 2 : Localisation du site..... 8

Figure 3 : Photographies historiques de la zone d'étude (Source : IGN, Google Earth Pro) ..... 9

Figure 4 : Extrait du SRCE de la région Franche-Comté ..... 10

Figure 5 : Hydrologie autour du site d'étude ..... 12

Figure 6 : Zones humides à proximité de la zone de projet..... 13

Figure 7 : Exemple d'aménagement en béton drainant limitant l'imperméabilisation du sol (Source : jardivrac.com) ..... 18

Figure 8 : Exemple d'ouvrage de rétention/infiltration (Source : ECR Environnement) ..... 19

Figure 9 : Exemple d'avaloir ..... 21

Figure 10 : Barrières hydrauliques ..... 21

Figure 11 : Altitude du site d'étude ..... 22

Figure 12 : Extrait plan de masse..... 27

Figure 13 : Stationnement du personnel et des corbillards..... 28

Figure 14 : Schéma de principe du fabricant ATI..... 31

Figure 15 : Valeurs engagées par le fabricant FMI..... 32

Figure 16 : Vergerette du Canada (Erigeron canadensis) et le Mélilot blanc (Melilotus albus) ©INPN ..... 38

Figure 17 : Illustrations des habitats du site ..... 40

Figure 18 : Habitats semi-naturels et artificiels au sein de la zone d'étude ..... 40

Figure 19 : Exemple de haies en quinconce à planter sur site (Source : LPO) ..... 43

Figure 20 : Oiseaux observés ..... 47

Figure 21 : Entrée d'une galerie de micromammifère indéterminé et cadavre de crocidure indéterminée (*Crocidura sp.*) ..... 48

Figure 22 : Souche d'arbre comprenant des trous à sa base et pouvant offrir des refuges à la petite faune..... 49

Figure 23 : Flaques d'eau se formant ponctuellement sur la zone d'implantation potentielle en cas de fortes pluies (1)..... 50

Figure 24 : Noue de collecte et d'infiltration des eaux pluviales temporairement en eau (2)..... 50

Figure 25 : Surface où l'eau stagne à proximité de la zone d'implantation potentielle (3) ..... 50

Figure 26 : Localisation des zones où l'eau stagne temporairement..... 51

Figure 27 : Exemples de cavités comblées (à gauche) et d'échappatoire à faune sur un bassin ouvert (à droite) (Sources : Association Pic Vert – LPO) ..... 55

Figure 28 : Exemple de barrière anti-amphibiens (Source : AGROTEL) ..... 56

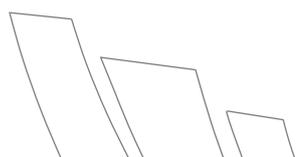
Figure 29 : Direction de l'éclairage urbain (Source : Bruxelles Environnement). ..... 57

Figure 30 : Périmètre des ZNIEFF autour du projet ..... 59

Figure 31 : Réseau Natura 2000 autour du projet ..... 60

Figure 32 : Arrêtés de Protection de Biotope autour du projet..... 61

Figure 33 : Sites RAMSAR autour du projet ..... 62



**Tableaux**

Tableau 1 : Entreprises installées sur la ZAE des Gravilliers (Tranche 2 et 3) .....	35
Tableau 2 : Oiseaux inventoriés inscrits sur liste rouge .....	46
Tableau 3 : Incidences potentielles sur la faune .....	53
Tableau 4 : Périodes de travaux suivant le cycle de vie des espèces faunistiques .....	54
Tableau 5 : Synthèse des mesures .....	65



## 1. Contexte de l'étude

### 1.1. Objet de l'étude

Dans le cadre de la construction d'un crématorium au sein du parc d'activités « Les Gravilliers » sur la commune de Pontarlier (25), les PFI du Grand Pontarlier ont mandaté le bureau d'études ECR Environnement (agence de Besançon) pour réaliser une étude environnementale visant à évaluer les éventuels impacts du projet sur l'environnement, dans le cadre d'un examen au cas-par-cas. Ici, est présenté le dossier de recours après la décision préfectorale du 03 février 2025 rejetant la demande de cas par cas.

Pour ce faire, la présente étude est basée à la fois sur des données bibliographiques et plusieurs visites de terrain. Elle s'articule autour des points suivants :

- Contexte général du projet (analyse du milieu, localisation, cadre urbain, cadre réglementaire, etc.) ;
- Analyse bibliographique du milieu physique (topographie, hydrographie) et du milieu naturel (zonages du patrimoine naturel, présence de zones humides, etc.) ;
- Description des résultats du pré-diagnostic faune-flore effectué sur site ;
- Présentation des impacts et proposition des mesures pour limiter ces derniers sur l'environnement.

### 1.2. Description du projet

La communauté de communes du Grand Pontarlier a décidé de construire un crématorium sur son territoire et en a confié la construction par Délégation de Service Public à la SPL des Pompes Funèbres Intercommunales du Grand Pontarlier, dont elle est l'actionnaire majoritaire.

Le crématorium sera construit sur le parc d'activité « les Gravilliers ». L'emprise foncière pour l'aménagement de l'équipement, d'une surface constructible de 3851 m<sup>2</sup> comprend les lots n° 22 et 23 du parc d'activité.

L'implantation prévoit la construction du crématorium ainsi qu'un parking attenant au bâtiment. Pour garantir l'insertion paysagère du projet et limiter l'impact de l'artificialisation du sol, des haies et des alignements d'arbres seront implantés en pourtour de l'installation ainsi qu'au niveau du parking.

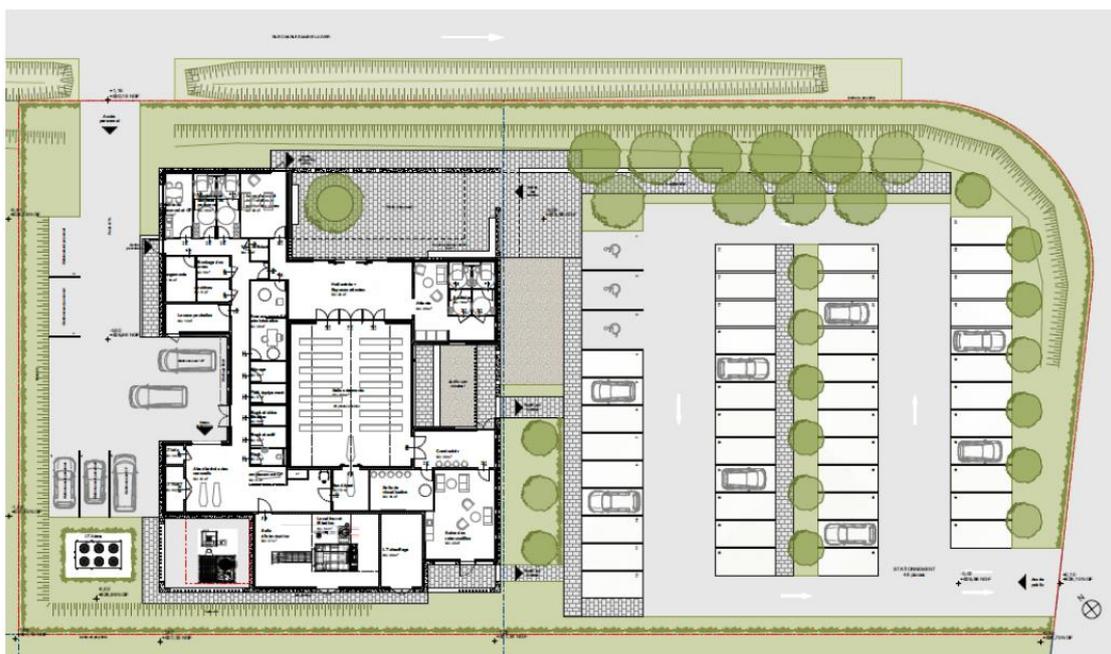


Figure 1 : Plan d'implantation du crématorium en phase de préparation de l'AVP (Source : PFI du Grand Pontarlier)

### 1.3. Localisation du projet

Le projet se situe au sein de la commune de Pontarlier (25), en région Bourgogne Franche-Comté. Il concerne une parcelle localisée au sein du parc d'activités « les Gravilliers » au sud-ouest de l'aire urbaine.

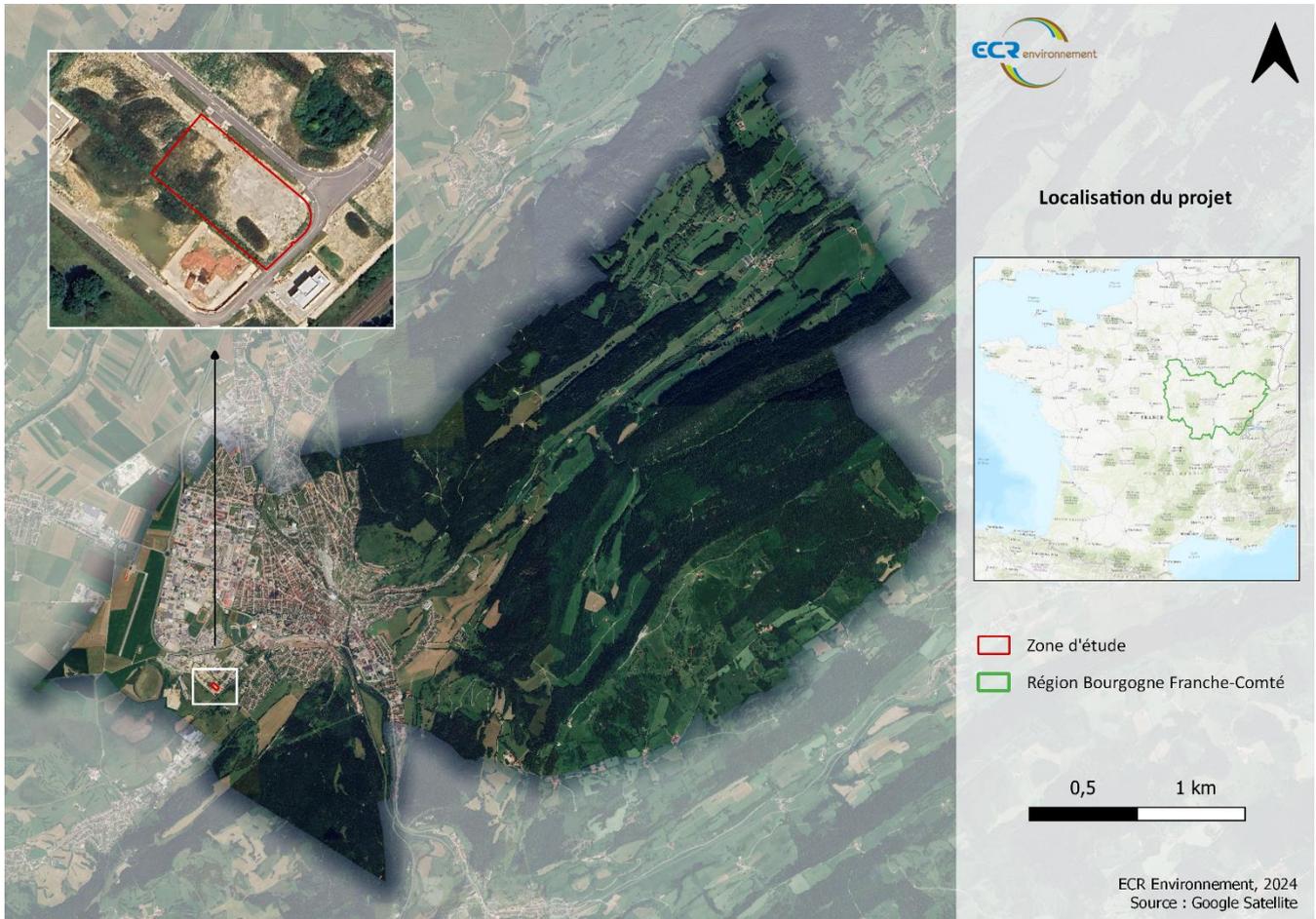


Figure 2 : Localisation du site

## 1.4. Contexte urbain et historique

Le site d'étude est localisé au sein du parc d'activités « les Gravilliers » qui se situe au Sud-Ouest de la ville de Pontarlier, plus précisément au sud de la rocade Georges Pompidou (RN57) et au nord de la voie ferrée Pontarlier-Frasne.

L'extension urbaine s'est progressivement développée au sein du territoire jusqu'à atteindre les limites communales, à l'ouest et au sud. Au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, et jusqu'au début des années 2000, la zone d'étude était constituée de champs agricoles. Le début des travaux de construction du parc d'activités « les Gravilliers » a débuté en 2016 et s'étend jusqu'à aujourd'hui. Actuellement, plusieurs parcelles autour de la future emprise du projet ne sont pas encore artificialisées, mais les routes desservant la zone industrielle ont été tracées et bordent le site d'étude au nord et à l'est. Ce dernier est entièrement enclavé au sein du parc d'activités.

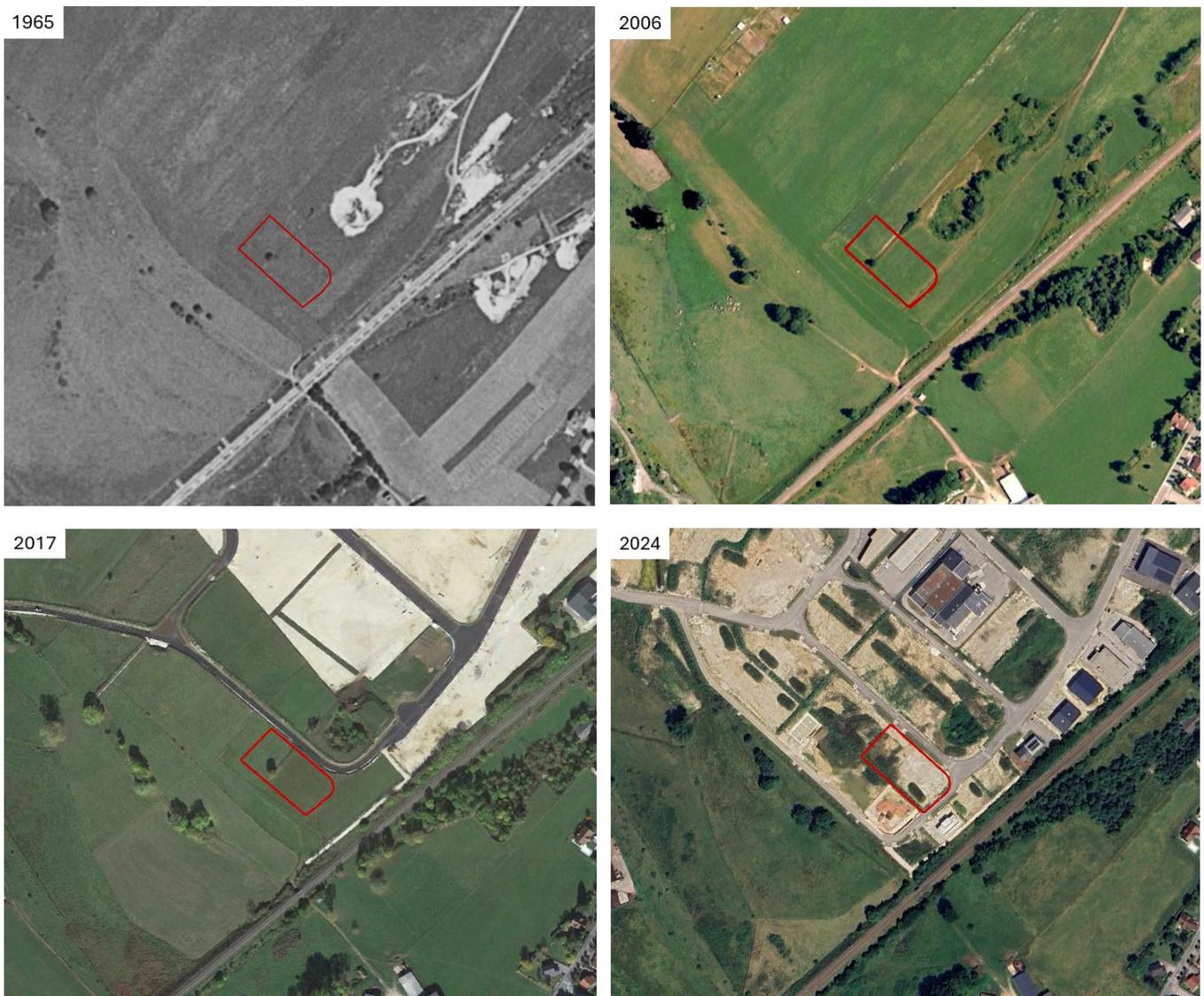


Figure 3 : Photographies historiques de la zone d'étude (Source : IGN, Google Earth Pro)

## 2. Insertion du projet dans les schémas d'urbanisme

### 2.1. Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET)

Le SRADDET est un outil régional qui dresse le futur de la région Bourgogne-Franche-Comté, à l'horizon 2050. Il fixe un cadre nouveau pour la planification régionale, et fixe 8 orientations stratégiques déclinées en 33 objectifs. Il rassemble également des éléments réglementaires utiles à la compréhension des objectifs de la région, comme le Schéma de Cohérence Ecologique (SRCE) des anciennes régions de Bourgogne et de Franche-Comté.

### 2.2. Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)

Les SRCE définissent un nouvel outil d'aménagement du territoire en faveur de la biodiversité : la Trame Verte et Bleue. Celle-ci constitue l'un des engagements phares du Grenelle de l'environnement. Il s'agit d'une démarche visant à maintenir et à reconstituer un réseau sur le territoire national pour que les espèces animales et végétales puissent communiquer, circuler, s'alimenter, se reproduire, se reposer... c'est-à-dire assurer leur survie, en facilitant leur adaptation au changement climatique.

Ainsi, selon le SRCE de la région, aux alentours du projet, on retrouve peu d'éléments liés à la Trame Verte et Bleue. Un corridor des milieux humides et aquatiques est présent à environ 100 m au sud du site. On retrouve également quelques éléments liés à la mosaïque paysagère : les boisements et haies au sein de l'emprise urbaine en font partie.

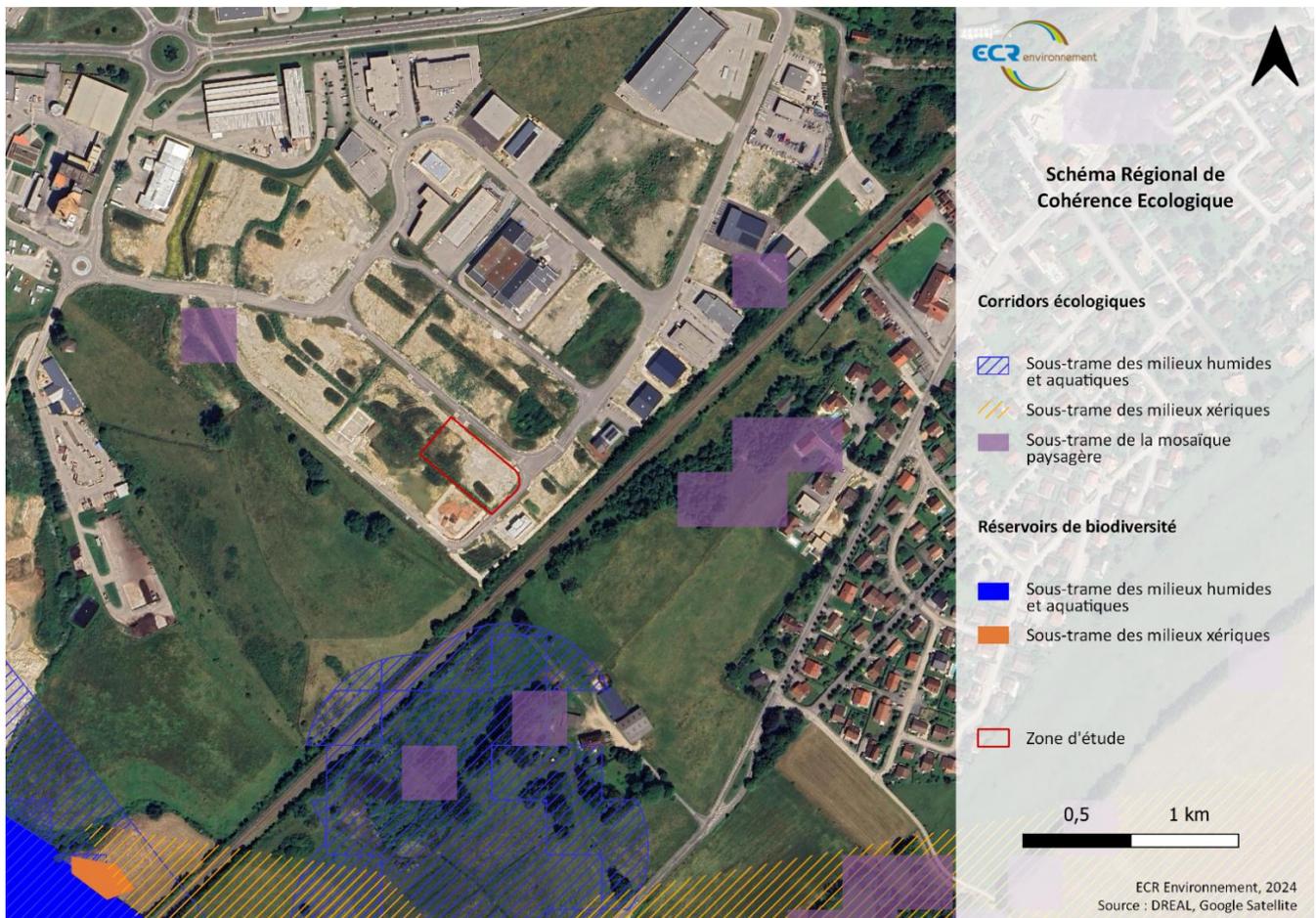


Figure 4 : Extrait du SRCE de la région Franche-Comté

### 2.3. Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)

La commune de Pontarlier est couverte par le SCoT du pays du Haut-Doubs, approuvé en mars 2024.

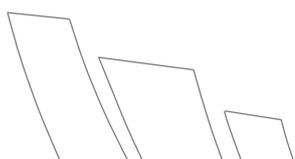
Ce dernier fixe 12 axes principaux d'aménagement dans son Document d'Orientations et d'Objectifs. Ces derniers se déclinent en 53 prescriptions à l'échelle du territoire.

Parmi celles-ci, plusieurs évoquent le développement économique du Haut-Doubs et notamment la stratégie d'implantation et de développement des nouvelles activités économiques. Ces dernières doivent s'implanter de manière prioritaire en zone d'activité économique (ZAE) déjà existante, viabilisée et partiellement occupée. **C'est le cas du projet étudié ici.**

### 2.4. Plan Local d'Urbanisme (PLU)

La commune de Pontarlier est couverte par un Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi) approuvé en juin 2024.

Ce dernier localise la zone d'étude en zonage UY, qui correspond à la zone urbaine destinée à l'accueil d'activités économiques (industrielles, commerciales et artisanales). **Ce zonage est cohérent avec l'objectif d'implantation du projet**, qui s'insère dans un contexte industriel et commercial au sein du parc d'activités.



### 3. Milieu physique

#### 3.1. Hydrologie

##### 3.1.1. Etat Initial

##### *Eaux superficielles et souterraines*

Les terrains du projet se situent sur le bassin hydrographique « **Rhône-Méditerranée-Corse** ».

La zone d'étude n'est concernée par aucune masse d'eau superficielle. Toutefois, un complexe humide est présent au sud du site d'étude, à environ 200 m. Plusieurs mares et cours d'eau s'étendent au sein d'une prairie.

Le département du Doubs présente de nombreuses masses d'eaux souterraines libres et captives. La zone d'implantation potentielle du projet est concernée par la masse d'eau FRDG153 « Calcaires jurassiques chaîne du Jura - Doubs (HT et médian) et Dessoubre », qui s'étend sur 1 700 km<sup>2</sup> et concerne l'entièreté du site d'étude. Les écoulements de cette nappe d'eau sont karstiques. Elle présente un bon état quantitatif et chimique.

A proximité, une autre masse s'étend, il s'agit de la masse FRDG306 « Alluvions du Dugeon, nappe de l'Arlier », qui s'étend sur 29 km<sup>2</sup> avec un type d'écoulement poreux et qui présente un bon état quantitatif et chimique.

D'après le BRGM, aucun forage à usage d'eau potable n'est présent au sein de la zone de projet.

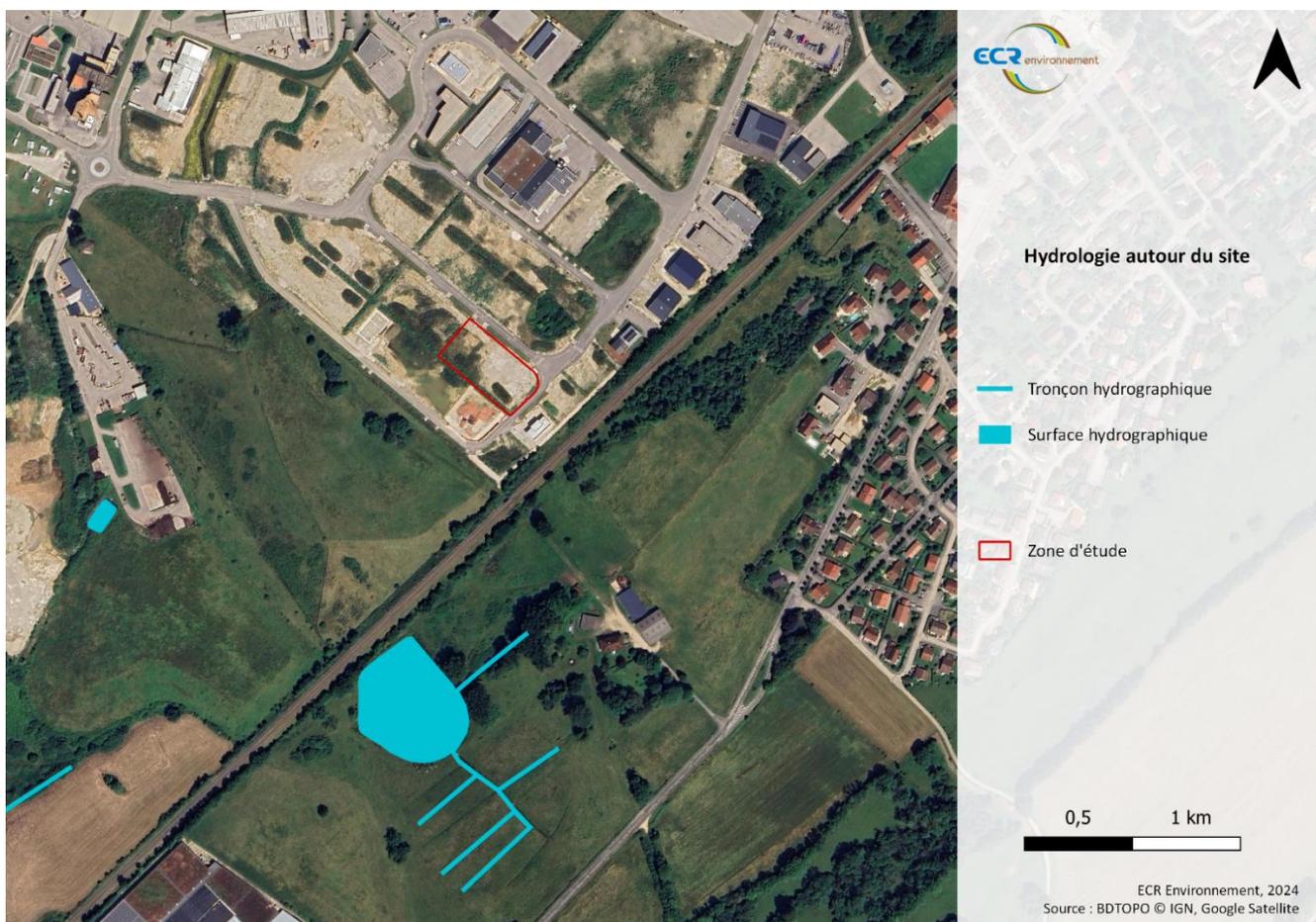


Figure 5 : Hydrologie autour du site d'étude

### Captage d'eau potable

Le site d'étude est localisé au sein d'un périmètre éloigné de protection de captage en eaux, localisé dans la commune de Houtaud, et dont le code INS est 025003919. Les usages des eaux prélevées sur la commune concernent l'eau potable, ainsi que l'industrie et les activités diverses.

### Zones humides à proximité

Plusieurs habitats humides sont présents à proximité du site. On recense notamment des tourbières, des prairies et des fourrés, présents au sud-ouest de la zone d'étude. **Cette dernière n'est pas concernée par la présence de zone humide, celle existante ayant pu être remblayée dans le cadre de l'aménagement de la ZAE par la mise en place de mesures compensatoires.**

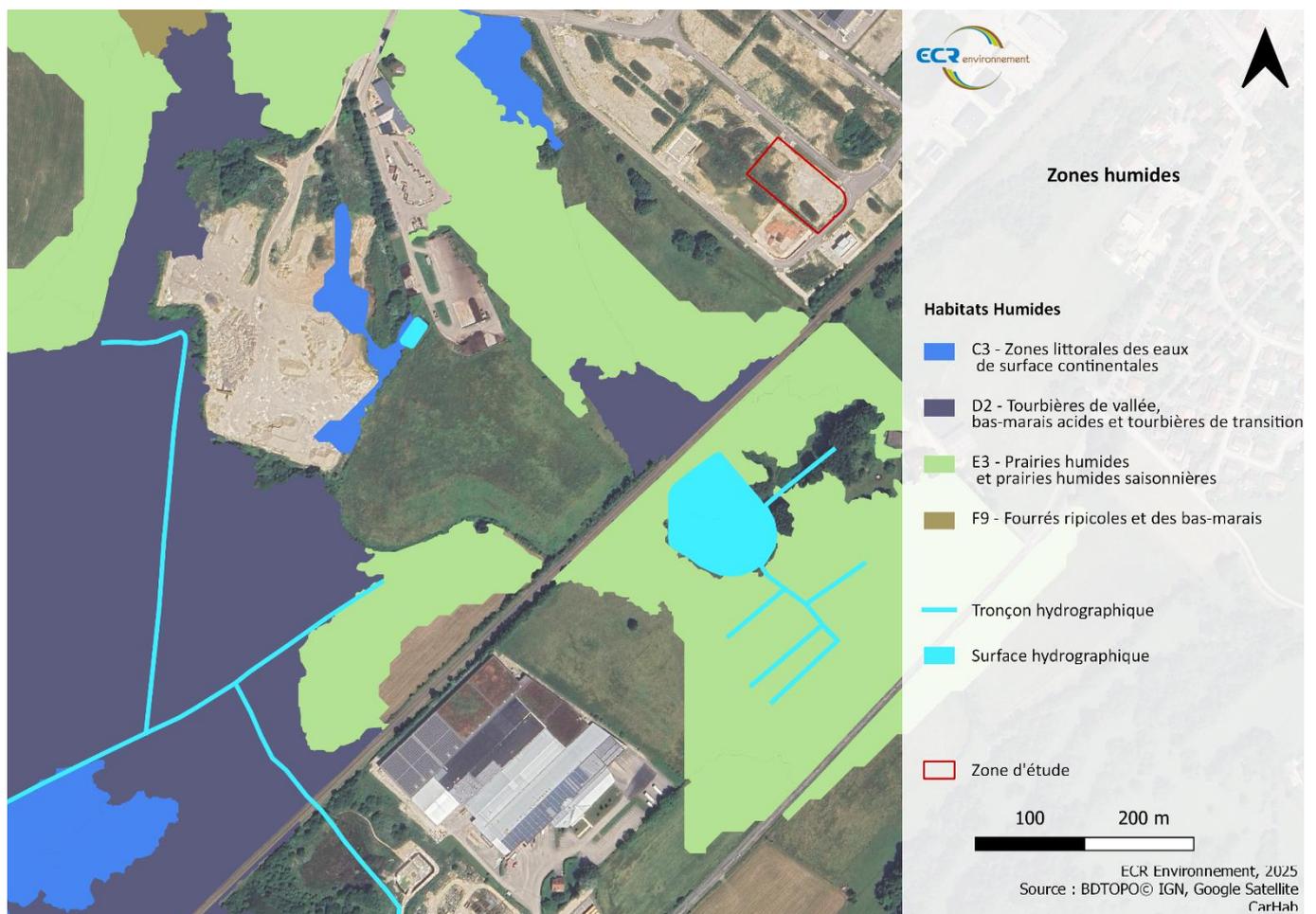


Figure 6 : Zones humides à proximité de la zone de projet

### 3.1.2. Incidences

Que ce soit en phase de chantier ou d'exploitation, deux types d'incidences seront potentiellement possibles :

- Les incidences qualitatives relatives au risque de pollution accidentelle rejetée dans le milieu récepteur ;
- Les incidences quantitatives liées à l'augmentation des débits ruisselés provoquée par l'imperméabilisation partielle des terrains avec une augmentation des débordements en aval hydraulique.

#### *Incidentes qualitatives*

L'intervention d'engins durant les différentes phases de travaux pourrait entraîner éventuellement un risque de pollution accidentelle sur les sols et les eaux superficielles par infiltration d'hydrocarbures. Toutefois, ce risque serait limité à un évènement ponctuel lié à un incident technique ou à un accident (ex. collision).

Durant l'ensemble des phases de travaux, les impacts qualitatifs potentiels sont liés aux mouvements des engins sur le site et donc au risque de pollution par les hydrocarbures ou autres types de produits polluants.

En phase d'exploitation, les risques de pollution accidentelles des eaux par infiltration d'hydrocarbures seront limités aux voiries sur lesquelles des engins motorisés circuleront. Ces risques seront très faibles. En cas de pollutions accidentelles, les ouvrages de rétention/infiltration seront curés des matières polluantes et les sols impactés pourront être envoyés en centre de stockage/traitement spécialisés.

#### *Incidentes quantitatives*

L'intervention des divers engins et la mise en place d'aires de chantier en période de travaux, auront pour conséquence un tassement et une imperméabilisation du sol, et donc l'augmentation des ruissellements.

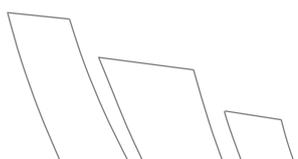
Le chantier ne sera pas de nature à modifier les conditions hydrologiques souterraines locales.

En phase d'exploitation, l'enjeu principal est l'imperméabilisation des sols engendrée par la création des infrastructures du futur crématorium. En effet pour ce projet, environ 2 800 m<sup>2</sup> de surface seront imperméabilisées, correspondant à environ 70% de la surface totale de la zone d'étude.

Le projet prévoit notamment la matérialisation d'environ 1590 m<sup>2</sup> de voiries et cheminements sur site. Cependant, la création de cheminements en matériaux de types semi-perméables et drainants permettra de réduire de façon significative l'imperméabilisation du site. En effet, ces matériaux permettront l'écoulement des eaux de pluie et leur infiltration dans les sols.

De même, la préservation d'environ 1 100 m<sup>2</sup> de zones naturelles et la renaturation d'espaces artificialisés sur la zone permettront de compenser les effets négatifs de l'artificialisation du site pour la construction du crématorium.

La gestion intégrée des eaux pluviales décrite précédemment dans la partie « orientation pour la gestion des eaux » permettra de définir les modalités d'infiltration des eaux pluviales au droit du projet, réduire les débits ruisselés et réduire les risques de débordement.



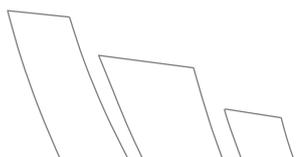
### 3.1.3. Mesures

#### Phase de travaux

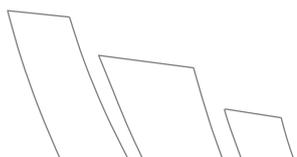
Plusieurs mesures permettent de limiter les impacts sur le réseau hydrographique comme :

- **MR.1** : Circulation des engins de chantier et emplacement des aménagements en dehors des zones humides identifiées au Sud-Ouest.

<b>MR.2 : Limiter les impacts sur les eaux (superficielles et souterraines)</b>	
Phase	Chantier
Objectifs	Eviter toute incidence sur l'environnement liée à la pollution par les déchets
Description technique	
<p>Les travaux feront l'objet des prescriptions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'interdiction de déverser des huiles ou lubrifiants sur le sol ou dans les eaux conformément au décret n°77-254 du 8 mars 1997. Ces produits seront collectés et traités par une entreprise agréée ;</li> <li>• Un regroupement, si possible, des aires d'entreposage des matériaux, réalisé sur des surfaces imperméabilisées ;</li> <li>• Les matériels et engins de chantier seront vérifiés régulièrement. Les opérations d'entretien ou de grosses réparations ne seront pas réalisées sur le site ;</li> <li>• Un maintien permanent de la propreté au niveau du chantier et un nettoyage régulier des chaussées aux abords du chantier ;</li> <li>• Une collecte et une décantation des eaux de ruissellement du chantier dans des dispositifs temporaires de type bassins ou fossés décanteurs ;</li> <li>• La réalisation des travaux en période sèche limiterait temporairement les risques liés à une infiltration et à une migration rapide de polluants ou de matières en suspension vers les nappes d'eaux souterraines et les eaux superficielles.</li> </ul> <p>La création de fossés provisoires et de drains dirigeant les eaux de ruissellement vers un bassin tampon temporaire permettra de maîtriser partiellement les rejets dus à des épisodes pluvieux en phase travaux. Ce dispositif permettra également de limiter la migration des matières en suspension vers les eaux souterraines.</p> <p>L'ensemble de ces mesures permettra d'éviter d'éventuelles pollutions du sol, du sous-sol et des eaux mais également de limiter la propagation de poussières.</p> <p>De plus, les sanitaires des installations de chantier seront raccordés sur le réseau EU de la ZAE ou sur une fosse indépendante vidangé régulièrement.</p> <p>Cependant, en cas de constat de déversement accidentel sur le sol, les matériaux souillés seront immédiatement enlevés et évacués par une entreprise agréée qui en assurera le traitement ou le stockage.</p>	
Période de réalisation	Pendant toute la phase de chantier.

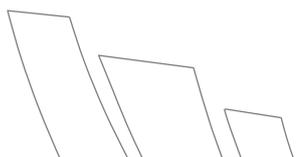


MR.3 : Gestion des risques de pollution	
Phase	Chantier
Objectifs	Eviter de polluer le sol
Description technique	
<p>La <u>phase travaux</u> est sensible car souvent génératrice de perturbations pour le milieu.</p> <p>Pour le cas où un déversement accidentel de carburant aurait lieu en dehors de la plateforme sécurisée, le chantier sera équipé d'un kit d'intervention anti-pollution (<b>MR.3.1</b>) comprenant une réserve d'absorbant (capacité d'absorption à définir en concertation avec l'expert écologue chargé de l'assistance à maîtrise d'ouvrage environnementale).</p> <p>L'approvisionnement des engins en carburant et le stockage de tous les produits présentant un risque de pollution (carburant, lubrifiants, solvants, déchets dangereux) seront réalisés sur une plateforme étanche sécurisée (<b>MR.3.2</b>) et le ravitaillement s'effectuera par la technique du « bord à bord » afin d'éviter toute pollution accidentelle du sol (<b>MR.3.3</b>).</p> <p>Une bonne organisation du chantier permettra de limiter au maximum les risques de pollution accidentelle par déversement de substances toxiques, de laitance de béton ou de matières en suspension. Aussi, toutes les précautions devront être prises afin de limiter autant que possible ces rejets dans l'environnement du projet et/ou d'éventuelles infiltrations fortuites. Les aires d'installation et de passage des engins de chantier seront imperméabilisées et équipées de bacs de décantation et de déshuileurs. Il y aura également la mise en place de stockage en rétention pour les risques de pollution accidentelle.</p> <p>Les engins de travaux publics feront l'objet de contrôles réguliers (réparations, signal de fuites de carburants, huiles, etc.) (<b>MR.3.4</b>) et seront conformes à la réglementation (<b>MR.3.5</b>). Un stock de matériaux absorbant (sable, absorbeur d'hydrocarbure, ...) sera présent sur site afin de neutraliser rapidement une pollution accidentelle. Les instructions d'intervention sur ce risque de pollution devront être transmises aux responsables du chantier : conducteur de travaux, chef d'équipe notamment.</p> <p>Pendant les travaux, un espace est prévu pour le stockage du matériel (éventuellement dans un local) et le stockage des déchets de chantier. Ainsi, l'ensemble des déchets produits durant la phase de travaux (emballage, etc.) seront évacués selon les filières autorisées. Enfin, les eaux usées durant la phase de chantier devront être traitées (<b>MR.3.6</b>).</p>	
Période de réalisation	Pendant toute la durée de la phase chantier.



MR.4 : Gestion des déchets	
Phase	Chantier
Objectifs	Eviter toute incidence sur l'environnement liée à la pollution par les déchets
Description technique	
<p>Un SOGED (Schéma d'Organisation de Gestion et de l'Elimination des Déchets) de chantier sera établi et mis à disposition de tous les intervenants sur le chantier. Un protocole strict devra être suivi et certaines mesures devront être respectées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interdiction sur le chantier de tout abandon, enfouissement et brûlage des produits polluants ou de matériels ou matériaux souillés <b>(MR.4.1)</b> ;</li> <li>• Le nettoyage régulier du chantier pendant les travaux et lors de la remise en état du site <b>(MR.4.2)</b> ;</li> <li>• Un espace est prévu pour le stockage du matériel et le stockage des déchets de chantier <b>(MR.4.3)</b> ;</li> <li>• Le chantier sera doté d'une organisation adaptée à chaque catégorie de déchets <b>(MR.4.4)</b> : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les déblais et éventuels gravats non réutilisés sur le chantier seront transférés dans un stockage d'inertes, avec traçabilité de chaque rotation par bordereau ;</li> <li>○ Les métaux seront stockés dans une benne clairement identifiée, et repris par une entreprise agréée à cet effet, avec traçabilité par bordereau ;</li> <li>○ Les déchets non valorisables seront stockés dans une benne clairement identifiée, et transférés dans un stockage d'ultimes, avec pesée et traçabilité de chaque rotation par bordereau ;</li> <li>○ Les éventuels déchets pollués seront placés dans un fût étanche clairement identifiés et stockés dans l'aire sécurisée. A la fin du chantier ce fût sera envoyé en destruction auprès d'une installation agréée avec suivi par bordereau CERFA normalisé ;</li> <li>○ L'ensemble des déchets produits durant la phase de travaux (emballage, etc...) seront évacués selon les filières autorisées.</li> </ul> </li> </ul>	
Période de réalisation	Pendant toute la phase de chantier.

**Pour toutes informations complémentaires, la charte environnementale du chantier est disponible en Annexe 1 .**

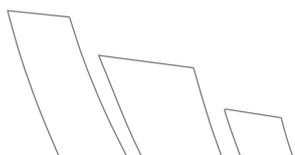


### Phase d'exploitation

Les mesures suivantes exposent les précautions prises en amont du projet afin de limiter au maximum l'imperméabilisation des sols par l'implantation du projet.

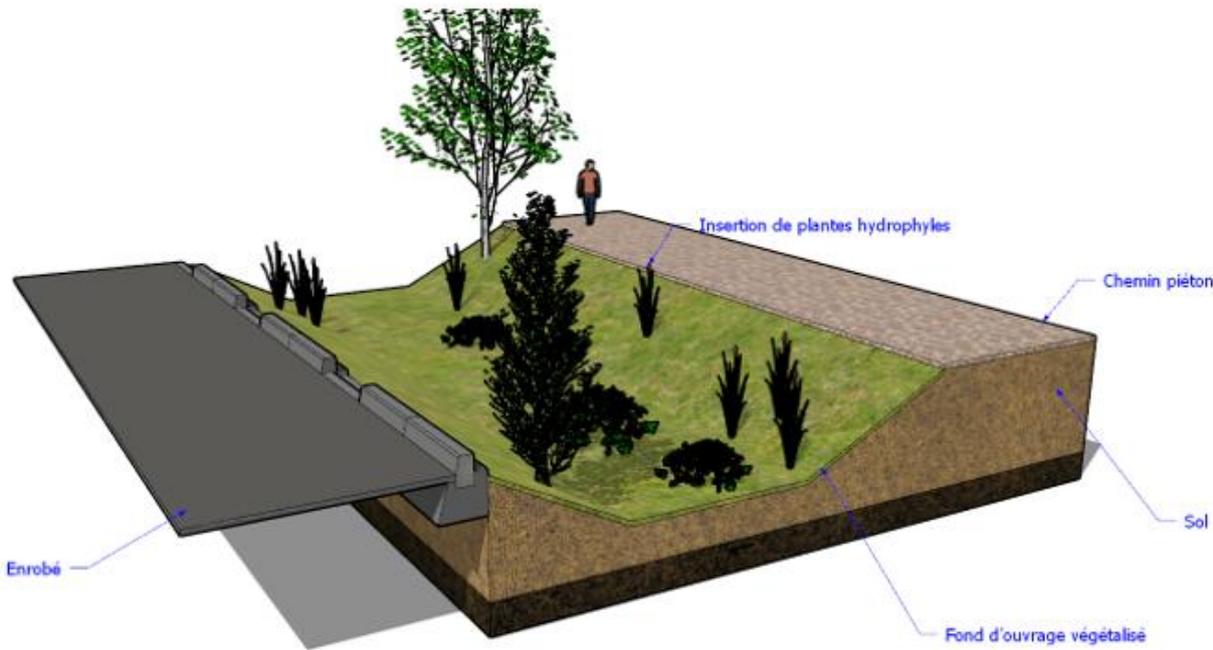
MR.5 : Création de cheminements en matériaux limitant l'artificialisation des sols	
Phase	Exploitation
Objectifs	limiter au maximum la destruction et l'imperméabilisation des milieux naturels les plus sensibles
Description technique	
<p>Le projet prévoit la création de près de <b>1 590 m<sup>2</sup> de voiries desservant des places de parking</b> au sein du futur crématorium. Dans la mesure du possible, ces cheminements, ne seront pas bétonnés, et pourront être constitués de matériaux de types perméables et drainants afin de limiter les impacts de l'artificialisation des sols par le projet. Sinon, la voirie pourra être créée en pavé béton drainant.</p>	
	
<p>Figure 7 : Exemple d'aménagement en béton drainant limitant l'imperméabilisation du sol (Source : jardivrac.com)</p>	
Période de réalisation	Lors de la phase chantier.

MR.6 : Limitation des surfaces imperméabilisées par le projet	
Phase	Exploitation
Objectifs	limiter au maximum l'imperméabilisation des sols
Description technique	
<p>La construction des voiries et du bâtiment entraînera une imperméabilisation des sols permanente sur le milieu. Les apports d'eau vers la nappe pourront être affectés par cette imperméabilisation.</p> <p>Afin de prendre en compte cette contrainte environnementale, l'implantation du projet définie en amont de la phase chantier prévoit plusieurs façons de réduire cet impact :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>La création de plusieurs secteurs naturels.</b> Ce verdissement permet de diminuer l'impact de l'imperméabilisation des sols.</li> <li>• <b>Les cheminements, voiries et stationnements PMR de la zone</b> seront créés au maximum avec des matériaux perméables et drainants, permettant aux écoulements de s'infiltrer dans le sol.</li> </ul>	
Période de réalisation	En amont de la phase chantier.



Orientations pour la gestion des eaux

Le réseau collectant les eaux usées sur la parcelle sera raccordé au réseau unitaire de la ville de Pontarlier (MR.7). Les mesures prises en amont du projet sont également à prendre en compte pour limiter les impacts que le projet pourrait avoir sur les eaux souterraines.

MR.8 : Création d'ouvrages d'infiltration/rétention pour la gestion des eaux pluviales	
Phase	Exploitation
Objectifs	Infiltrer les eaux pluviales au maximum au droit des projets, réduire les débits ruisselés réduire les risques de débordement.
Description technique	
<p>Le projet prévoit d'orienter la gestion des eaux pluviales sur le modèle de gestion intégrée en privilégiant l'infiltration des eaux à proximité de leur point de chute et, en cas d'infiltration partielle, à retenir l'excédent et rejeter au réseau communal à débit limité, selon la réglementation en vigueur.</p> 	
<p><b>Figure 8 : Exemple d'ouvrage de rétention/infiltration (Source : ECR Environnement)</b></p>	
<p>L'entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales, tels que les noues, les tranchées d'infiltration et les bassins à ciel ouvert (qualifié pour ces derniers de zones topographiques de moindre dommage), implique des activités techniques spécifiques pour maintenir leur efficacité à long terme.</p> <p>Il sera nécessaire de procéder à un nettoyage régulier des débris accumulés, tels que les feuilles, les branches et les sédiments, afin de prévenir l'obstruction des drains et de garantir une infiltration adéquate. Il sera également important de surveiller l'état des revêtements de surface et des matériaux filtrants, comme le gravier et le géotextile, pour détecter tout signe de détérioration ou de colmatage. Des inspections périodiques des ouvrages, incluant des évaluations visuelles et des mesures de débit, permettront de repérer les dommages potentiels ou les problèmes de fonctionnement, facilitant ainsi la mise en place d'interventions correctives telles que le désherbage, le réensemencement végétal ou le rechargement de matériaux filtrants.</p>	

MR.8 : Création d'ouvrages d'infiltration/rétention pour la gestion des eaux pluviales	
Phase	Exploitation
Objectifs	Infiltrer les eaux pluviales au maximum au droit des projets, réduire les débits ruisselés réduire les risques de débordement.
Description technique	
<p>Il sera également important au regard de l'ampleur du projet de mettre en place des programmes de surveillance et d'entretien préventif, combinée à la formation des usagers et/ou équipes en charge de l'entretien, afin d'assurer la durabilité et l'efficacité à long terme de ces ouvrages dans la gestion des eaux pluviales.</p> <p>Un protocole non exhaustif est présenté ci-après :</p> <p><b>1. Inspection Visuelle Régulière :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer des inspections visuelles périodiques pour détecter tout signe de dommages ou de dysfonctionnement.</li> <li>Examiner l'état des surfaces, des matériaux filtrants et des canaux de drainage pour identifier les obstructions potentielles.</li> </ul> <p><b>2. Nettoyage des Débris :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enlever régulièrement les feuilles, les branches, les débris et les sédiments accumulés dans les ouvrages.</li> <li>Nettoyer les organes de régulation de débit pour les ouvrages qui seront équipés de tel dispositifs.</li> <li>Utiliser des équipements appropriés tels que des râteliers, des pelles ou des aspirateurs pour éliminer les obstructions.</li> </ul> <p><b>3. Surveillance des Débits :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Effectuer des mesures régulières du débit d'eau entrant et sortant des ouvrages.</li> <li>Comparer les débits observés aux valeurs de conception pour évaluer la performance hydraulique des installations.</li> </ul> <p><b>4. Maintenance des Revêtements et des Matériaux Filtrants :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inspecter périodiquement l'état des revêtements de surface et des matériaux filtrants.</li> <li>Remplacer les matériaux endommagés ou colmatés pour maintenir une filtration efficace et une infiltration optimale.</li> </ul> <p><b>5. Prévention de l'Erosion :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Surveiller les zones sujettes à l'érosion et prendre des mesures préventives pour prévenir tout affaissement ou détérioration des talus.</li> <li>Installer des dispositifs de protection tels que des géotextiles ou des revêtements végétaux pour stabiliser les pentes.</li> </ul> <p><b>6. Gestion de la Végétation :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contrôler la croissance de la végétation environnante pour éviter tout encombrement des ouvrages.</li> <li>Tailler régulièrement les plantes et les arbustes adjacents pour maintenir la capacité de drainage des installations.</li> </ul> <p><b>7. Enregistrement et Rapports :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Documenter toutes les activités d'entretien effectuées, y compris les dates, les observations et les actions prises.</li> <li>Générer des rapports périodiques sur l'état des ouvrages et les interventions réalisées pour assurer un suivi efficace.</li> </ul> <p><b>8. Formation du Personnel :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Former le personnel en charge de l'entretien aux bonnes pratiques de maintenance des ouvrages de gestion des eaux pluviales.</li> <li>Sensibiliser les équipes aux problématiques spécifiques liées à chaque type d'ouvrage et aux procédures d'intervention appropriées.</li> </ul> <p>Ce protocole d'entretien est voué à évoluer en fonction des caractéristiques spécifiques de l'ouvrage. Quoiqu'il en soit, un suivi régulier et une maintenance proactive sont essentiels pour assurer la durabilité et l'efficacité à long terme de ces installations.</p>	

## Captage d'eau potable

Le secteur d'étude est concerné par un périmètre éloigné de protection de captage en eau potable qui comporte une DUP (Déclaration d'Utilité Publique). En plus des mesures énoncées ci-dessus, le projet devra respecter les préconisations émises par celle-ci (**MR.9**). En effet, cette dernière fait mention d'un certain nombre de prescriptions à suivre dans le cadre de la réalisation d'un projet ayant lieu au sein du périmètre de protection.

De plus, une mesure d'Alerte à l'ARS sera mise en place : en cas de problème détecté, comme un déversement accidentel d'hydrocarbures lors de la phase de chantier, la communauté de communes du Grand Pontarlier sera prévenue dans les meilleurs délais de façon à pouvoir agir rapidement et garantir si nécessaire un approvisionnement en eau potable.

## Zones humides à proximité

Concernant l'alimentation de la zone humide, on note plusieurs éléments structurants à l'échelle du site :

- La voie ferrée, en contrebas de la ZIP, crée une barrière aux écoulements provenant du nord ;
- La topographie est plane ;
- La présence d'une route au sud-ouest de la zone réceptionne le ruissellement des eaux et les intercepte par des avaloirs.



Figure 9 : Exemple d'avaloir



Figure 10 : Barrières hydrauliques

Ainsi, nous pouvons en déduire que le bassin versant du site d'étude se limite au site lui-même. Les écoulements venant alimenter la zone humide au sud ne proviennent pas des eaux présentes au droit du projet. La topographie du site va concentrer les ruissellements au niveau de la route au sud-ouest.

En outre, le projet n'aura aucune incidence sur l'alimentation de la zone humide existante au sud-ouest de la zone car celle-ci se fera de la même manière avant et après projet.

## **Mesure de réalisation d'études**

Une étude de gestion des eaux devra être réalisée plus en détail afin de valider ces premiers concepts et s'assurer de la faisabilité technique de l'infiltration sur la parcelle du projet (**MRe.1**). Des premiers éléments sont déjà disponibles en Annexe 2.

**Les incidences sur l'hydrologie seront :**

**Faibles\***

\* Si le projet respecte les préconisations de l'étude qui devra être réalisée.

## 3.2. Topographie

### 3.2.1. Etat Initial

La topographie du site et de ses alentours est extrêmement plane. L'altitude des terrains du projet s'élève entre 828 et 830 m + NGF selon un axe sud-ouest/nord-est.

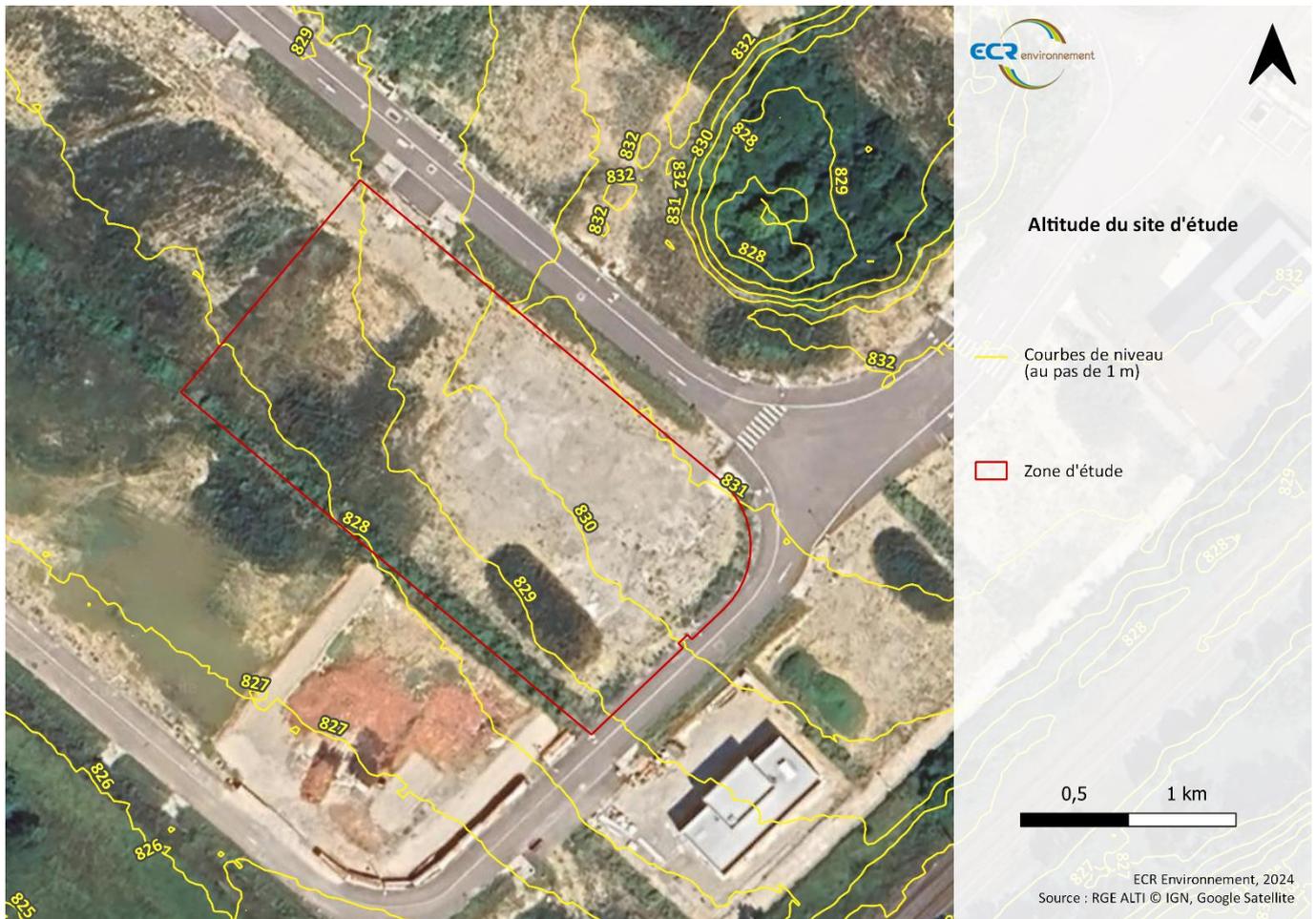


Figure 11 : Altitude du site d'étude

### 3.2.2. Incidences

Le projet envisage la construction d'un bâtiment, la création de voiries ainsi qu'un parking. Localisé sur une friche ayant un faible relief, les travaux auront un impact mineur sur la topographie du terrain. La construction de plusieurs îlots d'aménagement sur la zone d'activité a d'ores et déjà occasionné d'importants travaux de terrassements et remblaiements au sein de la zone.

Les incidences sur la topographie sont :

Très faibles

### 3.3. Sol et sous-sol (Source : CREPY & FROMION Architectes et ECR)

#### 3.3.1. Etat Initial

Il s'agit d'un terrain recouvert de sable et graviers, libre d'aménagement. On note sur la parcelle la présence d'un tas de remblais et de terre végétale.

Le terrain présente une pente transversale de 3m à 4m dans le sens Nord/Ouest – Sud/Ouest.

Il est constitué principalement :

- De remblais et de terrain remaniés en surface, jusqu'à 0.70 à 2.40m de profondeur,
- Des argiles beiges ± sableuses à ± de cailloutis et blocs, voire des sables et graviers à ± de matrice argileuse

Le site d'étude est concerné par la présence des risques naturels suivants :

- Risque sismique : Aléa modéré (zones de sismicité 3) ;
- Retrait/Gonflement des argiles : Aléa moyen (niveau 2) ;
- Risque de glissement de terrain : Aléa faible (niveau 1).

#### 3.3.2. Incidences

##### *Risques naturels*

La zone d'étude est concernée par un aléa de retrait/gonflement des argiles qualifié de « moyen » (source : Géorisques). Ce dernier correspond à une zone intermédiaire entre les zones d'aléas faibles et les zones d'aléas forts.

Ces zones sont celles où la probabilité de survenance d'un sinistre peut se produire et où l'intensité des phénomènes attendus est modérée.

La survenance de sinistres est possible en cas de sécheresse importante, mais ces désordres ne toucheront qu'une faible proportion des installations (en priorité ceux qui présentent des défauts de construction ou un contexte local défavorable, avec par exemple des arbres proches ou une hétérogénéité du sous-sol).

##### *Implantation du bâtiment*

L'implantation du bâtiment a été pensée dans le site de façon à minimiser son impact sur la topographie, tout en restant vigilants aux accès techniques et publics, notamment pour les accès PMR depuis la limite de parcelle.

Il en résulte un positionnement à une cote intermédiaire plutôt haute (829.30 NGF), limitant ainsi les excavations et respectant le PLU eu égard aux exhaussements, lequel précise en particulier une cote de +1,50m maximum par rapport au terrain naturel.

Ce choix permet également de limiter l'impact dans le site de la plateforme de substitution.



### Volumes de déblais et de remblais

Comme indiqué précédemment, les fondations du projet vont nécessiter une plateforme de substitution sur une profondeur d'environ 1m80, sur l'emprise du bâtiment.

Malgré l'attention portée à l'implantation altimétrique du bâtiment, nous n'arrivons pas à l'équilibre en matière de déblais/remblais, d'autant plus que la plateforme de substitution nécessite l'apport de matériaux calibrés.

Pour la totalité du chantier, les volumes des déblais et remblais estimés à ce stade sont les suivants :

Terrassement sous bâtiment :

- Déblais des terres : 1200 m<sup>3</sup>
- Remblaiement pour substitution : 1800 m<sup>3</sup>

Terrassement sous voiries :

- Remblaiement pour fondation : 450 m<sup>3</sup>

Les risques sur le sol et le sous-sol en phase chantier concernent notamment les mouvements d'engins et tassement du sol ; ainsi que l'imperméabilisation et la dégradation de ces derniers (notamment par des risques de pollution accidentelle).

### Mouvements d'engins et tassement du sol

Les phases de chantier (construction) occasionneront des mouvements d'engins relatifs à la préparation des terrains, à l'approvisionnement en matériels, à la création de voiries et à la construction du bâtiment. Ces mouvements d'engins d'environ 33 tonnes provoqueront des légers tassements du sol, ainsi que des risques de pollutions. Le fait d'implanter le projet sur des espaces artificialisés limite cet impact.

#### 3.3.3. Mesures

Toutes les mesures citées précédemment dans la partie « 3.1.Hydrologie » sont à prendre en compte.

La majeure partie des terres sous l'emprise du bâtiment devront être évacuées du site en décharge ou vers une filière de réemploi. Seule une petite partie pourra être utilisée pour la mise en forme des talus au Sud-Ouest du site. A l'inverse, la totalité des remblais (de substitution et sous voirie) devront se faire avec des matériaux d'apports issues des carrières à proximité de Pontarlier.

Afin de limiter les risques au moment de la construction des infrastructures, le projet devra prendre en compte le risque de retrait/gonflement des argiles dans le dimensionnement des structures de chaussée et des fondations afin d'assurer l'adéquation entre le site et les installations.

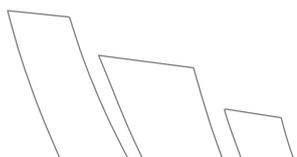
Ainsi, le projet devra respecter **les préconisations indiquées dans l'étude géotechnique réalisée en amont du projet** (en Annexe 3). Ces préconisations concernent notamment la dimension des fondations, et leur profondeur dans le sol. De plus une étude **site et sol pollués** devra être menée afin de déterminer si les **terres à excaver sont polluées (MRe.2)**.

**Pour toutes informations complémentaires, la charte environnementale du chantier est disponible en Annexe 1 .**

**Les incidences sur le sol et sous-sol seront :**

**Faibles\***

*\* Si le chantier respecte les préconisations des études réalisées ou qui seront réalisées.*



## 4. Milieu humain et santé humaine

### 4.1. Trafic routier (Source : Conseil BDBF)

#### 4.1.1. Trafic routier prévu lors de l'étude d'impact de 2014

Pour mémoire le trafic routier sur la ZAE des Gravilliers avait fait l'objet d'une analyse à l'article 6.2.5.3 de l'étude d'impact réalisée en 2014. Voici ci-dessous l'intégralité de l'article :

#### **6.2.5 Servitudes, réseaux et infrastructures**

##### *6.2.5.3 Déplacements et stationnements*

Source : Données issues de la Communauté de Communes du Larmont.

Les aménagements liés à la réalisation de la ZAE seront à l'origine d'une nouvelle demande en déplacements susceptibles de générer des trafics routiers supplémentaires. Les données trafics suivants sont issues de la Communauté de Communes du Larmont ; elles ont été communiquées à la DIR Est dans le cadre de l'accès de la ZAE par la RN 57 (via les rues parallèles). Ces données proviennent d'une estimation réalisée à partir des données existantes connues sur des zones d'activités similaires.

La Communauté de Communes du Larmont énonce un objectif d'environ 20 emplois à l'hectare sur le site de la Zone d'Activités des Gravilliers et du Crêt de Dale.

La zone projetée se positionnant sur une surface d'environ 28 ha, il est envisagé de créer environ 560 emplois grâce à ce projet.

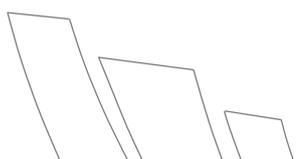
Les estimations de trafic prennent en compte 2 Aller-Retour (A-R) soit la circulation d'environ 2 240 véhicules/jour.

Estimant que la vocation de la Zone d'Activités n'est pas commerciale et qu'elle n'engendrera qu'une très faible augmentation du trafic en dehors des employés de la zone, la Communauté de Communes a choisi de doubler les estimations afin d'obtenir ces estimations maximalistes.

Ainsi le trafic par jour est estimé à 4 480 véhicules/jour sur la Zone d'Activités.

Les échanges engagés avec la DIR Est et la commune de Pontarlier n'ont pas mis en lumière d'impact particulier du trafic généré par le parc au droit des voiries existantes (RN 57, Rue Maurice Laffly notamment).

Pour le stationnement en situation actuelle, il n'y a pas de pression dans le secteur d'étude et il existe même des disponibilités assez nombreuses en journée en périphérie du périmètre du parc. Le maître d'Ouvrage ne prévoit donc pas la réalisation de stationnement le long des voiries internes à la Zone d'Activités. Les parkings seront réalisés à la charge des entreprises et devront être dimensionnés en fonction de leurs besoins. Le Maître d'Ouvrage incitera à la réalisation de parkings collectifs communs.



#### 4.1.2. Trafic routier engendré par l'activité du crématorium

On peut apporter les précisions suivantes sur les conséquences de l'activité du futur crématorium sur la circulation et le stationnement.

##### *Véhicules du personnel*

Les besoins en personnel pour l'exploitation du crématorium sont de 1 à 3 personnes qui viendront garer leurs véhicules aux emplacements réservés à l'arrière du bâtiment. L'impact de ces voitures sur le trafic de la zone est négligeable.

##### *Véhicules des familles et du public*

En préalable aux crémations sont organisées des cérémonies qui regroupent généralement quelques dizaines de personnes mais qui exceptionnellement, peuvent attirer entre 100 et 200 personnes, par exemple lors du décès d'un adolescent ou d'une personnalité publique.

D'expérience il apparait les statistiques suivantes :

- 10% des crémations sont organisées sans présence des familles ou du public
- 30% des crémations sont organisées avec un effectif réduit de moins de 20 personnes
- 30% des crémations sont organisées avec un effectif moyen de moins de 20 à 50 personnes
- 25% des crémations sont organisées avec un effectif assez important de moins de 50 à 100 personnes
- Et 5% des crémations sont organisées avec un effectif important de plus de 100 personnes.

##### Flux de véhicules estimé les premières années

L'hypothèse de début d'activité est de 500 crémations par an, soit environ 2 crémations par jours ouvrés ou 42 par mois.

En comptant en moyenne 1,5 personne par véhicule, et sur les hypothèses de cérémonies indiquées ci avant, les flux de voitures seraient les suivants :

Statistiques		Nombre annuel de cérémonies	Nombre moyen de personnes	Nombre moyen de véhicules	Nombre de fois par mois
Crémation sans cérémonie	10%	50	0	0	4,2
Cérémonies avec moins de 20 personnes	30%	150	15	10	12,5
Cérémonies avec 20 à 50 personnes	30%	150	40	26	12,5
Cérémonies avec 50 à 100 personnes	25%	125	80	53	10,4
Cérémonies avec plus de 100 personnes	5%	25	160	106	2,1

En synthèse, il peut arriver que 2,1 fois par mois, des cérémonies génèrent un flux maximum de plus de 100 véhicules.

Ce flux de 106 véhicules représente  $106/4480 = 2,4\%$  du trafic journalier estimé lors de l'étude de 2014.

Sachant que les personnes qui arrivent de loin sont plutôt en avance, et que les départs après les cérémonies sont étalés, cela conduit à une répartition sur environ 30 minutes des arrivées et des départs, cela ne représente que quelques voitures par minute.

### Flux de véhicules estimé à 25 /30 ans

L'hypothèse d'activité à 25 / 30 ans, est de 1000 crémations par an, soit environ 4 crémations par jours ouvrés ou 83 par mois. Cela n'impacte pas le nombre de voitures par cérémonie, mais le nombre de cérémonies.

Statistiques		Nombre annuel de cérémonies	Nombre moyen de personnes	Nombre moyen de véhicules	Nombre de fois par mois
Crémation sans cérémonie	10%	50	0	0	8,3
Cérémonies avec moins de 20 personnes	30%	150	15	10	25,0
Cérémonies avec 20 à 50 personnes	30%	150	40	26	25,0
Cérémonies avec 50 à 100 personnes	25%	125	80	53	20,8
Cérémonies avec plus de 100 personnes	5%	25	160	106	4,2

### Transport en commun

La ville de Pontarlier a confié par délégation de service public à l'entreprise Keolys le transport en commun de personnes (TCP) Outre un service régulier d'une seule ligne, l'offre de transport est complétée par des services scolaires et un service à la demande.

La zone des Gravilliers à ce jour n'est pas desservie par la ligne régulière. Mais le service à la demande sera parfaitement adapté aux besoins des personnes désireuses de se rendre à une cérémonie au crématorium implanté rue Charles Marie Lagier".

### Stationnement

#### Stationnement des véhicules du public

Sur l'avant, le crématorium comprend un parking de 50 places. Extrait plan masse :

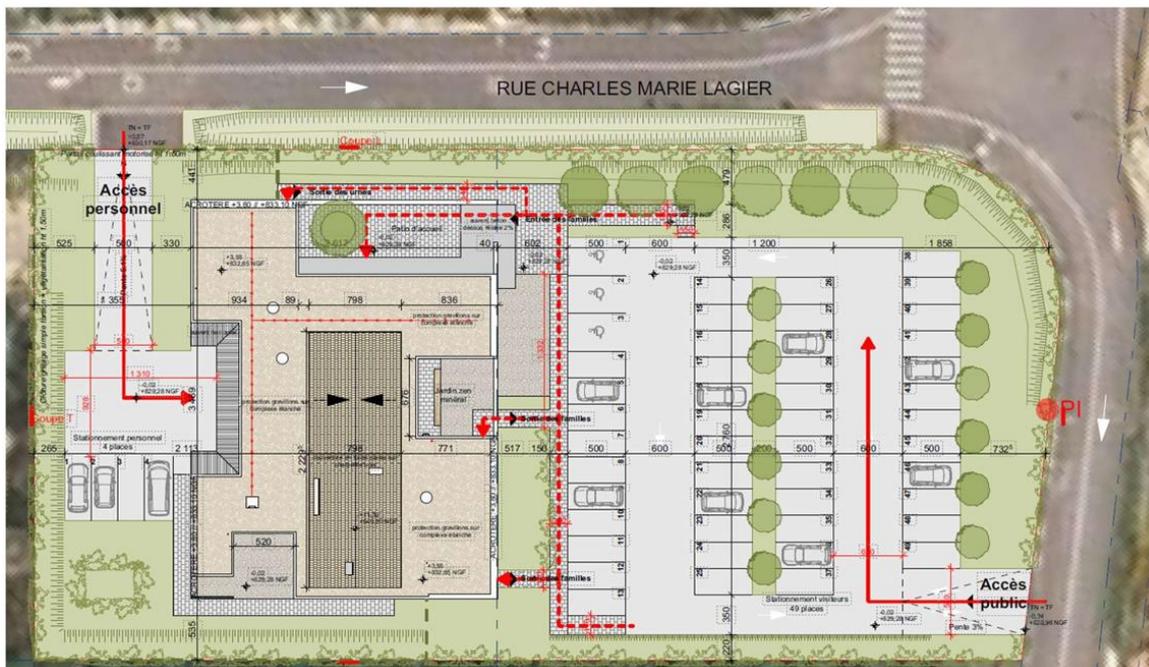


Figure 12 : Extrait plan de masse

Lors des cérémonies de forte affluence, les voitures pourront également stationner le long de la rue Charles Marie Lagier qui contourne le crématorium.

Stationnement du personnel et des corbillards

Pour chaque cérémonie le corbillard viendra décharger le cercueil à l'arrière du crématorium.  
Le crématorium comporte à l'arrière 3 places de stationnement pour les véhicules du personnel et une place de stationnement pour un corbillard distincte de la place destinée au déchargement des cercueils.

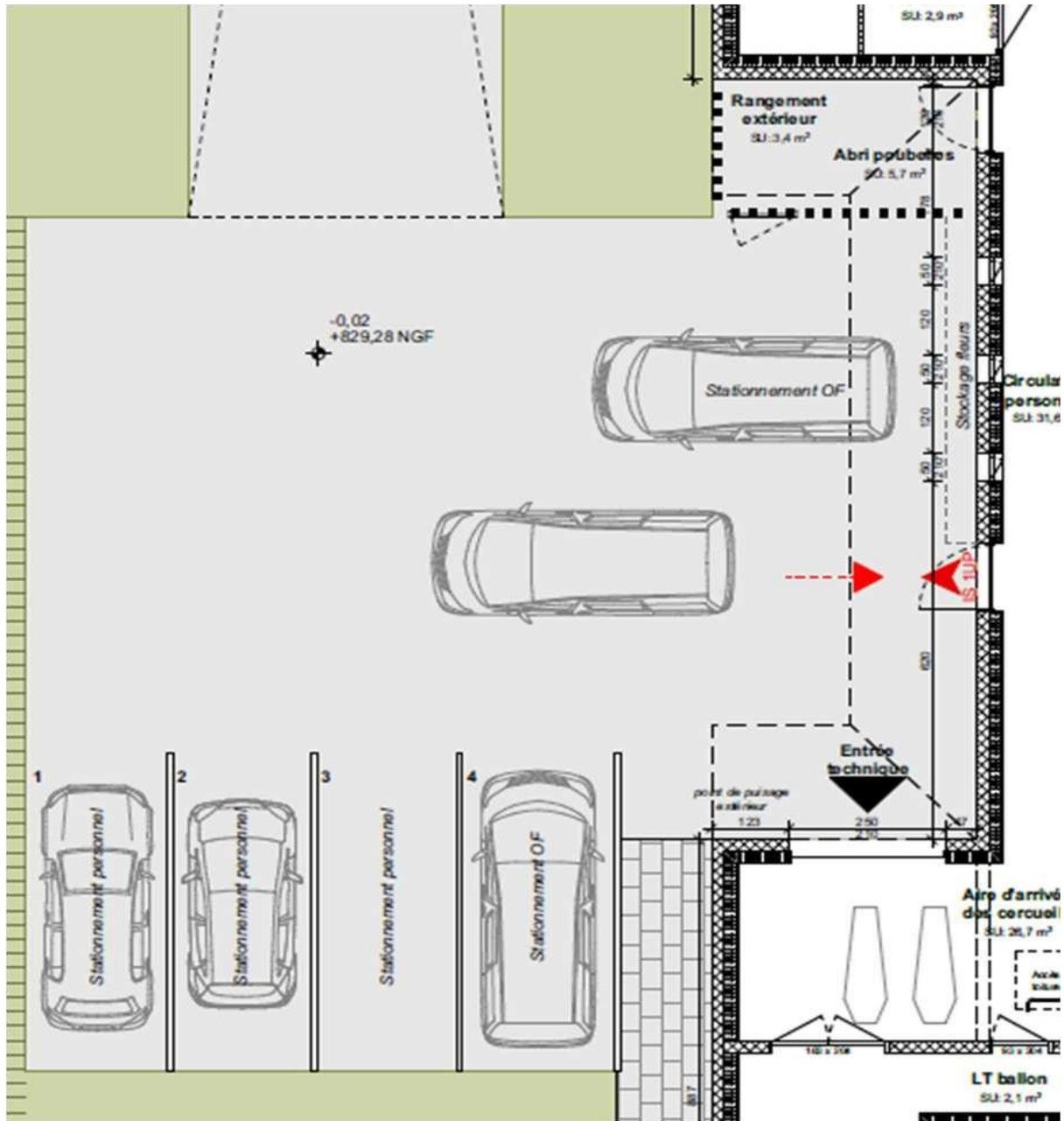


Figure 13 : Stationnement du personnel et des corbillards

Les incidences sur le trafic routier sont :	Faibles
---	---------

## 4.2. Rejets atmosphériques

### 4.2.1. Emissions de polluants lors des crémations (Source : Conseil BDBF)

#### Contexte réglementaire

Les textes réglementaires applicables à la conception et au fonctionnement des crématoriums sont les suivants :

- L'arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur des fumées et des rejets dans l'atmosphère
- L'arrêté du 11 avril 2023 relatif aux crématoriums et aux équipements de crémation.
- Les articles D2223-99 à D2223-109 et l'article L2223-40 du Code Général des Collectivités Territoriales

L'annexe 1 de l'arrêté du 28 janvier 2010 précise les quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère par les crématoriums :

- 20 mg/normal m<sup>3</sup> de composés organiques (exprimés en carbone total) ;
- 500 mg/normal m<sup>3</sup> d'oxydes d'azote (exprimés en équivalent dioxyde d'azote) ;
- 50 mg/normal m<sup>3</sup> de monoxyde de carbone ;
- 10 mg/normal m<sup>3</sup> de poussières ;
- 30 mg/normal m<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique ;
- 120 mg/normal m<sup>3</sup> de dioxyde de soufre ;
- 0,1 ng I-TEQ (1) / normal m<sup>3</sup> de dioxines de furanes ;
- 0,2 mg/normal m<sup>3</sup> de mercure.

- 1- Le débit volumétrique des gaz résiduaux est exprimé en mètres cubes par heure rapportés à des conditions normalisées de température et de pression après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs).
- 2- Les valeurs d'émission de la présente annexe sont déterminées en masse par volume des gaz résiduaux et exprimées en milligramme par normal mètre cube sec (mg/normal m<sup>3</sup>), sauf pour les dioxines pour lesquelles les valeurs d'émission sont exprimées en nanogramme par normal mètre cube sec (ng/normal m<sup>3</sup>). Elles sont rapportées à une teneur en oxygène dans les gaz résiduaux de 11 % après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs) ou à une teneur en dioxyde de carbone dans les gaz résiduaux de 9 % après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs).

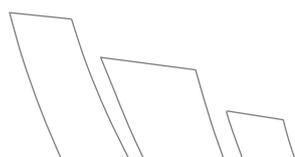
L'article D2223-109 du CGCT précise que : « Lors de la mise en service d'un nouveau four de crémation, une campagne de mesures permettant de vérifier le respect des prescriptions des articles D. 2223-104 et D. 2223-105 doit être effectuée dans les trois mois suivant la mise en service de l'installation. Les résultats sont communiqués, dans les trois mois, au directeur général de l'agence régionale de santé qui a délivré l'attestation de conformité. »

### Prévisionnel d'activité du crématorium

Le projet de crématorium a fait l'objet d'une étude de faisabilité qui a permis d'estimer l'activité future du crématorium.

	ANNEES	POPULATION	TAUX MORTALITE	TAUX CREMATION	NOMBRE CREMATIONS
1	2026	113 461	0.0095	43.0%	464
2	2027	113 903	0.0096	44.1%	482
3	2028	114 347	0.0097	45.2%	501
4	2029	114 793	0.0098	46.3%	520
5	2030	115 241	0.0099	47.5%	541
6	2031	115 691	0.0100	48.7%	562
7	2032	116 142	0.0101	49.9%	584
8	2033	116 595	0.0102	51.1%	607
9	2034	117 049	0.0103	52.4%	631
10	2035	117 506	0.0104	53.7%	656
11	2036	117 964	0.0105	55.0%	681
12	2037	118 424	0.0106	56.4%	708
13	2038	118 886	0.0107	57.8%	736
14	2039	119 350	0.0108	59.3%	765
15	2040	119 815	0.0109	60.8%	795
16	2041	120 282	0.0110	61.4%	814
17	2042	120 752	0.0111	62.0%	834
18	2043	121 223	0.0113	62.6%	854
19	2044	121 695	0.0114	63.2%	874
20	2045	122 170	0.0115	63.9%	895
21	2046	122 646	0.0116	64.5%	917
22	2047	123 125	0.0117	65.1%	939
23	2048	123 605	0.0118	65.8%	962
24	2049	124 087	0.0119	66.4%	985
25	2050	124 571	0.0121	67.1%	1 009

Sur la base de 250 jours ouvrés, cela conduit à la réalisation de 2 crémations par jour en moyenne avec un objectif à 25 ans de 4 crémations par jour.



## Principe de la filtration

Les fumées sortent du four de crémation aux environs de 800°C.

Pour être filtrées, elles sont d'abord refroidies aux environs de 150°C via un échangeur à tubes de fumées / eau.

Pour piéger les polluants gazeux, il est injecté dans les fumées refroidies, et avant filtration, un adsorbant sous la forme de réactif pulvérulent composé d'un mélange de charbon actif et de carbonates.

Les fumées passent ensuite dans un filtre à manches en aramide (ou équivalent) traitées pour acceptées les températures de fonctionnement.

Après filtration les fumées sont éjectées à 8 m/s au-dessus du faitage du bâtiment et à une hauteur minimale de 6 m (environ 12 m dans le projet de Pontarlier).

Les résidus de filtration qui comprennent le réactif usagé et les fines de combustion, sont stockés dans des bidons en pied de filtre pour être ensuite évacués et traités comme des déchets dangereux de classe 1.

Il est injecté entre 300 et 500 gr de réactif par crémation et il est récupéré entre 400 et 600 gr de résidus en sortie de filtration. Cela correspond à une production annuelle d'environ 250 kg pour les premières années d'activité du crématorium.

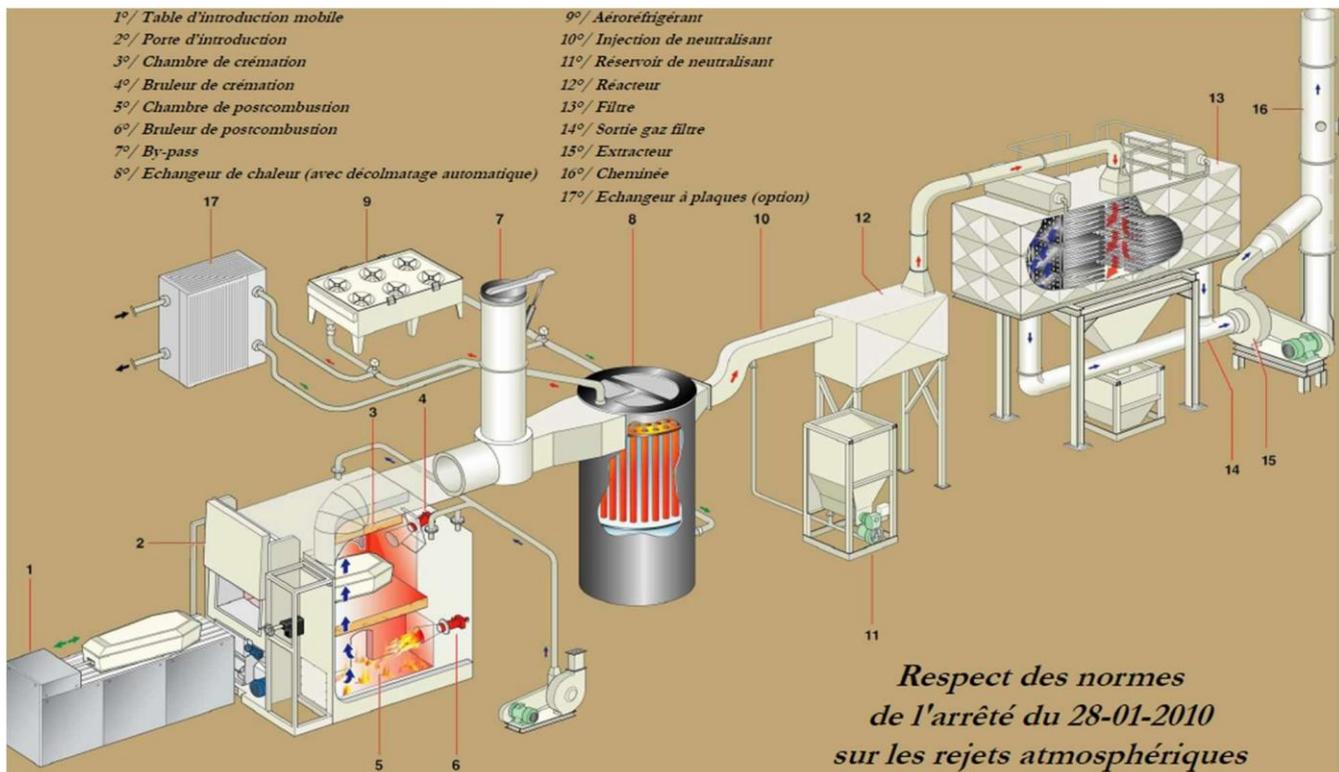


Figure 14 : Schéma de principe du fabricant ATI

### Performance de la filtration des fumées

Les constructeurs des équipements de crémation et de filtration des fumées sont capables d'obtenir des quantités de polluants dans les fumées sensiblement inférieures aux exigences de l'arrêté du 28 janvier 2010.

Pour le futur crématorium de Pontarlier, le fabricant FMI s'est engagé sur les valeurs suivantes :

PERFORMANCE FILTRATION	Valeurs réglementaires	Engagements
Teneur en polluant des fumées après filtration (mesurées sur fumées sèches à 11% O <sub>2</sub> )		
Cov en mg/Nm <sup>3</sup>	20	10
NOX en mg/Nm <sup>3</sup>	500	300
CO en mg/Nm <sup>3</sup>	50	25
Poussières en mg/Nm <sup>3</sup>	10	5
HCl en mg/Nm <sup>3</sup>	30	15
SO <sub>2</sub> en mg/Nm <sup>3</sup>	120	60
Dioxines en ng/Nm <sup>3</sup>	0,1	0,05
Mercuré en mg/Nm <sup>3</sup>	0,2	0,1

Cachet et signature du candidat	Date 15/07/2024
---------------------------------	-----------------



Figure 15 : Valeurs engagées par le fabricant FMI

Les calculs seront donc effectués sur la base des engagements de FMI.

**Nota :** Les valeurs indiquées par FMI sont facilement atteignables. Les valeurs obtenues sont généralement bien inférieures aux seuils indiqués par FMI.

### Quantité de gaz de combustion dégagée lors des crémations

Les quantités de gaz de combustion dégagés lors d'une crémation humaine sont bien sur proportionnelles au poids du défunt et du cercueil.

Selon la dernière enquête de l'INSERM en 2020, le poids moyen d'un homme en France est de 81 kg, et celui d'une femme de 67 kg, soit un poids moyen de 74 kg.

Le calcul ci-après est donc réalisé sur la base d'un corps humain de 75 kg incinéré dans un cercueil en bois résineux de 30 kg.

**Nota :** La durée réglementaire d'une crémation est de 90 minutes. En fait la durée est proportionnelle au poids et si dans la grande majorité des cas, la crémation est effectuée en moins de 90 minutes, lorsque la masse du défunt dépasse 150 kg, la crémation a lieu sur une durée plus longue pour des questions de sécurité.

Données d'entrée :

	CORPS HUMIDE			CORPS SEC			CARACTERISTIQUES THERMO / CHIMIE			
	% en masse	en kg	dont eau	en kg	% sur masse sèche	% sur masse humide	PCI MJ/Kg	PCI total en MJ	nombre moles	besoins en moles O2
oxygène	64,60%	48,45	43,3	5,12	19,5%	6,8%			160,0	- 160,0
carbone	18,00%	13,50		13,50	51,4%	18,0%	32,8	442,8	1 125,0	2 250,0
hydrogène	10,00%	7,50	5,4	2,08	7,9%	2,8%	120,9	251,9	1 041,9	521,0
azote	3,10%	2,33		2,33	8,9%	3,1%			83,0	0
éléments minéraux et méta	4,30%	3,23		3,23	12,3%	4,3%				
	100,0%	75,0	48,8	26,25	100,0%	35,0%		694,7	2 410,0	2 610,9

INCINERATION AVEC CERCUEIL		
Masse cercueil sapin	30,0	kg
Masse bois anhydre	27,6	kg
Energie de combustion du cercueil	124,2	kW.h
Air comburant stoechiométrique	164,2	kg
Masse des fumées sèches du cercueil	191,8	kg

Composition des fumées en hypothèse stœchiométrique

COMPOSITION DES FUMÉES (conditions stoechiométriques)							
	par kg / bois	par cercueil	kg/corps sec	par corps sec	total en kg	nbr moles	vol fumées NM3
CO2	1,82	50,3	3,3	85,5	135,8	3 085,8	69,1
H2O	0,56	15,4	0,4	10,4	25,8	1 435,8	32,2
N2	4,57	126,1	10,6	278,9	405,0	14 463,9	324,0
O2	-	-					
	6,95	191,8	14,3	374,8	566,6	18 985,5	425
							<b>Dont fumées sèches NM3</b>
							<b>393</b>

Débits totaux des fumées sèches

Calcul sur fumées sèches	Excès d'air	0%	50%	100%	150%
TENEUR EN OXYGENE DES FUMÉES SECHES	%	0%	7%	11%	13%
QTE D'AIR TOTAL	kg	524	787	1 049	1 311
QTE FUMÉES SECHES TOTAL	kg	578	840	1 103	1 365
QTE FUMÉES N.M3	NM3	425	640	855	1 070

**Nota :** Une combustion avec un excès d'air à 100% correspond à un taux d'oxygène de 11% dans les fumées sèches. Mais les fours sont généralement réglés pour fonctionner avec un excès d'air plus faible et un taux d'oxygène dans les fumées aux environs de 8% ce qui permet d'optimiser la consommation de gaz. L'organisme en charge des mesures corrige en conséquence ses mesures en fonction du taux d'oxygène réel.

Ci-dessous les quantités de polluants qui seront dégagés par crémation et par heure pendant les 90 minutes de la crémation.

Emissions	Valeurs réglementaires	Engagements FMI	Quantités en grammes pour 1 crémation	Débits en grammes par heure
Cov en mg/Nm <sup>3</sup>	20	10	8,55	5,70
NOX en mg/Nm <sup>3</sup>	500	300	256,50	171,00
CO en mg/Nm <sup>3</sup>	50	25	21,38	14,25
Poussières en mg/Nm <sup>3</sup>	10	5	4,28	2,85
HCl en mg/Nm <sup>3</sup>	30	15	12,83	8,55
SO <sub>2</sub> en mg/Nm <sup>3</sup>	120	60	51,30	34,20
Mercure en mg/Nm <sup>3</sup>	0,2	0,1	0,09	0,06

			Quantités en nanogrammes pour 1 crémation	Débits en nanogrammes par heure
Dioxines en ng/Nm <sup>3</sup>	0,1	0,05	0,043	0,029

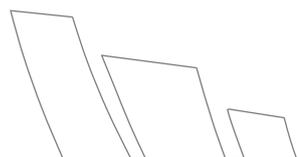
Emissions journalières	Quantités dégagées pour 2 crémations journalières (début d'activité)	Quantités dégagées pour 4 crémations journalières (hypothèse à 25 ans)
Cov en gr	17,10	34,20
NOX en gr	513,00	1 026,00
CO en gr	42,75	85,50
Poussières en gr	8,55	17,10
HCl en gr	25,65	51,30
SO <sub>2</sub> en gr	102,60	205,20
Mercure en gr	0,17	0,34

	Quantités en nanogrammes / jour	Quantités en nanogrammes / jour
Dioxines en ng	0,086	0,17

#### 4.2.2. Etude de la qualité de l'air

Une étude par la société AAIR Lichens a été réalisée afin de produire un état initial de la qualité de l'air au droit du site d'étude pour ensuite définir des préconisations adaptées dans le cadre du projet de construction du crématorium (**MRe.3**). La méthodologie qui sera adoptée se trouve en Annexe 4.

En Annexe 5 est présentée un exemple d'étude similaire.



#### 4.2.3. Effets cumulés

Afin d'analyser les effets que le projet va engendrer sur les rejets atmosphériques, il convient de les cumuler avec ceux déjà existant. Pour ce faire, la liste des activités présentes aux alentours du projet dans la ZAE des Gravilliers a été répertoriée ci-dessous :

**Tableau 1 : Entreprises installées sur la ZAE des Gravilliers (Tranche 2 et 3)**

Lot	Entreprise	Activité	Lot	Entreprise	Activité
Tranche 2			Tranche 3		
1	COMAFRANC	Négoce de matériaux	2	ATM France	Activité de logistique
2	Thomas PETITE	Géomètre	3		
3	Garage du Vieux Château	Mécanique, carrosserie	1G	MICHEL s BULLE	Chauffagiste
4A	MC Réseaux	Commerce de gros de matériaux de construction	21	ESPRIT CHALETS	Couverture, charpente, isolation
4B	Charpente TOURNIER	Charpentier	25	GIRODMEDIAS	Mobilier urbain
5	SEB Agencement	Agencement intérieur	28	ICM CONSTRUCTIONS	Stockage maçonnerie + bureau
7	AGEFI-GARDINO	Spécialiste garde-corps	30	Johann BRENET	Cabinet médical
8	INTOO Habitat	Métiers de l'habitat			
9	CHAUVIN Hilaire	Travaux forestiers-déneigement			
10	PHM HOLDING	Stockage de véhicules			
11	HAROS (Teckicéa) Cabinet comptable Pascal Rolet	Ingénierie structures bois Cabinet Comptable			
12-A	CRAZY CARS	Garage			
12-B	DE GIORGI	Constructeur immobilier			
13	PERNOD RICARD	Production et commercialisation de vins et spiritueux			
15	Coopérative Monts de JOUX	Fromagerie			
16					
17-A	FLEXI-PIECES	Vente de pièces détachées BTP, agricoles, industrielles			
17-B	PIKAPRINT	Imprimerie			
17-C	FLY VIEW PICTURES	Photographe publicitaire			
18	JAP Travaux	Travaux balayage aspiratrice Vente granulats			
19	Menuiserie TISSOT (Sarl DEVELTIS)	Menuiserie			
20	PNEU PERFORMANCE	Vente de pneus			
21	VERDANT Marc	Pâtissier-chocolatier			
22	IN EXTENSO KINES	Expert-comptable Kinésithérapeutes			

S'ajoute à ceci, la société PREVAL qui se situe à moins de 500 m du site d'étude, elle est génératrice de beaucoup de rejets atmosphériques. Les rejets mentionnés dans la partie « 4.1.2.Trafic routier engendré par l'activité du crématorium », sont une part minime au vu des rejets connus aux alentours du projet. Ainsi, la création du crématorium n'engendre pas d'incidences significatives dans les rejets d'émissions de gaz et de polluants atmosphériques en cumulant les effets avec les différentes activités du secteur.

### 4.3. Nuisances sonores et vibrations

#### 4.3.1. Etat Initial

Les vibrations locales à proximité du site d'étude sont dues essentiellement à la zone industrielle et commerciale ainsi qu'à la circulation ferroviaire. La zone d'étude étant située au sein d'une zone d'activité, les vibrations locales sont considérées comme moyennes.

#### 4.3.2. Incidences

Les travaux sont susceptibles de déranger le voisinage par l'émission de bruit, de polluants et de poussières. Le trafic local sera également impacté par la circulation des engins de chantier.

Cependant, les zones d'habitations sont éloignées, ainsi, le projet n'occasionnera pas d'incidences auprès des habitants. **Pour toutes informations complémentaires, la charte environnementale du chantier est disponible en Annexe 1 .**

En phase d'exploitation, le contexte sonore et les vibrations de l'environnement local du projet pourront être amplifiés par un trafic routier au sein de zones auparavant dépourvues de circulation.

Néanmoins, l'aménagement du crématorium reste minime et ne sera pas de nature à modifier le contexte sonore de la zone, déjà impacté par son anthropisation, et soumis à des perturbations.

#### 4.3.3. Emissions sonores des installations de crémation (Source : Conseil BDBF)

Les équipements de crémation générant de la nuisance sonore sont : les ventilateurs d'air comburant et d'extraction des fumées, le compresseur et l'aéroréfrigérant.

Les émissions sonores des autres équipements (four, filtre, refroidisseur des fumées, injecteur de réactif, pompes) sont marginales. Le four de crémation, les ventilateurs d'air comburant et le compresseur seront installés dans un local technique dont les parois sont en béton armés afin d'assurer un coupe-feu de 2 heures, et ainsi une bonne isolation acoustique.

Le filtre et l'extracteur des fumées sont situés en extérieur mitoyen au local technique. L'extracteur des fumées est installé dans un caisson insonorisé.

L'aéroréfrigérant est positionné sur le côté du bâtiment et il est sélectionné pour un niveau acoustique maximum de 40 dBa à 10 m.

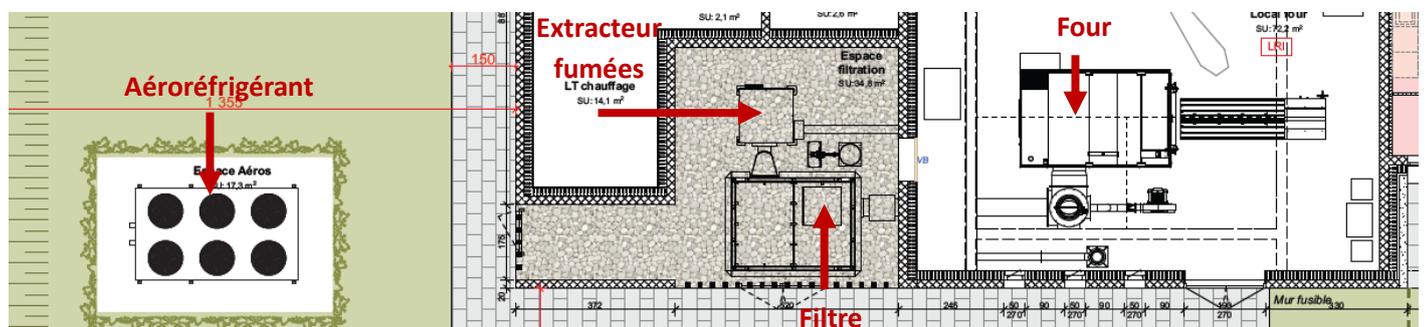


Figure 16 : Emplacement des équipements

D'une façon générale, les installations sont conçues pour ne pas être audibles depuis la salle de cérémonie. Elles ne seront pas non plus audibles depuis l'arrivée du public ou depuis la route.

Les incidences des nuisances sonores et des vibrations sont :

Faibles

## 5. Milieu naturel

### 5.1. Flore et habitats naturels et semi-naturels

#### 5.1.1. Etat Initial

##### *Méthodologie*

Les visites ont eu lieu le 26 novembre 2024 et le 18 mars 2025. À cette époque, soit trop tardive ou trop précoce, certaines espèces végétales demeurent encore observables, bien que cette période ne soit pas idéale pour leur identification. Les espèces pionnières et non indigènes, se développant au-delà de leurs aires de répartition, sont souvent visibles dans leur stade végétatif (rosette ou second développement) ou de fructification.

L'objectif principal de cette visite était d'identifier les espèces végétales présentant un intérêt écologique ou patrimonial, contribuant à la biodiversité floristique et faunistique, et susceptibles d'être présentes dans un environnement anthropisé et perturbé. Une attention particulière a été accordée aux espèces exotiques envahissantes.

Aucun protocole d'inventaire n'a été appliqué. Une collecte de données opportuniste a été réalisée en parcourant l'ensemble de la zone d'implantation potentielle (ZIP), dont la superficie est de 0,385 ha.

##### *Résultats*

La campagne de terrain menée par ECR Environnement a permis d'inventorier **45 plantes**, dont 36 qui ont pu être identifiées au niveau de l'espèce. Parmi ces végétaux, trois espèces sont indicatrices de zones humides : l'Épilobe hirsute, l'Épilobe à tige carrée et la Renoncule rampante. Cependant, leur faible taux de recouvrement ne révèle pas de présence de zone humide au sens de la réglementation.

La liste de ces espèces et leurs statuts de protection et de conservation se trouvent en Annexe 6 de ce rapport.

##### *Flore remarquable*

La prospection n'a pas mis en évidence la présence d'espèce végétale remarquable.

##### *Espèces végétales exotiques envahissantes*

**Deux** espèces exotiques **potentiellement envahissantes** en Franche-Comté ont été recensées au sein de la zone d'études : La Vergerette de Canada (*Erigeron canadensis*) et le Mélilot blanc (*Melilotus albus*).

La **Vergerette du Canada**, également connu sous le nom de Conyze du Canada est une espèce exotique potentiellement envahissante dans les milieux naturels ou semi-naturels, **prévisible** dans les milieux naturels ou semi-naturels. Originaire d'Amérique du Nord, cette astéracée est une plante herbacée annuelle robuste, à port en colonne avec une floraison de juin à octobre. Grâce à sa grande production de graines et ses propriétés allélopathiques (effet négatif sur la germination des graines et la croissance des autres plantules indigènes), cette espèce pionnière a un grand pouvoir de colonisation ; permettant ainsi de dominer des communautés rudérales. Elle prolifère dans les milieux anthropiques et dans certains milieux naturels (berges des cours d'eau).

Le **Mélicot blanc** est une espèce exotique potentiellement envahissante dans les milieux naturels ou semi-naturels, **proliférante** dans les milieux anthropiques du territoire.

Cette légumineuse (*Fabaceae*), est une plante herbacée nitrophile d'origine eurasiatique, naturalisée en France et très envahissante en Amérique du Nord. Le mélicot blanc fleurit entre juin et septembre. Il affectionne les friches anthropiques et rudérales, ainsi que les friches thermophiles. Il colonise également les alluvions des rivières, les bordures de champs, les bords de route et les carrières. Il peut causer des problèmes, car il prolifère également dans les cultures.

Les deux espèces décrites ci-dessus sont toutes deux dispersées sur l'ensemble du site d'étude ; aussi bien au sein des communautés d'espèces rudérales plus ou moins denses, que sur les sols pratiquement « nus » de végétation, ou encore sur les talus.

Ces terrains vacants, souvent délaissés et sans gestion préalable, sont propices au développement de nombreuses espèces exotiques envahissantes affectionnant les milieux anthropisés et perturbés.

Plusieurs espèces non indigènes, exotiques voire envahissantes, ont été vues autour de la ZIP, telles que :

- *Symphyotrichum lanceolatum* (Asters américains), une Astéracée exotique envahissante majeur ;
- *Erigeron annuus* (Vergerette annuelle), également une Astéracée exotique, mais potentiellement envahissantes comme sa cousine *Erigeron canadensis*.



Figure 17 : Vergerette du Canada (*Erigeron canadensis*) et le Mélicot blanc (*Melilotus albus*) ©INPN

## Habitats

Les campagnes de terrain ont permis d'identifier **deux principaux habitats**, dont un habitat artificiel prédominant : les terrains vagues des zones urbaines et suburbaines (**EUNIS J1.51**). Ce type d'habitat correspond à un milieu vacant, en attente d'aménagement, résultant de l'extension anthropique récente. Ces terrains ont rapidement été colonisés par une végétation d'origine anthropique, comprenant des espèces pionnières, introduites ou nitrophiles. Cela a conduit à la sous-classification « Communautés d'espèces rudérales des constructions urbaines et suburbaines récemment abandonnées X Terrains vagues des zones suburbaines » (**E5.12 X J1.51**). Deux talus enherbés, apportant du relief au site, sont également présents.

La partie sud du site d'étude est adjacente à une haie (**FA**) récemment plantée.

De plus, des zones de **stagnation d'eau temporaire** ont été observées sur le site.

### Terrains vagues des zones urbaines et suburbaines (J1.51)

*Sol nu (gauche) ou avec un très faible recouvrement de végétation rudérale colonisant le milieu (droite)*



### Communautés d'espèces rudérales X Terrains vagues des zones suburbaines et suburbaine (E5.12 X J1.51)



### Talus enherbé de communauté d'espèces rudérales (E5.12 X J1.51)



Haie récemment plantée adjacente au site (FA)



Eaux stagnantes sur le terrain vacant



Figure 18 : Illustrations des habitats du site



Figure 19 : Habitats semi-naturels et artificiels au sein de la zone d'étude

La flore et les habitats du site d'étude ne présentent aucun enjeu écologique. En effet, toutes les espèces observées sont très communes. Le site d'étude étant une zone de remblai dans cadre de l'aménagement de la ZAE, les habitats présents n'ont aucune valeur écologique.

### 5.1.2. Incidences

Les principaux impacts potentiels attendus concernent la destruction ou l'altération directe et indirecte d'habitats via :

- Le passage des engins pendant la phase des travaux,
- L'aménagement des zones de dépôts, des voies d'accès, des installations annexes...,
- L'imperméabilisation permanente du sol,
- Le nivellement et remblais,
- Le déversement accidentel d'hydrocarbures,
- L'envol de poussières...,
- La pollution,
- La dégradation et/ou disparition irréversible de certaines zones de végétation.

Ces impacts peuvent être générés essentiellement pendant la phase de travaux. Une fois le projet urbain implanté, les espaces revégétalisés lors du projet pourront permettre de recréer des habitats de même nature que ceux qui ont été altérés ou dégradés par le chantier, ou de créer de nouveaux milieux.

Les futurs aménagements sont localisés sur des habitats **à enjeux écologique négligeables** ; il s'agit notamment de remblai présentant une recolonisation végétale mince. Ces habitats possèdent une valeur écologique très faible du fait de leur qualité. Ainsi les incidences du projet sont négligeables sur ces derniers.

A noter que le reste des habitats impactés par le projet sont constitués de milieux anthropiques non-naturels issus de remblai mis en place dans le cadre de l'aménagement de la ZAE.

La flore qui sera impactée par le projet est commune dans la région. Aucune sensibilité écologique n'est présente. Concernant les espèces exotiques envahissantes, l'incidence principale attendue par le projet est la **prolifération des espèces** sur le territoire.

### 5.1.3. Mesures

#### *Mesures de réduction*

Plusieurs mesures définies pour le milieu physique sont à prendre en compte pour limiter l'impact sur les habitats :

- **MR.1** : Circulation des engins de chantier et emplacement des aménagements en dehors des zones humides identifiées au sud-Ouest ;
- **MR.3** : Gestion des risques de pollution ;
- **MR.4** : Gestion des déchets.

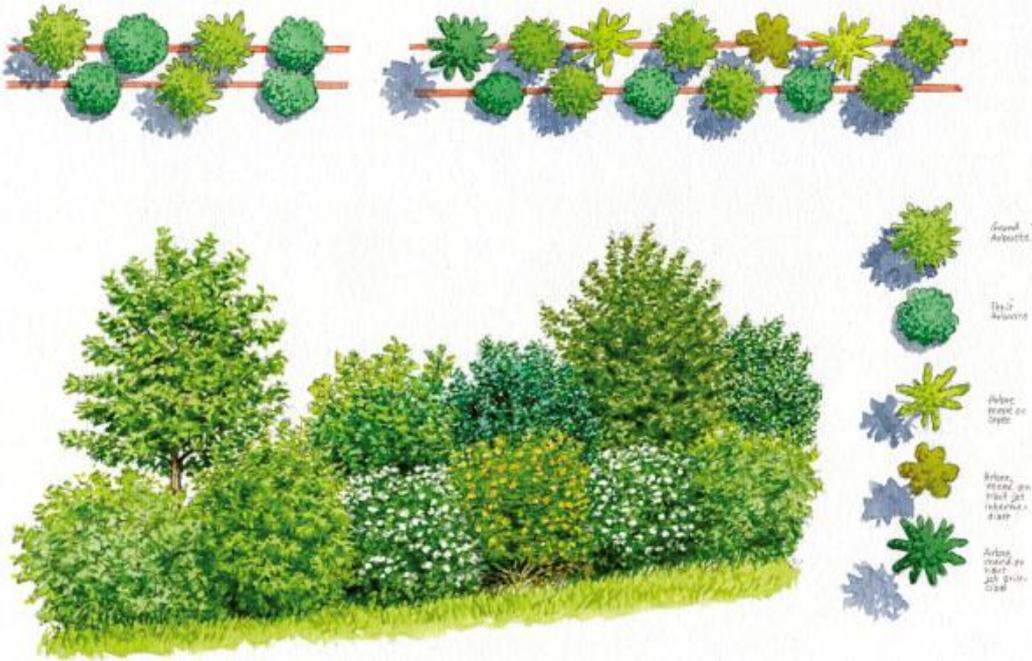
**Pour toutes informations complémentaires, la charte environnementale du chantier est disponible en Annexe 1.**



MR.10 : Limiter la prolifération des espèces végétales invasives	
Phase	Chantier et exploitation
Objectifs	Eviter tout risque de prolifération des espèces végétales exotiques envahissantes et maintenir une bonne diversité floristique
Description technique	
<p>Les espèces exotiques envahissantes (EEE) ont une capacité de reproduction élevée, une résistance aux maladies, une croissance rapide et une forte faculté d'adaptation, concurrençant de ce fait les espèces autochtones et perturbant les écosystèmes naturels. Les invasions biologiques sont à ce propos la deuxième cause de perte de biodiversité, après la destruction des habitats (<i>MacNeely &amp; Strahm, 1997</i>).</p> <p>Des méthodes de gestion sont proposées ci-dessous.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La Vergerette de Canada (<i>Erigeron canadensis</i>), espèce exotique « potentiellement envahissantes » :</li> </ul> <p>Cette herbacée n'a pas encore de préoccupation majeure, cependant, son fort pouvoir de propagation et ses effets allélopathique sont à prendre en compte. Sa dissémination doit pouvoir être limitée avant maturation des fruits.</p> <p>Tout d'abord, il faut <b>éviter de laisser le sol à nu</b> en sement des espèces indigènes couvrantes adaptées au milieu.</p> <p>Sinon, <b>l'élimination manuelle par arrachage précoce</b> avant maturation des fruits permet de bloquer la progression de l'espèce. Cette opération doit être répétée toutes les 3-4 semaines de mai à octobre et durant plusieurs années. Il est primordial que cet arrachage soit effectué avant la fructification car un individu peut produire jusqu'à 250 000 graines, qui sont dispersées par le vent et parfois par l'eau.</p> <p>Une autre technique utilisée est la <b>fauche de la plante</b> avant floraison, répétée régulièrement et pendant plusieurs années.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le Mélilot blanc (<i>Melilotus albus</i>), espèce exotique « potentiellement envahissantes » :</li> </ul> <p>Il existe à ce jour peu de documentation concernant la gestion du Mélilot blanc sur le territoire français car cette fabacée est encore en surveillance dans différentes régions. Son statut n'est pas préoccupant : espèce potentiellement envahissante dans les milieux naturels ou semi-naturels mais proliférante dans les milieux anthropiques du territoire.</p> <p>Néanmoins, la <b>fauche de la plante et/ou l'élimination manuelle par arrachage</b> doivent être réalisés de manière régulière afin de provoquer son épuisement et sa disparition. Dans la mesure du possible ce fauchage doit s'effectuer deux fois par an (minimum), sur plusieurs années. La fauche devra avoir lieu avant la maturation des fruits.</p> <p>De plus, afin <b>d'éviter la prolifération et le transport de graines massif au sein du site</b>, les roues et les chenilles des engins de chantier seront contrôlées et nettoyées avant le déplacement de ces derniers. <b>Un contrôle strict des engins</b> avant leurs arrivées sur le chantier pour ne pas importer d'espèces exotiques envahissantes sera réalisé.</p>	
Période de réalisation	Pendant toute la durée de la phase chantier et d'exploitation.
Efficacité de la mesure dans le temps	Sur le long terme.



Mesures d'accompagnement

MA.1 : Végétalisation du site	
Phase	Chantier et exploitation
Objectifs	Apporter des habitats propices aux espèces du cortège semi-ouvert
Description technique	
<p>Afin d'apporter une <b>plus-value</b> au site, le projet intégrera dans sa conception <b>une végétalisation</b> en pourtour des zones aménagées. Celle-ci est présentée au sein du <b>volet paysager</b> réalisé par les architectes associés : Fromion Raphaël et Lestrade Sabrina (voir Annexe 7). En complément de cette note, cette fiche mesure présente le <b>type d'espèces à planter</b> dans la haie et les <b>bienfaits</b> que celle-ci aura sur le <b>milieu naturel</b>.</p> <p><b>Une haie sera implantée en pourtour du site</b>, permettant d'apporter une dynamique écologique sur site. Elle offrira des <b>potentialités de reproduction</b> pour les espèces arboricoles (oiseaux et mammifères terrestres), et des <b>potentialités de gagnage</b> pour certains autres taxons (chiroptères notamment). La <b>création du réseau de haie</b> existant augmentera également les <b>déplacements de la faune</b> au sein du territoire.</p> <p>La haie sera composée de <b>plusieurs strates</b> (arbres, arbustes et plantes basses), et montées sur 2 rangs pour une largeur d'un mètre maximum (afin d'impacter le moins possible la pelouse sèche). La <b>diversité d'espèces végétales</b> au sein de la haie augmentera la diversité écologique du site et attirera un plus large panel d'espèces.</p>	
	
<p>Figure 20 : Exemple de haies en quinconce à planter sur site (Source : LPO)</p>	
<p><b>Aucune espèce exotique ornementale ne devra être plantée sur le site.</b> Le choix de végétaux d'origine locale sera garanti avec la marque « Végétal local ». Cette labélisation garantit pour les plantes, les arbres et arbustes sauvages :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leur provenance locale au regard d'une carte des régions d'origine, avec une traçabilité complète depuis le site de collecte en milieu naturel ;</li> <li>• La prise en compte de la diversité génétique d'origine ;</li> <li>• Une conservation de la ressource dans le milieu naturel.</li> </ul>	
	

MA.2 : Gestion adaptée des zones enherbées	
Phase	Exploitation
Objectifs	Préserver et valoriser la biodiversité existante
Description technique	
<p>Des fauches tardives sur les zones enherbées prévues sont fortement préconisées. Ces fauches devront être effectuées en dehors des périodes sensibles pour la faune locale, c'est-à-dire fin août.</p> <p>L'ensemencement de plantes herbacées sauvages de provenance locale (par exemple Végétal Local) est recommandé au sein de ces zones enherbées pour augmenter et valoriser la biodiversité présente.</p>	

MA.3 : Gestion durable de la haie et des arbres	
Phase	Exploitation
Objectifs	Améliorer la biodiversité locale et favoriser sa préservation
Description technique	
<p>La plantation de haies et d'arbres est prévue pour améliorer l'insertion paysagère du projet. Le recours à un label garantissant l'utilisation d'<b>espèces indigènes</b> et la <b>provenance locale des plantes</b> serait préférable (par exemple Végétal Local).</p> <p>Il est fortement déconseillé de planter des essences ornementales fréquemment utilisées mais allochtones comme le Thuya et le Laurier-cerise.</p> <p>Plus les essences seront diversifiées, plus le gain de biodiversité à l'échelle locale sera important.</p> <p>Concernant l'entretien des haies et l'élagage des arbres, ces actions devront être raisonnées. Bien que la taille et la coupe soient nécessaires, elles ne devront pas être abusives et ne devront avoir lieu qu'en cas de nécessité.</p> <p>Concernant la période de réalisation, ces opérations devront avoir lieu de préférence <b>en septembre/octobre</b> et <b>jamais entre le 15 mars et le 15 août</b>. Ceci permettra de limiter le dérangement de la faune qui pourrait occuper la végétation, en évitant la période de reproduction au printemps et en été, ainsi que la période où certains animaux entrent en léthargie en hiver.</p>	

Les incidences sur la flore et les habitats sont :	Très faibles
--	--------------



## 5.2. Faune

### 5.2.1. Etat Initial

Le tableau suivant indique les conditions de réalisation des inventaires faunistiques réalisés sur site dans le cadre du présent dossier.

Saison	Dates des relevés	Durée de la prospection	Conditions météorologiques	Température moyenne
Avifaune (hivernants), mammofaune, chirofaune (recherche gîtes)	26/11/2024	De 9h00 à 13h	Dégagé – Pas de pluie – Vent léger - Bonne visibilité	7°C
Avifaune (migrateurs + nicheurs précoces) Mammofaune, herpétofaune, entomofaune	18/03/2025	De 9h00 à 13h	Dégagé – Pas de pluie – Pas de vent - Bonne visibilité	5°C

Les données bibliographiques proviennent de Sigogne. Elles ont été extraites à l'échelle de la commune de Pontarlier le 4 décembre 2024.

### Oiseaux

#### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne **187 espèces d'oiseaux** à l'échelle de la commune. Les 16 espèces inventoriées sur site font partie de cette liste.

Peu d'espèces sont susceptibles de se trouver sur le site. Celles qui pourraient fréquenter la ZIP seraient à priori présentes uniquement pour se nourrir.

Pour les espèces qui chassent des insectes en vol comme le Martinet noir (*Apus apus*), l'Hirondelle de fenêtre (*Delichon urbicum*) et l'Hirondelle rustique (*Hirundo rustica*), le projet aurait un impact minime. En effet, le site est peu végétalisé et n'est donc pas propice à la présence d'une entomofaune riche et diversifiée qui servirait de ressource alimentaire. D'autre part, étant donné que ces espèces chassent en vol, elles pourraient facilement se reporter sur d'autres milieux plus favorables comme les prairies qui se trouvent à l'ouest et au sud-ouest de la ZIP. Ces milieux sont d'ailleurs probablement déjà bien plus attractifs pour la chasse à l'heure actuelle.

D'autres espèces qui se nourrissent principalement ou exclusivement de graines pourraient potentiellement venir s'alimenter sur la ZIP. Le Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*) consomme des graines d'herbacées, entre autres celles de la Cardère à foulon (*Dipsacus fullonum*) qui est présente sur le site. Le Pinson du nord (*Fringilla montifringilla*) pourrait lui aussi se nourrir sur la ZIP. L'impact du projet serait faible pour ces espèces car comme indiqué précédemment, la zone est peu végétalisée et n'offre donc pas une ressource alimentaire conséquente.

**Aucune espèce citée dans la bibliographie ne semble pouvoir se reproduire sur la ZIP.**

**Les enjeux de conservation pour les espèces susceptibles de fréquenter la ZIP ont été évalués comme « faibles » voire « très faibles ».**

## Résultats

Au cours des deux campagnes d'inventaires, **16 espèces d'oiseaux** ont été recensées sur l'ensemble de l'aire d'étude (disponible en Annexe 8) :

Parmi les espèces recensées :

- **11 espèces** sont **protégées en France** au titre de l'article 3 de l'arrêté ministériel du 29 octobre 2009 ;
- **1 espèce** est inscrite à la **Directive Oiseaux** : Le Milan royal ;
- **Toutes les espèces** sont **déterminantes ZNIEFF** en Franche-Comté (Buffat, 2021) ;
- **5 espèces** présentent un **statut de conservation à enjeux** sur la liste rouge nationale et/ou régionale :

Tableau 2 : Oiseaux inventoriés inscrits sur liste rouge

Nom vernaculaire ( <i>nom scientifique</i> )	LR Europe	LR France	LR Franche Comté
Bruant des roseaux ( <i>Emberiza schoeniclus</i> )	LC	<b>EN</b>	DD
Bruant jaune ( <i>Emberiza citrinella</i> )	LC	<b>VU</b>	<b>NT</b>
Faucon crécerelle ( <i>Falco tinnunculus</i> )	LC	<b>NT</b>	LC
Harle bièvre ( <i>Mergus merganser</i> )	LC	<b>NT</b>	<b>NT</b>
Milan royal ( <i>Milvus milvus</i> )	LC	<b>VU</b>	<b>VU</b>

LR : liste rouge. LC : Préoccupation mineure (*Least concern*). NT : Quasi menacée (*Near threatened*). VU : Vulnérable (*Vulnerable*). EN : En danger (*Endangered*).

## Habitats d'espèces et fonctionnalité des milieux

Du fait de l'emplacement du site d'étude et du seul habitat homogène qui compose l'aire d'étude « terrains vagues des zones urbaine » associé parfois à la recolonisation végétale, l'avifaune se divise en **4 cortèges**. Les espèces se répartissent dans des cortèges en fonction de leur spécialisation.

Il existe aussi des espèces ubiquistes qui peuvent se rencontrer dans une large gamme d'habitats, elles sont dites « généralistes ». **7 espèces** généralistes (soit 44% des espèces inventoriées) ont été observées sur l'aire d'étude : la Corneille noire (*Corvus corone*), l'Étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*), la Mésange bleue (*Cyanistes caeruleus*), la Mésange charbonnière (*Parus major*), la Pie bavarde (*Pica pica*) et le Pinson des arbre (*Fringilla coelebs*).

- Cortège des milieux forestiers :

Ce cortège comprend 1 seule espèce, le Gros-bec casse- noyaux (*Coccothraustes coccothraustes*). Aux alentours du site d'étude, quelques éléments boisés sont présents, et son chant a été entendu au sein de ceux-ci en hiver. Aucune végétation ligneuse n'est présente sur site.

- Cortège des milieux semi-ouverts :

Ce cortège comprend 1 seule espèce, il s'agit du Bruant jaune (*Emberiza citrinella*). Sur site, ce cortège n'est pas représenté car les zones où la végétation recolonise le site sont peu propices à l'accueil des espèces de ce cortège, car la végétation est trop peu présente et trop mince. Certaines espèces généralistes comme la Pie bavarde (*Pica pica*) utilisent ces milieux comme zones de transit ou de gagnage (alimentation).

- Cortège des milieux agricoles :

Ce cortège comprend 3 espèces : le Buse variable (*Buteo buteo*), le Milan royal (*Milvus milvus*) et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*). Aux alentours de la zone d'étude, le paysage se compose majoritairement de parcelles ouvertes (prairie ou culture) où les rapaces viennent s'alimenter.

- Cortège des milieux humides :

Ce cortège comprend 4 espèces : le Bruant des roseaux (*Emberiza schoeniclus*), le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), un Goéland indéterminé (*Larus sp.*) et la Harle bièvre (*Mergus merganser*). Ces espèces sont entièrement dépendantes de ces milieux humides pour assurer leur cycle de vie. Au sein même du site d'étude, aucune de ces espèces ne peut s'y retrouver pour sa reproduction, cependant elles peuvent être en transit, ou s'alimenter occasionnellement sur le site.

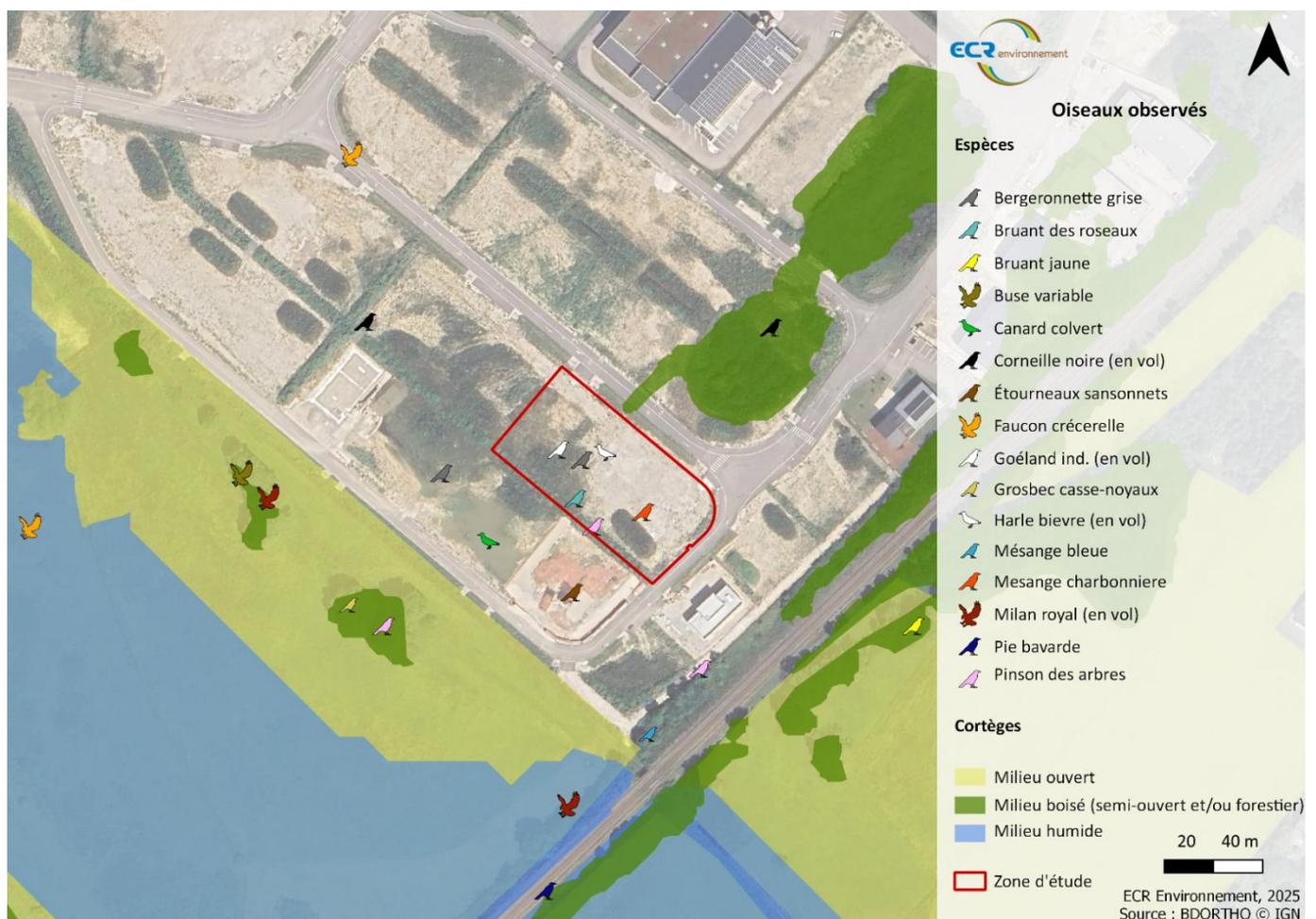


Figure 21 : Oiseaux observés

**Aucune des espèces d'oiseaux citées précédemment ne peut se reproduire sur la ZIP. Cependant, certaines d'entre elles peuvent probablement s'y nourrir, par exemple le Faucon crécerelle qui peut chasser les micromammifères fréquentant le site.**

## Mammifères (hors chiroptères)

### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne **23 espèces de mammifères** à l'échelle de la commune. **Une espèce pourrait potentiellement avoir été inventoriée : la Crocidure musette (*Crocidura russula*).**

La plupart des espèces protégées au niveau national qui sont citées dans la bibliographie ne semblent pas pouvoir être présentes sur la ZIP car elles ne peuvent pas y trouver de milieux propices à leurs exigences écologiques : le Chat forestier (*Felis silvestris*), le Muscardin (*Muscardinus avellanarius*) et l'Écureuil roux (*Sciurus vulgaris*).

En revanche, le **Hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)** pourrait fréquenter ponctuellement la ZIP lors de ses déplacements ou pour venir s'y nourrir (mais pas pour y installer un abri pour élever ses petits ou hiberner). Il est **protégé en France** au titre de l'article 2 de l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire.

Les espèces susceptibles d'être présentes sur la ZIP peuvent effectuer leur cycle biologique complet pour certaines, seulement venir s'alimenter pour d'autres.

### Résultats

**Aucune espèce de mammifère n'a directement été observée sur le site.**

Autres observations : Quelques galeries creusées par des micromammifères indéterminés ont été répertoriées sur les talus qui ponctuent la ZIP du projet.

Un cadavre de crocidure indéterminée (*Crocidura sp.*) a été retrouvé au bord de la voirie à proximité de la ZIP. Deux espèces sont envisageables : la Crocidure leucode (*Crocidura leucodon*) qui est peu répandue en Franche-Comté, ou la Crocidure musette (*Crocidura russula*), plus commune dans la région et citée dans la bibliographie. Il semble donc plus probable qu'il s'agisse de la deuxième espèce.

Aucune n'est protégée en France ni inscrite à la Directive Habitats-Faune-Flore.



Figure 22 : Entrée d'une galerie de micromammifère indéterminé et cadavre de crocidure indéterminée (*Crocidura sp.*)

**Des micromammifères sans enjeux de conservation sont présents sur site. Le Hérisson d'Europe peut être présent occasionnellement pour s'y déplacer ou pour s'y nourrir mais ne peut pas y assurer son cycle de vie complet.**



## Reptiles

### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne **7 espèces de reptiles** à l'échelle de la commune. **Aucune d'entre elles n'a été inventoriée sur la ZIP.**

L'une d'elles est une espèce exotique envahissante considérée comme préoccupante pour l'Union Européenne (liste du 25 juillet 2019) : la Tortue de Floride (*Trachemys scripta*). **Elle ne peut pas être présente sur la ZIP** car c'est une tortue aquatique qui occupe les cours d'eau.

Deux espèces pourraient potentiellement fréquenter la ZIP : le **Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)**, et la **Couleuvre helvétique (*Natrix helvetica*)**.

Le **Lézard des murailles** peut trouver des **refuges** sur le site pour tout ou partie de son cycle biologique, au niveau des **talus végétalisés** et d'une **souche encore enracinée** (voir figure ci-dessous). Il peut également **s'alimenter** avec la présence probable d'invertébrés.

Concernant la **Couleuvre helvétique** ; sa potentielle présence reste **occasionnelle (en transit)**, car le site d'étude ne **lui offre pas l'alimentation adaptée** (se nourrissant principalement d'amphibiens). De plus, les caches observées ne **peuvent pas accueillir** ce type d'espèces.

Le Lézard des murailles est une espèce ubiquiste qui est donc plus probablement présente sur la ZIP que la Couleuvre helvétique.



Figure 23 : Souche d'arbre comprenant des trous à sa base et pouvant offrir des refuges à la petite faune

Ces deux espèces sont **protégées en France** au titre de l'article 2 de l'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. Le **Lézard des murailles** figure à l'annexe IV de la **Directive Habitats-Faune-Flore**.

### Résultats

**Aucune espèce de reptiles n'a été observée sur le site.**

Les dates auxquelles les passages ont eu lieu ne permettaient pas d'inventorier les reptiles qui ne sont pas ou peu actifs à cette période de l'année et sont généralement en hibernation.

**Un micro-habitat où le Lézard des murailles pourrait s'installer a été répertorié sur la ZIP. Malgré le fait que cette espèce n'ait pas été observée, elle est donc considérée comme potentiellement présente.**

## Amphibiens

### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne **8 espèces d'amphibiens** à l'échelle de la commune. **Aucune d'entre elles n'a été inventoriée sur la ZIP.**

La ZIP **ne présente pas de milieux aquatiques propices à la reproduction des amphibiens**. En bordure immédiate de la ZIP, de l'eau stagnante forme **une « mare artificielle »** peu profonde, qui pourrait accueillir certaines espèces d'amphibiens. Au sein de la zone d'étude, celles-ci peuvent être présentes ponctuellement lors de leurs déplacements. La souche encore enracinée sur site pourrait servir d'abri pendant les fortes chaleurs estivales, où lors de la période de léthargie hivernale.

**Tous les amphibiens sont protégés au niveau national** par différents articles de l'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.

### Résultats

**Aucune espèce d'amphibiens n'a été observée sur le site.**

Aucun habitat aquatique de reproduction d'amphibiens n'a été observé sur site. Des flaques ont été observées en hiver mais ne se forment que brièvement en cas de fortes pluies et ne constituent donc pas des milieux de reproduction viables (Figure 24). En effet, ces flaques n'étaient plus présentes en mars 2025. Néanmoins, la **présence ponctuelle** d'amphibiens semble envisageable sur la zone car des noues longent le site par endroit (Figure 25) et de l'eau stagne à proximité sur une surface d'environ 710 m<sup>2</sup> qui forme un milieu apparenté à une mare artificielle peu profonde (Figure 26).

Les zones où de l'eau stagne en surface sont localisées dans la carte qui suit (Figure 27).



Figure 24 : Flaques d'eau se formant ponctuellement sur la zone d'implantation potentielle en cas de fortes pluies (1)



Figure 25 : Noue de collecte et d'infiltration des eaux pluviales temporairement en eau (2)



Figure 26 : Surface où l'eau stagne à proximité de la zone d'implantation potentielle (3)



Figure 27 : Localisation des zones où l'eau stagne temporairement

Au sein même de la ZIP, une noue peut entraîner une présence ponctuelle d'amphibiens. Cependant, aucun lieu de reproduction ne semble être présent sur site. Des espèces peuvent s'y trouver occasionnellement en transit.

### Chiroptères

#### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne **2 espèces de chiroptères** à l'échelle de la commune ainsi que le genre des Pipistrelles (*Pipistrellus sp.*).

#### Résultats

Aucun inventaire n'a été réalisé pour ce taxon.

Le site d'étude ne présente aucun gîte potentiel pour les chiroptères (arbres à cavités, bâtiment, ...). S'ils fréquentent le site, il s'agit uniquement de transit ou de chasse pendant leur activité nocturne, à condition qu'ils puissent y trouver une ressource alimentaire suffisante.

## Insectes

### Bibliographie

La bibliographie locale mentionne environ **120 espèces d'insectes** à l'échelle de la commune. Aucune d'entre elles n'a été inventoriée sur la ZIP. Elles sont réparties dans trois ordres : les lépidoptères, les odonates et les orthoptères.

De nombreuses espèces ne peuvent pas être présentes sur la ZIP car elles occupent des habitats naturels préservés très différents des milieux artificialisés qu'on trouve sur le site. Pour d'autres, leur présence n'est pas impossible, mais elle paraît peu probable, et elle est probablement ponctuelle voire même anecdotique.

Les espèces qui pourraient potentiellement fréquenter la ZIP pour tout ou partie de leur cycle biologique sont peu nombreuses et elles sont toutes communes et répandues : le Procris (*Coenonympha pamphilus*), le Vulcain (*Vanessa atalanta*), le Criquet duettiste (*Chorthippus brunneus*), ... La **nature du site** qui est **très artificialisé** et peu végétalisé **n'est pas propice à la présence d'une entomofaune diversifiée** ou remarquable. Aucune des espèces potentiellement présente n'est protégée ni ne figure à la Directive Habitats-Faune-Flore.

### Résultats

Les dates à laquelle les passages ont eu lieu ne permettaient pas d'inventorier les insectes qui ne sont pas actifs à ces périodes de l'année.

D'après les observations qui ont pu être réalisées, la ZIP présente une capacité faible d'accueil pour l'entomofaune.

Le site est occupé par une végétation rudérale globalement commune qui n'est probablement attractive que pour des espèces d'insectes communes et présentant peu d'enjeux de conservation.

Les secteurs caillouteux où la végétation est éparse ou absente pourraient accueillir certaines espèces d'orthoptères typiques de ces milieux, comme le Caloptène italien (*Calliptamus italicus*) et l'Œdipode turquoise (*Oedipoda caerulescens*), qui sont répandus et présentent peu d'enjeux de conservation. Enfin, les secteurs où de l'eau stagne en cas de fortes pluies pourraient éventuellement attirer des odonates, mais ces milieux ne semblent pas viables pour la reproduction de ces insectes, qui ne seraient donc présents que ponctuellement.

**Le site d'étude présente une végétation très mince et impliquant une très faible potentialité d'accueil des insectes. Ceux pouvant s'y trouver sont des espèces très communes qui ne présentent aucun enjeu.**



## 5.2.2. Incidences

Les impacts sont liés à la destruction potentielle ou le dérangement d'une espèce à enjeux, ainsi que par la dégradation ou disparition de son habitat, essentiellement lors de la période de travaux, que ce soit à la suite de :

- Collision avec un engin de chantier ;
- Destruction ou dégradation d'un habitat de reproduction ou de repos ;
- Ecrasement dû au passage des engins de chantier ;
- Travaux (défrichage, terrassement, construction, ...) à une période critique du cycle biologique ;
- Pollution sonore.

Le projet ne montre aucun risque de destruction d'individu et/ou d'habitats propices à la reproduction ; cependant, il pourrait occasionner des dérangements d'individus, ou des risques de destruction/d'altération de zone de gagnage.

Tableau 3 : Incidences potentielles sur la faune

Taxons	Incidences potentielles
<b>Oiseaux</b>	Au vu des espèces recensées et présentes dans la bibliographie, <b>aucune espèce ne peut se reproduire sur le site d'étude</b> . Ainsi, les travaux et l'implantation du crématorium occasionneront : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un <b>dérangement d'espèces</b> et perturbation du <b>cycle biologique</b> ;</li> <li>- Un risque de destruction/d'altération de <b>zone de gagnage</b>.</li> </ul>
<b>Amphibiens</b>	Au vu des espèces présentes dans la bibliographie, <b>le Crapaud commun peut se retrouver occasionnellement sur site</b> . Ainsi, les travaux et l'implantation du crématorium pourront occasionner : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un <b>dérangement d'espèces</b> et <b>perturbation du cycle biologique</b> ;</li> <li>- Un risque de destruction/d'altération de <b>zone de transit</b> ;</li> <li>- Un risque de <b>destruction d'individus en phase chantier</b> (souche).</li> </ul>
<b>Reptiles</b>	Au vu des espèces présentes dans la bibliographie, le <b>Lézard des murailles</b> peut se retrouver sur site. Ainsi, les travaux et l'implantation du crématorium pourront occasionner : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un <b>dérangement d'espèces</b> et <b>perturbation du cycle biologique</b> ;</li> <li>- Un risque de destruction/d'altération de <b>zone de transit</b> ;</li> <li>- Un risque de <b>destruction d'individus</b> en phase chantier.</li> </ul>
<b>Chiroptères</b>	Le site d'étude ne dispose d'aucun gîte potentiel aux chiroptères, la faible végétation présente ne permet pas d'avoir une richesse d'insectes et offre une zone de chasse peu attrayante pour ce taxon. Ainsi, les travaux et l'implantation du crématorium pourront occasionner un <b>dérangement d'espèces</b> et <b>perturbation du cycle biologique</b> .
<b>Insectes</b>	La faible végétation présente ne permet pas d'avoir une richesse d'insectes sur site. Les espèces qui peuvent s'y trouver sont toutes communes. Les travaux et l'implantation du crématorium pourront toutefois occasionner : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un <b>dérangement d'espèces</b> et <b>perturbation du cycle biologique</b> ;</li> <li>- Un risque de destruction/d'altération de <b>zone de transit</b> ;</li> <li>- Un risque de <b>destruction d'individus</b> en phase chantier.</li> </ul>

### 5.2.3. Mesures

#### Mesures d'évitement

La noue présente au Nord du site gère les eaux de la voirie, ainsi le projet ne causera aucun impact sur celle-ci, elle restera un espace d'accueil potentiel pour les amphibiens en cas de grosse pluie (**ME.1 : Evitement de la noue**).

ME.2 : Adaptation d'un calendrier d'intervention	
Phase	Chantier
Objectifs	Eviter d'impacter le cycle des espèces faunistiques et empêcher leur destruction
Description technique	
<p>Une <b>souche</b> est présente sur la ZIP. Elle constitue un <b>abri potentiel pour la petite faune</b> (micromammifères, reptiles, amphibiens, insectes). Le projet nécessite qu'elle soit dessouchée. Cette opération devra être réalisée pendant la période de moindre sensibilité de la faune, à savoir en <b>septembre/octobre</b>, après la reproduction et avant que l'hiver débute et que certains animaux entrent en léthargie. Le dessouchage devra se faire <b>délicatement et progressivement</b> pour laisser la possibilité aux animaux qui seraient installés dans la souche de fuir.</p> <p>Afin d'éviter tout dérangement des oiseaux, des insectes, mais aussi des reptiles, les travaux devront avoir lieu <b>entre septembre et février</b> (période où l'activité est ralentie).</p> <p>Les travaux pourront se poursuivre sur la période favorable à la reproduction des oiseaux, à condition qu'il n'y ait pas eu d'interruption depuis leur commencement.</p>	
<b>Tableau 4 : Périodes de travaux suivant le cycle de vie des espèces faunistiques</b>	
<b>GROUPES</b>	<b>JANVIER</b> <b>FEVRIER</b> <b>MARS</b> <b>AVRIL</b> <b>MAI</b> <b>JUIN</b> <b>JUILLET</b> <b>AOÛT</b> <b>SEPTEMBRE</b> <b>OCTOBRE</b> <b>NOVEMBRE</b> <b>DÉCEMBRE</b>
<b>OISEAUX</b>	
<b>REPTILES</b>	
<b>AMPHIBIENS</b>	
<b>Insectes</b>	
<b>FLORE</b>	
<b>Légende des observations :</b>	
Période de réalisation	Tout le long de la phase chantier.

Mesures de réduction

MR.11 : Empêcher la création de pièges mortels pour la faune	
Phase	Chantier
Objectifs	Limiter les risques de mortalité de la faune en réduisant les risques de piégeages sur site
Description technique	
<p>Au sein du site, en phase chantier notamment, mais également en phase d'exploitation, plusieurs risques de piégeages peuvent se déclarer et impacter la faune (reptiles, amphibiens, petits mammifères, oiseaux, insectes, etc.). Des mesures doivent être prises pour réduire ces risques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Déchets verts</b> : Des espèces de faune notamment des petits mammifères, peuvent se retrouver coincés au sein des amas de déchets verts. Pour éviter cela, <b>les déchets doivent être enlevés du site</b> dès leur apparition. Si cela doit avoir lieu plus tard, un effarouchement des déchets verts laissés sur site devra être réalisé pour faire fuir les potentiels animaux qui pourrait s'être logé à l'intérieur. A noter que <b>l'enlèvement devra avoir lieu en dehors de la période d'hibernation des espèces de faune</b>, notamment des reptiles qui pourraient se trouver endormi au sein des amas de déchets verts (<b>du 1<sup>er</sup> décembre au 30 janvier</b>).</li> <li>• <b>Ornières</b> : Des ornières dues à la circulation des engins de chantier vont très probablement être créées sur site. Leur formation est normale sur une zone de travaux. Toutefois, si des ornières viennent à être créées lors des travaux, elles devront impérativement <b>être rebouchées</b> pour éviter le risque que des petits animaux (notamment des amphibiens) ne viennent s'y loger. La <b>surveillance</b> de la formation d'ornières et une <b>intervention rapide</b> pour les combler en cas de besoin sont <b>essentiels</b>.</li> <li>• <b>Bassins ouverts</b> : Les espèces de faune peuvent se noyer en se retrouvant piégé dans ces derniers. Si des bassins sont présents sur site, des « <b>échappatoires à faune</b> » peuvent être installées pour permettre aux espèces piégées de ressortir des bassins.</li> <li>• <b>Trous</b> : les trous devront au maximum <b>être condamnés</b> pour éviter que la faune tombe et reste bloqué. Ces derniers sont divers (panneaux, tuyaux, trous dans le sol, anfractuosités sur les bâtiments techniques, ...) et peuvent être <b>colmatés ou bouchés</b>, à l'aide de plaques ou de pierres, afin d'éviter leur accès par la faune.</li> </ul>	
<p>Figure 28 : Exemples de cavités comblées (à gauche) et d'échappatoire à faune sur un bassin ouvert (à droite) (Sources : Association Pic Vert – LPO)</p>	
Période de réalisation	Pendant toute la durée de la phase chantier et d'exploitation.

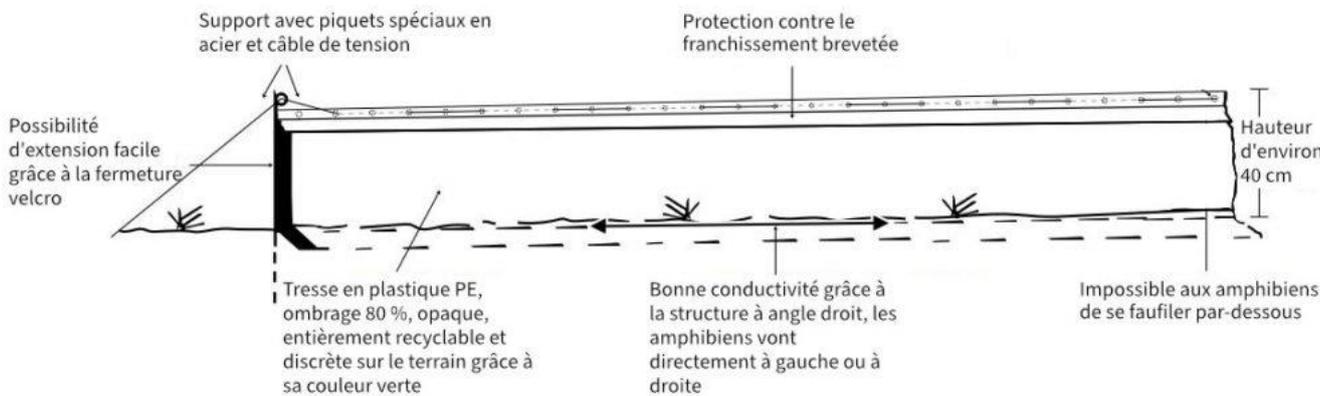


MR.12 : Installation d'un dispositif anti-amphibiens et réduction de la vitesse de circulation	
Phase	Chantier
Objectifs	Limiter le risque de présence d'amphibiens sur le site et d'écrasement

**Description technique**

La présence d'eau qui stagne en surface sur la ZIP et à proximité immédiate, sur des surfaces plus ou moins importantes, pourrait accroître la probabilité de présence d'amphibiens. Même s'ils ne peuvent à priori pas se reproduire sur le site, ils pourraient y circuler.

Pour limiter le risque de présence d'amphibiens, des **clôtures anti-amphibiens** seront installés sur les barrières qui délimiteront la zone de travaux. Elles devront **couvrir 40 à 50 cm au pied des barrières**. Le bas du dispositif devra être **au mieux enterré** ou **à minima fixé au sol** (à l'aide de sardines par exemple), de sorte que la clôture soit hermétique et que les amphibiens ne puissent pas se glisser en-dessous.



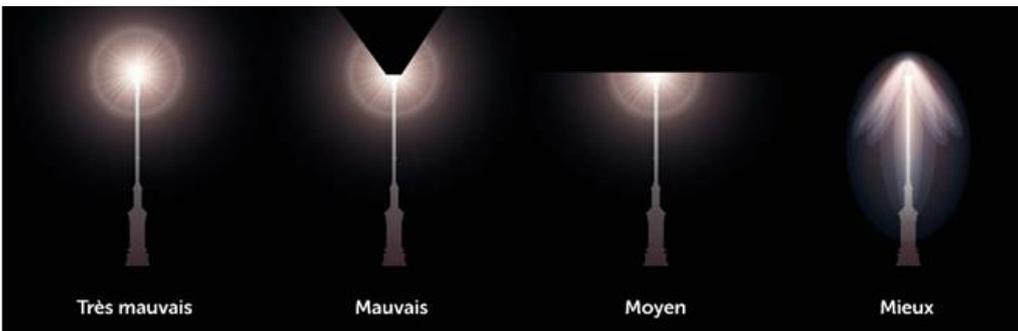
**Figure 29 : Exemple de barrière anti-amphibiens (Source : AGROTEL)**

Pour plus d'informations : <https://agrotel.eu/fr/produkt/amphibienschutzaun/>

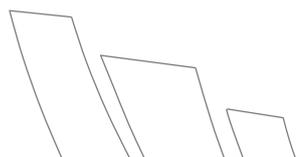
En complément, **la vitesse de circulation des engins devra être réduite** au sein de la ZIP pour pouvoir plus facilement repérer des amphibiens qui auraient pu pénétrer sur la zone et ainsi éviter l'écrasement.

Période de réalisation	Pendant toute la durée de la phase chantier.
------------------------	--



MR.13 : Préservation et renforcement de la trame noire	
Phase	Exploitation
Objectifs	Eviter les impacts sur la faune lucifuge (notamment chiroptères)
Description technique	
<p>Le <b>développement de la trame noire</b> sur le territoire vise à limiter la fragmentation des habitats et les barrières au déplacement des espèces dites « lucifuges ».</p> <p>Dans la mesure du possible, il est préférable <b>d'éteindre toutes les sources lumineuses des aménagements</b>. Si ce n'est pas envisageable, plusieurs paramètres peuvent être modulés : <b>détecteurs de mouvements, direction de l'éclairage, intensité lumineuse</b>, ... La lumière doit se concentrer aux endroits où elle est nécessaire, c'est-à-dire vers le sol, et non pas en direction du ciel.</p>	
	
<p>Figure 30 : Direction de l'éclairage urbain (Source : Bruxelles Environnement).</p>	
Période de réalisation	Pendant toute la durée de la phase chantier et d'exploitation.

MR.14 : Interventions diurnes	
Phase	Chantier
Objectifs	Eviter d'impacter les espèces aux activités nocturnes ou crépusculaire.
Description technique	
<p>L'ensemble des interventions sera mené de jour, afin de laisser les espèces présentes (et les espèces pouvant potentiellement circuler sur la zone) regagner leurs espaces en fin de journée jusqu'au lendemain matin et permettre également aux espèces à activité crépusculaire et nocturne de se déplacer (coléoptères et chiroptères). De plus, aucune pollution sonore et éclairage nocturne n'aura lieu durant la phase de chantier.</p>	
Période de réalisation	Tout le long de la phase chantier.



### Mesures d'accompagnement

La mesure citée précédemment dans la partie habitats, soit « **MA.1 : Création de haies** » est grandement bénéfique à la faune. En effet, pour rappel, cette dernière offrira un habitat de reproduction pour plusieurs espèces d'oiseaux (mésanges par exemple). En complément, elle offrira une zone de déplacement aux chauves-souris mais aussi à l'herpétofaune, tout en renforçant la connectivité écologique autour du site.

<b>MA.4 : Gain de biodiversité</b>	
Phase	Exploitation
Objectifs	Apporter une plus-value écologique au site
Description technique	
<p>Pour un gain de biodiversité à l'échelle du site, des installations peuvent être mises en place en faveur de la faune. Des exemples sont cités ci-dessous :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Nichoirs à oiseaux à intégrer dans les bâtiments (Source : Nat'H)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Gîtes à chiroptères à intégrer dans les bâtiments (Source : Nat'H)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Jardinières avec gîte pour abeilles solitaires intégré Beepot (Source : Wildcare)</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Abri à Hérisson d'Europe (Source : Wildcare)</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>La spirale aromatique en pierres sèches</b> Saurez-vous reconnaître ses plantes et ses habitants ?</p>  <p><b>Illustration conceptuelle d'une spirale aromatique (Création de Cécile Dorget Illustration)</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Plaque passage pour hérisson © LPO</b></p> </div> </div>	
Période de réalisation	Toute la durée de la phase d'exploitation.

<b>Les incidences sur la faune sont :</b>	<b>Faibles</b>
---	----------------

### 5.3. Zones naturelles existantes

#### 5.3.1. Etat Initial

##### Zonages d'intérêts écologiques (ZNIEFF)

On distingue deux types de ZNIEFF :

- **Les ZNIEFF de type I**, d'une superficie généralement limitée, définies par la présence d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- **Les ZNIEFF de type II**, qui sont de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure une ou plusieurs ZNIEFF de type I.

Ici, on recense six ZNIEFF de type I et deux ZNIEFF de type II dans un rayon de 3 km autour du projet.

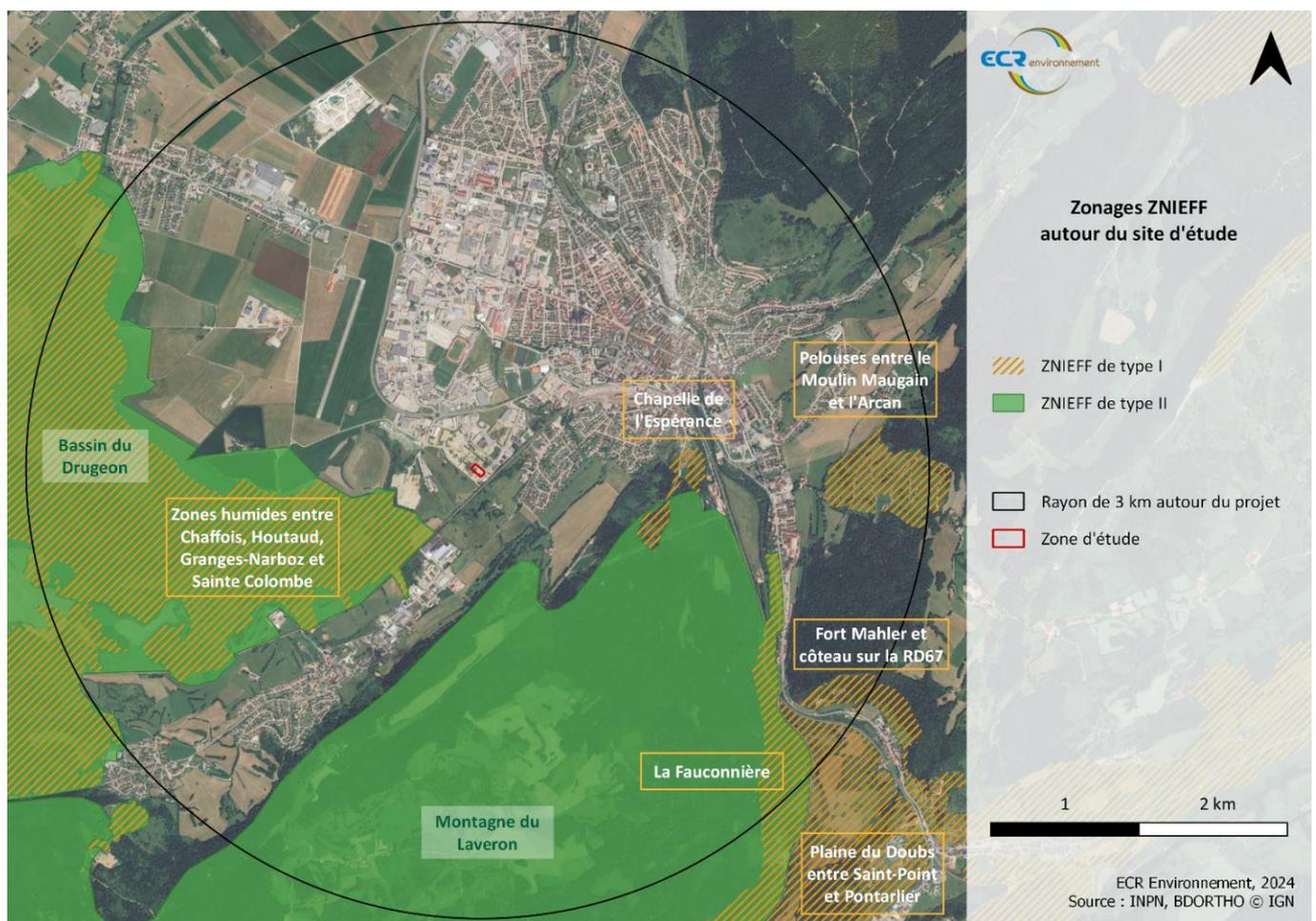


Figure 31 : Périmètre des ZNIEFF autour du projet

La ZNIEFF de type II « Bassin du Drugeon » et la ZNIEFF de type I qui en fait partie, localisées au nord-ouest du projet, sont des milieux caractéristiques de **zones humides et aquatiques**. On y retrouve une faune et une flore spécifique de ces milieux, comme des amphibiens, des odonates, des poissons ou encore des oiseaux aquatiques.

On trouve également, au sud de la zone de projet, la Montagne du Laveron. Cette dernière est constituée en majorité d'une forêt mixte caractéristique des montagnes humides. On y retrouve ainsi une faune typique des **milieux forestiers**. On y retrouve également des **zones rupestres** avec la présence des falaises de la Fauconnière à l'est du massif. On y retrouve ainsi des espèces comme le Faucon pèlerin ou la Chouette de Tengmalm.

Enfin, on trouve également dans un rayon de 3 km autour du site d'étude, des **pelouses calcicoles** localisées à l'est de la zone : on retrouve au sein de la ZNIEFF de type I « Chapelle de l'Espérance », une formation herbacée rase typique du paysage montagnard jurassien. On retrouve également des **pâturages mésophiles** typiques de l'activité pastorale jurassienne au niveau de la ZNIEFF de type I « Pelouses entre le Moulin Maugain et l'Arcan », ainsi que des **prairies humides et pelouses semi-sèches** au sein de la ZNIEFF de type I « Fort Mahler et coteau sur la RD67 ».

### Zonages protégés par protection conventionnelle : réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau européen regroupant des sites naturels remarquables. Il comprend ainsi l'ensemble des périmètres désignés en application des directives « Oiseaux » et « Habitats-Faune-Flore », c'est-à-dire respectivement d'une part les Zones de Protection Spéciales (ZPS), qui s'appuient sur certains inventaires scientifiques comme les Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux (ZICO), et d'autre part les propositions de Sites d'Intérêt Communautaire (pSIC), futures Zones Spéciales de Conservation (ZSC).

Un site ZSC et un site ZPS sont présents dans un rayon de 3 km autour du projet. On trouve le site du Bassin du Dugeon à l'ouest (ZPS FR4310112) et le site de la vallée du Dugeon et du Hauts-Doubs (ZPS FR4301280).

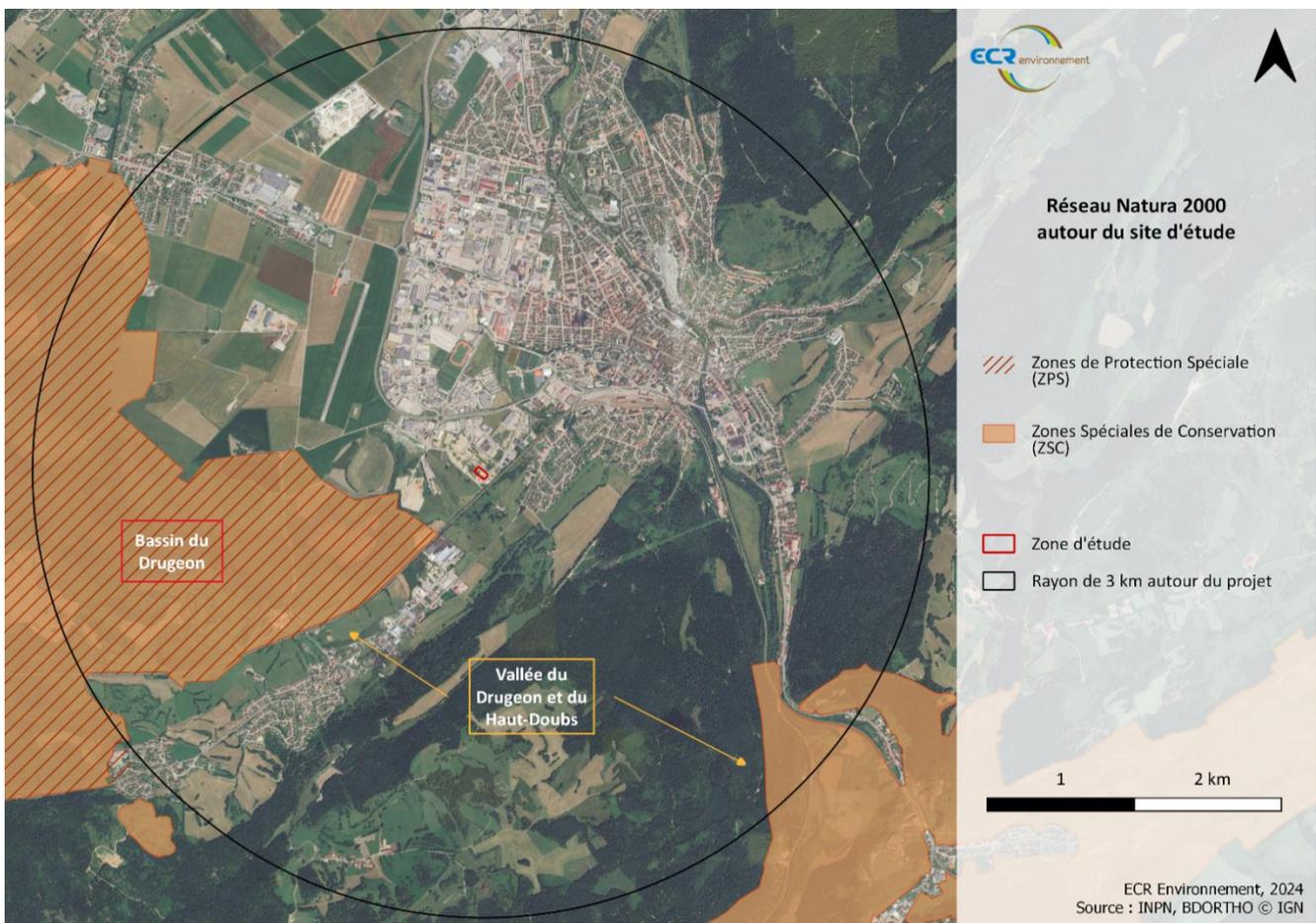


Figure 32 : Réseau Natura 2000 autour du projet

Les zones du réseau Natura 2000 localisées autour du projet se composent essentiellement de milieux humides et aquatiques (marais, eaux douces, tourbières) et de boisements. « *Le bassin du Dugeon constitue un complexe écologique de très grande valeur ; on y recense en effet une flore exceptionnelle (32 espèces protégées) et une faune remarquable pour la France (114 vertébrés et 10 invertébrés protégés). Les oiseaux, en particulier, profitent de la diversité des habitats, de leur agencement parfois complexe pour y nicher ou réaliser une halte migratoire (125 espèces observées régulièrement et 85 observées plus rarement).* » (Source : INPN).

### Zonages protégés par protection règlementaire : Arrêté de Protection de Biotope

L'APB a pour vocation la conservation de l'habitat d'espèces protégées. C'est un outil de protection réglementaire de niveau départemental, dont la mise en œuvre est relativement souple. En effet, la plupart des arrêtés de protection de biotope font l'objet d'un suivi soit directement à travers un comité placé sous l'autorité du Préfet, soit indirectement dans le cadre de dispositifs tels que Natura 2000 et par appropriation par les acteurs locaux.

Deux APB sont présents dans un rayon de 3 km autour du site. Il s'agit du bassin du Drugeon du Doubs (FR3800632) et des corniches calcaires du Doubs (FR3800749).

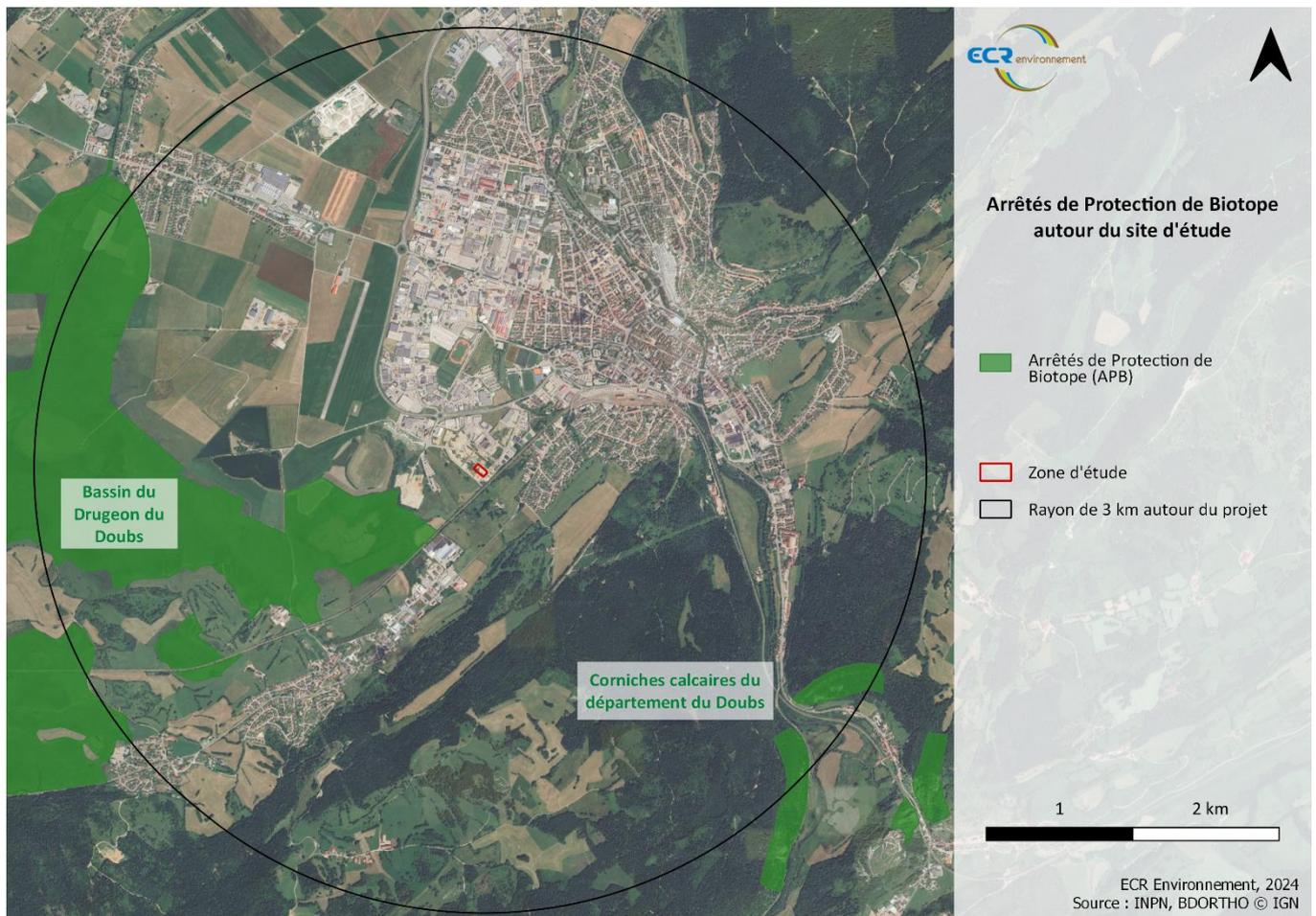


Figure 33 : Arrêtés de Protection de Biotope autour du projet

L'arrêté de protection de biotope du bassin du Drugeon du Doubs a été établi en 2004 et protège une superficie totale de 2 935 ha de biotopes humides et aquatiques (marais, tourbières, prairies humides, pelouses, forêts sur tourbe, rivières, ruisseaux et étangs).

L'arrêté de protection de biotope des corniches calcaires du Doubs a été établi en 2010 et protège une superficie totale de 1 814 ha de biotopes rupestres (corniches et falaises).

### Zonages protégés au titre d'un texte international : sites RAMSAR

Certaines zones humides, les sites "Ramsar", sont reconnues d'importance internationale et désignées comme telles par la France, au titre de la convention de Ramsar sur les milieux humides (Convention du 2 février 1971 relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau).

Les zones humides qui peuvent être proposées à l'inscription sur la liste des sites Ramsar sont des milieux humides dont la préservation présente un intérêt international au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique. La gestion de ces sites doit permettre de favoriser leur conservation et leur utilisation rationnelle. Un site RAMSAR est localisé dans un rayon de moins de 3 km autour du projet : les tourbières et lacs de la Montagne jurassienne.

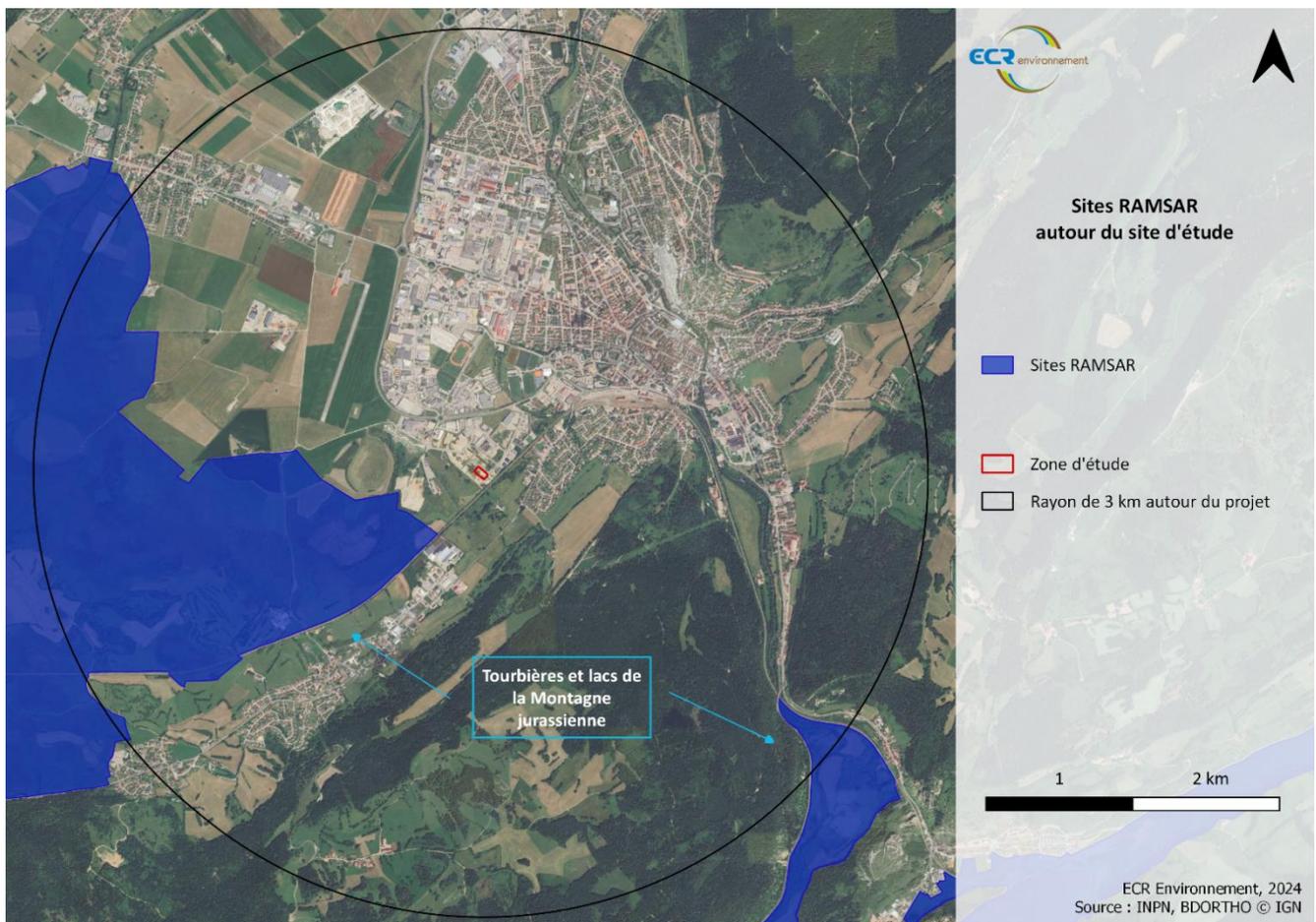


Figure 34 : Sites RAMSAR autour du projet

« Ce site s'étend sur 12 156 ha situés en montagne, entre 800 et 1200 m d'altitude, au cœur du massif jurassien, en tête des bassins versants qui alimentent le Doubs, l'Orbe et l'Ain. Il est composé de 125 tourbières (environ 2000 ha) et 18 lacs naturels de moyenne montagne (1000 ha). Il s'agit du plus grand ensemble français de complexe de bas-marais alcalins et de haut-marais de montagne. » (Source : OFB).

« Le site RAMSAR offre de nombreux habitats importants pour une diversité d'espèces protégées au niveau national ou international, des plantes et champignons aux libellules, papillons, poissons, oiseaux, amphibiens et reptiles. Les deux tiers de la population nationale de bécassines des marais (*Gallinago gallinago*) y nichent et le site est aussi une frayère importante pour le grand brochet (*Esox lucius*), le lavaret (*Coregonus lavaretus*), la truite lacustre (*Salmo trutta*) et l'écrevisse à pattes blanches (*Austroptamobius pallipes*). » (Source : RAMSAR.org).

### 5.3.2. Incidences

Le lien écologique de la zone d'étude avec les différents zonages présentés ci-dessus est très faible car les zonages patrimoniaux abritent des espèces du **cortège humide, rupestre ou encre des milieux secs**. Or, le site d'étude est une **zone totalement remblayée, présentant une végétation très mince, sans milieux propices à l'alimentation ou la reproduction** des espèces forestières et rupestres, et encore **moins à leur nidification**.

On retrouve principalement au sein de ces zonages une entomofaune très intéressante, avec la présence de lépidoptères protégés au niveau national comme l'Azuré de la croisette. Ces espèces sont également **peu susceptibles** de se trouver au niveau du site d'étude, qui ne **présente pas de flore typique des milieux herbacés secs**.

Les **milieux humides ne sont pas rattachés à la zone de projet**, qui est localisée en **contexte anthropique**. Ces territoires abritent des espèces caractéristiques des **milieux humides**, et ne présentent **pas de lien écologique** particulier avec le site d'étude.

Les zones qui ont fait l'objet d'un arrêté de protection de biotope abrite des espèces caractéristiques des milieux **rupestres (rapaces notamment)**, et ne présente **pas de lien écologique particulier** avec le site d'étude.

D'après la liste taxonomique des espèces présentes au sein du site RAMSAR, on dénombre 49 espèces de flore protégées. Toutes sont rattachées aux **milieux humides**, comme la faune.

Outre le fait que cette zone soit éloignée par rapport au site d'étude, ce dernier **ne peut pas accueillir ces espèces** car **les milieux qu'il contient n'ont aucune similitude** avec ceux présents au sein du site RAMSAR.

En effet, les habitats présents dans la vallée du Dugeon sont des milieux humides tels que des **prairies humides, des marais ou encore des roselières**, ponctués de certaines pelouses sèches et de boisements.

Pour rappel, le site d'étude est entièrement constitué de **zone de remblai** avec quelques zones de **végétations éparse**. Ainsi, toutes les espèces citées dans le site RAMSAR **ne peuvent pas utiliser le site** comme zone de **nidification ou d'hivernage** par exemple. Toutefois, ces espèces peuvent s'y retrouver **en transit**.

Le projet n'aura **aucune incidence sur le site RAMSAR** du fait que ces milieux ne présentent **aucune similitude avec le site du projet**. Dans le cadre de cette construction, le projet prévoit une « renaturation » qui permettra d'accueillir des espèces nicheuses.

Les incidences sur les zonages naturels existants sont :	Très faibles
--	--------------



## 6. Synthèse des mesures

### Mesures d'évitement (E)

M	Catégorie	Phase	Thématique associée	Page
<b>ME.1</b>	Evitement de la noue	Chantier	Milieu naturel	p. 53
<b>ME.2</b>	Adaptation d'un calendrier d'intervention			

### Mesures de réduction (R)

M	Catégorie	Phase	Thématiques associées	Page
<b>MR.1</b>	Circulation des engins de chantier et emplacement des aménagements en dehors des zones humides	Chantier	Milieu naturel Milieu physique	p. 14
<b>MR.2</b>	Limiter les impacts sur les eaux (Superficielles et souterraines)	Chantier Exploitation	Milieu physique	
<b>MR.3</b>	Gestion des risques de pollution	Chantier	Milieu naturel Milieu physique	p. 15
<b>MR.4</b>	Gestion des déchets			p. 16
<b>MR.5</b>	Création de cheminements en matériaux limitant l'artificialisation des sols	Exploitation	Milieu physique	p.17
<b>MR.6</b>	Limitation des surfaces imperméabilisées par le projet			
<b>MR.7</b>	Les eaux usées sur la parcelle seront injectées dans le réseau unitaire de la ville de Pontarlier			p.18
<b>MR.8</b>	Création d'ouvrages d'infiltration/rétention pour la gestion des eaux pluviales			p.18 -19
<b>MR.9</b>	Respecter les préconisations de la DUP du captage AEP éloigné			p.33
<b>MR.10</b>	Limiter la prolifération des espèces végétales invasives	Chantier	Milieu naturel	p.41
<b>MR.11</b>	Empêcher la création de pièges mortels pour la faune			p.54
<b>MR.12</b>	Installation d'un dispositif anti-amphibiens et réduction de la vitesse de circulation			p.55
<b>MR.13</b>	Préservation et renforcement de la trame noire	Exploitation		p.56
<b>MR.14</b>	Interventions diurnes	Chantier		

### Mesures d'accompagnement (A)

M	Catégorie	Phase	Thématiques associées	Page
<b>MA.1</b>	Végétalisation	Chantier	Milieu naturel	p.42
<b>MA.2</b>	Gestion adaptée des zones enherbées	Exploitation		p.43
<b>MA.3</b>	Gestion durable de la haie et des arbres			
<b>MA.4</b>	Gestion durable de la haie et des arbres	Chantier Exploitation		p. 57

### Mesures de réalisation d'études (Re)

	Catégorie	Phase	Thématiques associées	Page
<b>MRe.1</b>	Etude de gestion des eaux	Amont	Milieu physique	p. 20
<b>MRe.2</b>	Etude site et sol pollués			p. 23
<b>MRe.3</b>	Etude de la qualité de l'air		Milieu physique/humain	

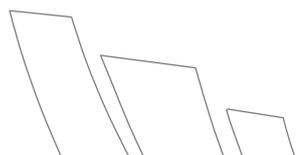


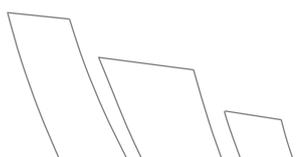
Tableau 5 : Synthèse des mesures

Thèmes	Caractéristiques des incidences	Mesures retenues	Incidences
<b>Milieu physique</b>	Terrassements et remblaiements	<b>MR.1</b> : Circulation des engins de chantier et emplacement des aménagements en dehors des zones humides identifiées au sud-Ouest.	<b>Faibles</b>
	Imperméabilisation des sols	<b>MR.2</b> : Limiter les impacts sur les eaux (Superficielles et souterraines)	
	Mouvements d'engins	<b>MR.3</b> : Gestion des risques de pollution	
	Tassement du sol	<b>MR.4</b> : Gestion des déchets	
	Risque de pollution accidentelle	<b>MR.5</b> : Création de cheminements en matériaux limitant l'artificialisation des sols	
	Augmentation des ruissellements	<b>MR.6</b> : Limitation des surfaces imperméabilisées par le projet	
<b>Milieu humain et santé humaine</b>	Emissions de polluants	<b>MR.7</b> : Les eaux usées sur la parcelle seront injectées dans le réseau unitaire de la ville de Pontarlier	<b>Faibles</b>
	Augmentation du trafic	<b>MR.8</b> : Création d'ouvrages d'infiltration/rétention pour la gestion des eaux pluviales	
	Nuisances sonores et vibrations	<b>MR.9</b> : Respecter les préconisations de la DUP du captage AEP éloigné	
	Pollution atmosphérique	<b>MRe.1</b> : Etude de gestion des eaux <b>MRe.2</b> : Etude site et sol pollués	
<b>Milieu naturel</b>	Risques de pollution des milieux naturels	<b>ME.1</b> : Evitement de la noue	<b>Très faibles (Voire positives)</b>
	Risques de prolifération des espèces exotiques envahissantes	<b>ME.2</b> : Adaptation d'un calendrier d'intervention	
	Risque de destruction et/ou d'altération d'habitats de zones de gagnage et/ou de transit	<b>MR.1</b> : Circulation des engins de chantier et emplacement des aménagements en dehors des zones humides identifiées au sud-Ouest.	
	Dérangement d'espèces et perturbation du cycle biologique	<b>MR.3</b> : Gestion des risques de pollution <b>MR.4</b> : Gestion des déchets <b>MR.10</b> : Limiter la prolifération des espèces végétales invasives <b>MR.11</b> : Empêcher la création de pièges mortels pour la faune <b>MR.12</b> : Installation d'un dispositif anti-amphibiens et réduction de la vitesse de circulation <b>MR.13</b> : Préservation et renforcement de la trame noire <b>MR.14</b> : Interventions diurnes <b>MA.1</b> : Végétalisation du site <b>MA.2</b> : Gestion adaptée des zones enherbées <b>MA.3</b> : Gestion durable de la haie et des arbres <b>MA.4</b> : Gain de biodiversité	

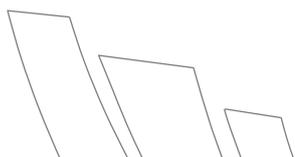
**En respectant les préconisations mentionnées dans ce document, la création du crématorium n'engendrera aucun impact sur l'environnement.**

## 7. Conformité avec les prescriptions des arrêtés préfectoraux d'autorisation de la zone d'activité « Les Gravilliers »

Arrêté 2009 2705 01746, du 27 mai 2009	Adaptation au projet
<p>Les eaux collectées sur la toiture seront infiltrées sur la parcelle.</p> <p>Les eaux de ruissellement sur les parties imperméabilisées seront traitées par des ouvrages décanteur-déshuileur avec rejet dans le réseau. En sortie, le rejet devra respecter la valeur seuil de concentration en MES de 100mg/l en instantané et 5mg/l pour les hydrocarbures.</p> <p>Les eaux devront être collectées par des noues rendues étanches et végétalisées.</p>	<p><b>MR.2</b> <b>MR.8</b></p>
<p>Le réseau collectant les eaux usées sur la parcelle sera raccordé au réseau unitaire de la ville de Pontarlier.</p>	<p><b>MR.7</b></p>
<p>Le projet évite la zone de création de zone tampon au sud de la zone d'activité.</p>	<p><b>MR.1</b></p>
<p>Les engins de chantier pendant la phase de travaux éviteront la zone humide identifiée au sud, de plus aucun élément d'installation et/ou de stockage sera entreposé sur celle-ci.</p>	
<p>Les eaux de ruissellement sur les terrassements seront collectées vers un bassin de rétention provisoire qui assurera la fonction de décantation avant rejet (seuil de concentration : 100mg/l en instantané).</p>	<p><b>MR.2</b> <b>MR.8</b></p>
<p>Des aires spécifiques étanches et muni d'un dispositif de rétention pourra être mis en place si des produits polluants devront être stockés.</p>	<p><b>MR.3</b></p>
<p>Les sous-sols en excavation par rapport au terrain naturel seront interdits, comme les forages dans la nappe.</p> <p>La totalité des déchets occupants les dépressions sera évacuée et dirigés vers des lieux de traitement et/ou de stockage approprié.</p>	<p><b>MR.4</b></p>
<p>Avant intervention, l'aménageur dressera au service de la police de l'eau les résultats de l'analyse de sol et l'informer de la décision retenue pour la réhabilitation du terrain.</p>	<p><b>MRe.2</b></p>
<p>Le permissionnaire mettra en œuvre tout moyen ou dispositifs permettant de garantir la protection et le maintien du bon état du milieu naturel.</p>	<p><b>Toutes mesures</b></p>
<p>Si le projet engage le raccordement d'effluents non domestiques, le système de collecte devra faire l'objet d'une autorisation du gestionnaire du système d'assainissement de l'agglomération de Pontarlier.</p>	<p>-</p>
<p>L'ensemble du système de gestion des eaux sera entretenu, les noues pourront être curées autant que besoin et elles feront objet d'une fauche afin de l'entretenir, les produits phytosanitaires seront interdits.</p> <p>Toutes opérations d'entretien, de vérification, et de traitement de boues et/ou de déchets seront consignées sur un registre et tenu à disposition du service de police de l'eau.</p>	<p><b>MR.8</b></p>
<p>Toutes les mesures seront prises pour prévenir et traiter l'effet d'une pollution accidentelle, des eaux superficielles ou souterraines. Les polluants seront évacués dans des centres de traitement spécialisés.</p> <p>Un panneau explicatif sera mis en place afin de préciser la marche à suivre en cas d'accident, les mesures à prendre pour contenir la pollution ainsi que les personnes à prévenir.</p> <p>La police de l'eau sera immédiatement prévenue en cas de pollution accidentelle ou de dysfonctionnement.</p>	<p><b>MR.3</b></p>

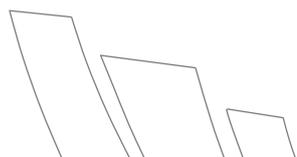


Arrêté 2009 2705 01746, du 15 décembre 2014	Adaptation au projet
Adaptation des périodes de travaux	<b>ME.2</b>
Protection des amphibiens	<b>ME.2</b> <b>MR.11</b> <b>MR.12</b> <b>MR.14</b>
Adaptation des éclairages	<b>MR.13</b> <b>MR.14</b>
Mise en place de noues	<b>MR.8</b>
Plantation de haies mixtes	<b>MA.1</b>
Gestion des invasives en phase travaux	<b>MR.10</b>
Prescriptions environnementales : - diversification des essences et utilisation de plantes indigènes pour tous types de plantations ; - gestion différenciée des espaces verts avec utilisation de plantes peu consommatrices d'eau, - fauches tardives des zones en herbe avec export des produits de fauche ; - intégration d'habitats de substitution pour les reptiles ; - mise en place de nichoirs pour les chiroptères, nichoirs à oiseaux et d'hôtel à insectes. - interdiction de plantation d'espèces exotiques.	<b>MA.1</b> <b>MA.2</b> <b>MA.3</b> <b>MA.4</b>
Mesures de compensation	-
Modalités de suivi	-



## 8. Annexes

Annexe 1 : Projet de charte « Chantier Vert » pour le chantier .....	69
Annexe 2 : Notice de gestion des eaux pluviales.....	70
Annexe 3 : Étude géotechnique.....	71
Annexe 4 : Étude de la qualité de l'air par les lichens - Méthodologie.....	72
Annexe 5 : PREVAL Haut-Doubs – Pontarlier (25) – Suivi environnemental.....	73
Annexe 6 : Relevés floristiques .....	74
Annexe 7 : Volet Paysager.....	76
Annexe 8 : Oiseaux inventoriés.....	77



## **Annexe 1 : Projet de charte « Chantier Vert » pour le chantier**

---

Maître d'Ouvrage :



**CONSTRUCTION D'UN CREMATORIUM  
A PONTARLIER**

# **PROJET DE CHARTE CHANTIER VERT POUR LA PHASE CONSTRUCTION**

Mars 2025

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 2/17

## TABLE DES MATIERES

<b>1. INFORMATIONS GENERALES</b>	<b>3</b>
1.1. CHANTIER & INSTALLATIONS	3
1.2. OBJET - SIGNATAIRES	3
1.3. OBJECTIFS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DU CHANTIER	3
1.4. RAPPEL DES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES	4
<b>2. GESTION DE LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DU CHANTIER</b>	<b>4</b>
2.1. NOMINATION DES REFERENTS ENVIRONNEMENT CHANTIER - REC	4
2.2. NOMINATION DU RESPONSABLE ENVIRONNEMENT CHANTIER GENERAL - RECG	4
<b>3. GESTION DES DECHETS</b>	<b>6</b>
3.1. SOGED	6
3.2. REDUCTION A LA SOURCE DE LA PRODUCTION DE DECHETS	6
3.3. RESPONSABILITES	7
3.4. BORDEREAU DECHETS	7
3.5. AIRES DE STOCKAGE	8
3.6. SPECIFICITES COMPLEMENTAIRES	8
<b>4. ETANCHEITE A L'AIR</b>	<b>8</b>
<b>5. LIMITATION DES NUISANCES &amp; PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>9</b>
5.1. EVALUATION DES RISQUES DE NUISANCE ET DE POLLUTION	9
5.2. FICHES DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE (FDES)	9
5.3. PRISE EN COMPTE DES REMARQUES DU VOISINAGE	9
5.4. LIMITATION DES NUISANCES SONORES ET VIBRATOIRES	9
5.4.1. <i>Préambule</i>	9
5.4.2. <i>Organisation du chantier</i>	10
5.4.3. <i>Conformité du matériel de chantier</i>	11
5.4.4. <i>Protection des compagnons</i>	11
5.5. LIMITATION DES NUISANCES VISUELLES	11
5.6. LIMITATION DES POLLUTIONS (AIR, EAU, SOLS) ET PRESERVATION DE LA VALEUR ECOLOGIQUE DU SITE ET DE SA BIODIVERSITE	12
5.6.1. <i>Rejets dans l'eau et le sol</i>	12
5.6.2. <i>Rejets dans l'air</i>	13
5.7. PROTECTION DE LA FAUNE ET DE LA FLORE	13
5.8. LIMITATION DES NUISANCES OLFACTIVES ET DUES AU TRAFIC DES VEHICULES	13
5.9. LIMITATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET D'EAU	13
5.9.1. <i>Limitation des consommations d'énergie</i>	13
5.9.2. <i>Limitation des consommations d'eau</i>	14
<b>6. SANTE &amp; SECURITE DES COMPAGNONS</b>	<b>14</b>
6.1. SECURITE	14
6.2. FORMATION ET INFORMATION DU PERSONNEL	15
6.3. PRODUITS DANGEREUX	15
<b>7. BILAN DE FIN DE CHANTIER</b>	<b>16</b>
<b>8. PENALITES</b>	<b>17</b>
<b>9. ENGAGEMENT DU SIGNATAIRE</b>	<b>17</b>

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 3/17

# 1. INFORMATIONS GENERALES

---

## 1.1. CHANTIER & INSTALLATIONS

Le chantier porte sur la construction d'un Crématorium – Zac des Gravillers à Pontarlier.

Les différentes zones du chantier seront définies, délimitées et matérialisées sur le plan d'organisation de chantier par le Maître d'Œuvre :

- Stationnements ;
- Cantonnements ;
- Aires de livraison et stockage des approvisionnements ;
- Aires de fabrication ou livraison du béton ;
- Aires de manœuvre des véhicules, grues.

## 1.2. OBJET - SIGNATAIRES

La présente charte décrit les exigences et recommandations ayant pour objectif d'optimiser la gestion environnementale sur le chantier en minimisant ses nuisances, tant pour le personnel des entreprises du chantier que pour le voisinage et l'environnement naturel. C'est un engagement devant être signé par les entreprises attributaires des marchés de travaux, qui s'engage à le faire respecter par tous les responsables de toutes les entreprises (gros œuvre et second œuvre) amenées à intervenir sur le chantier, y compris les récupérateurs et éliminateurs de déchets. Les entreprises devront transmettre des preuves de cet engagement, par le biais du Responsable Environnement Chantier Général (voir détails des missions en partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

**Les exigences formulées dans cette charte s'imposent au titulaire du marché, à ses cotraitants et ses sous-traitants éventuels. Sa signature est un préalable obligatoire à la signature des marchés de travaux proprement dits.**

## 1.3. OBJECTIFS DE GESTION ENVIRONNEMENTALE DU CHANTIER

L'engagement des signataires traduit leur volonté de réduire les nuisances du chantier par le respect d'un certain nombre d'exigences concernant :

- L'information des riverains ;
- La formation et l'information du personnel ;
- Les produits dangereux ;
- La gestion des déchets ;
- Les nuisances sonores ;
- Les nuisances visuelles et olfactives ;
- Les pollutions potentielles de site (sol, eau, air) ;
- Les perturbations du trafic.

Certaines de ces exigences sont la traduction pure et simple de la réglementation.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 4/17

Le respect de ces exigences est obtenu par des mesures préventives, de contrôle et de correction, dans certains cas accompagnés de sanctions financières en cas de non-respect répété.

#### 1.4. RAPPEL DES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES

Les entreprises s'engagent à respecter la réglementation en vigueur, dont notamment et de manière non exhaustive :

- Le Code du travail ;
- Le Code la santé publique ;
- Le Code de l'environnement,
- Le Règlement sanitaire départemental ;
- Les Arrêtés du 12 mai 1997, 21 janvier 2004 aux sujets des dispositions communes applicables aux matériels et engins de chantier ;
- Le Décret n02006-892 du 19 juillet 2006, la «Loi bruit» du 31 décembre 1992, etc. concernant les protections contre les nuisances et la réglementation des niveaux sonores ;
- Arrêté du 5 décembre 1996 (ADR) portant sur le transport de marchandises dangereuses par route.

## 2. GESTION DE LA QUALITE ENVIRONNEMENTALE DU CHANTIER

---

### 2.1. NOMINATION DES REFERENTS ENVIRONNEMENT CHANTIER - REC

Les entreprises et les sous-traitants de rang 1 devront nommer par lot un Référent Environnement Chantier (**REC**). Il sera présent de manière ponctuelle dès la période de préparation du chantier, et assurera une permanence sur le chantier dès que les travaux du lot concerné commenceront. Il veillera au respect, par tous ses collaborateurs, de l'application de la présente charte qu'il fera signer également à ses sous-traitants. Pour cela, il devra garantir la sensibilisation du personnel de chantier de l'entreprise aux règles du présent document.

Il sera également responsable de la fourniture des FDES de tous les matériaux de son lot, et des FDS de tous les matériaux dangereux.

Le référent devra être présent à chaque convocation de réunion d'urgence.

Il devra faire remonter tous les dysfonctionnements éventuels au **responsable environnement** (dans la mission est définie ci-après), ainsi qu'à la maîtrise d'œuvre et à l'AMO HQE.

### 2.2. NOMINATION DU RESPONSABLE ENVIRONNEMENT CHANTIER GENERAL - RECG

Pour assurer la bonne gestion environnementale du chantier et pour fédérer les démarches environnementales de chaque entreprise, un Responsable Environnement Chantier Général (**RECG**) sera désigné parmi l'encadrement du mandataire du groupement d'entreprises. Le

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 5/17

Maître d'Ouvrage se réserve le droit de refuser la personne proposée au démarrage du chantier si cette dernière ne présente pas les compétences requises.

Cette personne sera formée au suivi des exigences environnementales du chantier énoncées dans le présent document.

Il sera présent pour la durée totale du chantier et en cas d'absence pour quelque durée que ce soit (congrés, maladie, démission, etc.), son remplacement par une personne de niveau équivalent sera immédiat.

Le temps passé par le Responsable Environnement Chantier Général à mener les missions suivantes sera imputé aux entreprises.

Le **RECG** devra assurer les missions suivantes :

- S'assurer du respect des exigences énoncées dans le présent document à tous les stades de l'avancement du chantier ;
- Être l'interlocuteur du référent environnement de la maîtrise d'ouvrage et du coordonnateur SPS pour tout ce qui touche à la gestion environnementale de la sécurité du chantier (produits dangereux, gestion des déchets, etc.) et au suivi environnemental de la réalisation (Validation et transmission des fiches d'identification des caractéristiques environnementales des produits proposés à l'acceptation du Maître d'Ouvrage et des Fiches de données de Sécurité) ;
- Assurer la prise en compte des remarques des riverains, par la mise en place d'une « boîte aux lettres » visible à l'entrée du chantier (ou par un affichage visible des coordonnées téléphoniques du **RECG**) et par la création d'une communication de proximité ;
- S'assurer de la formation et/ou de la sensibilisation du personnel au bon respect de la charte chantier à faibles nuisances ;
- S'assurer de la bonne tenue du chantier (stockage, nettoyage, évacuation des déchets, etc.) pendant toute la durée de l'opération et jusqu'à la réception des travaux ;
- Il est responsable de l'organisation de la collecte, du contrôle du tri et de l'évacuation des déchets. Ainsi, il renseigne à chaque demande d'évacuation d'une benne **les bordereaux de suivi des déchets industriels spéciaux (DIS) et les bordereaux de suivi des déchets inertes et des déchets industriels banals (DIB)**. Il les collecte et les archive une fois qu'ils sont complétés par le collecteur – transporteur et l'éliminateur. Il veille à ce que ces bordereaux soient remplis correctement.

Le Responsable Environnement Chantier Général constitue **la mémoire vivante** de l'opération. Pour que cette mémoire soit partagée, il tient un **carnet de bord**, dont la structure est laissée à son choix, où il consigne toutes les anomalies constatées par lui à chaque visite de chantier ou à l'avancement des travaux.

De plus, le **RECG** tient à jour le **tableau de bord de gestion des déchets** comprenant :

- Les quantités et volumes produits par type de déchets (par benne) ;
- Les dates d'enlèvement correspondantes ;
- Les incidents de tri signalés par le récupérateur ;
- Les bons d'enlèvement des déchets dûment complétés, archivés en annexe.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 6/17

Le carnet de bord et le tableau de gestion des déchets font l'objet de notes de synthèse transmise au Maître d'Ouvrage, qui détermine la fréquence de ces notes. Au minimum une note de synthèses est établie à l'achèvement du chantier.

Pendant toute la durée du chantier, le **RECG** effectue une visite de la totalité du chantier au minimum 1 fois par semaine et fait part de ses observations en réunion de chantier.

### 3. GESTION DES DECHETS

---

L'abandon, l'enfouissement et le brûlage des déchets sur le chantier sont formellement interdits.

#### 3.1. SOGED

Un Schéma d'Organisation de la Gestion et de l'Élimination des Déchets de chantier (SOGED) devra être fourni par le contractant général en collaboration avec les entreprises.

Il abordera de manière détaillée les mesures prises pour une bonne gestion des déchets, notamment avec les éléments suivants :

- Désignation et missions du responsable « déchets » ;
- Estimation de la production de déchets (quantités par type) ;
- Sensibilisation du personnel ;
- Modalités de collecte ;
- Degré de détail du tri ;
- Logistique ;
- Contrôle et traçabilité ;
- Filières de valorisation, de traitement et d'élimination.

Il devra être communiqué à tous les intervenants du chantier et fera l'objet d'un suivi régulier tout au long du chantier.

#### 3.2. REDUCTION A LA SOURCE DE LA PRODUCTION DE DECHETS

Les techniques de réduction à la source de la production des déchets de chantier découlent des dispositions prévues dans le SOGED.

Les entreprises doivent prévoir les moyens pour réduire leur production de déchets sur le site :

- **Généraliser le calepinage** : Estimation précise des besoins avant toute livraison pour éviter les gaspillages de matériaux livrés en vrac, au mètre linéaire ou au mètre carré. Livrer ou se faire livrer les éléments de construction à la bonne taille afin d'éviter au maximum les découpes sur le site qui sont génératrices de déchets ;
- Privilégier la fabrication hors site (préfabrication en usine, production de béton hors site, etc.)
- Eviter les erreurs à la fois dans la mise en œuvre des matériaux mais aussi dans leur commande (un produit bien commandé, bien livré et correctement utilisé, c'est d'autant moins de déchets générés et de pertes financières dues aux erreurs) ;

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 7/17

- Veiller à éviter tous les percements de reprises de réservations non signalées et non prévues car ils sont sujets à générer des déchets et des nuisances de chantier qui peuvent être évités avec une bonne préparation. Les réservations non indiquées en temps utile feront l'objet d'une étude particulière afin d'analyser les possibilités de passage différent à charge du lot concerné. Les frais résultants des omissions seront à la charge des entreprises concernées ;
- **Stocker soigneusement et peu de temps les matériaux et produits sensibles**, à l'abri des intempéries et du soleil, en évitant les risques de dommages causés par les autres corps d'état. **En prendre soin lors des manutentions** et éviter les transports inutiles.
- **Respecter les travaux déjà réalisés ;**
- **Penser les modes d'approvisionnement** (afin de maximiser la quantité d'emballages à valoriser) ;
- Réfléchir aux modes de réservations des aciers en attente pour éviter le repiquage ;
- Réaliser des coffrages des réservations dans des matériaux permettant leur réutilisation (coffrages métalliques, bois réutilisables, boîte d'attente en cartons, pas de polystyrène) ;
- Toute autre mesure ayant un effet positif pour limiter la quantité de déchets produits.

### 3.3. RESPONSABILITES

Les producteurs de déchets sont responsables du devenir de leurs déchets jusqu'au bout.

Chaque entreprise intervenant sur le chantier est responsable de la gestion de ses déchets jusqu'à ce que ces déchets soient placés dans les bennes appropriées, installées sur l'aire prévue à cet effet dans l'emprise du chantier (voir SOGED).

L'enlèvement des bennes et le traitement des déchets générés sur le chantier par les entreprises est du ressort du compte prorata.

**Le mandataire du groupement sera responsable de la gestion des déchets du chantier à partir du moment où ils sont placés dans les bennes.** A ce titre, il s'assure que les titulaires des différents lots respectent le tri sélectif mis en place et il assure le suivi des bennes à déchets (collecte des bons d'enlèvement).

Sa responsabilité peut être engagée lorsqu'un problème de pollution est découvert chez un récupérateur ou un exploitant d'installation de traitement dont l'origine est imputable au déchet en question. C'est le cas si l'entreprise a confié un déchet sans informer explicitement le récupérateur de ses caractéristiques et de sa nocivité ou si elle livre un déchet non conforme aux échantillons testés avant la transaction avec l'éliminateur.

### 3.4. BORDEREAU DECHETS

Le bordereau fourni dans le cadre du marché sera à employer uniquement pour assurer la traçabilité des déchets inertes et des déchets industriels banals (voir SOGED). Le bordereau réglementaire établi pour le suivi des déchets industriels spéciaux sera utilisé pour cette catégorie de déchets. Il doit être fourni par le prestataire chargé de leur enlèvement.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 8/17

### 3.5. AIRES DE STOCKAGE

Les lieux de stockage seront facilement accessibles pour les compagnons et pour les camions chargés de leur enlèvement (espace suffisant pour permettre des manœuvres aisées). Pour limiter les déplacements des compagnons, plusieurs aires de stockage peuvent être mises en place, dont la localisation pourra varier en fonction de l'avancement du chantier, afin de rester proche des lieux de production des déchets. Des containers pourront aussi être installés pour permettre une collecte sélective directement au niveau du poste de travail (type bacs à roulettes, éventuellement compartimentés) ; ces containers seront vidés dans les bennes au minimum une fois par jour, par exemple en fin de journée. **Le mélange de déchets à trier sélectivement ne sera pas accepté, même temporairement.**

Les endroits visibles seront privilégiés pour le stockage des bennes, afin de faciliter le contrôle visuel de leur contenu par le **Responsable Environnement Chantier Général**.

Les aires seront organisées pour éviter que des personnes étrangères au chantier ne viennent déposer d'autres déchets susceptibles de souiller les déchets triés.

Si l'aire de stockage est proche de la limite du chantier, les bennes devront être masquées à la vue des riverains par une palissade de hauteur suffisante ou par toute disposition équivalente (abris, etc.).

### 3.6. SPECIFICITES COMPLEMENTAIRES

Les déchets d'origine alimentaire dus à la présence des compagnons sur le chantier ne devront pas se retrouver dans les bennes du chantier. Une poubelle spécifique sera prévue près des cantonnements pour être collectée par le service municipal après accord de la commune.

## 4. ETANCHEITE A L'AIR

---

Chaque entreprise veillera rigoureusement à l'étanchéité à l'air de ses ouvrages et des liaisons de ses ouvrages avec les ouvrages contigus.

Dans le cadre du profil HQE, **un test de perméabilité à l'air sera programmé sur plusieurs zones représentatives du bâtiment**, avant la mise en place des finitions. Un deuxième test sera réalisé à la livraison.

Ces tests permettront de valider l'atteinte du niveau d'étanchéité à l'air fixé par la réglementation RE2020 et repris comme hypothèse dans les calculs thermiques du bâtiment :  **$I_a$  inférieur ou égal à  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{h}$ .**

**En cas d'écart par rapport à l'objectif fixé, le diagnostic permettra de retracer l'origine des fuites non maîtrisées** (notamment grâce à une caméra thermographique ou à un test par crayon à fumée). **L'entrepreneur devra alors reprendre les éventuels dysfonctionnements jusqu'à obtention des résultats attendus.** Pour faciliter la validation de l'objectif et éviter d'éventuelles reprises importantes, le test pourra être programmé sur une zone témoin, en avance sur le reste des travaux, tout en restant représentative de la mise en œuvre globale.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 9/17

## 5. LIMITATION DES NUISANCES & PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

### 5.1. EVALUATION DES RISQUES DE NUISANCE ET DE POLLUTION

Une évaluation des risques de nuisances et de pollution sur le chantier doit être réalisée par une analyse du site en amont du chantier par l'AMO HQE.

### 5.2. FICHES DE DECLARATION ENVIRONNEMENTALE ET SANITAIRE (FDES)

**La Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) de tout produit entrant sur le chantier, si elle existe, devra être transmise par le REC du lot concerné au RECG et à l'AMO HQE. La fiche sera archivée dans un classeur tenu à disposition par le RECG dans une armoire, en permanence sur le chantier. A défaut d'existence de FDES, un courrier du fournisseur attestant sa non-existence devra être fourni.**

### 5.3. PRISE EN COMPTE DES REMARQUES DU VOISINAGE

Une nuisance expliquée est mieux acceptée qu'une nuisance subie sans explication.

Le lot Gros-CŒuvre organisera une communication de proximité autour du déroulement du chantier, dont la forme est laissée à l'appréciation de l'entreprise mais devra être validé par le Maître d'Ouvrage (panneaux d'informations, barrières type HERAS communicantes, etc.).

Une boîte aux lettres visible dédiée au recueil des remarques écrites sera installée à l'entrée du chantier, à proximité des bureaux du chantier et portera la mention : « **BOITE A RECLAMATION ET A SUGGESTION** ». Elle devra aussi être accessible aux compagnons.

Le **RECG** mettra en place et tiendra à jour un registre recueillant les remarques émanant de personnes extérieures au chantier (riverains, élus, etc.). Ce document fera apparaître clairement la date de dépôt de la remarque, son sujet, sa nature (plainte, réclamation, commentaire...) et le support de cette remarque (registre, lettre, orale etc.), le nom du dépositaire et celui à qui elle s'adresse, et enfin la réponse apportée.

Les entreprises se tiendront à la disposition du pilote pour qu'il puisse traiter toute remarque dans la semaine qui suit son dépôt.

Les responsables des entreprises devront se tenir à la disposition de la maîtrise d'ouvrage si des réunions d'information des riverains ou des élus de la commune sont nécessaires (nombre de réclamations trop importantes par exemple). Les remarques des riverains devront être prises en compte pour l'évolution du chantier.

### 5.4. LIMITATION DES NUISANCES SONORES ET VIBRATOIRES

#### 5.4.1. Préambule

Il convient de se pencher sur le problème des nuisances sonores et d'y apporter des solutions qui seront bénéfiques à la fois pour les riverains mais également pour les compagnons du chantier.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 10/17

Du fait de nuisances acoustiques mal évaluées au départ, les délais peuvent être prolongés à cause des arrêts du chantier, du respect de certains horaires imposés qui réduisent la durée journalière de travail, de l'obligation de modifier les méthodes de travail et l'organisation du chantier.

#### **5.4.2. Organisation du chantier**

Le chantier sera organisé pour respecter les dispositions de la loi n°92-1444 du 31 décembre 1992 dite « Loi Bruit », avec ses décrets et arrêtés d'application parus, relative à la lutte contre le bruit.

A défaut de restriction plus contraignante, les niveaux de bruit en limite de propriété seront conformes à la réglementation.

De plus, le maire possède le pouvoir de police et peut par conséquent prendre un arrêté, à la suite d'une plainte, réduisant la marge de manœuvre des entreprises en particulier au niveau des horaires de travail.

L'attention de l'entreprise est attirée sur le fait que :

- Des contrôles des niveaux de bruit par sonomètre pourront être imposés à l'entreprise durant le chantier, à la demande du Maître d'Ouvrage ;
- Les services de police peuvent constater les infractions même sans mesurer les niveaux sonores atteints, en contrôlant les distances d'utilisation par rapport aux habitations, en se faisant présenter les documents d'homologation, en contrôlant les marques d'identification des engins et le bon fonctionnement des dispositifs d'insonorisation ;
- Les sanctions fixées par le décret du 18 avril 1995 sur la lutte contre les bruits de voisinage peuvent être prises à l'encontre de l'entreprise, lorsqu'il est porté atteinte à la tranquillité des riverains. Les conséquences pécuniaires de ces sanctions sont entièrement à la charge de l'entrepreneur sanctionné.

Afin de limiter les nuisances acoustiques, les entreprises s'engagent notamment à respecter les dispositions suivantes :

- Eviter l'usage de groupe(s) électrogène(s) par le raccordement en électricité sur le réseau public ;
- Éviter au maximum les reprises au marteau piqueur sur du béton sec : Les réservations seront planifiées le plus efficacement possible. Un suivi rigoureux évitera les reprises après des erreurs de coulage. Pour la découpe d'autres appareils moins bruyants, comme des scies à lame, seront utilisés ;
- Éviter les chutes de matériels quels qu'ils soient ;
- Préférer les engins électriques à ceux qui sont pneumatiques, à service rendu équivalent ;
- Utiliser des talkies-walkies pour communiquer avec le grutier afin d'éviter les cris et sifflements ;
- Positionner les zones de travail et équipements bruyants dans des enceintes closes, ou à un endroit limitant la gêne et la réverbération ;
- Utiliser des écrans, palissades ou fermetures provisoires dès que pertinents ;

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 11/17

- Entretien du matériel pour assurer son isolation acoustique, vérifier son capotage le cas échéant ;
- Etablir un plan de circulation des engins pour limiter les marches arrière ;
- Respecter les plages horaires définies avec le Maître d'Ouvrage pour les livraisons et les phases bruyantes ;
- Piquer les erreurs de coulage du béton dans un délai limité après le coulage ;
- Limiter le volume sonore des radios du personnel ;
- Limiter l'usage des avertisseurs sonores au seul risque immédiat ;
- Couper les moteurs des véhicules en stationnement ou pendant les phases d'attente, notamment chargement et déchargement si le fonctionnement du moteur n'est pas requis.

### 5.4.3. Conformité du matériel de chantier

Les entreprises ont pour obligation de travailler avec du matériel en bon état, conforme à la réglementation qui les concerne.

Les matériels de chantier et engins de terrassement utilisés devront être conformes à la réglementation en vigueur (arrêtés du 12 mai 1997 ou arrêtés du 02 janvier 1986 et du 18 septembre 1987 pour les matériels mis sur le marché avant l'entrée en vigueur de ces textes, obligeant notamment à l'étiquetage des performances acoustiques des matériels de chantier homologués).

Les camions seront en règle avec le passage aux Mines, notamment en ce qui concerne les émissions atmosphériques (réglages moteurs, etc.).

### 5.4.4. Protection des compagnons

Le Coordonnateur SPS veillera par les moyens de son choix à :

- Sensibiliser les compagnons aux atteintes irréversibles des bruits de chantier sur leur capacité auditive, en collaboration avec la médecine du travail ;
- Généraliser le port de protections individuelles, surtout pour les compagnons travaillant en poste fixe.

## 5.5. LIMITATION DES NUISANCES VISUELLES

Pour que le chantier soit le mieux accepté du public, les responsables des travaux veilleront à la propreté et à l'aspect général du site. Les entreprises prévoiront :

- Un dispositif de nettoyage des roues des véhicules aménagé avant la sortie du chantier pour éviter les salissures sur la voirie publique et le nettoyage régulier des accès au chantier si ce dispositif se révèle insuffisant ;
- L'organisation du stationnement de tous les véhicules (VL, VI, PL, engins) et le bétonnage ou le gravillonnage des aires de stationnement des engins afin d'en faciliter le nettoyage ;
- Le nettoyage en fin de semaine des zones de travail de tous les corps d'état (notamment collecte des déchets).

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 12/17

- Le nettoyage régulier des accès au chantier (évacuation notamment de la boue) ;
- Le maintien en bon état de la clôture du chantier. Les graffitis seront effacés ;
- L'organisation et le balisage des zones de stockage.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire modifier tout ou partie des éléments conduisant à une dégradation évidente et irréfléchie de l'esthétique sur l'environnement.

Les entreprises veilleront à limiter les effets du chantier sur le bien-être des riverains. En particulier :

- En assurant une image satisfaisante de l'extérieur du chantier.
- En évitant toute perturbation de la réception télévisuelle.

On cherchera à éviter les remarques émanant de personnes extérieures au chantier sur ces 2 points.

## **5.6. LIMITATION DES POLLUTIONS (AIR, EAU, SOLS) ET PRESERVATION DE LA VALEUR ECOLOGIQUE DU SITE ET DE SA BIODIVERSITE**

### **5.6.1. Rejets dans l'eau et le sol**

**Tout rejet dans le milieu naturel de produit polluant est formellement interdit.**

**Tout rejet d'effluents liquides non traités est strictement prohibé.**

Des moyens seront mis en œuvre pour éviter l'écoulement des laitances dans le sol (aire de lavage des bennes à béton et des goulottes).

Le raccordement des EU est prévu sur les réseaux publics.

Il sera notamment mis en place par chaque entreprise des bacs avec une rétention suffisante, réservés à la récupération des déchets liquides dangereux du chantier (peintures, solvants, produits de traitement du bois, etc.).

Chaque entreprise mettra en œuvre les moyens nécessaires pour éviter les déversements, accidentels ou pérennes, de produits polluants ; à savoir aires bétonnées étanches équipées de bacs de rétention, dispositions spécifiques pour le ravitaillement des engins, recours à des produits peu nocifs, etc.

Les huiles de décoffrage seront biodégradables afin de réduire au maximum les risques de pollution des sols et des eaux souterraines (type DECOBIO S de Pieri ou toute autre disposition équivalente).

Une aire de lavage spécifique pour le nettoyage des toupies sera prévue entre le fournisseur et l'entreprise de gros-œuvre. Le nettoyage de toupies ne sera pas autorisé hors de cette plate-forme.

Les sols souillés par des produits déversés accidentellement dans le sol seront évacués vers un lieu de traitement agréé. A défaut, ces sols seront placés dans la benne des Déchets Industriels Spéciaux.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 13/17

### 5.6.2. Rejets dans l'air

Les entreprises veilleront à limiter l'envol des poussières. En effet, les poussières contribuent aux nuisances subies à la fois par les riverains et par les compagnons eux-mêmes. Pour cela, il conviendra de veiller à la propreté du chantier : les aires bétonnées devront être régulièrement balayées, les poussières collectées et vidées dans la benne de déchets inertes.

En période sèche, les travaux générateurs de poussières seront réalisés après arrosage superficiel des surfaces concernées et ceci autant de fois que nécessaire pour minimiser les envols de poussière.

Les envols de matériaux seront évités en adaptant les techniques de construction (pas de découpe de polystyrène expansé sur le chantier autant que possible).

Les matériels électriques seront préférés aux matériels thermiques.

### 5.7. PROTECTION DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

Les arbres, plantes, haies et gazons seront protégés des agressions mécaniques et de la poussière.

Il sera établi une procédure traitant des pollutions accidentelles. En cas de pollution, non maîtrisée et non traitée, les autorités locales devront être informées dans les meilleurs délais.

### 5.8. LIMITATION DES NUISANCES OLFACTIVES ET DUES AU TRAFIC DES VEHICULES

Conformément à la réglementation, tout brûlage de déchets sur le chantier est interdit.

Les entreprises prendront toutes les mesures nécessaires, tant auprès des autorités locales, des concessionnaires que des usagers, pour assurer que leurs travaux (y compris rotation des bennes à déchets) n'induisent pas de perturbations sur les trafics routiers, piétons ou cyclistes.

Le recours à des transports programmés, et des plans de circulation adaptés aux phases du chantier (aucune manœuvre et aucun déchargement à l'extérieur du chantier) seront mis en œuvre par les entreprises.

Pour faciliter la gestion, les entreprises s'engagent à indiquer en réunion de chantier les approvisionnements qu'elles prévoient chaque semaine afin d'optimiser les temps d'attente de livraison et l'utilisation de la grue.

### 5.9. LIMITATION DES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET D'EAU

#### 5.9.1. Limitation des consommations d'énergie

Les entreprises intervenant sur le chantier devront prendre toutes les dispositions afin d'économiser l'énergie (carburant et électricité).

Le transport étant l'un des plus importants consommateurs d'énergie dans le bâtiment, dès la phase de préparation du chantier, il sera privilégié :

- Des fournisseurs locaux, à proximité du chantier ;

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 14/17

- Des véhicules de transports adéquats avec les quantités transportées ;
- L'arrêt du moteur des engins dès lors qu'ils ne sont plus utilisés, notamment lors des pauses, phases de chargement et déchargement etc.

L'organisation de rondes permettront de surveiller les utilisations d'énergie non adaptées.

Les entreprises devront suivre leurs consommations d'énergie pendant le chantier.

**Les compteurs de la base vie seront séparés de ceux du chantier.**

Un relevé et bilan des consommations seront transmis avec analyse des écarts et anomalies. Ces relevés feront l'objet d'un point spécifique en réunion de chantier au minimum une fois par mois.

### 5.9.2. Limitation des consommations d'eau

Les entreprises doivent mettre en œuvre les possibilités d'économies d'eau potable :

- Maîtrise des gaspillages (points de puisage non fermés, tuyaux qui fuient, etc.) ;
- Organisation de rondes pour surveiller les utilisations d'eau non adaptées ;
- Pendant les phases de chantier où cela est possible, il devra être mis en place une récupération des eaux pluviales pour le lavage et une récupération des eaux de lavage des centrales à béton après décantation ;
- La base vie doit être équipée d'équipements hydro-économiques (robinets temporisés, limiteurs de débits...)

Les entreprises devront suivre leurs consommations d'eau pendant le chantier. Un relevé et bilan des consommations seront transmis avec analyse des écarts et anomalies.

**Les compteurs de la base vie seront séparés de ceux du chantier.**

Ces relevés feront l'objet d'un point spécifique en réunion de chantier au minimum une fois par mois.

## 6. SANTE & SECURITE DES COMPAGNONS

---

### 6.1. SECURITE

L'objectif de ce chantier est zéro jour d'arrêt pour accident du travail.

***Il est du ressort de chaque employeur de s'assurer que les protections individuelles sont portées par ses employés. On rappelle qu'en cas d'accident dû à un manque, les décisions de justice attribuent ce manque à une faute inexcusable de l'entrepreneur.***

Cet objectif sera contrôlé lors d'une réunion hebdomadaire avec le SPS (ATR).

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 15/17

## 6.2. FORMATION ET INFORMATION DU PERSONNEL

Avant tout travail sur le chantier, tout nouvel arrivant devra suivre une sensibilisation au respect des exigences du chantier à faibles nuisances, dispensée par le **REC** de l'entreprise concernée.

Cette information visera à présenter les objectifs de la collecte sélective des déchets de chantier, les exigences de propreté, de respect des horaires, de bruit et de circulation et les interdictions de rejet dans l'air, dans l'eau ou/et le sol. Chaque nouvel arrivant signera ensuite une attestation de suivi de cette sensibilisation, que le **REC** transmettra au **RECG** pour archivage.

Le **RECG** disposera à l'entrée du chantier, sur les lieux de passage et à proximité des cantonnements, des panneaux rappelant les consignes de la charte et les principales exigences relatives au bruit, au tri des déchets et aux économies d'eau. Ces panneaux seront maintenus en bon état de propreté durant la totalité du chantier par les entreprises. Les bennes à déchets seront clairement identifiées par une couleur, un numéro, un pictogramme ou une représentation (dessin ou photo) des déchets qui y sont collectés. Les pictogrammes édités par la Fédération Française du Bâtiment (FFB) seront utilisés.

## 6.3. PRODUITS DANGEREUX

En fonction de leurs propriétés telles qu'elles sont indiquées par la fiche de données de sécurité les produits devront être classés et étiquetés conformément :

- Soit au système de classement de la CEE (Directive 67/548, 6<sup>ème</sup> amendement) ;
- Soit au système en vigueur en France (arrêtés du 10 octobre 1983 et modificatifs, et arrêté du 21 février 1990 modifié).

Sauf cas exceptionnel et dûment justifié à soumettre à l'approbation du Maître d'Ouvrage, l'utilisation de produits étiquetés avec l'un des classements suivants sera interdite :

- R20 à R29, R31 à R33, R40, R45 à 49 des phases R de la CEE ;
- Xn (nocif), T (toxique), T+ (très toxique) et dangereux pour l'environnement dans la réglementation française.

Les produits moins nocifs (Xi, irritants) seront tolérés sous réserve que toutes les précautions soient prises lors de leur mise en œuvre et qu'ils ne soient pas à l'origine d'émissions ultérieures susceptibles de gêner les occupants.

**La fiche de donnée de sécurité (FDS) de chaque produit dangereux entrant sur le chantier sera transmise par le REC du lot concerné au RECG, au coordinateur SPS et à l'AMO HQE. La fiche sera archivée dans un classeur tenu à disposition par le RECG dans une armoire, en permanence sur le chantier. A défaut d'existence de FDS, un courrier du fournisseur attestant sa non-existence devra être fourni.**

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	Page 16/17

## 7. BILAN DE FIN DE CHANTIER

---

Un bilan multithématique sera réalisé à la fin du chantier au regard des exigences de la présente charte et des objectifs de performance à atteindre. Il comprendra notamment :

- Les échanges avec les riverains et le traitement des réclamations ;
- Les dispositions appliquées pour réduire les nuisances sonores ;
- Les rapports des éventuels incidents ou accidents environnementaux (tels que pollutions accidentelles, retards importants, etc.) intervenus durant le chantier ;
- Le traitement des éventuelles non-conformités ;
- La mise à jour de plans de chantier (zones de stockages, zones de stationnements et cantonnements, etc.) suivant les phases du chantier ;
- L'analyse et les propositions à la suite des remarques des organismes de contrôle en matière environnementale (bureaux de contrôle, étude de sol, etc.) ;
- Le classeur comprenant les FDES ;
- Les copies des bons de transport et de livraison des déchets, avec le tableau de bord de gestion des déchets ;
- Les relevés de consommations d'énergie et d'eau, les éventuelles surconsommations identifiées ainsi que les analyses des résultats et notes d'informations ;
- Les dépenses liées au nettoyage, aux consommations d'énergie et fluides associés.

Des justificatifs tels que les bordereaux de suivi des déchets, des factures, des mesures et des photographies devront étayer ce bilan.

	Identification du projet Construction d'un Crématorium	Version/Date V1.0 / mars 2025
	Charte de chantier vert	
		Page 17/17

## 8. PENALITES

---

En cas de manquement aux obligations énoncées dans la présente charte, les entreprises acceptent le principe de l'action correctrice immédiate et à leurs frais.

En cas de manquements répétitifs, les entreprises concernées s'exposent à l'application des pénalités ou retenues consécutives à leurs carences, à hauteur des sommes énoncées ci-après.

Les pénalités seront appliquées à chaque infraction constatée et se cumuleront en cas d'infractions répétées.

- Dépôt de déchet(s) dans une benne non appropriée : 500 € HT
- Dépôts sauvages ou enfouissement de déchets : 1.000 € HT
- Stockage de produits ou matériels en zone interdite : 150 € HT
- Matériel de chantier non conforme : 150 € HT / jour de présence
- Non-respect du plan de circulation : 500 € HT
- Nettoyage non effectué : 60 € HT / heure de nettoyage  
300 € HT par véhicule
- Non-respect de toute autre disposition de la charte : 75 € HT

Si l'auteur d'un non-respect des obligations énoncées dans le présent document ne peut être identifié, les montants des pénalités dues seront répartis à part égale entre toutes les entreprises présentes lorsque l'infraction est constatée.

Si la non-conformité résulte d'un manquement à la mission du **RECG** (Responsable Environnement Chantier Général), la pénalité sera imputée au lot qui a la responsabilité de cette mission.

## 9. ENGAGEMENT DU SIGNATAIRE

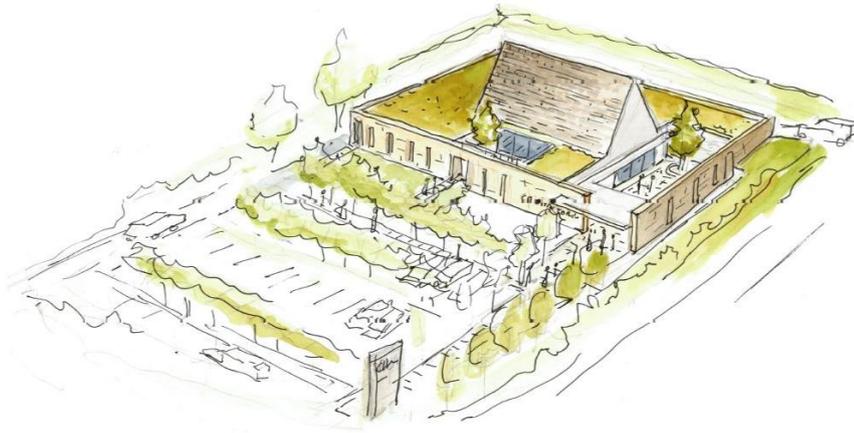
---

Date :

Visa de l'entreprise :

## **Annexe 2 : Notice de gestion des eaux pluviales**

---



## CONSTRUCTION D'UN CRÉMATORIUM

Parc d'activités Les Gravilliers 3 – PONTARLIER (25300)

# NOTICE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

**Architecte mandataire**  
CREPY & FROMION  
Architectes

**Architecte associé**  
Sandrine LESTRADE  
Architecte

**Economiste**  
GBA & Co

**BET Fluides**  
GBA Energies

**BET Structures**  
B.E. Dijonnais

## Table des matières

1	Intervenants .....	2
2	Principe de gestion des eaux pluviales .....	3
3	Note de calcul .....	3
3.1	Perméabilité du site .....	3
3.2	Dimensionnement des ouvrages .....	4

# 1 Intervenants

Maître d'ouvrage : Pompes Funèbres Intercommunales du Grand Pontarlier  
10 Rue Charles Maire  
25300 PONTARLIER  
Tel : 03 81 39 43 79

Architecte mandataire : CREPY & FROMION Architectes  
34 Cours du Parc  
21000 DIJON  
Tel : 03 80 67 38 82  
Mail : lestrade-fromion@architectes.org

Architecte associé : LESTRADE Sandrine Architectes  
9 Rue Lacharrière  
75011 PARIS  
Tel : 06 20 02 30 90  
Mail : lestrade-fromion@architectes.org

Economiste : GBA & CO  
7 rue Pablo Picasso  
CS 70626 - 42041 SAINT-ETIENNE CEDEX 1  
Tel : 04 77 93 08 90  
Mail : gba@gba-eco.com

BET Fluides : GBA ENERGIES  
7 rue Pablo Picasso  
CS 70626  
42041 SAINT-ETIENNE CEDEX 1  
Tel : 04 77 90 88 50  
Mail : energies@gba-energies.com

BET Structures : Bureau d'Etudes Dijonnais (BED)  
Parc tertiaire du Cap Vert  
21800 QUETIGNY  
Tel : 03 80 45 21 52  
Mail : bedijonnais@orange.fr

Bureau de Contrôle : SOCOTEC  
Parc d'activités Lafayette  
4 Rue du Colonel Maurin  
25000 Besançon

BET Géotechnique : B3G2  
10 Rue de la Coupotte  
25410 Saint-Vit

## 2 Principe de gestion des eaux pluviales



Les eaux pluviales du bâtiment et des espaces extérieurs imperméables et semi-imperméables seront collectées et acheminées dans un ouvrage d'infiltration sous voirie, situé dans la zone du terrain où la perméabilité est la plus forte, de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-5}$ .

Les espaces verts en pleine terre ne sont pas collectés.

Cet ouvrage composé de grave drainante type 40/80 permet d'infiltrer les eaux de pluies sur la parcelle en priorité, avant un éventuel rejet au réseau, limité à 3L/s, en cas d'épisode pluvieux intense. Il présente une surface d'infiltration de  $105\text{m}^2$  pour un volume de stockage de  $42\text{m}^3$ .

## 3 Note de calcul

### 3.1 Perméabilité du site

Extrait de l'étude de sol G2PRO, réalisée par B3G2

N°	Valeur du coefficient de perméabilité k (m/s)	Nature matériau
F1	$5 \cdot 10^{-5}$	Remblai : sable et graviers
F2	$1 \cdot 10^{-8}$	Argile beige à cailloutis
F3	$8 \cdot 10^{-6}$	Argile beige à nombreux cailloutis



### 3.2 Dimensionnement des ouvrages

type de surface	Coefficient de ruissellement	Surface projet	Surface active
<b>TOTAL PARCELLE</b>	<b>0,56</b>	<b>3851</b>	<b>2146</b>
<b>TOITURE</b>	<b>0,85</b>	<b>671</b>	<b>569</b>
toitures lisses en pentes	1	175	175
toiture plates gravillonnées	0,8	496	394
Toitures végétalisées extensives	0,6	0	0
Toitures végétalisées semi-intensives	0,4	0	0
Toitures végétalisées intensives	0,2	0	0
<b>VOIRIES</b>	<b>0,93</b>	<b>1691</b>	<b>1577</b>
Asphalte/Béton/Enrobé	0,95	1494	1419
Pavés, Stabilisé	0,8	197	158
<b>ESPACES VERTS</b>	<b>0,00</b>	<b>1489</b>	<b>0</b>
Espaces verts pleine terre infiltrés	0	1489	0
Espaces verts pleine terre collectés	0,1	0	0
Espaces végétalisés sur dalle	0,4	0	0
Talus	0,5	0	0

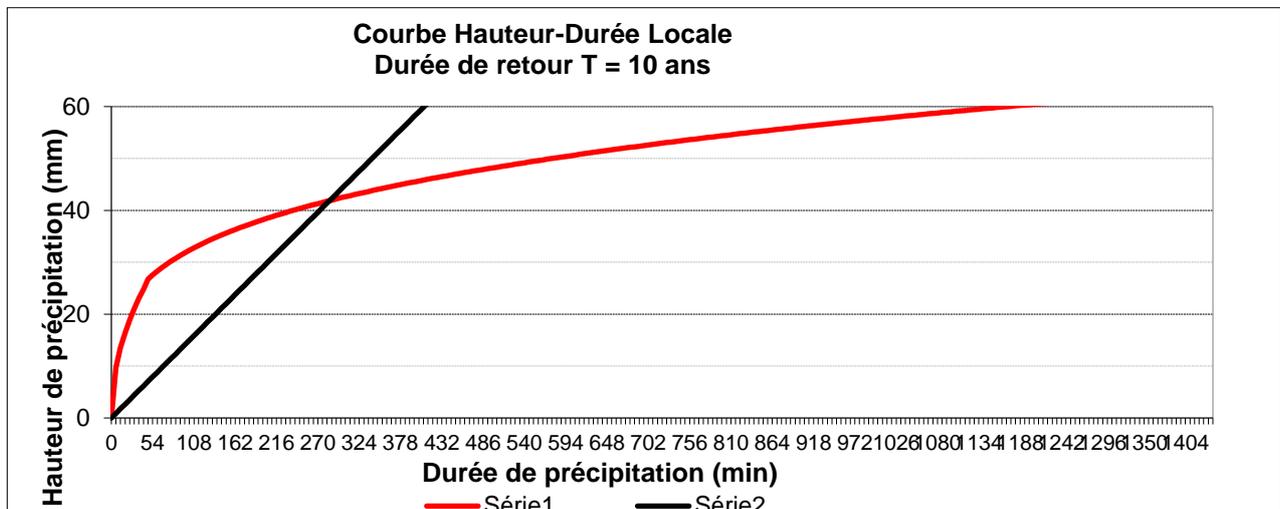
<b>Exigence en cas de rejet</b>	Capacité d'infiltration m/s	5,00E-05
	Débit de fuite autorisé (L/s)	5
	Période de retour (ans)	10

Dimensionnement avec la méthode des pluies

<b>CALCUL DU VOLUME DE RETENTION</b>	
Période de retour 10 ans et durée de pluie la plus contraignante	
Coefficient de Montana - Station météo France Besançon (fréquence 10/20ans)	
SURFACE D'INFILTRATION	105 m <sup>2</sup>
DEBIT DE FUITE DU BASSIN PAR INFILTRATION	5,25 L/s
DEBIT DE FUITE MAX SUR RESEAU (surverse)	3,00 L/s
<b>VOLUME TOTAL DE STOCKAGE DISPONIBLE</b>	<b>42 m<sup>3</sup></b>

Détail du calcul

Rejet (q)	Si rejet , débit autorisé (q)	q=	3	l/s/ha
	Si infiltration, Perméabilité (K) Surface d'infiltration (S <sub>inf</sub> )	K=	180	mm/h
		K=	5,0E-05	m/s
			105	m <sup>2</sup>
Période de retour (T)	Coefficients de Montana (a,b)	T=	10	
Débit de fuite (Q <sub>f</sub> )	Si infiltration, débit : Q <sub>f inf</sub> = S <sub>inf</sub> x K (*)	Q <sub>f inf</sub> =	0,0053	m <sup>3</sup> /s
	Si rejet au réseau, débit autorisé : Q <sub>f r</sub> = q x S x 10 <sup>-7</sup> (**)	Q <sub>f r</sub> =	0,0012	m <sup>3</sup> /s
		Q <sub>f</sub> =	0,0053	m <sup>3</sup> /s
Coefficient d'apport (Ca)		Ca=	0,56	
Surface active (Sa)	Sa = Ca x S	Sa=	2 146	m <sup>2</sup>
	$C_a = \frac{\sum C_{imp} \times S_{imp} + \sum C_{vert} \times S_{vert}}{\sum S_{imp} + S_{P,imp} + S_{vert}}$	Sa=	0,215	ha
Débit de vidange (Q <sub>s</sub> )	Q <sub>s</sub> = 60 000 x Q <sub>f</sub> (m <sup>3</sup> /s) / Sa (m <sup>2</sup> )	Q <sub>s</sub> =	0,147	mm/min
Hauteur maximale à stocker (Δh <sub>max</sub> )	détermination graphique (Cf. abaque)	Δh <sub>max</sub> =	19,7	mm
Volume à stocker (V <sub>s</sub> )	V <sub>s</sub> = 10 x (ΔH) x Sa	V <sub>s</sub> =	42	m <sup>3</sup>
Durée de vidange (T <sub>v</sub> )	T <sub>v</sub> = V <sub>s</sub> (en l) / Q <sub>f</sub> (en l/s) / 3600 (***)	T <sub>v</sub> =	2,2	h



## Annexe 3 : Étude géotechnique

---

# B 3 G 2

Bureau d'études de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GÉOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGÉNIEURS CONSEILS

Saint Vit, le 28 Octobre 2024

Notre Référence : TM/2024/19765

## CREMATORIUM *Zone des Gravilliers III*

Rue Charles Marie Lagier

25-PONTARLIER

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Cette étude géotechnique de type G2 AVP (selon la norme NF P 94-500) a été réalisée à la demande et pour le compte de la SEDIA.

Elle a pour but de reconnaître la nature et les caractéristiques du terrain au droit du projet de création d'un crématorium, en vue de déterminer :

- ses conditions d'adaptation au sol ;
- un avis sur l'infiltration des eaux pluviales.

---

## GENERALITÉS

---

**Le terrain** se trouve le long de la Rue Charles Marie Lagier, au sein du parc des Gravilliers III, à PONTARLIER (25). Il correspond aux lots 22 (parcelle BM357) et 23 (parcelle BM358) d'après le plan d'aménagement de la ZI.

Il s'agit d'un terrain recouvert de sable et graviers, libre d'aménagement. On note sur la parcelle la présence d'un tas de remblais et de terre végétale.

Aux abords du site, on note la présence d'autres parcelles libres d'aménagement recouvertes de sables et graviers (remaniées et réétalés).

Pour le nivellement de nos sondages, le poste électrique à l'entrée de la parcelle BM358 nous a servi de niveau de référence à la cote +830,32 NGF. Le terrain est penté vers l'ouest, avec un dénivelé au droit de nos sondages sous projet d'environ 2,00 m. *À noter que seul un relevé de géomètre peut faire foi.*



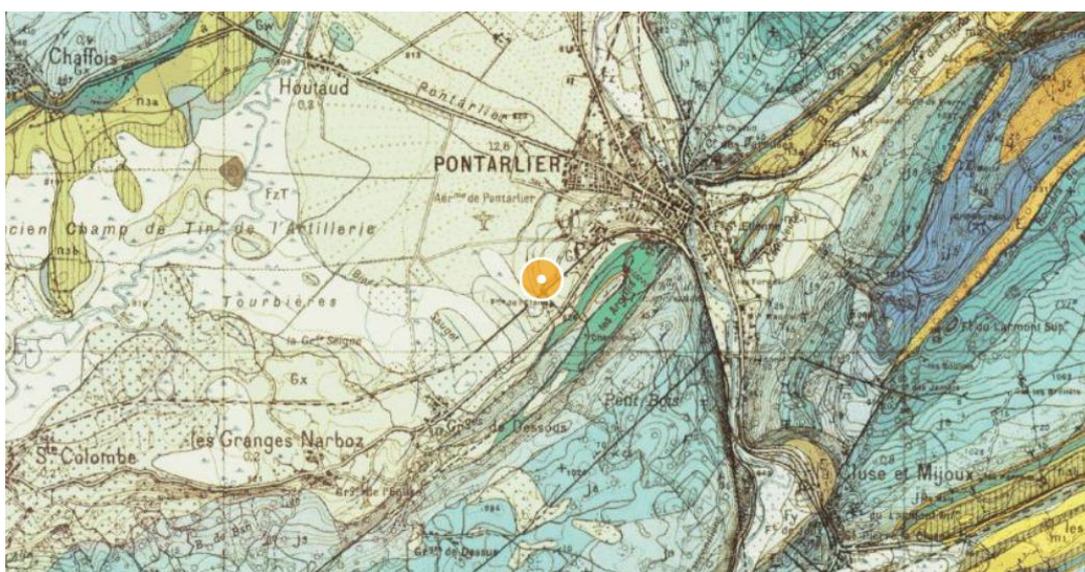
*Vue aérienne de la zone d'étude*

.../...



Vues du site le jour de notre intervention

**Géologiquement**, le proche sous-sol est constitué par des alluvions fluvio-glaciaires (*argiles, cailloutis, sables, graviers...*).



Extrait de la carte géologique de Pontarlier au 1/50000<sup>e</sup>

La présence de terrains remaniés et de remblais est attendue en tête consécutivement aux fouilles archéologiques réalisées sur le secteur, et aux récents aménagements de la zone (voiries, réseaux...).

.../...

---

# PROJET

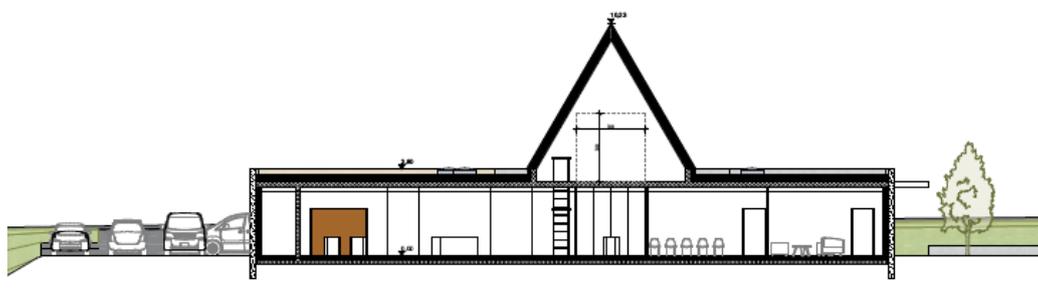
---

**Le projet** comporte la création d'un crématorium, prévu en RdC simple sans sous-sol, d'une emprise au sol d'environ 840 m<sup>2</sup>.

D'après les plans communiqués, le niveau fini est prévu à la cote +829,00 NGF. Le projet sera adapté à la pente naturelle, avec un encastrement à l'amont et un remblaiement de mise à niveau à l'aval.

D'après le BE B.E.D., les descentes de charge maximales seront de 45 Tonnes ponctuelles, 33 T/ml.

Les surcharges sur dallages seront de 750 kg/m<sup>2</sup> en partie courante, et 2 T/m<sup>2</sup> au niveau du four.



*Vue en coupe du projet*

**Si possible**, il est prévu que les eaux de pluie soient infiltrées sur site.

.../...

---

## INVESTIGATIONS

---

*Nous avons réalisé des sondages dans le cadre d'une mission G1 pour la création du parc des Gravilliers III. Le terrain correspond aux lots 22 et 23 (rapports de référence : BN/2022/18146-22 et BN/2022/18146-23), où a été réalisé 1 sondage géotechnique au pénétromètre ainsi que 1 sondage géologique avec essais pressiométriques par parcelle. Ces essais seront réutilisés pour la présente étude.*

**En complément, la présente mission G2 a comporté la réalisation de :**

- 4 sondages géotechniques au pénétromètre ;
- 3 sondages géologiques avec essais pressiométriques ;
- 3 fouilles à la pelle avec essais d'infiltration ;
- 1 analyse laboratoire pour déterminer la classer GTR.

L'implantation de ces investigations est donnée sur le plan joint en annexe. Elle a été réalisée selon le plan du bureau B.E.D.

### PENETROMETRE & SONDAGES GEOLOGIQUES PRESSIOMETRE

Les essais de pénétration ont été réalisés en mode dynamique avec un appareil spécialisé Géotool R790. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes joints en annexe, qui expriment les variations de la résistance dynamique en fonction de la profondeur.

Les sondages de reconnaissance géologique ont été réalisés à la tarière hélicoïdale Ø 64 mm à l'aide d'un atelier spécialisé GEO 205. À l'intérieur de cinq trous de forage, nous avons procédé à des essais pressiométriques. Les résultats sont présentés sur les fiches jointes en annexe.

.../...

On notera principalement :

- En surface, jusqu'à 0,70 à 2,40 m de profondeur, des **remblais** ou des **terrains remaniés** constitués d'**argiles brun clair**, voire de **sable et graviers à matrice argileuse et ± de blocs**, qui présentent des caractéristiques mécaniques **hétérogènes** :

- Résistance dynamique  $R_d = 10-20$  à  $50-60$  bars, voire 100 bars localement en présence de passages indurés ou blocs ;
- Pression limite  $P_l = 7,5$  à  $14,3$  bars ;
- Module pressiométrique  $E = 68$  à  $245$  bars.

*Les remblais peuvent présenter des variations brutales d'épaisseur et/ou de nature et par conséquent de consistance. Il n'est pas à exclure qu'une partie de l'horizon sous-jacent corresponde également à des terrains remaniés*

- Au-delà, on retrouve des **argiles beiges ± sableuses à ± de cailloutis et blocs**, voire des **sables et graviers à ± de matrice argileuse** qui présentent des caractéristiques mécaniques **faibles à moyennes** :

- Résistance dynamique  $R_d = 40-50$  à  $90-100$  bars ;
- Pression limite  $P_l = 6,1$  à  $15,8$  bars ;
- Module pressiométrique  $E = 57$  à  $213$  bars.

*De par leur mode de dépôts, la consistance de ces matériaux peut varier tant latéralement que verticalement en fonction des variations de teneur en sable, argiles et graviers.*

- Localement, de manière **lenticulaire** entre -2,80 et -4,80 m au droit de P12, et entre -1,70 et -3,00 m au droit de SP11, on retrouve des **argiles beiges à quelques cailloutis et blocs**, qui présentent des caractéristiques mécaniques **faibles à moyennes** :

- Résistance dynamique  $R_d = 20-40$  bars ;
- Pression limite  $P_l = 5,2$  bars ;
- Module pressiométrique  $E = 54$  bars.

*Cet horizon peut être retrouvé de manière lenticulaire, en lien avec le mode de dépôt de ces matériaux fluvio-glaciaires.*

Des niveaux d'eau ont été identifiés entre -2,80 et -3,10 m de profondeur au droit de nos sondages géologiques.

.../...

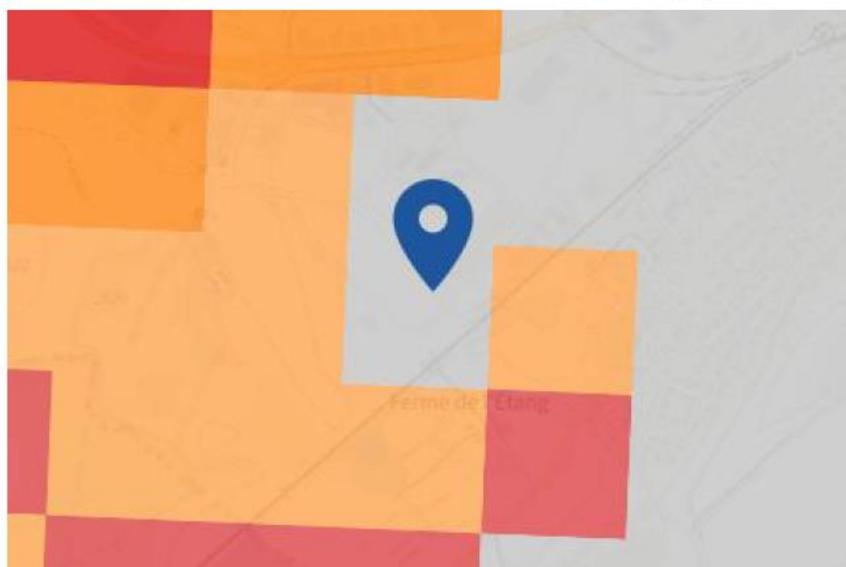
### Remarque sur l'aspect hydrologique :

Des niveaux d'eau ont été relevés au droit de nos sondages géologiques.

Le contexte fluvio-glaciaire du site induit de potentielles remontées d'eaux, notamment en périodes de hautes eaux (crues, orages exceptionnels...) en lien avec la nappe alluviale du Doubs.

Toutefois, le site [www.georiques.gouv.fr](http://www.georiques.gouv.fr) indique que la zone étudiée est située hors « zones sensibles aux remontées de nappes ».

### Risques liés aux remontées de nappe



*Extrait de la carte des remontées de nappe*

Le site se trouve hors du PPRI du Doubs, et ne semble pas en zone inondable.

**Les informations concernant le NPHEC ne nous ont pas été transmises.** Toutefois, on remarque que l'emprise se trouve hors PPRI et hors zone sensible aux remontées de nappe, et que le projet ne présente pas de sous-sol. Le projet ne semble pas impacté par le niveau de nappe.

**Il conviendra tout de même de s'assurer que le niveau fini du projet (RdC) soit bien situé au-dessus du NPHEC.**

.../...

## LABORATOIRE

Nous avons procédé à des analyses de laboratoire (type GTR, teneur en eau W...) sur un échantillon prélevé au sein du sondage SP13.

Sondage	Profondeur	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)
SP13	0,70 à 1,50 m	Argile beige à cailloutis	<b>A2<sub>h</sub></b>	33,5

Ces matériaux sont **plastiques et sujets au phénomène de retrait-gonflement**.

Le retrait-gonflement des argiles est un risque géologique potentiellement dommageable pour le bâti.

- Phénomène :

*Les sols argileux possèdent la propriété de voir leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, en contexte humide, un sol argileux se présente comme souple et malléable, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant. Des variations de volumes plus ou moins conséquentes accompagnent ces modifications de consistance. Ainsi, lorsque la teneur en eau augmente dans un sol argileux, on assiste à une augmentation du volume de ce sol, on parle alors de « gonflement des argiles ». Au contraire, une baisse de la teneur en eau provoquera un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles ». La succession de ces variations peut engendrer des déplacements préjudiciables au bâti.*

*En France, le climat tempéré induit que les sols sont généralement proches de la saturation, hydratés par des précipitations régulières. Les épisodes de sécheresse, caractérisés par des températures élevées, un déficit pluviométrique et une très forte évapotranspiration, ont pour répercussion immédiate d'assécher les sols. L'alternance sécheresse-réhydratation des sols entraîne localement des mouvements de terrain, non uniformes, provoquant des dégâts plus ou moins sérieux sur les bâtiments.*

*Les mouvements de terrain induits par le retrait et le gonflement des argiles se traduisent principalement par des fissurations en façade des habitations, souvent obliques, et passant par les points de faiblesse du bâti que constituent les ouvertures. Les désordres se manifestent aussi par des décollements entre éléments jointifs (garages, perrons, terrasses), ainsi que par une distorsion des portes et fenêtres, une dislocation des dallages et des cloisons et, parfois, la rupture de canalisations enterrées (ce qui vient aggraver les désordres car les fuites d'eau qui en résultent provoquent des gonflements localisés).*

*Par conséquent, ce phénomène se doit d'être anticipé et maîtrisé.*

.../...

## ESSAIS D'INFILTRATION

À l'intérieur de nos 3 fouilles à la pelle mécanique, nous avons procédé à des tests d'infiltration des eaux (type Matsuo). Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau suivant qui donne pour chaque sondage la valeur du coefficient de perméabilité  $k$ , en m/s.

N°	Valeur du coefficient de perméabilité $k$ (m/s)	Nature matériau
F1	$5.10^{-5}$	Remblai : sable et graviers
F2	$1.10^{-8}$	Argile beige à cailloutis
F3	$8.10^{-6}$	Argile beige à nombreux cailloutis

D'après la classification suivante, dans les fouilles à la pelle, les valeurs de perméabilité sont **moyennes** dans les matériaux **à forte teneur en sable, graviers et cailloutis**, de l'ordre de  $10^{-5}$  à  $10^{-6}$  m/s.

Les valeurs de perméabilité sont **très faibles** dans les matériaux **argileux à faible teneur en sable, graviers et cailloutis**, de l'ordre de  $10^{-8}$  m/s.

- $k < 10^{-7}$  m / s imperméabilité,
- $10^{-7}$  m / s  $< k < 10^{-6}$  m / s perméabilité très faible,
- $10^{-6}$  m / s  $< k < 10^{-5}$  m / s perméabilité faible,
- $10^{-5}$  m / s  $< k < 10^{-4}$  m / s perméabilité moyenne,
- $10^{-4}$  m / s  $< k < 10^{-3}$  m / s perméabilité élevée,
- $k > 10^{-3}$  m / s perméabilité forte.

### Avis sur l'infiltration des EP :

Les valeurs du coefficient de perméabilité  $k$  qui ont été mesurées sont **hétérogènes**, de **moyenne à très faible**, en fonction de la teneur en sables, graviers et cailloutis des matériaux.

Par conséquent, l'infiltration des eaux de pluies dans le sous-sol sera **envisageable, mais délicate**.

**On privilégiera les ouvrages d'infiltration dans les zones à forte de proportion de sables, graviers et cailloutis, pour garantir l'infiltration.**

**On proscriera toute infiltration dans les zones argileuses**, non perméable pour éviter toute rétention des eaux et montée en charges, dans les remblais ou dans les plateformes à créer.

.../...

Il sera nécessaire que tout dispositif soit situé à une distance minimale de **12-15 m** de tout bâtiment établi sur substitution, **8-10 m** de toute construction ou plateforme et à **3-5 m minimum** de toute limite de propriété.

**En effet, pour toute infiltration proche de bâtiment, plateformes ou voiries, on risquerait d'entraîner les fines des matériaux sablo-graveleux et/ou de la plateforme de substitution, qui constitueront l'assise des fondations ou des plateformes (solutions qui seront développées dans le présent rapport).**

Pour rappel, il conviendra de se **renseigner sur le niveau des plus hautes eaux connu (NPHEC) sur le site du projet**. D'après les règles en vigueur, **il convient de respecter une distance minimale de 1 m entre la base des systèmes d'infiltration et le niveau de la nappe (NPHEC)**.

**Enfin au vu de la pente, les eaux injectées seraient susceptibles de ressortir en contrebas, notamment au niveau des aménagement.**

**On notera que la création de l'ouvrage sera susceptible de modifier les circulations d'eau au niveau du versant, et par conséquent les conditions hydriques des terrains sous-jacents.**

La présence d'eau pourrait jouer en effet un rôle néfaste (*alourdissement des matériaux, lubrification, chute des caractéristiques mécaniques...*).

Il serait judicieux de vérifier **au droit de l'emplacement retenu des dispositifs** les possibilités d'infiltration afin de s'assurer de **l'absence d'argile**, et donc de la présence uniquement de sable et graviers, et ceci permettra également notamment d'affiner les valeurs de perméabilité pour dimensionner au mieux les dispositifs.

**Il s'agit d'un avis général.** On devra se rapprocher **d'un hydrogéologue agréé ou d'un bureau spécialisé**, avec prise en compte de la pente et des ouvrages avoisinants, et on privilégiera la pérennité des ouvrages géotechniques (bâtiments existants ou projetés, plateformes, voiries, murs de soutènements...).

.../...

---

## C O N C L U S I O N S

---

Les résultats des sondages et des essais précédents ont mis en évidence en surface, sur environ 0,70 à 2,40 m, des **remblais ou des matériaux remaniés**, aux caractéristiques mécaniques **hétérogènes**.

Au-delà, des **argiles beiges ± sableuses à ± de cailloutis et blocs**, voire des **sables et graviers à ± de matrice argileuse** qui présentent des caractéristiques mécaniques **faibles à moyennes** ;

*Des argiles beiges à quelques cailloutis et blocs, sont retrouvées localement de manière lenticulaire entre -2,80 et -4,80 m au droit de P12, et entre -1,70 et -3,00 m au droit de SP11, présentant des caractéristiques mécaniques faibles.*

*De par leur mode de dépôts la consistance de ces matériaux peut varier tant latéralement que verticalement en fonction des variations de teneur en sable, argiles et graviers.*

Pour rappel, de par le contexte géologique du site, des niveaux d'eau sont susceptibles de remonter en périodes de hautes eaux. **Par conséquent, on veillera à se renseigner sur le niveau des plus hautes eaux connu (NPHEC) précis au droit du projet.**

### Remarque préliminaire :

Le niveau fini du projet est prévu à la cote +829,00 NGF. Le projet sera légèrement encastré à l'amont de l'ordre de 0,50 m, et des remblais de mise à niveau jusqu'à 1,50 m seront nécessaires à l'aval.

1. Compte tenu de l'analyse de nos sondages, en première approche, on s'orientera sur une solution de fondations superficielles de type **massifs sur gros béton, voire puits blindé** ancrés au sein des **argiles beiges ± sableuses à ± de cailloutis et blocs**, voire des **sables et graviers à ± de matrice argileuse**.

Des passages argileux meubles ont été identifiés de manière lenticulaire au sein des alluvions fluvio-glaciaires, on limitera donc la contrainte à **1,0 bar**, pour éviter tous tassements tant absolus que différentiels, non acceptable pour le futur projet.

Il sera nécessaire de purger tous remblais et argiles meuble à médiocres, et substituer par du gros béton. Des surprofondeur de remblais et donc des surconsommations de béton seront à attendre.

.../...

Un constat des fonds de fouille sera nécessaire dans le cadre d'une mission G4, afin d'attester de la consistance des matériaux du fond de fouille et ajuster la profondeur de chaque fouille.

2. Au vu des remblaiements à réaliser notamment à l'aval, et des charges maximales données à 45 Tonnes ponctuelles et 33 T/ml, on pourra étudier une solution de fondations superficielles de type semelles filantes ou massifs sur gros béton, **ancrés au sein d'une plateforme de substitution générale ou partielle (en bandes)**. *À noter que ce mode de fondation n'est possible que pour des charges n'excédant pas 60-70 Tonnes ponctuelles.*

En première approche on limitera la contrainte dans la plateforme de substitution à **1,5 bar**, pour éviter tout problème de poinçonnement en cas de fond de forme argileux de faible qualité géotechnique.

Des optimisations d'épaisseur de structure pourront être réalisées, notamment en cas de fond de forme sablo-graveleux consistants.

Ces pistes d'optimisation pourront être étudiées dans le cadre d'une mission G2 PRO, avec éventuels sondages complémentaires pour cerner les zones meubles et consistantes selon le projet fixé (niveau fini notamment et arase du fond de forme qui en découle), et avec constat des fonds de forme dans le cadre d'une mission G4.

Nous développerons dans le présent rapport ces deux modes de fondation.

**Dans tous les cas, le mode de fondation sera à préciser dans le cadre d'une mission G2 PRO, une fois les caractéristiques définitives fixées du projet, notamment son niveau fini et plan de fondation avec descentes charges.**

.../...

## 1. Fondation de la structure par massifs sur gros béton et/ou puits blindés

Comme évoqué en remarque préliminaire, en première approche, on pourra envisager une solution de fondations superficielles via la réalisation de **massifs sur gros béton, voire puits blindés**, ancrés de 30 cm dans les **argiles beiges ± sableuses à ± de cailloutis et blocs**, voire des **sables et graviers à ± de matrice argileuse** (alluvions fluvio-glaciaires).

**On s'ancrera au-delà des remblais, terrains remaniés et matériaux argileux meubles à faibles proportions de sables, graviers et cailloutis.**

*La distinction entre les remblais/matériaux argileux meubles à quelques graviers à purger et les matériaux argileux sablo-graveleux à cailloutis suffisamment consistants servant à l'ancrage des fondations ne sera peut-être pas toujours évidente. Il sera nécessaire de prévoir une vérification des fonds de fouille dans le cadre d'une mission G3 et/ou G4, afin de s'assurer de la consistance des sols d'assise et de cibler les éventuelles zones à purger et à substituer par un gros béton.*

On respectera un **ancrage à minimum -1,50 m par rapport au niveau extérieur fini**. Cette profondeur leur permettra de **respecter la cote hors gel**, mais également de réduire sensiblement les problèmes liés à la dessiccation des matériaux argileux sensibles, en cas de sécheresse (*phénomène de retrait gonflement*).

On pourra prendre en compte une **contrainte admissible de 1,0 bar** aux ELS, avec des déformations de l'ordre du centimètre (*à vérifier dans le cadre d'une mission de type G2 PRO en fonction des charges réellement développées*).

La largeur des fondations devra être au minimum 80 cm pour les massifs ponctuels pour s'assurer d'un bon contact sous fondations.

**À titre indicatif**, pour chaque sondage nivelé sous projet, **par rapport au TN actuel et au niveau fini NF**, cela conduirait aux profondeurs suivantes, ancrage de 30 cm compris :

N°	Profondeur d'assise / TN	Profondeur d'assise / NF
P11	-1,60 m	-2,60 m
P12	-1,90 m	-1,50 m*
P13	-1,70 m	-2,55 m
SP11	-2,00 m	-1,90 m
SP12	-2,30 m	-2,70 m
SP13	-1,00 m	-2,40 m

\* *ancrage minimal de -1,50 m/niveau périphérique fini*

**Toutes les surépaisseurs argileuses molles, terrains remaniés, remblais ou autres terrains mous** devront impérativement être purgées et substituées par un gros béton.

.../...

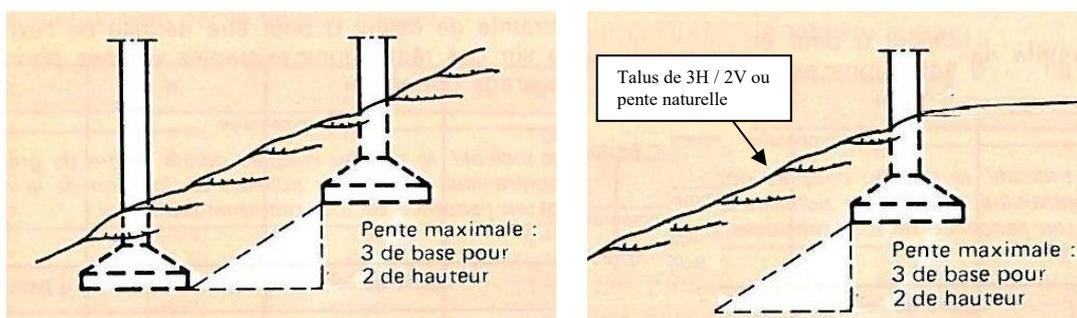
Les fondations devront être coulées pleine fouille à leur ouverture pour éviter leur altération ou un béton de propreté devra être mis en œuvre.

Selon la saison (périodes de hautes eaux), les travaux pourraient se faire **en présence d'eau, notamment en période de hautes eaux**, ce qui nécessitera de procéder au **rabattement de l'eau**, voire un bétonnage au tube plongeur. **Tout pompage direct est à proscrire** pour éviter l'entraînement des fines. On pourra procéder **par pointes filtrantes** par exemple avec un débit de pompage raisonné adapté aux avoisinants.

### Redent :

Il conviendra de respecter **une pente maximale Horizontale/Verticale de 3H/2V** entre les fondations descendues à des niveaux différents.

On veillera également à respecter **une pente maximale Horizontale / Verticale de 3H / 2V** entre les fondations projetées et les talus existants ou à créer.



Schémas de principe

.../...

## **2. Fondations de la structure sur substitution**

Comme expliqué en remarque préliminaire, on pourra profiter de la réalisation de remblais de mise à niveau et envisager la réalisation de **fondations superficielles de type massifs ancrés au sein d'une plateforme de substitution générale ou partielle (bandes de substitution)**.

Les bandes de substitution reposeront sur les remblais sablo-graveleux à matrice argileuse et blocs ou les sables et graviers en place ou les argiles ± sablo-graveleuses.

Cette technique implique de purger le terrain naturel jusque vers -1,90 m (*1,00 m de structure + massifs assis à -0,90 m*) par rapport au niveau ± 0.00 du projet afin d'interposer entre le terrain naturel et l'assise des fondations **une plateforme de substitution épaisse de 1,00 m minimum**, constituées de 70 cm de blocage (type 0/150 à 0/200 mm) puis de 30 cm de tout venant type 0/31,5 mm.

**On devra s'assurer que tous les terrains argileux et/ou les remblais lâches seront purgés avant le montage de la plateforme de substitution.**

Localement, des sur-profondeurs à purger seront à prévoir en cas de poches de remblais et/ou d'argiles très lâches. Ces matériaux seront purgés et substitués par du blocage 0/150 à 0/200 mm ou matériaux plus grossiers (par exemple type 0/300 à 0/500 mm), avant montage des 1,00 m de plateforme de substitution. Cette purge évitera tout risque de poinçonnement des plateformes (bandes de substitution) sur des fonds de forme lâches, ce qui s'avèrerait dommageable pour la structure.

Pour rappel, des surprofondeurs de remblais pourront être localement mise au jour, notamment au droit de nos sondages ayant un refus progressif avant les profondeurs de plateforme à atteindre.

Pour les fonds de forme consistants, avant le montage de la structure, on le **compactera** et on mettra en œuvre un **géotextile**.

**Un cloutage\* des fonds de forme les plus médiocres** avec du brut de minage 0/300 à 0/500 mm pourrait être localement nécessaire, notamment par temps humides. **Une fois les fonds de forme renforcés**, on pourra mettre en œuvre le blocage.

*\*La réalisation du cloutage entraine un terrassement supplémentaire de l'ordre de 20 cm minimum. En cas de cloutage, le géotextile n'est plus nécessaire.*

.../...

**Cette plateforme devra présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des fondations** (*ce débord de substitution permettra également la réalisation d'extensions futurs*).

**En cas de bandes, celles-ci devront présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des semelles, et une largeur minimale de 3,00 m.**

**Il faudra bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier (nappe ou eaux de ruissellements), afin de ne pas détériorer le fond de forme.**

**Pour rappel, une bonne gestion des circulations d'eau est primordiale** notamment pour éviter toute stagnation, altération et dégradation des sols d'assise, et fond de forme argileux ou sableux en phase chantier.

**Avant mise en œuvre de la substitution, il sera nécessaire de réaliser dans le cadre d'une mission G4 une vérification du fond de forme et cibler au mieux les poches molles à purger ou à renforcer par cloutage au niveau du fond de forme.**

À noter que cet examen permettra décider au cas par cas soit d'une purge, soit d'un cloutage en brut de minage (directement incorporé dans les fonds de forme mous), voire des deux solutions couplées (purge +cloutage).

Des essais à la plaque réalisés au niveau de l'assise des fondations devront vérifier que :

$$k > 8 \text{ bars / cm, EV2} > 800 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

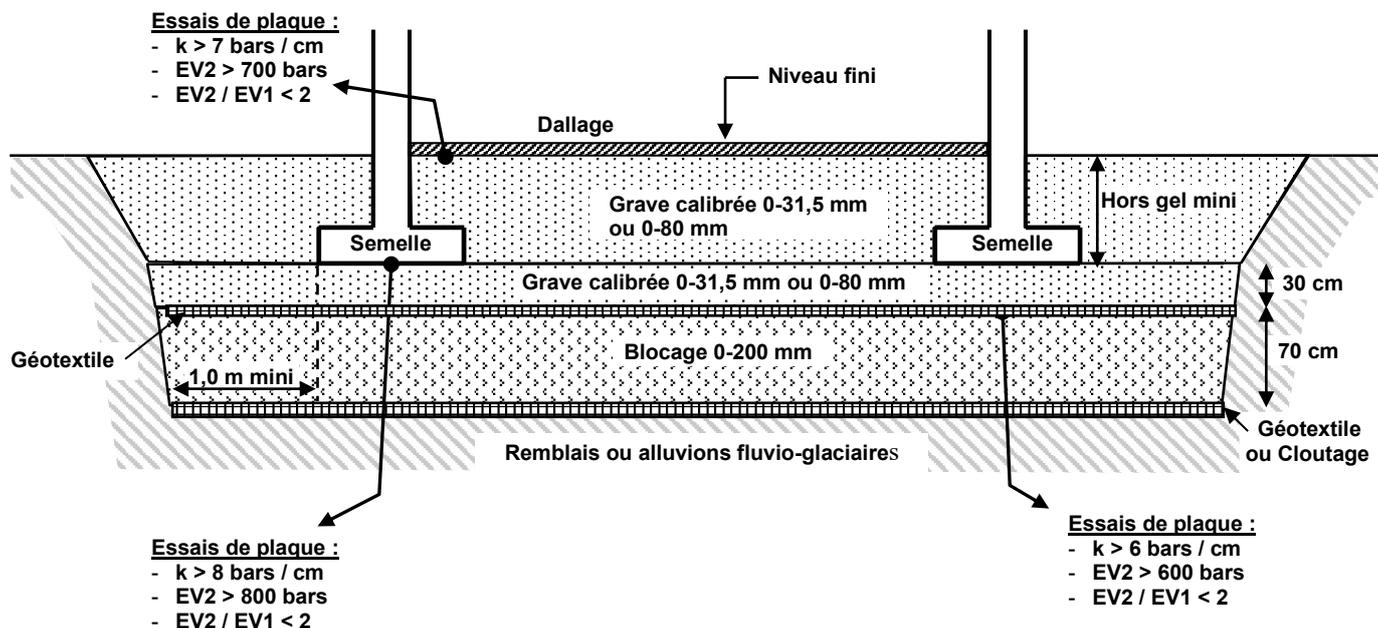
*La réalisation de ces essais au niveau d'assise des fondations est impérative et doit constituer un point d'arrêt pour le chantier (cf. plan de localisation des essais ci-après).*

Si ces objectifs sont atteints, **en première approche**, pour des charges limitées (cf. remarque), on pourra retenir pour des **massifs ponctuels**, ancrés au hors gel dans la plateforme de substitution, une contrainte admissible de **1,5 bar aux ELS**.

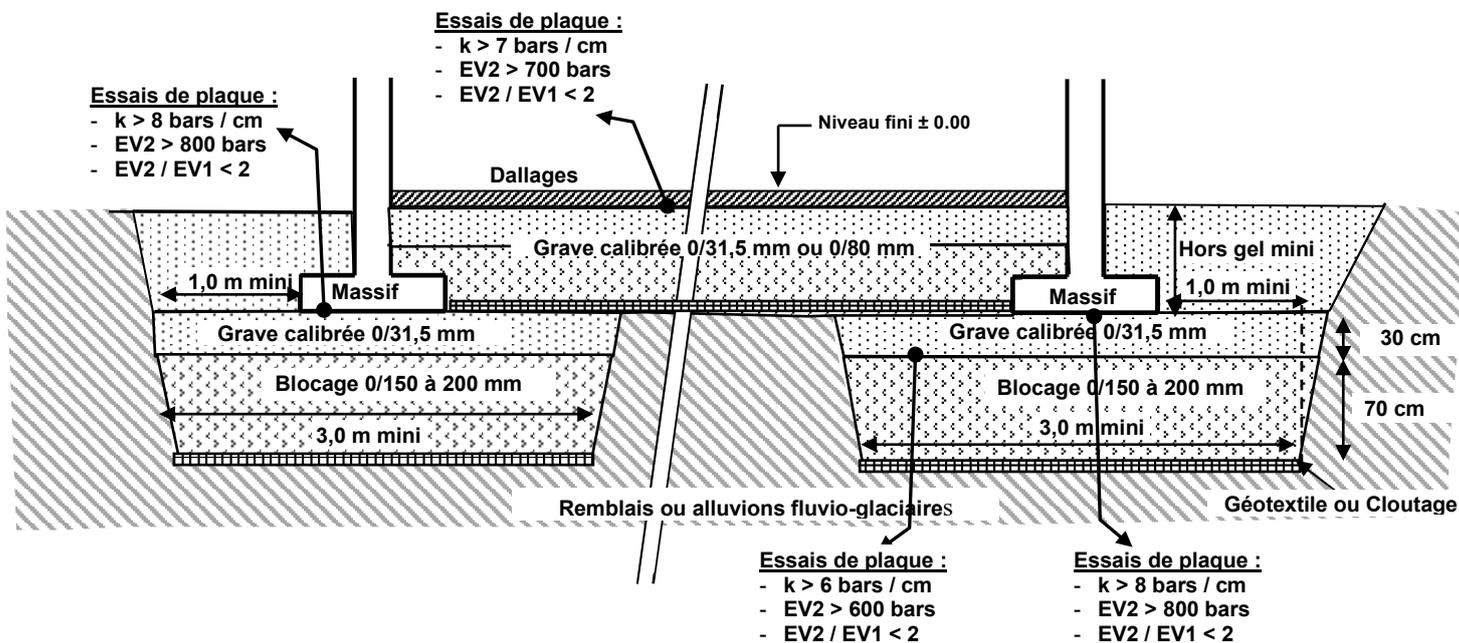
La largeur des fondations devra être de minimum 80 cm, pour assurer un bon contact sous fondation.

.../...

Nous donnons ci-après des schémas de principe d'une plateforme de substitution :



*Fondations sur substitution générale (schéma de principe).*



*Fondations sur substitution partielle (schéma de principe)*

.../...

A noter que **selon les charges réellement développées** les épaisseurs de structures devront être ajustées, notamment possiblement augmenter. **Cet ajustement devra être réalisé dans le cadre d'une mission G2PRO.**

Compte tenu des passées molles et lâches rencontrées dans les horizons argileux, avant mise en œuvre de la substitution, il est conseillé de réaliser dans le cadre d'une mission G4 une vérification du fond de forme afin d'ajuster au mieux l'épaisseur de la plateforme de substitution, et notamment de purger les argiles lâches détectées à partir du fond de forme. Dans tous les cas les poches lâches devront être purgées et/ou renforcer par cloutage en brut de minage.

**Rappelons qu'avant mise en œuvre de la substitution, il sera nécessaire de réaliser dans le cadre d'une mission G4 une vérification du fond de forme et cibler au mieux les poches molles à purger ou à renforcer par cloutage au niveau du fond de forme.**

Il sera également nécessaire au préalable de vérifier l'ensemble des documents EXE pour s'assurer de la conformité des travaux de terrassements, talutages provisoires et plans de fondations.

Une fois la plateforme réalisée et validée (*par essais de plaques dans le cadre d'une mission G4*), on devra s'assurer de ne pas amoindrir le matelas de 30 cm de graves calibrées à l'ouverture des fouilles et on devra s'assurer d'avoir bien 1,00 m de structure sous fondation.

### **Dallages :**

Le niveau fini est prévu à la cote +829,00 NGF.

Dans le cas de **fondation sur substitution générale**, le remblaiement est effectué à l'aide de grave calibrée 0-31,5 mm efficacement compactée jusqu'à la sous-face des dallages qui sont donc directement établis sur la substitution, après contrôle par des essais à la plaque.

Dans le **cas de substitution partielle** (*bande localisée sous fondations mais pas sous dallages*) ou de massifs dans le terrain naturel fluvio-glaciaire, en première approche, compte tenu du risque de retrait gonflement, on retiendra une **solution de dalle portée, fondée comme le reste de la structure.**

Toutefois, cette solution de dalle portée ne sera pas forcément la plus intéressante technico-économiquement. En effet, pour un tel ouvrage, la réalisation d'un dallage sur terre-plein (plateforme stabilisée) apparaît plus intéressante.

.../...

Des dispositions devront être prises par les concepteurs du projet pour protéger les abords du bâtiment et prévoir une bonne gestion des eaux :

- Réaliser un débord de plateforme d'au moins 1,50 m par rapport au nu extérieur du bâtiment,
- Et/ou Réaliser un mode de fondations superficielles ceinturant l'ensemble du dallage (type semelles filantes avec assise des fondations à minima à la garde hydrique vers -1,50 m / terrain périphérique fini), permettrait de s'affranchir du risque de retrait-gonflement et d'envisager la solution de terre-plein.
- Réaliser une légère contre pente du fond de forme argileux à partir du bord du bâtiment en direction de l'opposé du bâtiment,
- En surface, réaliser une légère contre pente à l'opposé du bâtiment pour éviter toute circulation/ruissellement en direction du bâtiment,
- En surface, procéder à une imperméabilisation type béton désactivé sur une partie du pourtour du bâtiment ce qui évitera toute infiltration des eaux,
- Réaliser un drainage périphérique efficace couplé à des tranchées spécifiques éloignées du bâtiment (cf. DTU).

Si toutes les dispositions sont prises vis-à-vis du retrait gonflement, après décapage de la terre végétale et/ou remblais, et autre matériaux mous et compactage du fond de forme, les **dallages** pourront être mis en place sur une plateforme constituée de :

- Géotextile anticontaminant (*voire cloutage des fonds de forme lâches avec du brut de minage, notamment en période pluvieuse*) ;
- **matériaux de blocage** type 0-150 à 0-200 mm, épaisseur :
  - 50 cm minimum (en cas de fond de forme argileux ou de remblais)
  - 35 cm minimum (en cas de fond de forme sablo-graveleux)
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur : 25 cm minimum

Des essais à la plaque vérifieront sous dallage ( $< 2 \text{ t/m}^2$ ) que :

$$k > 7 \text{ bars / cm, EV2} > 700 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

*Objectifs à ajuster en fonction des surcharges réellement développées.*

**Ces dispositions doivent être impérativement affinées dans le cadre d'une mission G2PRO selon les caractéristiques définitives du projet.**

.../...

Pour le dimensionnement des dallages, on prendra en compte un module  $E_s = E_m/\alpha$  de :

- 300 bars dans les remblais de la plateforme à créer.
- 50 -120 bars dans les remblais existants ;
- 60-120 bars dans les argiles  $\pm$  sablo-graveleuses ;
- 300 bars dans les sable et graviers  $\pm$  argileux.

*$E_m$  : Module pressiométrique du sol*

*$\alpha$  : Coefficient rhéologique du sol*

*$E_s$  : Module de déformation du sol ( $E_s=E_m/\alpha$ )*

Remarque :

**Nous rappelons que le chantier deviendra rapidement boueux et difficilement praticable par temps de pluie. Il faudra bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier, afin de ne pas détériorer les fonds de forme (*aussi bien des dallages que des voiries*). Il faudra peut-être avoir recours à la mise en œuvre d'un **blocage plus épais** voire d'un **cloutage** systématique des argiles molles avec du brut de minage type 0/300 à 100/500 mm voire plus grossiers (incorporé dans le fond de forme mou), notamment en période pluvieuse.**

**Voiries et parkings :**

**Dans les zones à remblayer**, le remblaiement est effectué à l'aide de grave calibrée 0-31,5 mm (ou 0-80 mm) efficacement compactée jusqu'à la sous-face des voiries et des parkings, mis en place après contrôle par des essais à la plaque.

**Dans les zones à décaisser, et dans les secteurs à niveau** (cote TN environ cote NF) en présence de matériaux consistants sablo-graveleux, et sous réserve d'absence de poches molles à lâches, ces matériaux pourraient servir d'assise aux voiries et parkings, **sous réserve d'essais de plaques.**

On réalisera une remise à niveau par ajout de grave type 0/31,5 mm.

En cas de **poches ou passées peu portantes, notamment en présence uniquement d'argiles sans graviers, et/ou en cas d'essais peu concluants**, il conviendra de réaliser de **nouvelles plateformes sous les voiries**, comme décrites ci-après :

.../...

Après décapage des horizons de surface altérés et éventuels remblais ou argiles lâches et compactage du fond de forme, les dallages pourront être mis en place sur une plateforme constituée de :

- géotextile anticontaminant (*voire cloutage des remblais ou argiles médiocres avec des matériaux grossiers type brut de minage*) ;
- matériaux de blocage type 0-150 à 0-200 mm, épaisseur : 35 cm minimum ;
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur : 20 cm

Des essais à la plaque vérifieront, sous voiries VL et parkings (PF2), que :

$$k > 5 \text{ bars / cm, EV2} > 500 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour les voiries lourdes (PF2+), on portera le blocage à 55 cm et on pourra rajouter une couche de 10 cm de grave traitée, et des essais à la plaque vérifieront que :

$$k > 7 \text{ bars / cm, EV2} > 700 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

*Objectifs à ajuster en fonction des surcharges réellement développées, le trafic et la fréquence.*

Remarque :

Pour rappel , il faudra peut-être prévoir des problèmes de portance et de traficabilité notamment en période pluvieuse. Il conviendra alors d'avoir recours à la mise en œuvre d'un **blocage plus épais**, voire d'un **cloutage systématique** des argiles molles avec du brut de minage type 0/300 à 0/500 mm (incorporé dans le fond de forme argileux mou), notamment en période pluvieuse. Rappelons que le chantier deviendra rapidement boueux et difficilement praticable par temps de pluie.

.../...

## Terrassement des pleines masses :

### Généralités sur les terrassements :

Le niveau fini du projet est prévu à la cote +829,00 NGF. Le terrain étant penté, le bâtiment sera encastré dans le TN à l'amont, et un remblaiement de mise à niveau est prévu à l'aval. Cela devrait engendrer des terrassements moyens de l'ordre de 1,00 m et des remblais de mise à niveau d'environ 1,50 m.

Les terrassements dans les remblais, argiles, sables et graviers pourront être réalisés par des moyens traditionnels suffisamment puissants.

En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (brise roche par exemple...) sera nécessaire lors de la rencontre de blocs, galets et/ou bancs indurés.

**Il conviendra de prendre toutes les mesures nécessaires lors des travaux de terrassements pour garantir la stabilité des talus ainsi que des ouvrages existants avoisinants (talus, bâtiments, voiries, réseaux...).**

### Gestion des eaux :

**Une attention particulière devra être portée à la gestion des circulations des eaux.** La présence d'eau pourrait jouer en effet un rôle néfaste (*alourdissement des matériaux, lubrification, chute des caractéristiques mécaniques...*).

Les eaux de pluies et de ruissellement tendront à s'accumuler dans les différentes dépressions ou fouilles (*effet cuvette*), et devront être soigneusement drainées et évacuées hors de l'emprise du chantier.

Les matériaux argileux et sableux sont sensibles à l'eau, et leurs caractéristiques mécaniques (portance) tendent à chuter lorsqu'ils sont détremés.

Il conviendra donc de **bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier**, notamment pour ne pas détériorer les fonds de forme, et de réaliser un **drainage périphérique en phase définitive**. *À ce stade de l'étude, nous ne connaissons pas tous les débits d'exhaure et toutes les venues d'eaux susceptibles d'être rencontrées.*

**Les fonds de forme devront présenter une légère pente à chaque fin de journée. Il faut impérativement éviter toute accumulation d'eau sur les fonds de forme.**

**Dans tous les cas, une bonne gestion des circulations d'eau est primordiale**, notamment pour éviter toute altération et dégradation des sols d'assise, fond de forme argileux en phase chantier, ainsi que la stagnation et l'altération sur le long terme.

.../...

De plus, le chantier deviendra rapidement boueux et difficilement praticable par temps de pluie. Il faudra prévoir des problèmes de portance. **Il est donc vivement conseillé de travailler en période de beau temps sec et de basses eaux.** Selon la période et les niveaux finis retenus, les travaux pourraient se faire en présence d'eau.

### Talutages :

#### - Phase provisoire :

- Dans les matériaux **argileux**, les talus devront être couchés avec une pente **Horizontale/ Verticale de 3H/2V, voire 3H/1V en cas de passées meubles ;**
- Dans les matériaux **sablo-graveleux**, les talus pourront être couchés avec une pente **Horizontale/ Verticale de 3H/2V ;**

**On limitera les talus dans les matériaux meubles à 3 m de hauteur.**

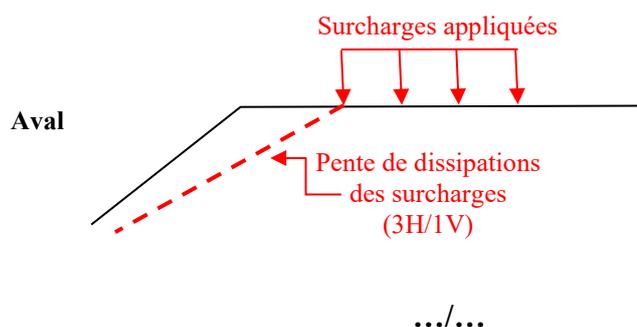
En cas de talutages provisoires supérieurs à 3 m dans les matériaux meubles, il conviendra de réaliser une risberme pour assurer la stabilité des talus (cette banquette sera d'au moins 2,00 m de large). Dans le cas contraire, il conviendra de réaliser un confortement sub-vertical en pied de talus de type gabions ou enrochements.

**On évitera toute surcharge en amont de talus, même temporairement.**

Les **talus définitifs** devront être couchés avec une **pente Horizontale / Verticale de 3H / 2V**, d'une hauteur maximale de 3 m, **végétalisés et drainés de manière correcte** (*drains, collecte et évacuation des eaux vers un exutoire*), voire confortés par un enrochement ou gabions en pied. *À ce stade de l'étude, nous ne pouvons définir les débits d'exhaure, et toutes les venues d'eau susceptibles d'être rencontrées.*

**On pourra travailler en présence d'eau, notamment selon la période des travaux et le NPHEC.**

On devra respecter une pente maximale Horizontale / Verticale de 3H / 1V prise à partir du point d'application des surcharges, en veillant à ce que cette pente ne ressorte les pentes des talus créés.



## Remblaiement :

D'après le niveau fini présent sur les plans, des remblaiements de l'ordre de 1,50 m de hauteur seront à prévoir pour une mise à niveau du terrain jusqu'au niveau fini, à l'aval.

**Pour rappel, on proscriera tout remblaiement directement dans les pentes.** Les plateformes devront être encadrées totalement, et il conviendra de respecter une pente de 3H/2V entre le bord de la plateforme et les éventuels talus.

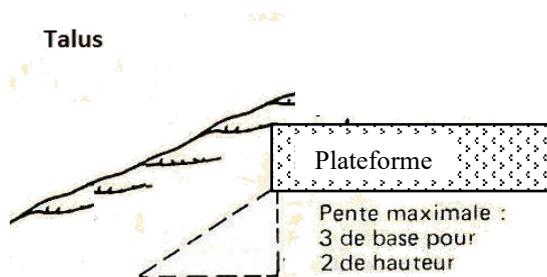


Schéma de principe

On réalisera les plateformes de remblais en 0/150 à 0/200 mm avec redent, selon le principe de remblaiement illustré ci-dessous (de 1 à 4) :

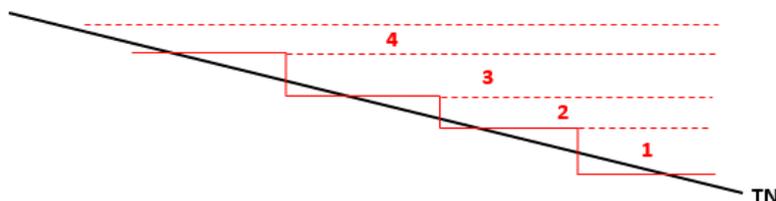


Schéma de principe du remblaiement

**Il conviendra de réaménager le site en respectant au maximum la topographie actuelle.**

.../...

### Préconisation vis-à-vis du retrait gonflement :

Par mesure préventive, il convient d'**éloigner les sources d'humidité**. Il convient en effet d'éloigner suffisamment de la construction toute zone humide ainsi que des éléments tels que les arbres, des drains et autres matériels de pompage. Il est également judicieux de prévoir la pose d'une géomembrane isolant le bâtiment du sol de manière à s'affranchir du phénomène saisonnier d'évapotranspiration. Il convient également de recourir à l'emploi de système non rigide, capable de subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, pour les canalisations d'eau enterrées.

On devra prévoir d'imperméabiliser les abords de la construction avec formes de pentes à l'opposé de la construction pour éviter toute circulation en direction de la construction.

Il faudra éloigner la végétation de toute construction d'au moins 1,5 fois la hauteur des arbres ou des haies. Dans le cas contraire, un écran anti-racines devra être prévue proche de la végétation (arbres...).

Enfin, pour les réseaux humides enterrés, il faudra prévoir (AEP, EU, EP...) des réseaux souples ou suffisamment enterrés pour palier à toute cassure vers la construction.

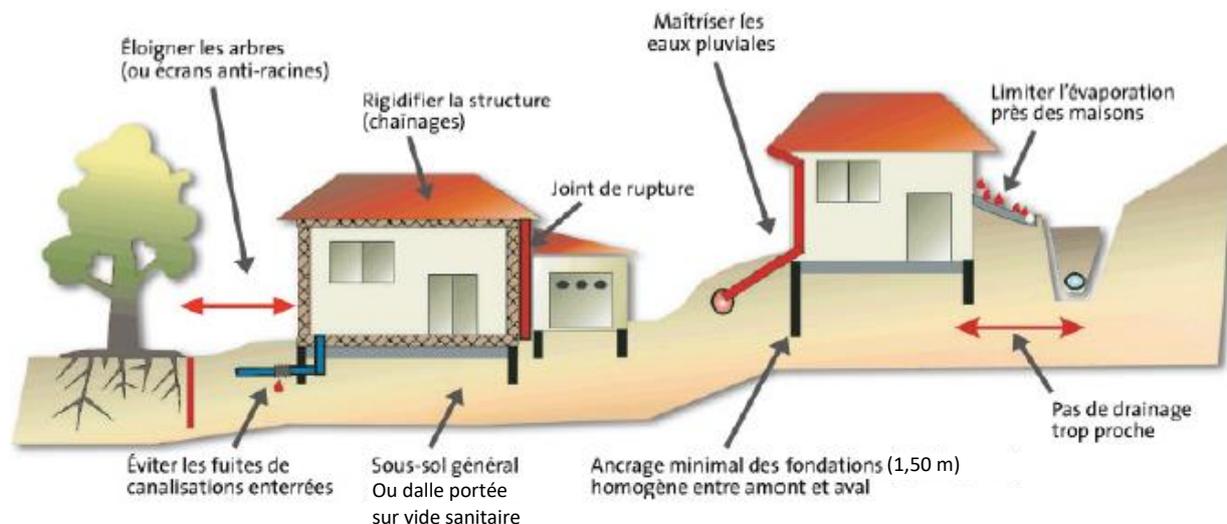


Schéma bilan des dispositions constructives préventives en cas de risque de retrait-gonflement (source [www.BRGM.fr](http://www.BRGM.fr))

.../...

### Classification sismique du sol :

- Zone de **sismicité 3 modérée**, d'après le Zonage Sismique (Eurocode 8, *Mai 2011*) ;
- Sol de **Classe C** : argile sablo-graveleuse à sable et graviers ± argileux dont les caractéristiques mécaniques augmentent avec la profondeur.
- Catégorie d'importance II (*à confirmer par le maitre d'ouvrage*) ;
- Valeur de l'accélération horizontale **ag = 1,1 m/s<sup>2</sup>** ;
- Paramètre de sol S = 1,50 (NF EN 1998-1) pour une classe de sol C.

*Lors de la réalisation des travaux (fouilles, terrassements, compactage...), on prendra toutes les précautions qui s'imposent afin de garantir la stabilité des ouvrages existants avoisinants (bâtiments, voiries, réseaux...).*

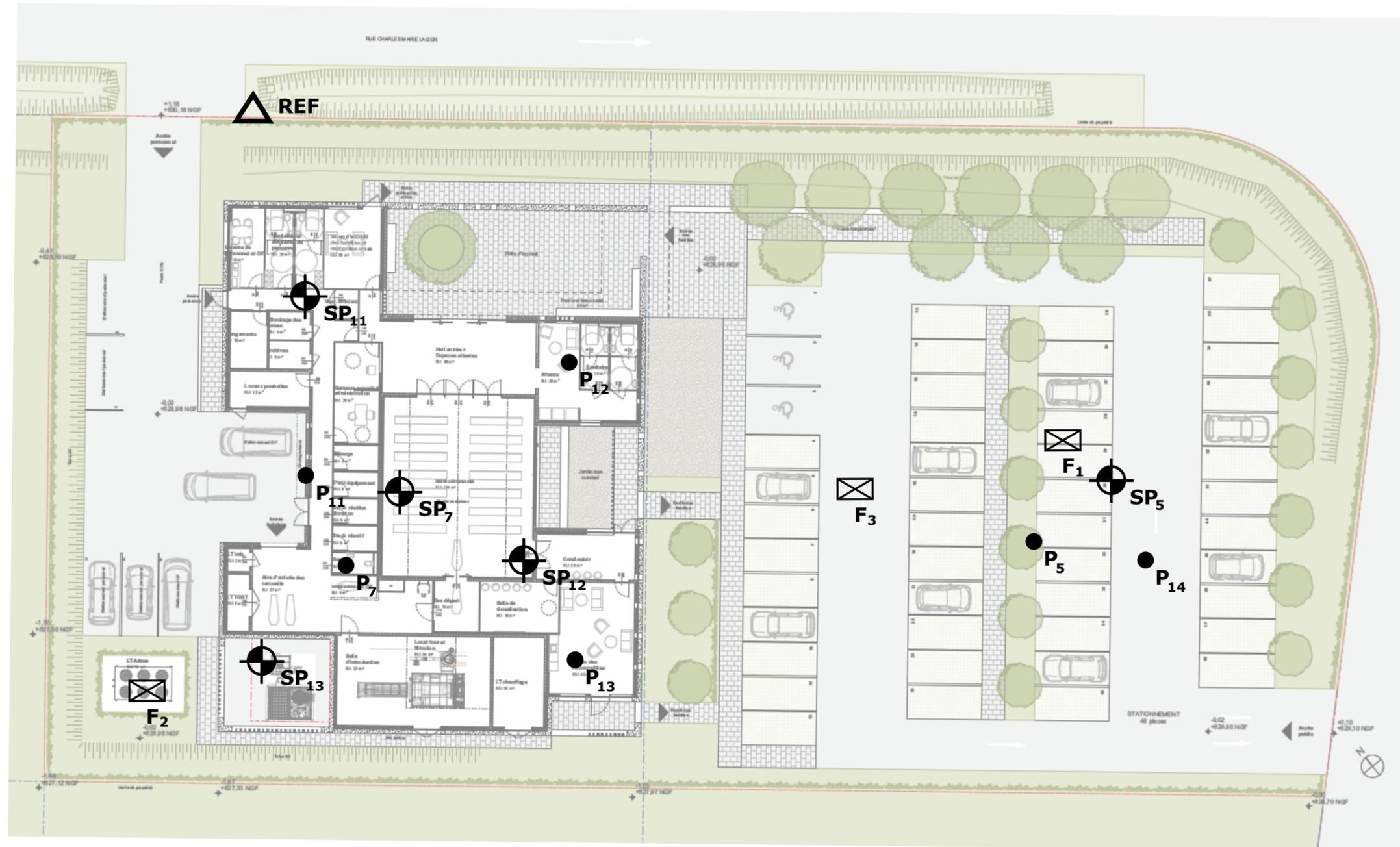
*Selon la configuration définitive du projet, ses charges et ses niveaux finis notamment, le présent rapport devra être suivi d'une étude **G2PRO, G3 et G4** (selon l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF P 94-500).*

Nous restons à la disposition des concepteurs pour préciser et adapter nos conclusions.

**B. NICEY**

## **DOCUMENTS ANNEXES**

# CREMATORIUM 25-PONTARLIER



Echelle : 1/300

- Sondage pénétrométrique (P)
- ⊕ Sondage pressiométrique (SP)
- ⊠ Fouille à la pelle avec essai de perméabilité (F)

# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

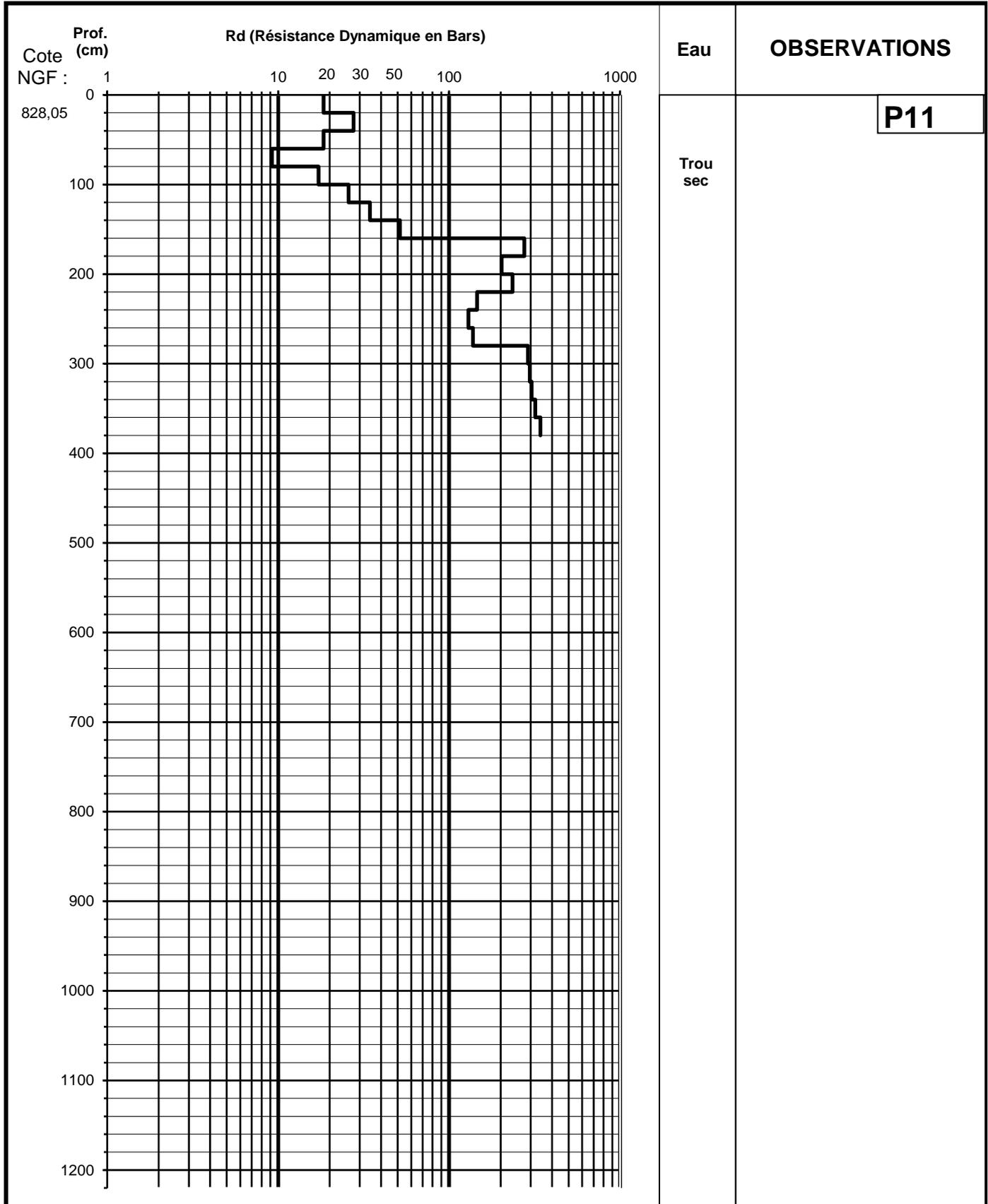
Dossier N° : 19 765

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Date : 01/10/2024



# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

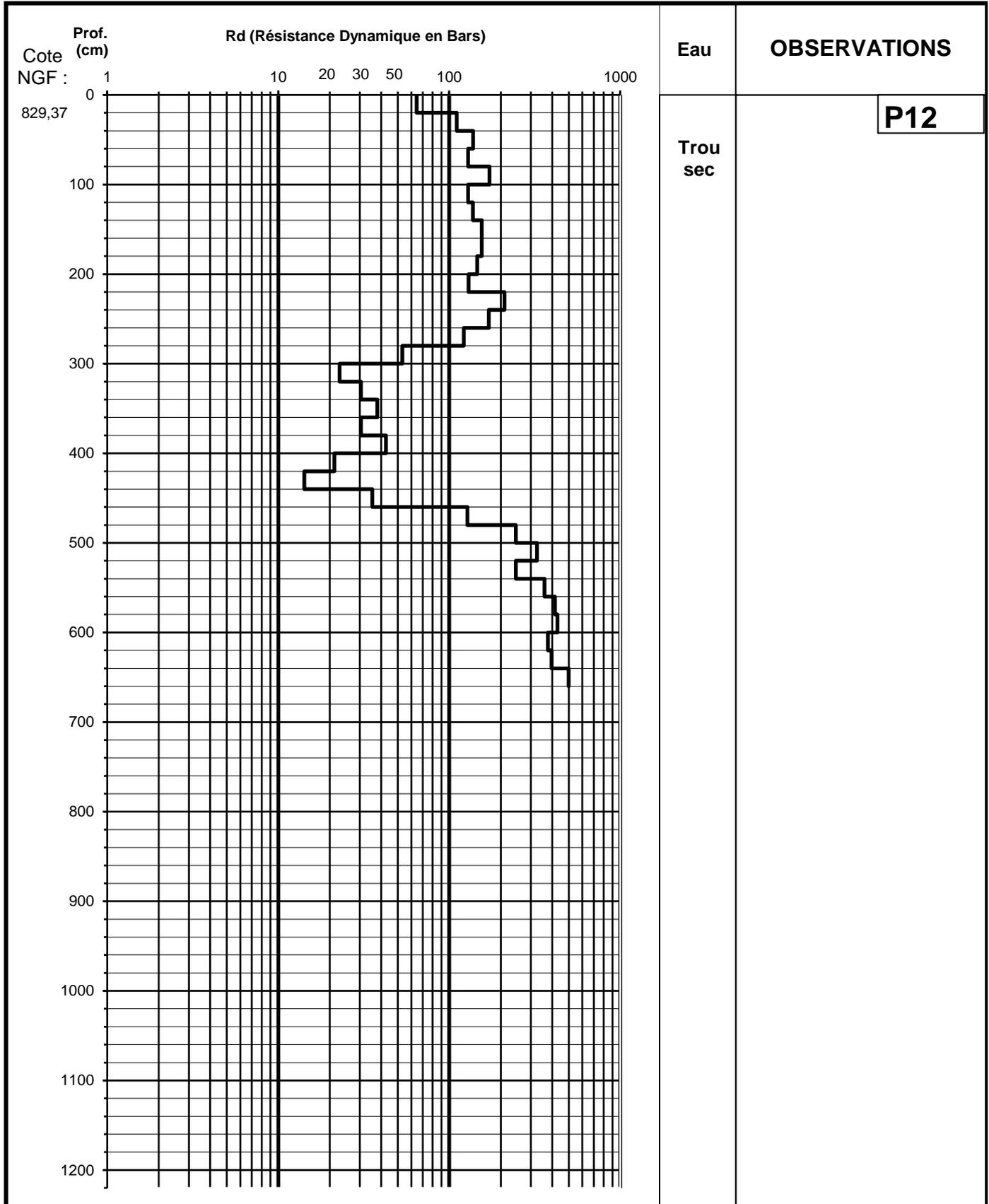
Dossier N° : 19 765

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Date : 01/10/2024



# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

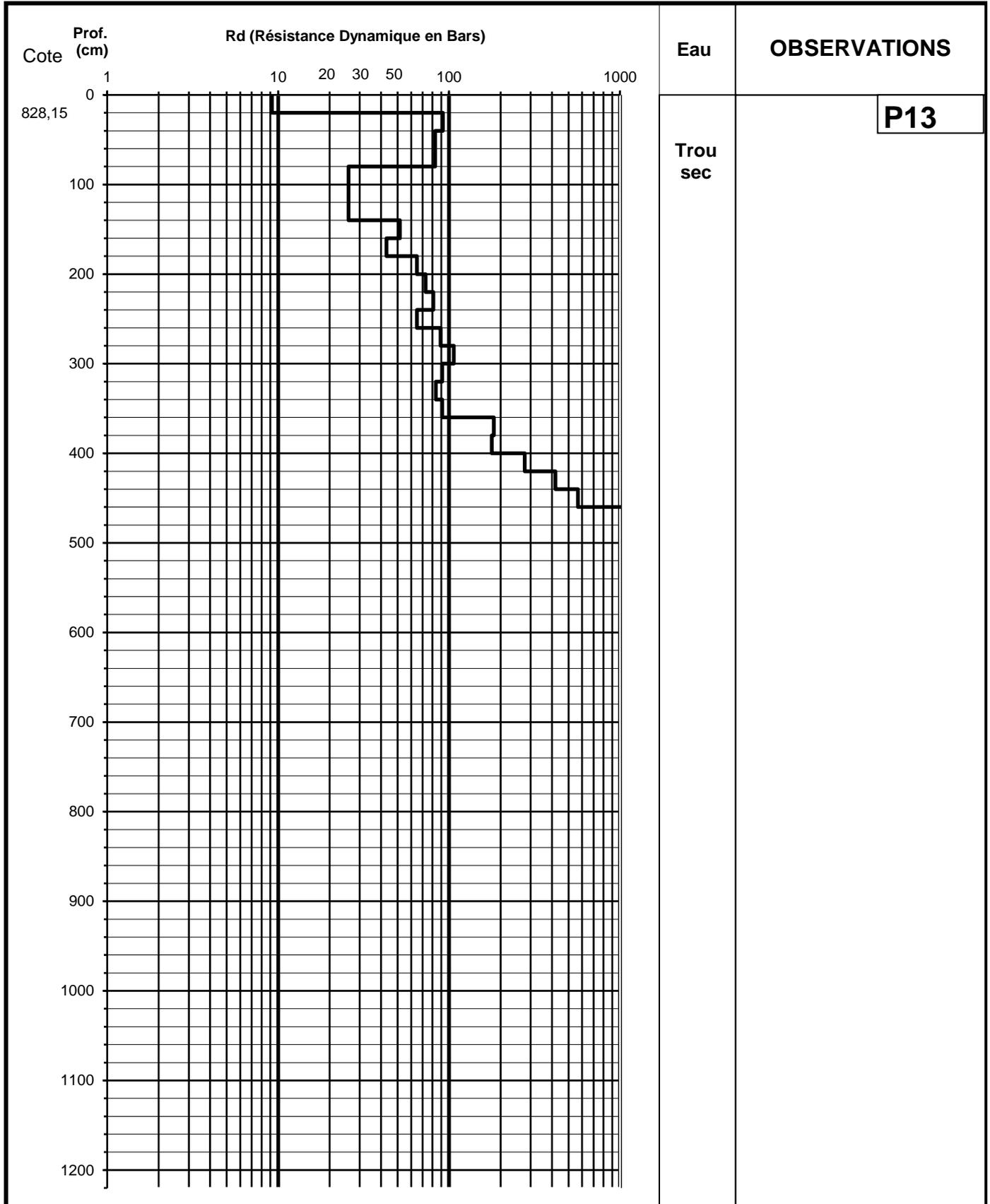
Dossier N° : 19 765

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Date : 01/10/2024



# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

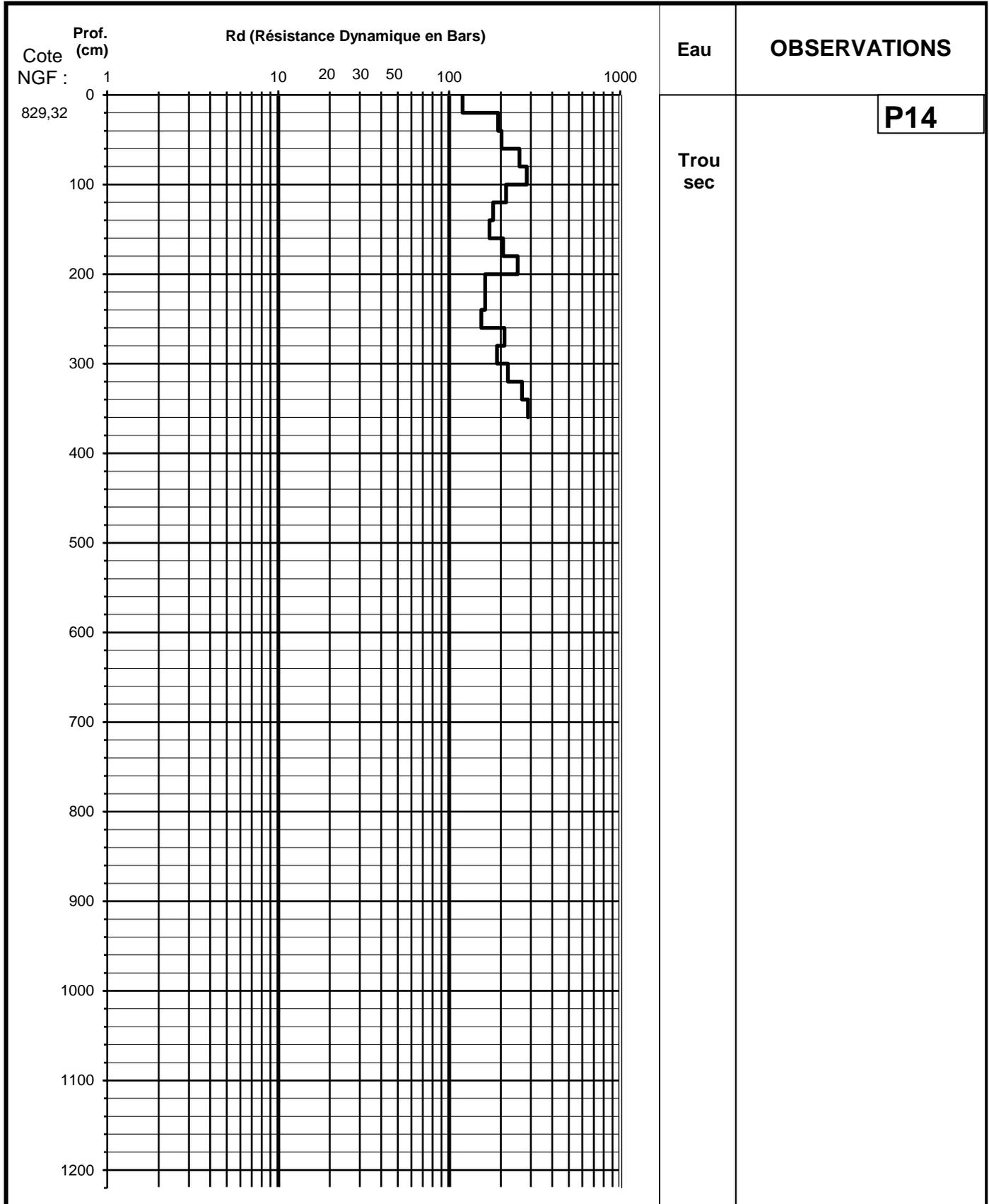
Dossier N° : 19 765

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Date : 01/10/2024



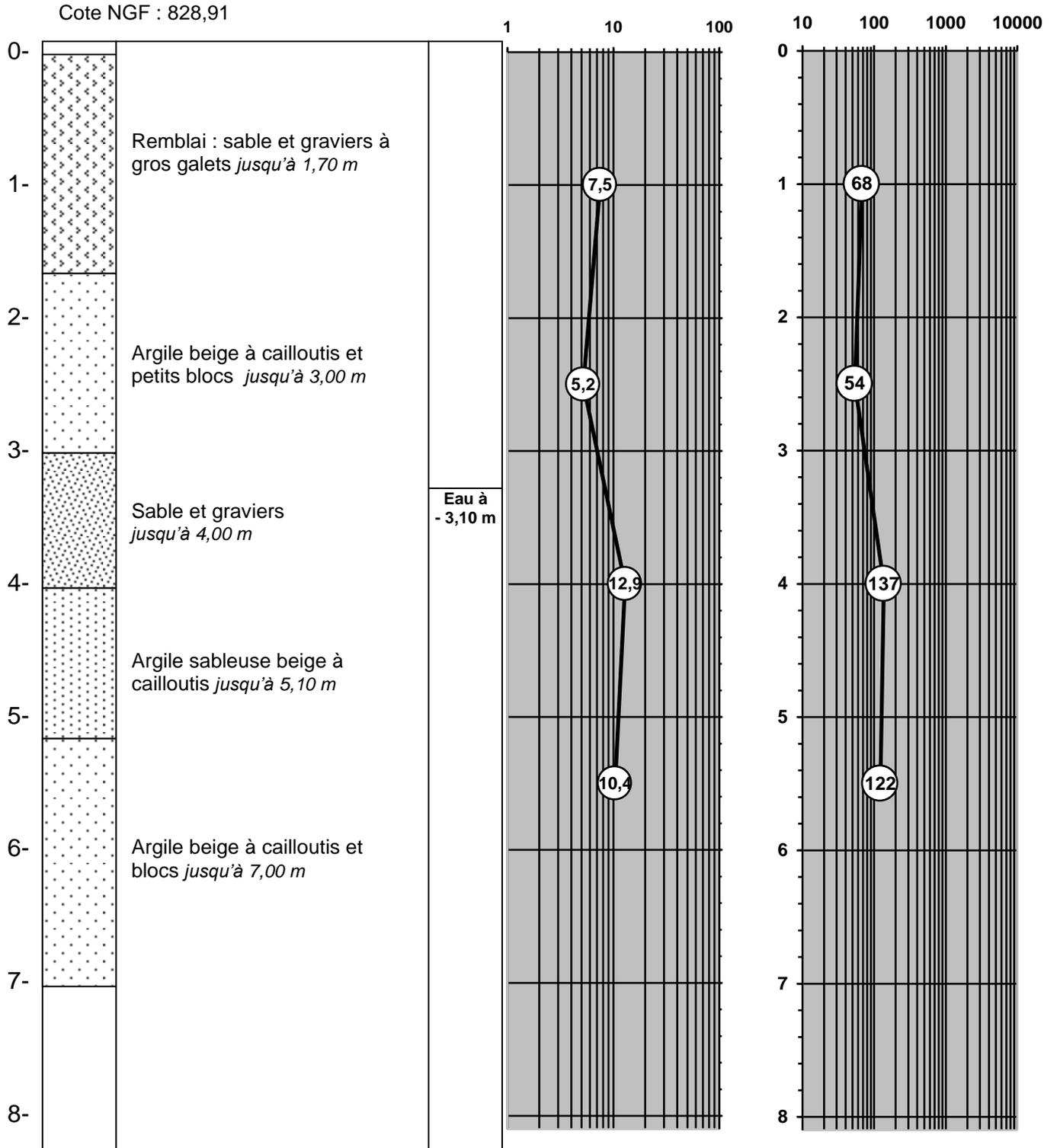
Dossier N° : 19765

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024

**SP11**

Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Pression limite PI (bars)	Module pressiométrique E (bars)
-----------	-------------------	-----	---------------------------	---------------------------------



# B 3 G 2

## Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanterneée

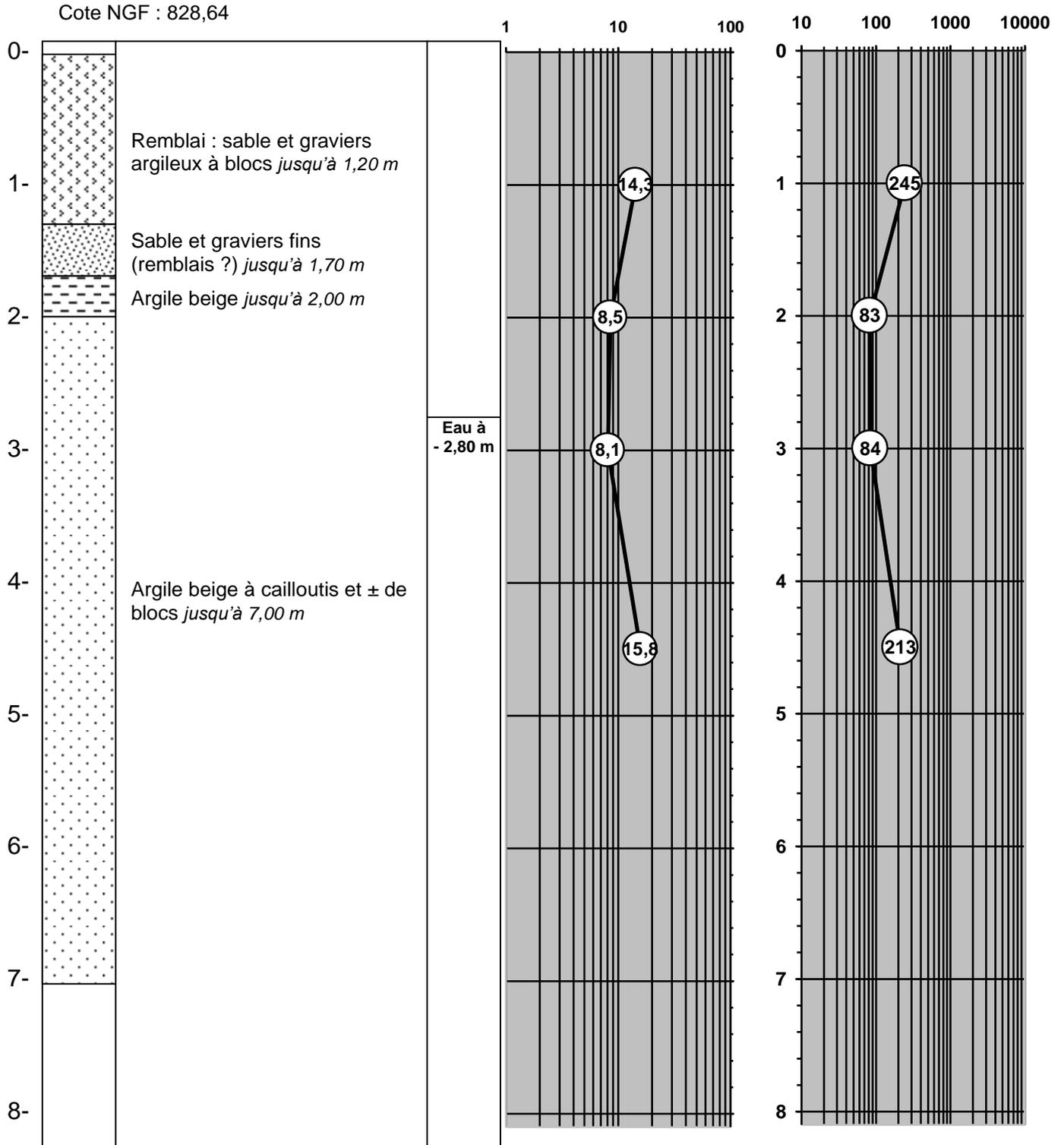
Dossier N° : 19765

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024

**SP12**

Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Pression limite PI (bars)	Module pressiométrique E (bars)
-----------	-------------------	-----	---------------------------	---------------------------------



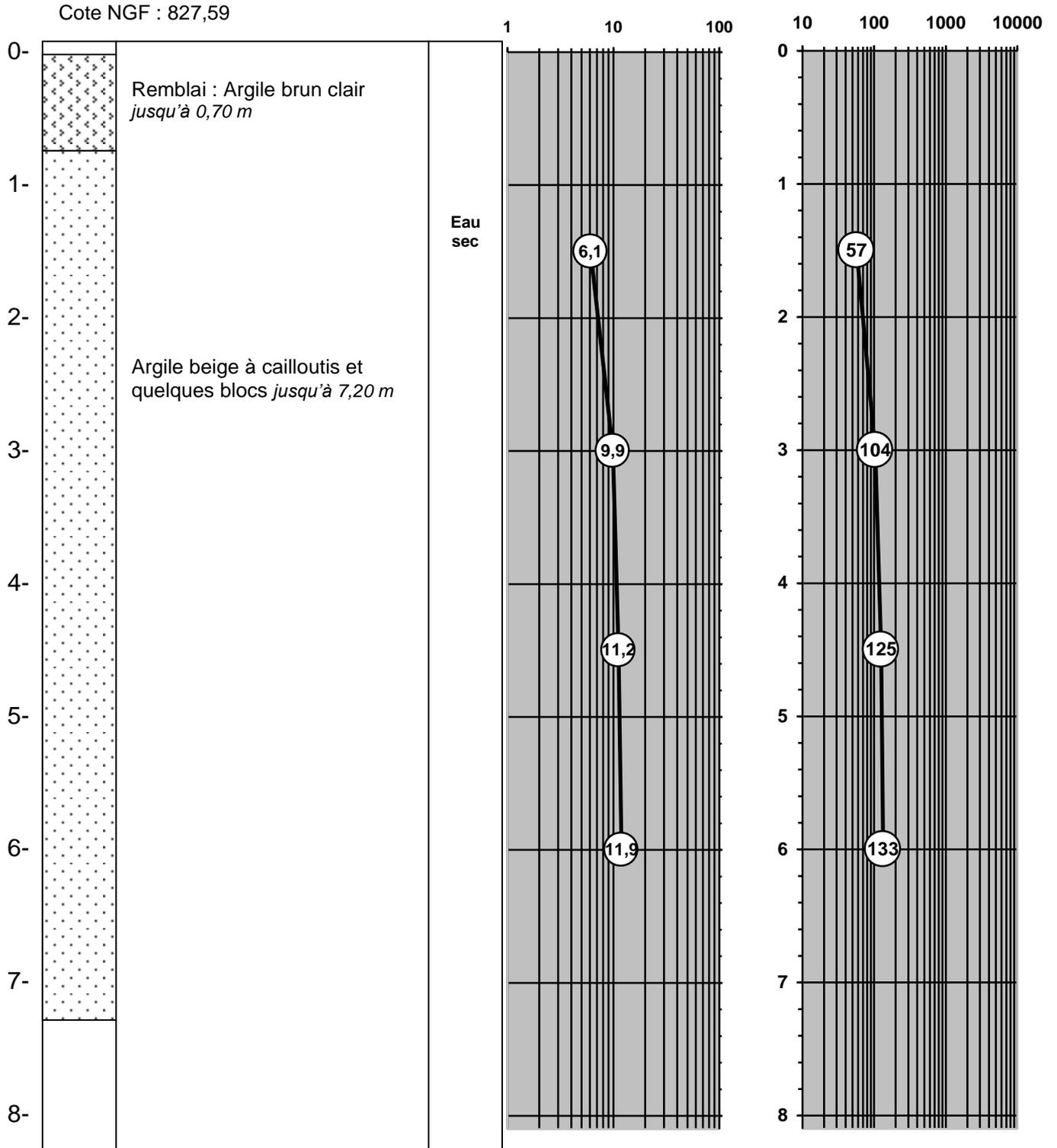
Dossier N° : 19765

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024

**SP13**

Prof. (m)	Nature du terrain	Eau	Pression limite PI (bars)	Module pressiométrique E (bars)
-----------	-------------------	-----	---------------------------	---------------------------------



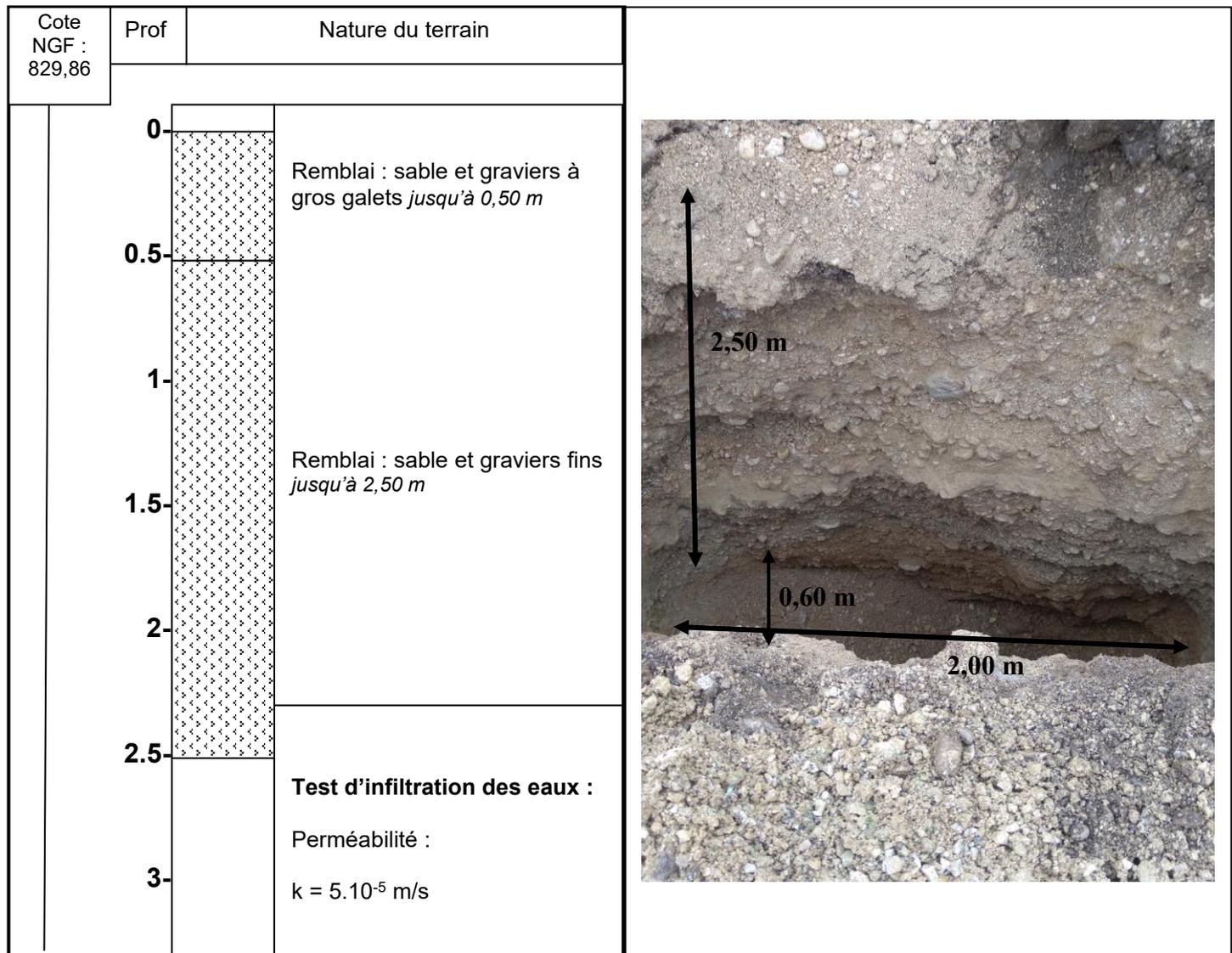
# B 3 G 2

## Fouille à la pelle mécanique avec essai d'infiltration F1

Dossier N° : 19765

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024



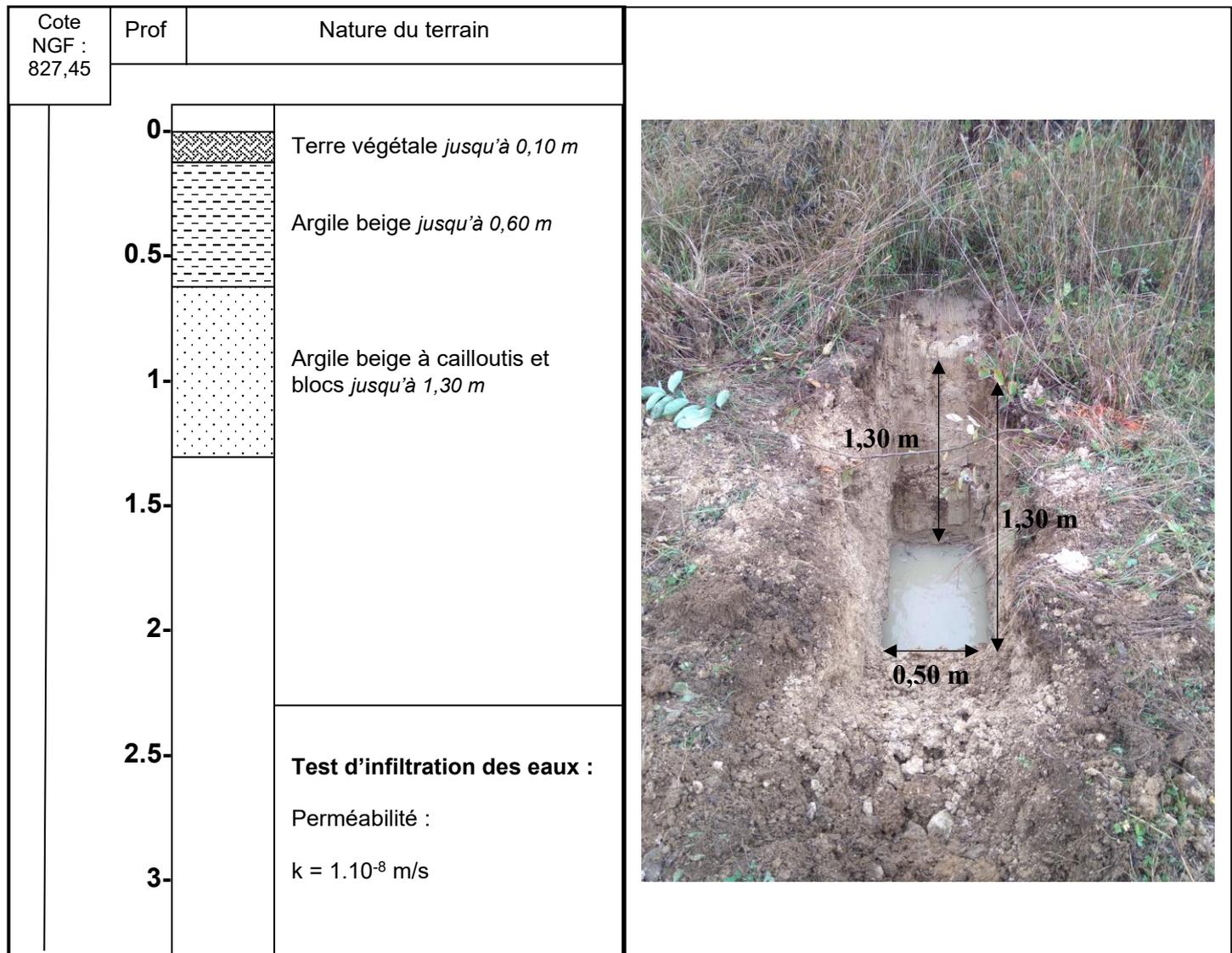
# B 3 G 2

## Fouille à la pelle mécanique avec essai d'infiltration F2

Dossier N° : 19765

Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024



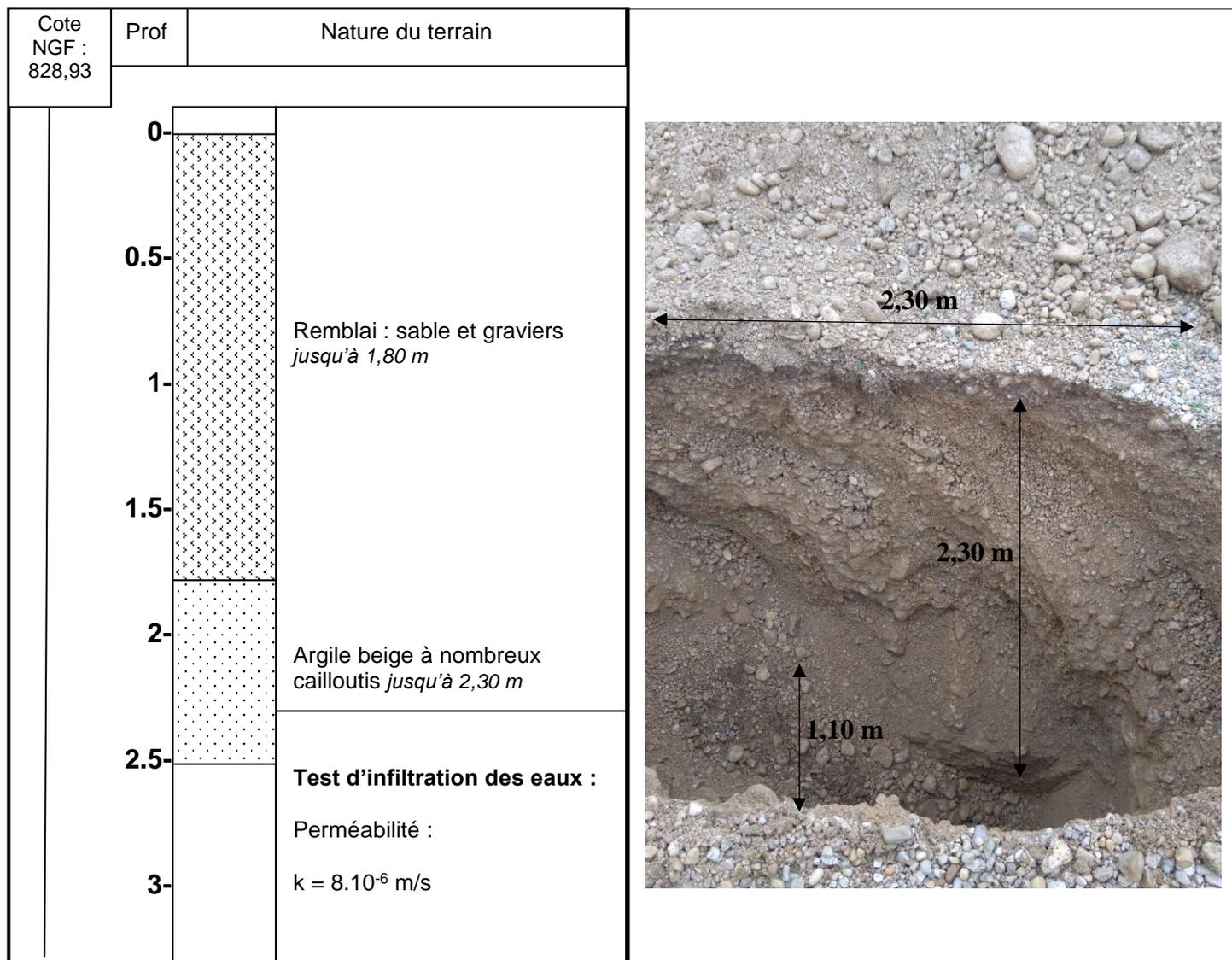
# B 3 G 2

## Fouille à la pelle mécanique avec essai d'infiltration F3

Dossier N° : 19765

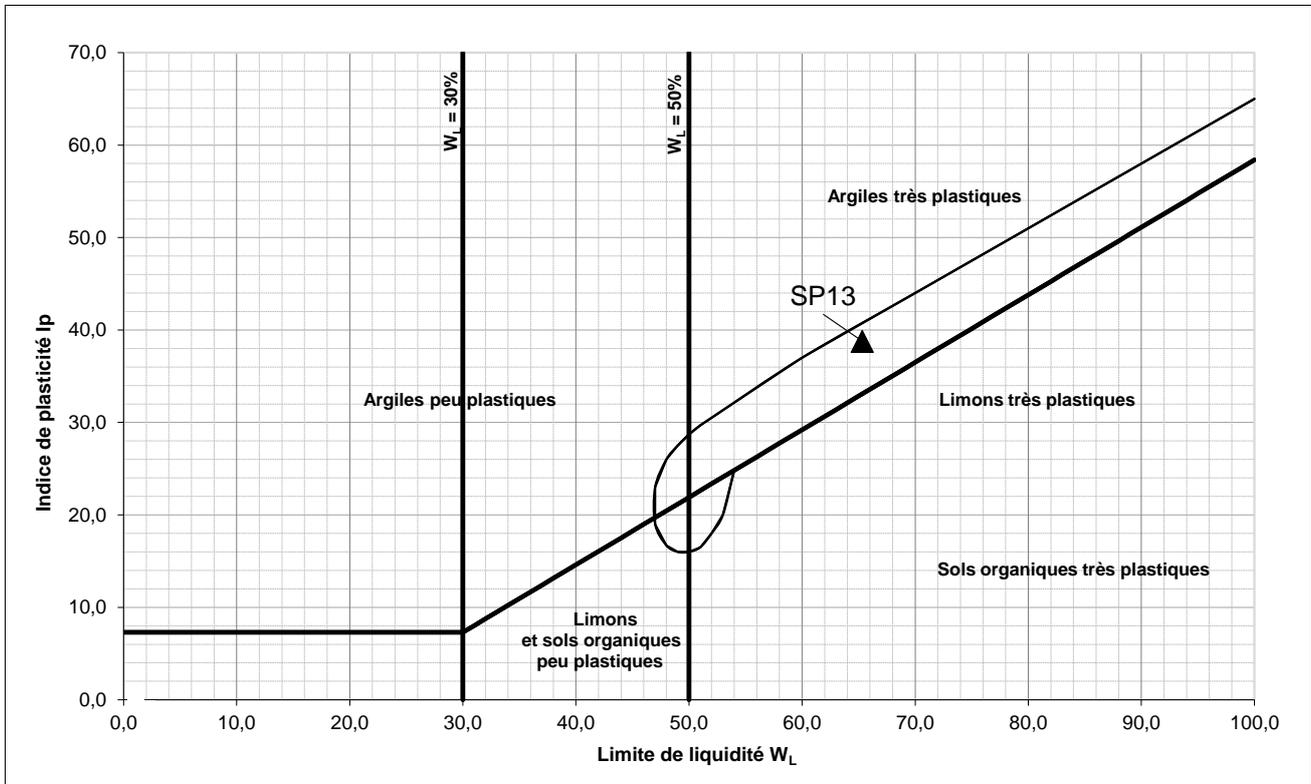
Affaire : CREMATORIUM 25-PONTARLIER

Date : 01/10/2024



**Numéro de dossier :** 19765

**Affaire :** CREMATORIUM 25-PONTARLIER



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	$W_L$ (%)	$W_P$ (%)	$I_p$	$I_c$
SP13	0,70 à 1,50 m	Argile beige à cailloutis	<b>A3h</b>	33,5	65,3	26,5	38,8	0,8

# B 3 G 2

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95  
e-mail : b3g2@b3g2.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

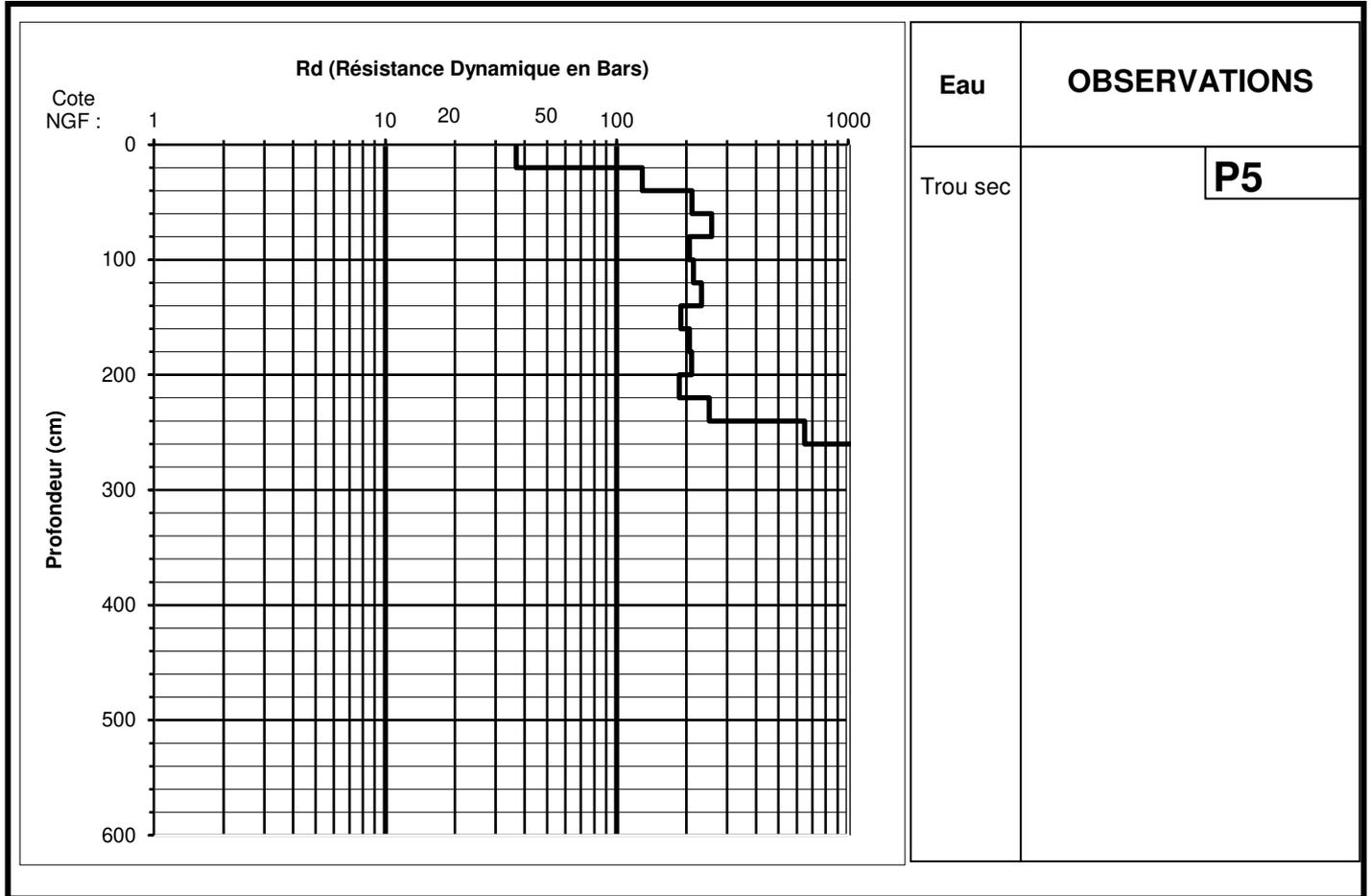
**PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790**

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 18146-22

Affaire : Parc Gravilliers 3 25-PONTARLIER

Date : 04/11/2020-12/11/2020-07/12/2020

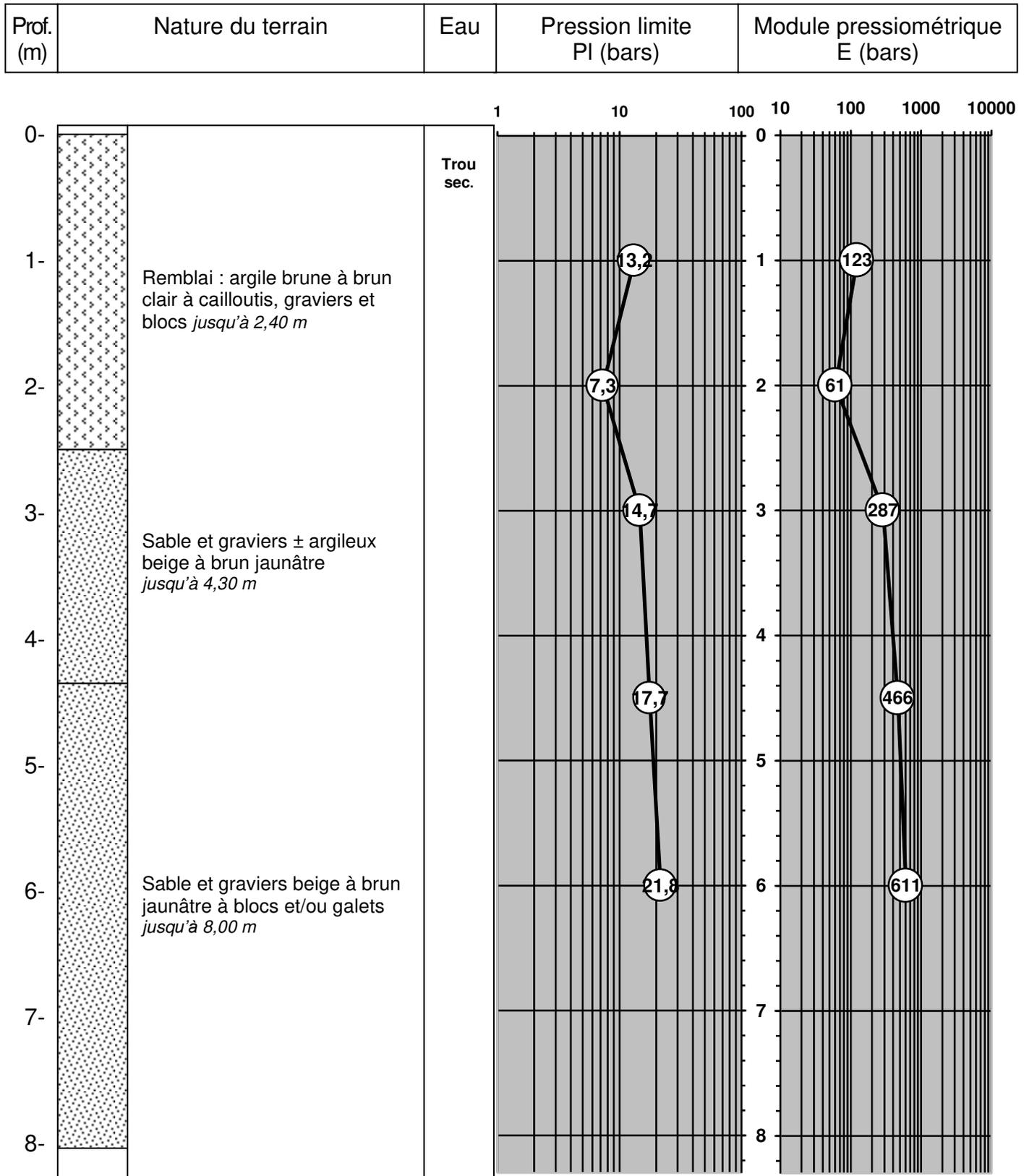


Dossier N° : 18146-22

Affaire : Parc Gravilliers 3 25-PONTARLIER

Date : 05/11/2020

**SP 5**



# B 3 G 2

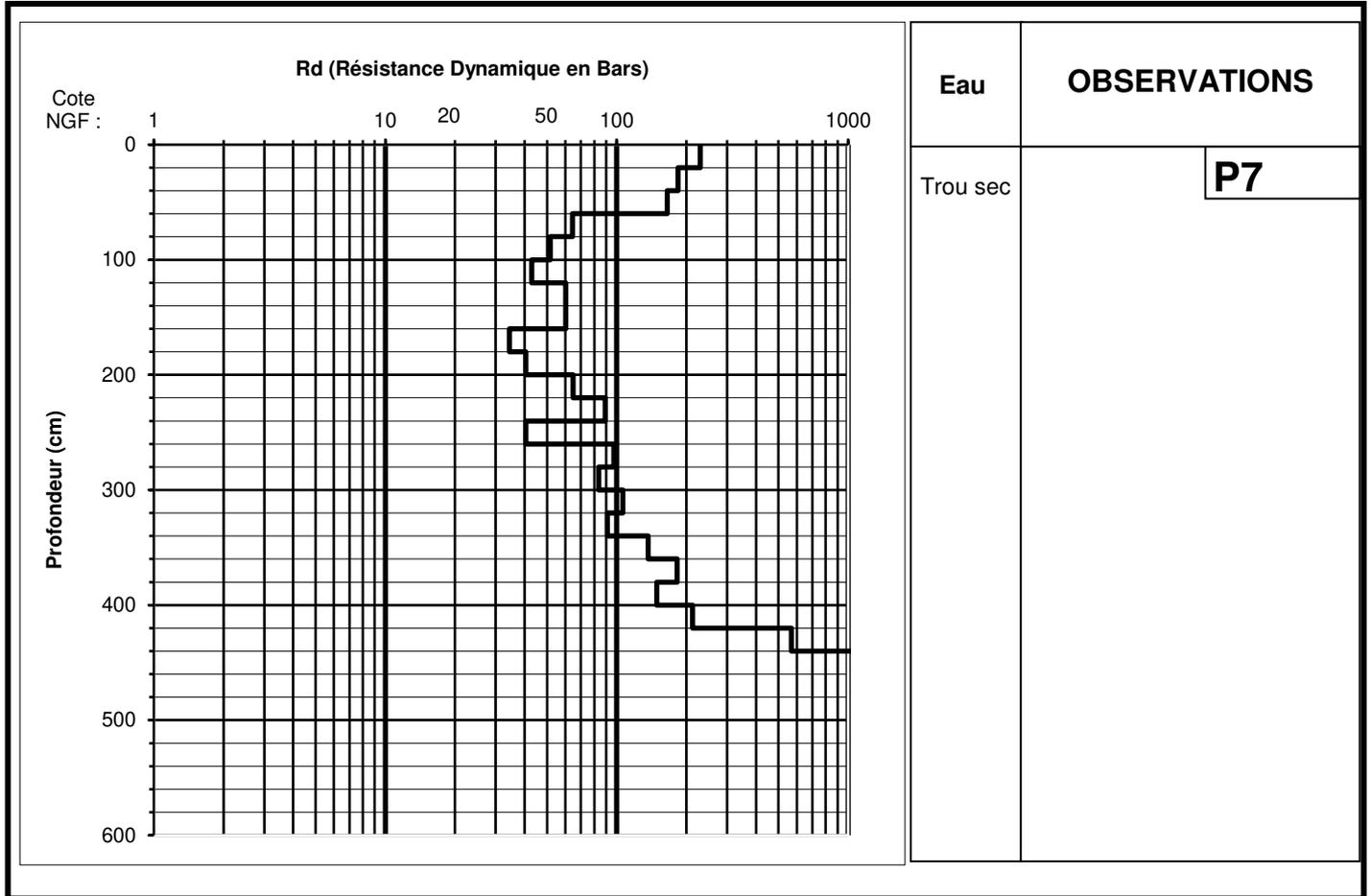
10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95  
e-mail : b3g2@b3g2.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

**PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790**  
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 18146-23  
Affaire : Parc Gravilliers 3 25-PONTARLIER  
Date : 04/11/2020-12/11/2020-07/12/2020



# B 3 G 2

## Sondage pressiométrique

(Roto-percussion Ø 64 mm)

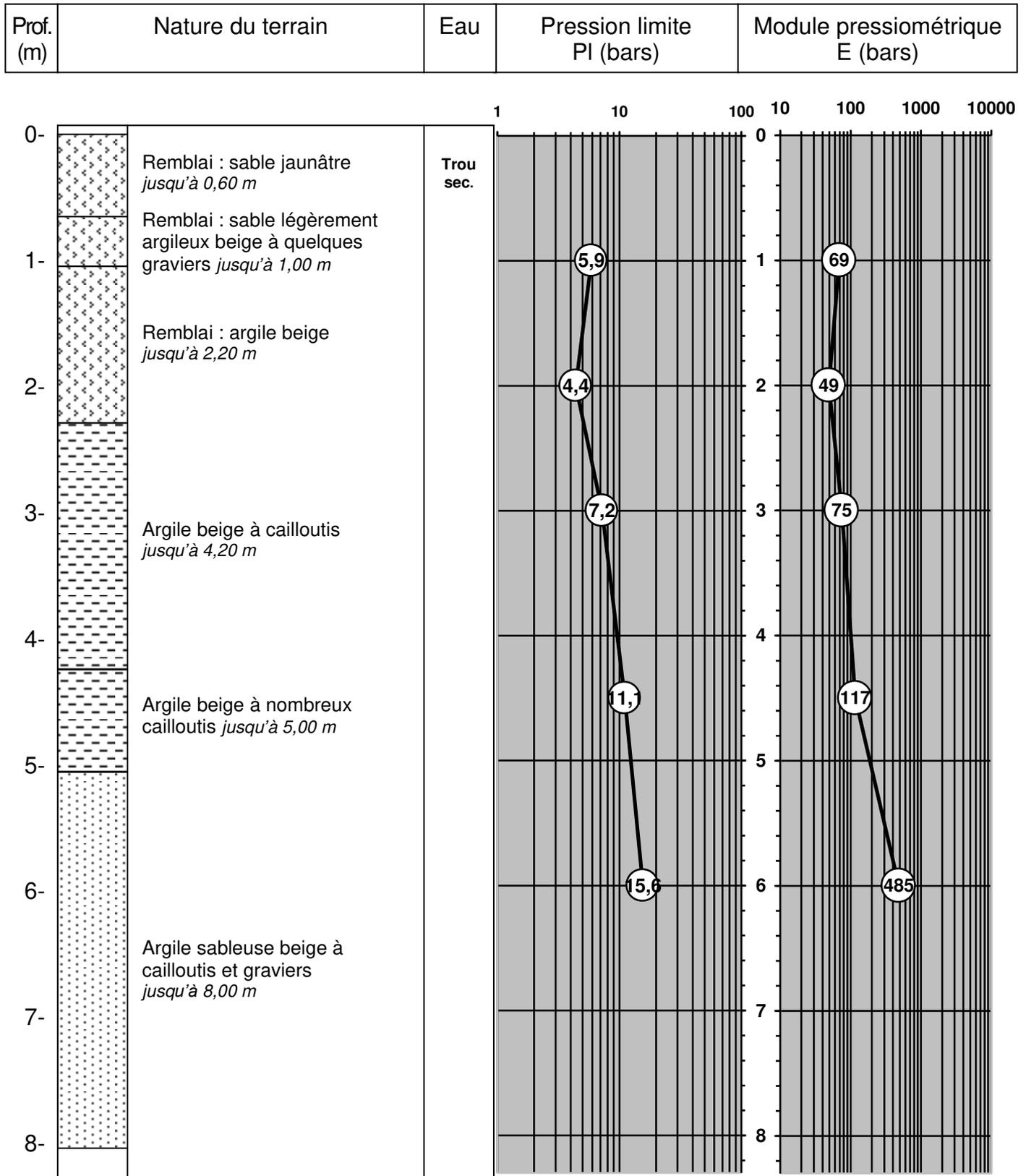
Sonde lanterneée

Dossier N° : 18146-23

Affaire : Parc Gravilliers 3 25-PONTARLIER

Date : 12/11/2020

SP 7



## **Annexe 4 : Étude de la qualité de l'air par les lichens - Méthodologie**

---



Diagnostic environnemental  
Expertises de la qualité de l'air  
Etudes d'impacts

**ETAT ENVIRONNEMENTAL PREALABLE A L'IMPLANTATION  
D'UN CREMATORIUM A PONTARLIER**

**ETUDE DE LA QUALITE DE L'AIR PAR LES LICHENS**

**POUR LA SOCIETE SEDIA**

**2025**

Carquefou, le 26 Février 2025

N/Réf. 2213/A/02/25

Affaire : Etat initial par les lichens.

[t.gallait@sedia-bfc.fr](mailto:t.gallait@sedia-bfc.fr)

[www.sedia-bfc.fr](http://www.sedia-bfc.fr)

Mobile 06 72 02 41 55

**OBJECTIF**

**Des** emplacements de lichens seront contrôlés en préalable à l'implantation du crématorium. Ceci permettra d'acquérir des données en étude initiale. Cette connaissance est importante car il s'agit d'un base de recherche d'évolution ultérieure car il ne s'agit pas d'imputer des retombées au crématorium si ce n'est pas le cas.

## LOCALISATION ET NOMBRE DE SITES



Localisation du crématorium. Carte GGE fournie

Rose de retombées (méthodologie Air Lichens) selon l'orientation et les vitesses des vents.

Sur cette carte deux emplacements de prélèvements sont réalisés en fonction de la zone de retombées théoriques selon l'inverse de la rose des vents.

Les localisations prennent en compte la rose des vents de Pontarlier année 2023 (vents les plus fréquents) et l'environnement local ainsi que la présence d'arbres qui seront soumis aux prélèvements.

Les lotissements Nord/Est et limitrophes de la ZI en devenir ne sont pas a priori soumis à des retombées, selon les orientations.

# METHOLOGIE GENERALE POUR LES LICHENS

## *Prélèvements selon la norme NF X 43-903, et selon la marque Li-Diox®.*

La recherche de méthodes de bioindication a permis de considérer les lichens comme des témoins fiables. L'équilibre du partenariat entre les deux constituants des lichens (*algue ou cyanobactérie et champignon*), la dépendance directe de l'atmosphère (*pas de racines sur le support*), la lenteur du métabolisme, la croissance continue en toutes saisons en font des bioindicateurs et biorétenteurs de choix.

- *Les lichens sont des témoins fiables à condition de respecter les procédures, au-delà des normes qui sont des outils de base et ne remplacent pas le savoir-faire et la mise au point de méthodes internes par Air Lichens.*
- *L'équilibre du partenariat entre les deux constituants des lichens (algue ou cyanobactérie et champignon), la dépendance directe de l'atmosphère (pas de racines sur le support), la lenteur du métabolisme, la croissance continue en toutes saisons en font des bioindicateurs et bioaccumulateurs de choix.*
- *Les mesures sont représentatives de la moyenne des événements atmosphériques et de l'état de fond du contenu en PCDD/F et autres molécules et métaux du secteur considéré.*
- *Ceci permet de s'affranchir des variations intraspécifiques. La standardisation de l'espèce permet de comparer les données dans le temps et dans l'espace, les études réalisées dans une région ou pour un type d'industrie sont ainsi comparables. La collecte nécessite des précautions pour éviter les contaminations lors de l'échantillonnage, et lors de la préparation et transfert vers un laboratoire certifié et agréé.*
- *Les lichens possèdent une capacité d'intégration des variations atmosphériques en PCDD/F qui aboutit à un état d'équilibre entre le contenu interne et celui de l'air. Ceci permet d'obtenir une carte des retombées grâce à la signature des émissions. Celle-ci rend compte de la dispersion grâce à une diminution du contenu en relation avec les vents et l'éloignement de la source. Le bruit de fond est déterminé par Air Lichens.*

*Cette proposition correspond à des points de mesures référencés et adaptés. Le procédé répond au suivi de l'exposition chronique des populations et de l'environnement. Le contenu en dioxines, furanes et métaux à l'intérieur des lichens est en équilibre avec le contenu dans l'air. Les épiphénomènes transitoires ne provoquent pas de saturation.*

*La méthode lichénique est la seule à répondre aux émissions associées aux particules et (ou) aux émissions gazeuses.*

### Les précautions recouvrent les tâches suivantes :

- ✓ **Prélèvement** : Le choix des sites et des espèces, la quantité de matériel et sa qualité pour l'obtention de la quantité nécessaire pour les analyses. Le prélèvement est réalisé avec du matériel médical à usage unique.
- ✓ **Recueil** : Le type des flacons d'échantillonnage est différent selon les molécules ou les métaux à mesurer conjointement.
- ✓ **Conservation** : Les échantillons sont réfrigérés immédiatement après leur recueil jusqu'au transport sur les lieux de préparation.
- ✓ **Préparation** : La préparation microscopique se réalise en conditions définies, notamment sous loupe binoculaire à lumière froide. Il s'agit d'éliminer les impuretés sources de mesures erronées du poids sec.

# BASES TECHNIQUES D'INTERPRETATION

Les dosages sont réalisés par le Laboratoire CARSO à Lyon (69), agréé et certifié COFRAC. Les quantifications sont rendues avec une incertitude de 15% par le laboratoire.

## ANALYTIQUE, NORMES DE REFERENCE & UNITES

Aair Lichens transmet au laboratoire des échantillons préparés suivant les protocoles liés aux brevets et aux différentes normes. Ils sont identifiés par un nom et un numéro attribués par Aair Lichens sans indication ni du lieu, ni de la nature du suivi ou du nom du commanditaire. Les mesures sont réalisées « en aveugle » par le laboratoire qui ignore ainsi comment les prélèvements sont géographiquement articulés les uns avec les autres ce qui évite toute interférence. Aair Lichens est donc l'expert unique apte à effectuer les interprétations.

N.B : Pour les PCDD/F (et PCB) : la limite de quantification est telle que définie dans l'annexe I du règlement (UE) n° 644/2017. Il s'agit de la concentration de l'analyte dans l'extrait qui produit une réponse instrumentale aux deux ions suivis avec un rapport S/B (signal sur bruit) de 3:1 pour le signal le moins intense et remplit les critères d'identification tels que définis dans la méthode EPA 1613, Révision B.

Dans le cas des échantillons agro-alimentaires, les méthodes d'analyse sont conformes aux critères énoncés dans le règlement (UE) n°152/2009 du 27 Janvier 2009 et modificatifs (alimentation animale) et dans le règlement (UE) n° 644/2017 de la commission du 5 avril 2017 (alimentation humaine).

Pour plus de précisions, merci de se référer aux feuilles de résultats dans les annexes.

LEGENDE : M.I = Méthode Interne (normes EPA 1613, EPA 1668 et EN 16215), MB = Matière Brute, MS = Matière Sèche, MG = Matière Grasse.

LICHENS	Normes de références analytiques	Méthodes analytiques	Unités de Mesure
PCDD/F	EPA 1613 RB	MET008 HRGC/HRMS Autospec ULTIMA (Waters)	ng/kg MB TEF OMS 1998 ou OMS 2005
ETM	M.I. M_SM139 / M_SM140	ICP/MS ou ICP/AES après minéralisation HNO3/H2O2	mg/kg MS

### Normes de référence, Méthodes analytiques et Unités de mesure dans les lichens, d'après CARSO

Mesures de PCDD/F en ng TEQ/kg MB (Matière Brute). En réalité, pour les lichens, aucune différence de traitement n'existe car les échantillons sont fournis au laboratoire sous forme de matière sèche pulvérisée et ne subissent aucun traitement autre que les extractions au laboratoire. Dans ce cas, il s'agit de dénominations techniques et MB = MS.

## VALEURS REPERES AAIR LICHENS

Les tableaux ci-après présentent les Bruits de Fond (BFBD) et Valeurs Significatives (VSBD) selon la Base de Données Aair Lichens dans les lichens.

Les valeurs de référence du calcul BFBD sont celles de la Zone Témoin d'Aair Lichens (RN) et un ensemble de données « France entière ». La colonne « Rf. RN » représente la valeur de la mesure dans les lichens.

La « Valeur Limite ou Valeur alerte » représente les cas où des conséquences pourraient être dommageables.

**N.B.** : nous rappelons qu'il s'agit de valeurs dans les lichens.

Dans le calcul de significativité, nous suivons les recommandations de l'INERIS (ADEMDIOX - participation AAIR LICHENS - 2000) avec une significativité majoritairement basée sur 40% d'incertitudes cumulées.

<b>Analyses LICHENS</b>	<b>Bruit de fond (BFBD)</b>	<b>Significativité (VSBD)</b>	<b>Analyse (Rf. RN)</b>	<b>Seuil de quantification</b>	<b>Valeur alerte</b>
	<b>&lt; 2,0</b>	<b>&gt; 2,8</b>	<b>1,8 OMS 1998 1,6 OMS 2005</b>	<b>0,1</b>	<b>20</b>

**BFBD VSBD dans les lichens selon Air Lichens - ng/kg TEQ OMS**

<b>Analyses LICHENS</b>	<b>Bruit de fond (BFBD)</b>	<b>Significativité (VSBD)</b>	<b>Analyse (Rf. RN)</b>	<b>Seuil de quantification</b>	<b>Valeur alerte</b>
	<b>&lt; 4,0</b>	<b>&gt; 5,6</b>	<b>3,5</b>	<b>0,25</b>	
	<b>&lt; 9,0</b>	<b>&gt; 12,0</b>	<b>9,5</b>	<b>0,25</b>	<b>600</b>
	<b>&lt; 1,5</b>	<b>&gt; 2,0</b>	<b>3,4</b>	<b>0,10</b>	
	<b>&lt; 0,15</b>	<b>&gt; 0,20</b>	<b>0,06</b>	<b>0,050</b>	<b>1</b>
	<b>&lt; 0,20</b>	<b>&gt; 0,30</b>	<b>0,1</b>	<b>0,05</b>	<b>1</b>
	<b>&lt; 120</b>	<b>&gt; 170</b>	<b>79</b>	<b>0,50</b>	
	<b>&lt; 0,80</b>	<b>&gt; 1,10</b>	<b>1,05</b>	<b>0,25</b>	
	<b>&lt; 0,50</b>	<b>&gt; 0,70</b>	<b>&lt; L.q</b>	<b>0,10</b>	
	<b>&lt; 3,5</b>	<b>&gt; 4,9</b>	<b>3,1</b>	<b>0,25</b>	
	<b>&lt; 9,0</b>	<b>&gt; 12,0</b>	<b>4,2</b>	<b>0,10</b>	<b>100</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>&lt; L.q</b>	<b>0,25</b>	
	<b>&lt; 4,0</b>	<b>&gt; 5,6</b>	<b>5,0</b>	<b>0,25</b>	
	<b>&lt; 50</b>	<b>&gt; 70</b>	<b>36</b>	<b>0,50</b>	

**BFBD VSBD dans les lichens selon Air Lichens, ETM (mg/kg)**

Attention, pour les deux tableaux, les seuils de quantification sont fournis à titre indicatif car ils peuvent légèrement varier en fonction des témoins et des blancs lors de l'analyse.

**PRECISIONS :** Pour les PCDD/F, l'évaluation d'un bruit de fond permet de définir la significativité des retombées. De plus, les valeurs obtenues sont confrontées au seuil de 20 pg TEQ/g, seuil au-dessus duquel, le risque d'introduction notable des PCDD/F dans l'alimentation. Pour les métaux, les bruits de fond correspondent aux valeurs déterminées pour les études Air Lichens et permettent de définir la significativité des retombées.

## CADRE DE L'ETUDE

La mission sera effectuée par un lichénologue spécialisé dans la reconnaissance des perturbations causées par des phénomènes touchant l'environnement. Le Conseil Scientifique est assuré par le Docteur Lallemand, (Faculté des Sciences de l'Université de Nantes), associé de la Société Air Lichens.

- Pour Air Lichens, le Dr Philippe Giraudeau est **Certifié de formation à l'expertise, l'arbitrage, la médiation & la conciliation. N°3111 Institut de l'Expertise – Paris 2008.**
- Sa formation a été complétée à Helsinki (Finlande) au Botanical Garden of Helsinki où il a étudié les méthodes de suivi environnemental.
- *Le Dr Giraudeau est Intervenant à l'UFR Sciences et Techniques, Recherche Biologie à l'Université de Nantes au Module XMS1BE850 de diagnostic environnemental.*

## CHOIX DU LABORATOIRE POUR LES LICHENS

- ✓ Le compartiment analytique (lichens) sera confié à un laboratoire certifié et agréé COFRAC.
- ✓ Le laboratoire ignore les localisations des prélèvements et le nom du client d'Air Lichens. Il procède donc en toute confidentialité.

## MISE A JOUR DE NOTRE POLITIQUE DE CONFIDENTIALITE DES DONNEES

*Dans le cadre du RGPD, **Aair Lichens** a mis à jour sa politique de protection de la vie privée. Nous avons toujours mis un point d'honneur à gérer vos données avec le plus grand soin et nous continuerons à travailler de cette façon. Conformément au Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD), entré en vigueur le 25 mai 2018, Aair Lichens garantit à ses clients la protection de leurs données personnelles et la transparence de leur utilisation.*

*Les informations personnelles collectées sont conservées aussi longtemps que nécessaire suivant nos relations commerciales.*

*L'accès aux données personnelles est strictement limité à Aair Lichens.*

*De plus, toute donnée est soigneusement sécurisée : nous mettons en place tous moyens aptes à assurer la confidentialité et la sécurité de vos données personnelles, de manière à empêcher leur endommagement, effacement ou accès par des tiers non autorisés.*

*Conformément à la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée et au Règlement européen n°2016/679/UE du 27 avril 2016 (applicable dès le 25 mai 2018), vous bénéficiez d'un droit de rectification, de portabilité et d'effacement de vos données à tout moment sous simple demande de votre part à Aair Lichens.*

## AAIR LICHENS

*Aair Lichens vous fournit l'avantage d'une Société experte dans son domaine d'application vous permettant d'être sûr d'une application fiable. Au-delà d'une prestation de services (prélèvements, nettoyages, analyses) et du compte rendu simple des résultats, la société Aair Lichens assure en complément une prestation intellectuelle.*

*En effet, Aair Lichens fut la pionnière en France à introduire le suivi environnemental à partir de lichens en situation industrielle.*

*Aair Lichens reprend les données analytiques pour chacun des points, les paramètres sont interprétés dans le contexte environnemental (agricole, industriel, géographique et climatique), local et national.*

*Grâce aux techniques innovantes développées par Aair Lichens, toutes les études bénéficient des résultats des recherches scientifiques, des améliorations cartographiques et des applications sur le terrain.*

*AAIR LICHENS est une entreprise privée axée sur la recherche (Objet Sociétal). Elle développe des procédés axés vers l'utilisation des lichens dans des conditions nouvelles. Les recherches se portent aussi vers des interprétations des profils de répartition des polluants ayant un impact sur la santé.*

*Le développement de cartographies innovantes depuis 2009 se poursuit avec une approche point par point sur les zones de pollutions et l'identification les impacts. La visualisation en 3D est un atout supplémentaire.*

*Les cartes d'impact sont des documents stratégiques à l'échelle d'un territoire. Elles visent à représenter la situation réelle de la pollution atmosphérique, avec l'analyse de la réponse des lichens dans des conditions naturelles (typologie de fond). Ces organismes vivants sont bien adaptés pour l'étude des contaminants présents dans l'atmosphère sous forme de gaz ou particules, en raison de leurs particularités anatomiques (absence de stomates, rasion surface / volume élevé) et de leurs caractéristiques physiologiques (croissance lente, photosynthèse continue). Ils ne peuvent pas réguler les échanges gazeux avec l'atmosphère et sont exposés en continu aux polluants. Les lichens fournissent une information intégrée dans le temps (détection des polluants très peu concentrés ou fugaces).*



## DECISION D'AGREMENT

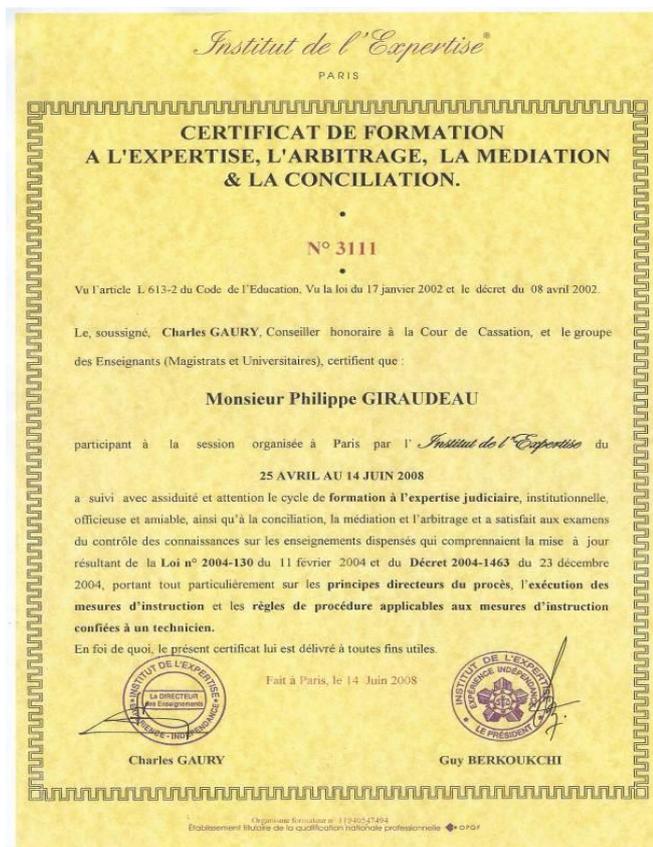
*Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a accordé l'agrément, prévu au II<sup>d</sup> bis de l'article 244 quater B du code général des impôts pour les organismes de recherche privés, à :*

### **AAIR LICHENS**

(Siren 429598485)

*Agrément au titre des années : 2012, 2013, 2014 à 2017*

*Renouvellement accordé pour les années 2021 à 2025*



**Le Dr Giraudeau est expert certifié à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la conciliation : N°3111 Institut de l'Expertise – Paris 2008**



# LA SOCIETE AAIR LICHENS

AAIR LICHENS – SARL à capital variable de 7622 € minimum – 17 rue des Chevrettes – 44470 CARQUEFOU  
SIRET 429 598 485 00010 – APE 7120 B – RCS Nantes 429 598 485 - ☎ 02 40 30 14 90 – 📠 02 40 30 14 60

La société Aair Lichens a été créée en 2000 (29.02.2000) dans le cadre de la loi sur l'innovation et la recherche du 15 juillet 1999. par le Dr Philippe Giraudeau, Chercheur diplômé de l'Université de Nantes et le Docteur Richard Lallemant, alors Enseignant Chercheur dans cette Université,

Le Dr Richard Lallemant en est le conseiller scientifique.

Après 11 ans de versement d'un montant d'1% du chiffre d'affaires d'Aair Lichens pour l'Université au titre de l'innovation, le contrat a été transformé en convention de Mécénat avec la **Fondation de projets<sup>1</sup>** de l'Université de Nantes.

## Mécénat de recherche médicale

La société AAIR LICHENS vous remercie de votre confiance et vous entraîne dans sa démarche de contribution à la Recherche médicale :

### INTEGRATION DE VOTRE INTERET POUR L'ENVIRONNEMENT DANS UNE DEMARCHE AXEE SUR UN ELARGISSEMENT A LA RECHERCHE MEDICALE

**« Donner à l'université n'est pas un geste de générosité anodin, c'est une prise de position fondamentale et audacieuse, c'est montrer ses convictions pour l'universalisme et sa confiance dans l'humanité ».**

Catherine de Charette-Buton / Directrice de la Fondation de l'Université de Nantes (F.U.N) – Plaquette 2016

**Dr Philippe Giraudeau, Gérant de la société Aair Lichens, plaquette de la F.U.N 2016 :**



*“Dès sa création en 2000, Aair Lichens a été partenaire de l'Université de Nantes. (...)*

*Notre expertise est centrée sur la surveillance environnementale de la qualité de l'air. Travaillant pour la connaissance de l'environnement, notre ambition est de servir la santé humaine, de contribuer à la connaissance et au traitement dans ce domaine. Cette démarche n'a pas de vocation commerciale mais il s'agit d'un échange pour faire de la science, un bien commun. Nos valeurs philanthropiques sont ainsi totalement affirmées. Pour l'entreprise, il s'agit d'une forme de partage scientifique et le mécénat constitue l'aboutissement d'une volonté forte de notre part.”*

Le 14 novembre 2017, fier d'un mécénat durable, utile et prometteur, en faisant partie des invités d'honneur, le Dr Philippe Giraudeau participe à la table ronde de la Fondation de l'Université de Nantes ayant pour thème : Transmission & Bien Commun : la philanthropie, un lien entre l'entreprise et la cité.

<sup>1</sup> La fondation de projets a pour objet la mise en œuvre de toutes actions d'intérêt général au sens de l'article 238bis du CGI concourant au renforcement de la visibilité des moyens et équipements des composantes et laboratoires. La fondation de projets a également pour objet de contribuer au financement, au soutien ou à la promotion de la vie sociale, sportive et culturelle de l'Université de Nantes. C'est un outil de développement des missions de formation, de recherche et d'insertion professionnelle.

*Lorsque vous confiez un travail à la société Air Lichens,*

*Vous participez à une recherche en cancérologie.*



Air Lichens apporte son soutien au lancement du :

### « Projet de recherche finalisée dans le domaine du bio-médicament »

Etant entendu que ce projet a pour but de démontrer la faisabilité d'un nouveau traitement contre le neuroblastome, cancer de la petite enfance classé « maladie rare » mais pourtant première cause de décès par cancer de l'enfant et du jeune adolescent, soit un décès sur six cas. *Cette maladie orpheline se développe à partir du système nerveux sympathique et se présente fréquemment sous forme de métastases disséminées au moment du diagnostic. Le neuroblastome avancé fait alors preuve d'une grande résistance au traitement aujourd'hui disponible malgré une « thérapeutique agressive »<sup>2</sup>.*

Les fonds collectés par la Fondation de projets de l'Université de Nantes permettent d'étudier un biomédicament innovant en tant que traitement prototype par anticorps (immunothérapie) c'est-à-dire un médicament « capable de s'attaquer aux cellules de neuroblastome »<sup>3</sup>. En 2016, l'équipe de recherche a identifié les glioblastomes ou cancers du cerveau comme nouveau terrain pour l'anticorps prototype. A l'heure actuelle, le neuroblastome résiste aux cellules immunitaires protectrices en les supprimant, la recherche continue donc sur l'immunothérapie T-CAR (utilisation des propres cellules du patient).

En octobre 2013, novembre 2014 et octobre 2016, dans les « newsletter » et plaquette de la Fondation de Projets de l'Université de Nantes, la société Air Lichens est ainsi remerciée et citée en tant que mécène actif, logo à l'appui<sup>4</sup>, permettant la réalisation de ce projet.

-----

Adresse à laquelle les sponsors de la Fondation de l'Université de Nantes sont répertoriés :

[http://www.fondation.univ-nantes.fr/75384543/0/fiche\\_paqelibre/&RH=1291215658041&RF=1295277328440](http://www.fondation.univ-nantes.fr/75384543/0/fiche_paqelibre/&RH=1291215658041&RF=1295277328440)

<sup>2</sup> Newsletter n°1, octobre 2013, *Fondation de Projets de l'Université de Nantes*, p.3.

<sup>3</sup> Bilan 2016 Biothérapies Neuroblastome, Centre de Recherche en Cancérologie et Immunologie de Nantes-Angers (CRCINA), Inserm U132 et Université de Nantes.

<sup>4</sup> Newsletter n°1, octobre 2013, *Fondation de Projets de l'Université de Nantes*, p.8. Newsletter n°2, Novembre 2014, p.8 et plaquette de la fondation de projets de l'Université de Nantes : *Le mécénat au service de l'Université*, p.3 ; Plaquette de la Fondation de l'Université de Nantes, p.9.

## Engagement environnemental

---

Chaque collaboration avec Aair Lichens vous permet de participer à la recherche médicale et d'investir vers un monde durable en plantant avec nous des forêts dans des pays atteints par des déboisements insensés. L'association « Cœur de Forêt »<sup>5</sup> représente cette entité.

**Pendant plusieurs années nous avons participé ensemble à un reboisement dans les forêts primaires du Cameroun.**

En 2022, reboisement, entre autres, avec 5 500 arbres plantés par la coopérative (en parcelle communautaire) et par 15 membres en parcelles individuelles. **En 2023, la Coopérative qui bénéficiait du soutien est devenue autonome.**

**Un nouveau projet sera donc soutenu, l'Indonésie à travers l'île de Florès.**

Cet engagement environnemental intervient simultanément à la compensation des dépenses en CO2 dans le cadre des missions environnementales.



Dr Philippe Giraudeau : Chercheur lichénologue,  
Biologiste,  
Gérant de la Société Aair Lichens.

AAIR LICHENS  
17 rue des Chevrettes  
44470 CARQUEFOU  
Tél. : 02 40 30 14 90

Mobile : 06 12 08 65 85  
Fax : 02 40 30 14 60  
E-mail : [aair.lichens@wanadoo.fr](mailto:aair.lichens@wanadoo.fr)

Dr Richard Lallemant : Maître de Conférences,  
Conseil Scientifique et Consultant.

Tél. : 02 40 30 14 90  
E-mail : [aair.lichens@wanadoo.fr](mailto:aair.lichens@wanadoo.fr)

Membre à titre de personnalité qualifiée du réseau de surveillance de la qualité de l'air Air Pays de la Loire.

**Le Dr Giraudeau est expert certifié à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la conciliation :**

**N°3111 Institut de l'Expertise – Paris 2008**

---

<sup>5</sup> L'objectif de Cœur de forêt est de « Planter des arbres » afin d'aider à la régénération de la biodiversité, la sauvegarde des forêts primaires de la planète, la création de masse verte, ainsi que la gestion raisonnée des ressources.

# NORMES AFNOR ET CEN

## Participation active d'Air Lichens à l'élaboration de normes françaises et européennes

FRANCE, commission de Normalisation AFNOR T95R, Participation Aair Lichens représentée par le Pr Richard Lallemand			
NF X 43-903	Mai 2008	Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE)	ANNULEE et remplacée par NF EN 16413 depuis mars 2014
NF X 43-904	Janvier 2013	Biosurveillance de l'air - Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons	Ce n'est pas une norme interprétative mais de récolte
EUROPE, commission de Normalisation AFNOR CEN / TC 264, « Biomonitoring methods with mosses and lichens », Participation Aair Lichens représentée par le Pr Richard Lallemand			
NF EN 16413	Mars 2014	Air Ambiant - Biosurveillance à l'aide de lichens - Évaluation de la diversité des lichens épiphytes - Qualité de l'air	Norme Française et Européenne, elle remplace la NF X 43-903. Norme technique de diversité, l'interprétation n'est pas normée

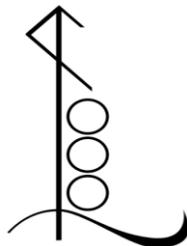
## Principales normes utilisées par Air Lichens

- NF X 43-903 – Mai 2008 : DETERMINATION D'UN INDICE BIOLOGIQUE DES LICHENS EPIPHYTES (IBLE) : Norme aujourd'hui remplacée par la norme européenne (NF EN 16413)
- NF X 43-904 – Janvier 2013, Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons.
- NF ISO 10381-6, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 6, lignes directrices pour la collecte, la manipulation et la conservation, dans des conditions aérobies, de sols destinés à l'évaluation en laboratoire des processus, de la biomasse et de la diversité microbiens, juin 2009.
- NF ISO 10381-5, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 5, lignes directrices pour la procédure d'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels, décembre 2005.
- NF ISO 10381-2, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 2, lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage, mars 2003.
- NF X31-100, QUALITE DES SOLS, ECHANTILLONNAGE, méthode de prélèvement d'échantillons du sol, décembre 1992
- NF X43-014, QUALITE DE L'AIR, AIR AMBIANT, DETERMINATION DES RETOMBES ATMOSPHERIQUES TOTALES, ECHANTILLONNAGE, préparation des échantillons avant analyses, novembre 2017 (modification de la norme de 2003).
- NF-EN 15841, QUALITE DE L'AIR AMBIANT - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb, janvier 2010.
- NF-EN ISO 707, LAIT ET PRODUITS LAITIERS, Lignes directrices pour l'échantillonnage, avril 2009.
- NF EN 16414, AIR AMBIANT, BIOSURVEILLANCE A L'AIDE DE MOUSSES, Accumulation des contaminants atmosphériques dans les mousses prélevées in situ : de la récolte à la préparation des échantillons, mars 2014.

## **Annexe 5 : PREVAL Haut-Doubs – Pontarlier (25) – Suivi environnemental**

---

Diagnostic environnemental  
Expertises de la Qualité de l'Air  
Etudes d'impacts



# 2024

## Rapport de surveillance annuelle

Unité de Valorisation Energétique (UVE)

### Préval Haut-Doubs

Pontarlier (25)

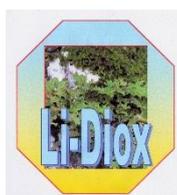
A25-1469

« Dioxines et furanes dans les lichens »<sup>®</sup> - Li-Diox<sup>®</sup> (PCDD/F)

PCB-DL dans les lichens

ETM dans les lichens

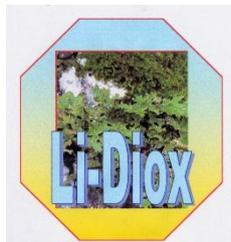
## Confidentiel



AAIR LICHENS – SARL à capital variable de 7622 € minimum – 17 rue des Chevrettes – 44470 CARQUEFOU  
SIRET 429 598 485 00010 – APE 7120 B – RCS Nantes 429 598 485 - ☎ 02 40 30 14 90 – 📠 02 40 30 14 60



L'Usine de Valorisation Energétique PREVAL et le centre de tri

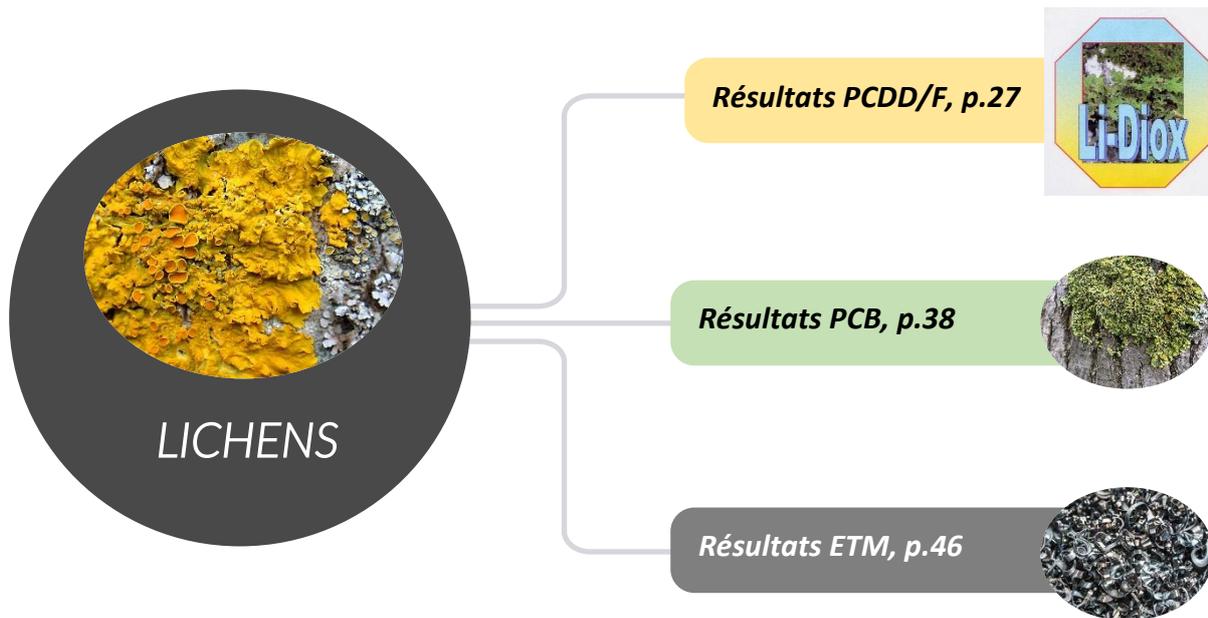
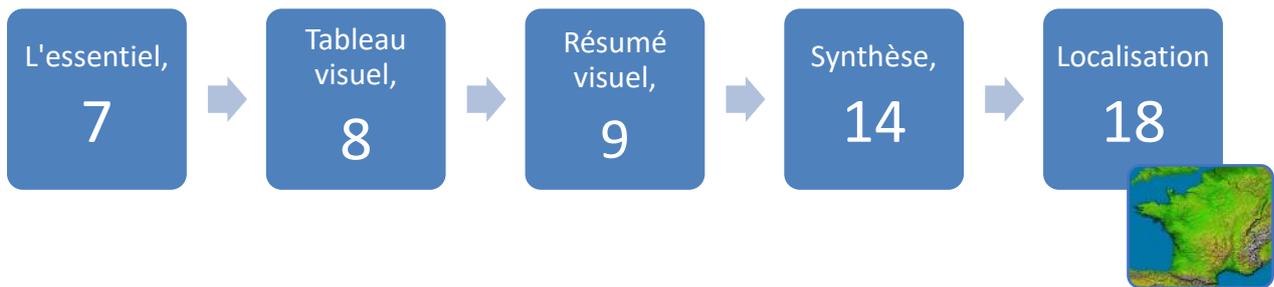


# RAPPORT DE MISSION

	DATES	AUTEUR
PRELEVEMENTS	JUILLET 2024	Dr Ph. Giraudeau
PREPARATION TRAITEMENT	AOUT 2024	Viviane Trossail
ANALYSES	SEPT. – NOV. 2024	CARSO
EXPLOITATION DES DONNEES	NOVEMBRE 2024	Equipe Aair Lichens
RAPPORT	NOVEMBRE 2024	Equipe Aair Lichens, Dr P. Giraudeau
VERIFICATIONS	NOVEMBRE 2024	Fanny, Dr en Sciences de l'Information et de la Communication
VALIDATION	NOVEMBRE 2024	Dr Ph. Giraudeau

PG 2024

# SOMMAIRE VISUEL



# SOMMAIRE

RAPPORT DE MISSION .....	2
<b>SOMMAIRE VISUEL</b> .....	3
<b>SOMMAIRE</b> .....	4
REMERCIEMENTS .....	5
<b>HISTORIQUE ET DEROULEMENT</b> .....	6
<b>L'ESSENTIEL</b> .....	7
<b>TABLEAU VISUEL</b> .....	8
<b>RESUME VISUEL</b> .....	9
<b>SYNTHESE</b> .....	14
<b>BASES TECHNIQUES D'INTERPRETATION</b> .....	16
<b>LOCALISATION</b> .....	18
<b>RESULTATS PCDD/F &amp; PCB, LICHENS</b> .....	27
<b>PCDD/F - Li-Diox®</b> .....	27
RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	29
EVOLUTION.....	31
<b>PCB-DL &amp; PCDD/F + PCB-DL</b> .....	38
RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	38
EVOLUTION.....	44
<b>RESULTATS ETM, LICHENS</b> .....	46
RESULTATS ET INTERPRETATIONS .....	46
EVOLUTION.....	49
<b>IDENTIFICATIONS VISUELLES</b> .....	52
<b>BIOSURVEILLANCE</b> .....	57
SAVOIR-FAIRE / PRELEVEMENTS .....	58
ORIGINE DES LICHENS TEMOINS .....	60
LA SOCIETE AAIR LICHENS .....	61
MARQUES ET BREVET .....	65
NORMES AFNOR ET CEN .....	68
GLOSSAIRE .....	69
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	71
<b>ANNEXES</b> .....	72
LES LICHENS - BIOINDICATEURS .....	72
FICHE ETM, MISE A JOUR CITEPA 2024.....	74
ANALYSE ET REGLEMENTATION DES PCDD ET DES PCDF.....	82
FICHE PCDD/F, MISE A JOUR CITEPA 2024 .....	86
FICHE PCB, MISE A JOUR CITEPA 2024.....	88
<b>RAPPORTS D'ANALYSES ET EXPLOITATION</b> .....	90

# REMERCIEMENTS

► Nous remercions le SYNDICAT MIXTE POUR LA **PREVENTION** ET LA **VALORISATION DES DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES (PREVAL)** de Pontarlier (25) et sa Direction de l'Environnement pour la confiance témoignée envers des méthodes de surveillances environnementales fiables et reproductibles (procédés exclusifs Air Lichens).

► *Nous remercions aussi les représentants de l'Etat, les acteurs locaux apportant leur soutien au suivi environnemental et l'ensemble des personnes ayant apporté leur contribution à ce dossier.*

## A NOS PARTENAIRES ET COMMANDITAIRES

*Nous exerçons en toute confidentialité et les résultats ainsi que des données à caractère personnel ne sont jamais divulgués à des tiers par Air Lichens sans autorisation.*

*Les données ont été acquises par le savoir-faire et les recherches d'Air Lichens appuyés par ses propres marques et brevet.*

*©Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations, sur tout support que ce soit, dont Internet, sans le consentement écrit d'Air Lichens est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle mais aussi une violation selon le **RGPD**.*

# HISTORIQUE ET DEROULEMENT

La biosurveillance environnementale annuelle suit un programme basé sur des dosages de polluants dans les lichens (PCDD/F, PCB-DL, ETM). En 2024, un emplacement supplémentaire, à l'est de l'UVE, est entré dans le suivi portant le nombre total à 5.

La surveillance de la qualité de l'air par la méthode lichénique du calcul de l'Indice Global de la Qualité de l'Air (IGQA®) est en cours et a été retardée par plusieurs événements au cours de l'année 2024 : conditions climatiques notamment. Ceci a entraîné une détérioration des matériels de terrain, rendant impossible les relevés de terrain par le biais de l'Application Aair Lichens.

Il a été nécessaire de repenser et de recréer cette application avec les développeurs de la Société ASAP OMOGEN, partenaire cartographique depuis l'année 2010. Cette partie de la surveillance sera réalisée au cours du premier semestre 2025.

## CHRONOLOGIE

- ▶ Campagne de prélèvements :
  - Lichens : 16 juillet 2024
  
- ▶ Le laboratoire CARSO, agréé et certifié COFRAC, qui travaille avec Aair Lichens, a accusé réception des échantillons préparés pour l'analyse :
  - Le 25 septembre 2024.
  
- ▶ Les derniers résultats sont parvenus à la société Aair Lichens le 10 novembre 2024.

## INTERVENANTS

- ▶ Le travail de terrain a été effectué par le Docteur P. Giraudeau :
  - Directeur de la société Aair Lichens,
  - Lichénologue spécialisé dans la reconnaissance des perturbations environnementales,
  - Diplômé de Recherche de l'Université de Nantes,
  - Expert certifié de l'Institut de l'Expertise,
  - Titulaire du Cursus of Biomonitoring, Botanical Garden of Helsinki (Finland),
  - **Intervenant à l'UFR Sciences et Techniques, Recherche Biologie à l'Université de Nantes au Module XMS1BE850 de diagnostic environnemental,**
  - Membre de l'Association Française de Lichénologie (AFL) et de l'International Association for Lichenology (IAL).
  
- ▶ La préparation des échantillons de lichens à la binoculaire a été réalisée par Viviane, cadre à la société Aair Lichens.
  
- ▶ Aair Lichens met au point des procédés cartographiques satellitaires avec des développeurs informatiques. Ils sont utilisés en R&D et pour des suivis environnementaux.
  
- ▶ L'exploitation des données, l'interprétation des résultats et la rédaction du rapport ont été effectuées par l'équipe Aair Lichens et le Dr Philippe Giraudeau, sous sa responsabilité.
  
- ▶ Le contrôle qualité a été assuré par Fanny, Docteur en Sciences de l'Information et de la Communication.
  
- ▶ Le Dr R. Lallemand, Professeur issu de l'Université de Nantes, est le Conseil Scientifique associé.



## L'ESSENTIEL

Le suivi annuel autour de Préval (UVE) à Pontarlier (25) est basé sur des PCDD/F, des PCB-DL et 13 ETM sur 5 emplacements dont un ajouté en 2024 (L5-Est UVE).

### LICHENS



#### PCDD/F :

Aucun des résultats n'est VS\* y compris pour le nouvel emplacement.

Depuis des années, les taux retrouvés aux alentours de l'UVE affirment des teneurs de base ; ses retombées éventuelles se fondent dans son environnement ambiant. La somme des résultats (L1 à L4) continue sa décroissance dans des valeurs très faibles de bruits de fond.

L'analyse des congénères montre des courbes majoritairement inférieures au témoin type d'Air Lichens.

#### PCB Dioxin Like (PCB-DL) et PCDD/F + PCB-DL

PCB-DL : L3-Charpillot confirme et amplifie sa significativité de 2023.

Les autres valeurs sont très faibles, y compris pour le nouvel emplacement L5.

La répartition par homologue montre des origines possiblement variées.

L3-Charpillot, le seul VS, montre des exacerbations sur certains homologues, par rapport aux autres points. Il en était de même en 2023 lorsqu'il est apparu pour la première fois.

Etant le seul concerné, il n'a aucun rapport avec l'UVE. Son origine est strictement locale. Etant dans un lotissement, il est probablement lié à une activité domestique récurrente.

PCDD/F + PCB-DL : Aucun n'est significatif.

ETM : 1 ETM sur 13 montre une VS : Zn.

L3-Charpillot et L4-Espérance sont les plus élevés en masse métallique. En 2024, il s'agit aussi des deux seuls points de suivi remarquables avec chacun un taux de Zn significatif modéré et équivalent.

Le cadmium de L1-UIOM Ouest avec des VS successives et à la hausse depuis 2021 a considérablement baissé et passe de « teneurs à surveiller » en 2022 et 2023 à « bruit de fond » franc. Ceci serait à rapprocher des éventuels correctifs dans l'UVE (filtres) et/ou au niveau du centre de tri et recyclage.

Le Cu de L4-Espérance n'est pas confirmé.

PCDD/F, PCB-DL et PCB-DL + PCDD/F : significativité de L3-Charpillot en PCB-DL mais pas en PCDD/F + PCB-DL. Des origines diverses sont mises en évidence en PCB-DL.

ETM : Zn sur 2 emplacements. Le Cd de L1 est devenu une teneur de base.

\*VS : Valeur significative

# TABLEAU VISUEL

## TABLEAU VISUEL - PREVAL - 2024



<b>CONFORME</b>	Compatible avec le bruit de fond selon la base de données Aair Lichens (B.d)
<b>DEPASSEMENT</b>	Supérieur à la valeur significative selon la base de données Aair Lichens (B.d)
<b>A SURVEILLER</b>	
<b>NON CONFORME ALERTE</b>	Alerte s'emploie, en dehors des réglementations, pour les valeurs exceptionnelles suivant la B.d.

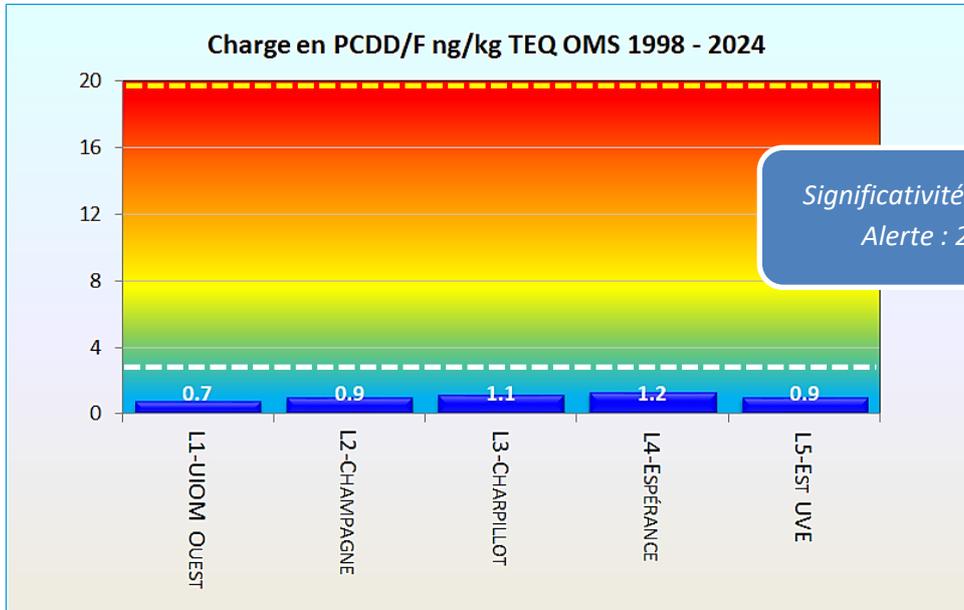
2024	PCDD/F OMS 1998	PCDD/F OMS 2005	PCB-DL	PCDD/F + PCB-DL	Ni	Cr	Cu	As	Cd	Pb	Sb	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn
L1-UIOM Ouest	0.7	0.7	0.3	0.9	1.0	1.7	7.0	0.4	0.14	1.3	0.23	1.8	0.28	27	< L.q	< L.q	32
L2-Champagne	0.9	0.8	0.2	1.0	1.2	2.2	5.5	0.6	0.05	1.6	0.18	2.7	0.37	25	0.05	< L.q	29
L3-Charpillot	1.1	1.0	2.3	3.3	1.8	2.8	7.5	0.7	0.28	3.1	0.37	2.8	0.37	100	0.09	< L.q	85
L4-Espérance	1.2	1.2	0.8	1.9	1.4	2.4	6.0	0.4	0.19	3.3	0.09	1.9	0.28	24	0.09	< L.q	89
L5-Est UVE	0.9	0.8	0.6	1.4	0.9	1.8	9.5	0.3	0.05	1.7	0.39	1.3	< L.q	20	0.05	< L.q	34
Bruit de fond	< 2,0	< 0,9	< 2,9	< 3,5	< 4,0	< 9,0	< 1,5	< 0,20	< 9,0	< 0,50	< 4,0	< 0,80	< 120	< 0,15	0.0	< 50	
Valeur significative	> 2,8	> 1,3	> 4,1	> 4,9	> 5,6	> 12,0	> 2,0	> 0,30	> 12,0	> 0,70	> 5,6	> 1,10	> 170	> 0,20		> 70	
A surveiller	10 - 19	15 - 19	15 - 19	50		200		0.70	70				1000	0.50		500	
Valeur alerte	20	20	20					1.00	100					1.00			
PCDD/F : ng/kg TEQ OMS	ETM : mg/kg / < L.q : inférieur aux limites de quantification du laboratoire																
PCB-DL et PCDD/F + PCB-DL : ng/kg TEQ OMS 2005																	

# RESUME VISUEL

2024

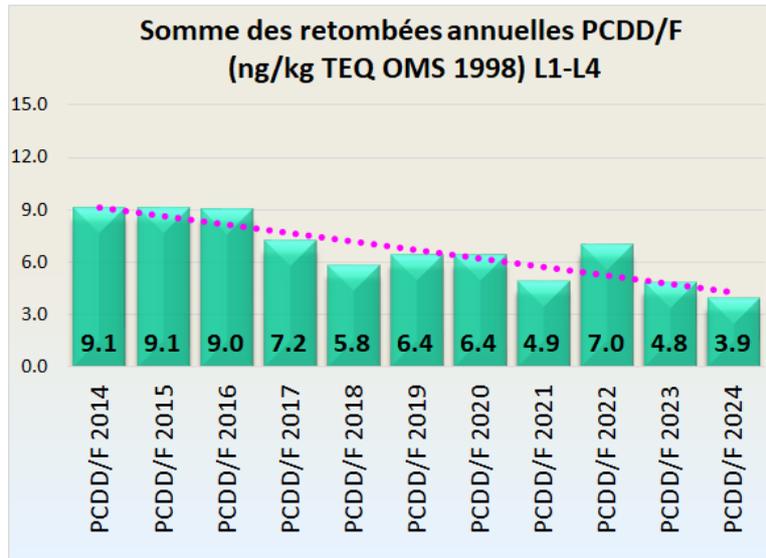
## PCDD/F DANS LES LICHENS

*Graphique* : Ligne blanche : Limite Significative (VS) ; jaune : Limite Alerte.



PCDD/F, ng/kg TEQ OMS 1998

Tous les emplacements montrent des bruits de fond particulièrement faibles.

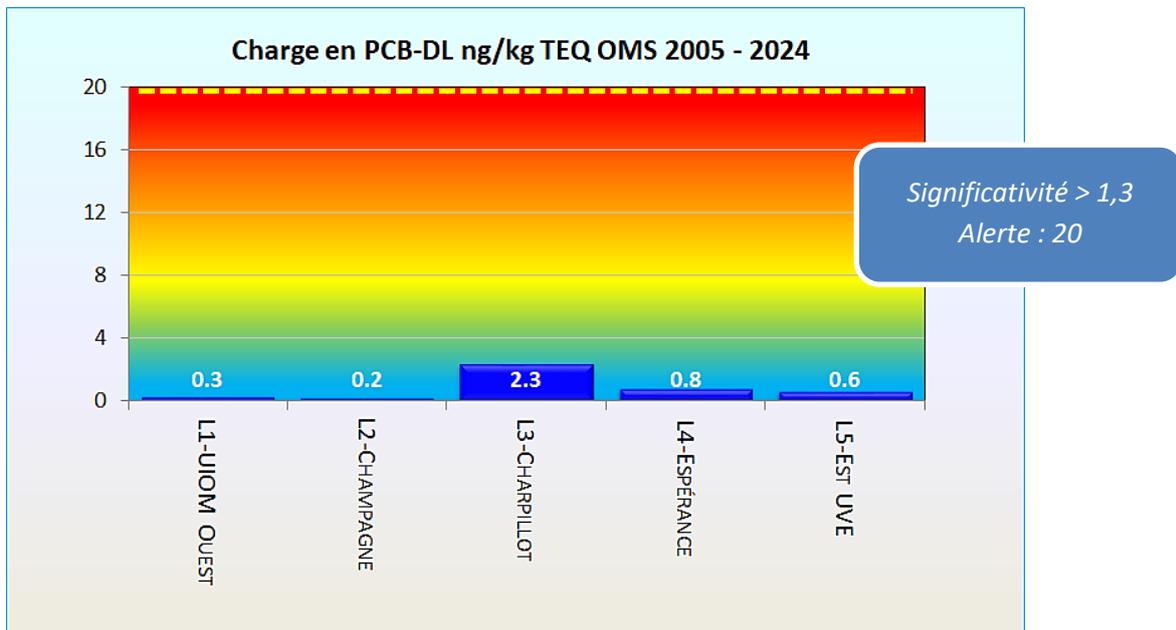


Evolution dans les lichens au long terme, PCDD/F ng/kg TEQ OMS 1998 – L1 à L4

Les quatre emplacements pérennes montrent une somme très faible dans des teneurs de base qui décroissent au long terme (2014-2024). La somme avec L5 est d'ailleurs similaire à celle des 4 de 2023.

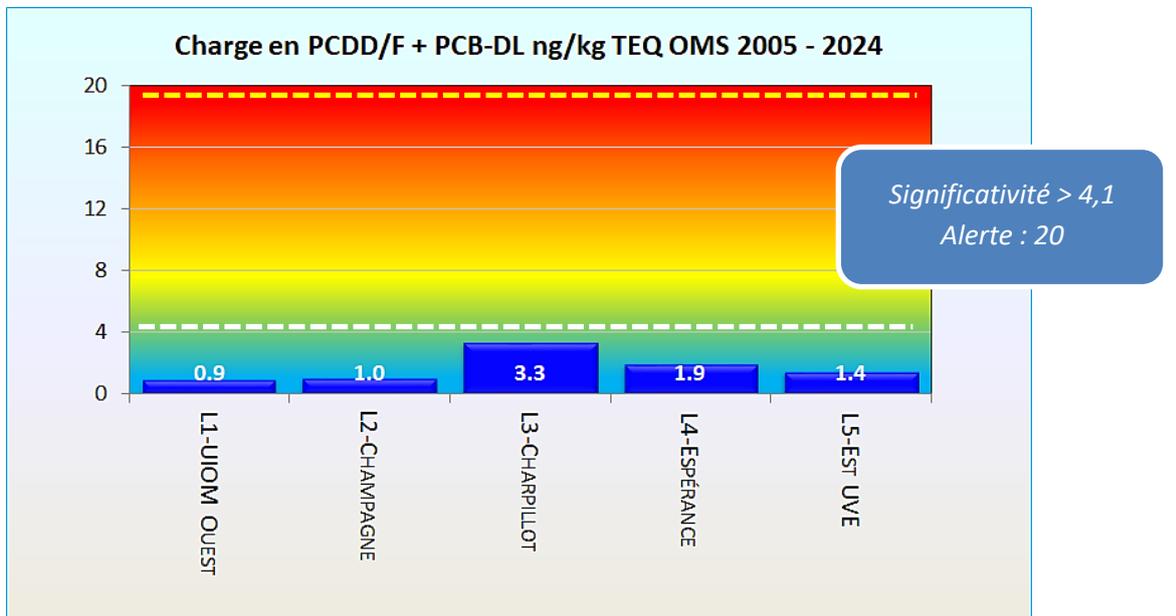
**PCB-DL & PCDD/F + PCB-DL DANS LES LICHENS**

Graphiques : *Ligne blanche* : Limite Significative (VS) ; *jaune* : Limite Alerte.



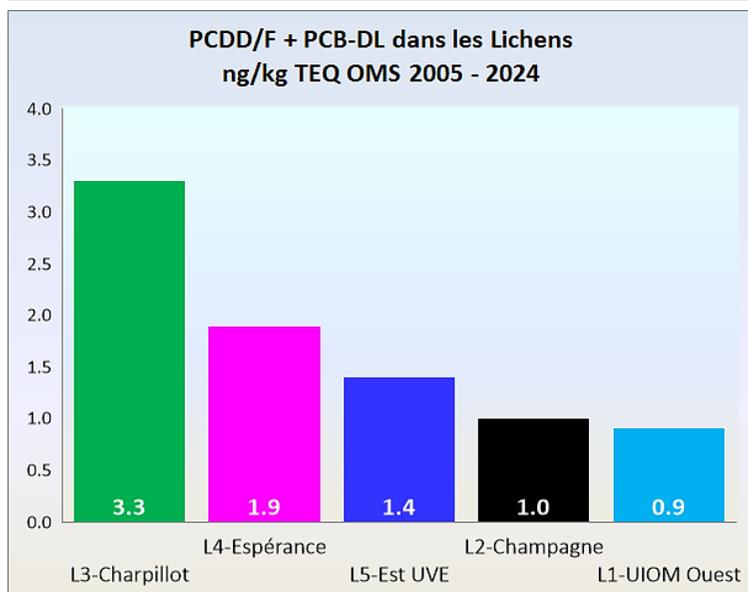
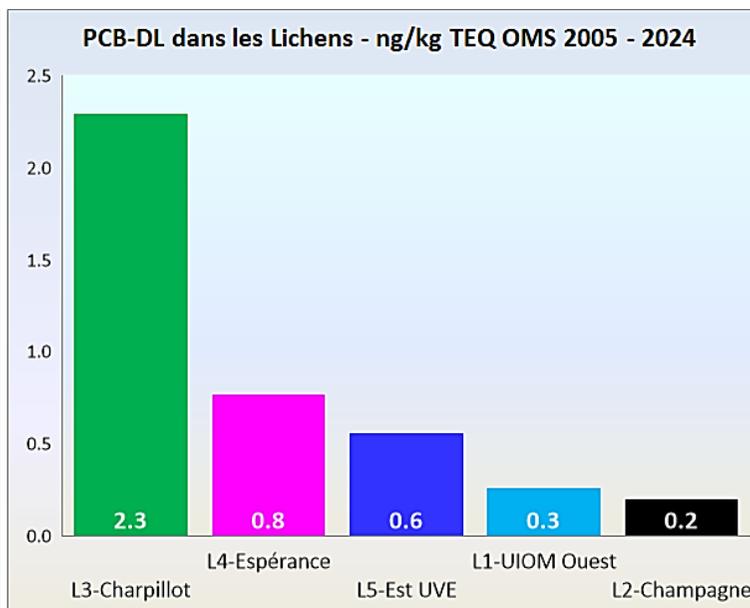
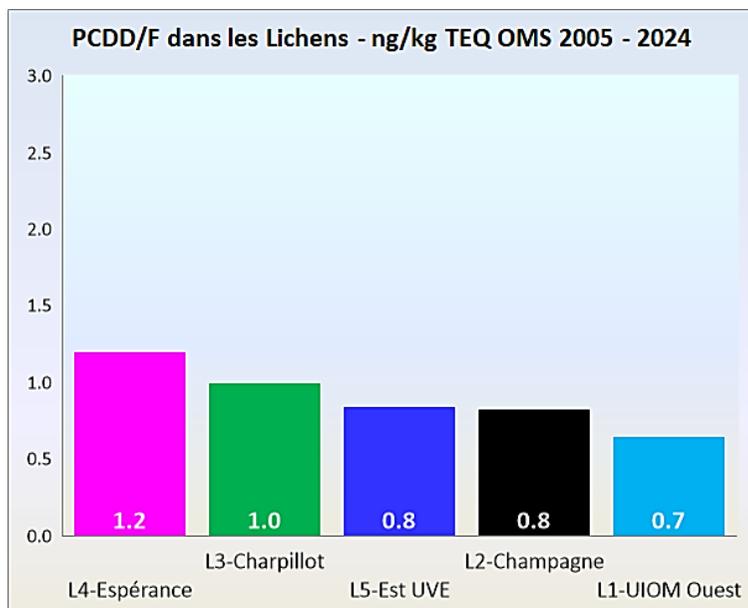
*PCB-DL, ng/kg TEQ OMS 2005*

L3-Charpillot montre une significativité en PCB-DL.



*PCDD/F + PCB-DL, ng/kg TEQ OMS 2005*

Avec des PCDD/F très faibles, la VS en PCB-DL de L3-Charpillot n'a pas entraîné de significativité en PCDD/F + PCB-DL.



*PCDD/F (ng/kg TEQ OMS 2005);*

*PCB-DL (ng/kg TEQ OMS 2005) et PCDD/F + PCB-DL (ng/kg TEQ OMS 2005)*

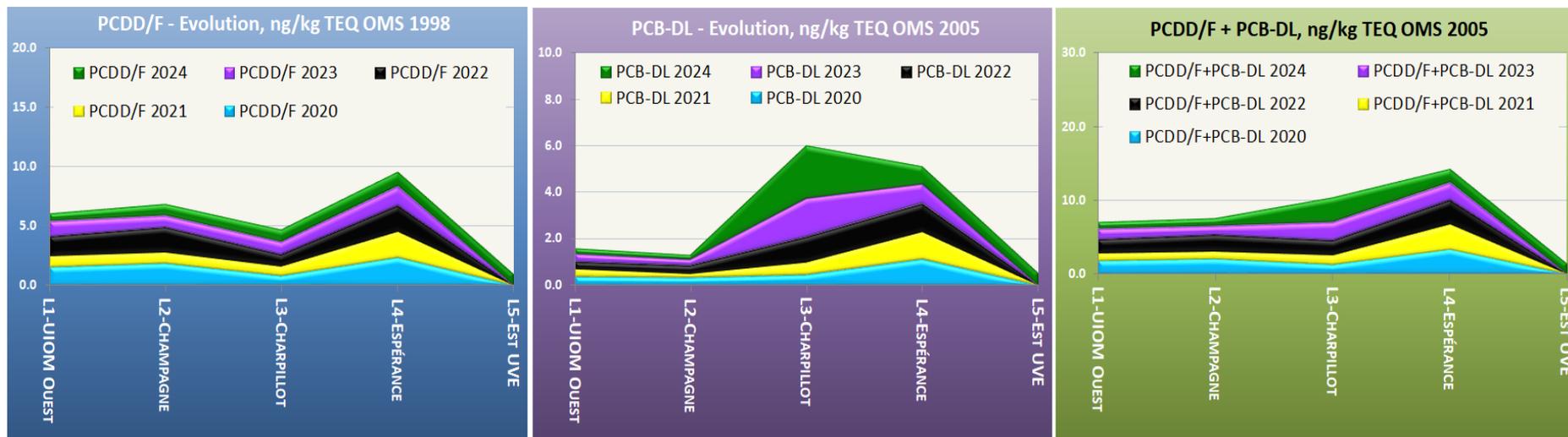
*Par ordre décroissant des résultats.*

*Les couleurs attribuées à chaque emplacement permettent une visualisation rapide.*

*Alors que les PCB-DL montrent un ordre de répartition différent par rapport aux PCDD/F ; la somme PCDD/F + PCB-DL est avant tout influencée par les PCB-DL pour L3-Charpillot, la répartition des autres résultats étant assez similaire entre PCDD/F et PCB-DL puis PCDD/F + PCB-DL.*

*L3-Charpillot est différemment influencé selon les PCDD/F ou les PCB-DL. Au plus proche de l'UVE, L1-UIOM Ouest montre des valeurs très faibles en PCDD/F ou PCB-DL. C'est aussi le cas du nouvel emplacement L5-Est UVE.*

*Les sources peuvent donc être nuancées entre PCDD/F et PCB-DL.*



Empilement des résultats au court terme (2020-2024).

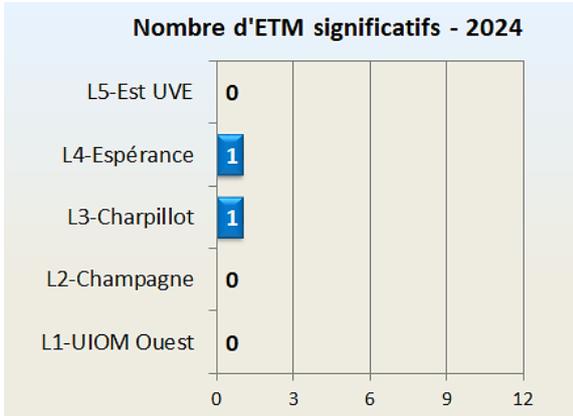
De gauche à droite : PCDD/F, ng/kg TEQ OMS 1998 - PCB-DL, ng/kg TEQ OMS 2005 - PCDD/F + PCB-DL, ng/kg TEQ OMS 2005

Attention, il s'agit de remarques dans des bruits de fond très majoritaires.

L'emplacement le plus contributeur au moyen terme est :

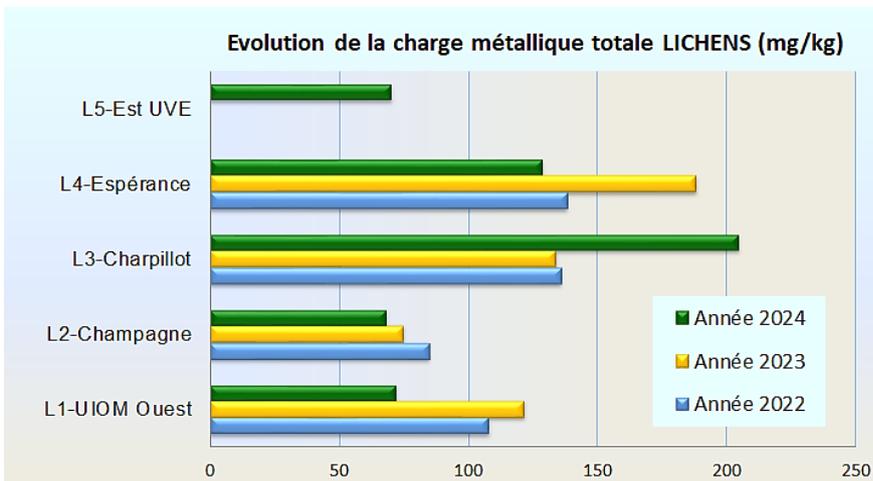
- ▶ PCDD/F => L4-Espérance (aucune VS)
- ▶ PCB-DL => L3-Charpillot qui a présenté deux VS en PCB-DL, en 2023 et 2024.
- ▶ PCDD/F + PCB-DL => avec la somme PCDD/F et PCB-DL, L4-Espérance (aucune VS)

**ETM DANS LES LICHENS**



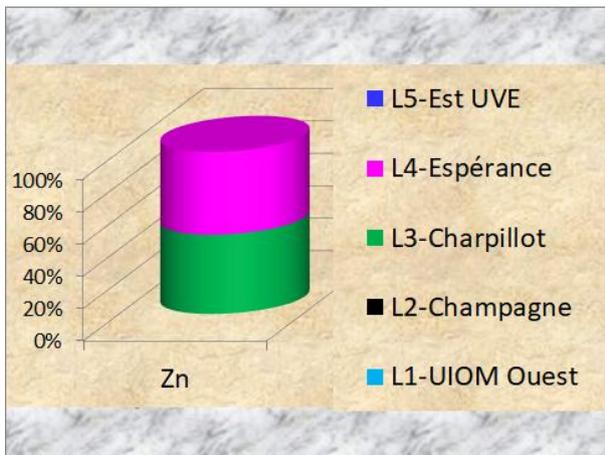
Nombre de métaux significatifs par emplacement :

Parmi les 13 ETM dosés, L4-Espérance et L3-Charpillot montrent 1 ETM VS.



Charge métallique totale (mg/kg), évolution :

La charge métallique de L3-Charpillot en 2024 est la plus élevée au court terme (influence des Mn et Zn).



ETM VS, %  
Selon la base de données Air Lichens.

- Le Zn est relevé sur L3-Charpillot et L4-Espérance à taux similaire.
- Aucun autre emplacement ni ETM n'est repérable.

# SYNTHESE

► Depuis plusieurs années, le Syndicat Mixte pour la Prévention et la Valorisation des Déchets du Haut-Doubs (PREVAL) de Pontarlier (25) bénéficie des atouts de la surveillance environnementale basée sur les capacités des biocapteurs lichéniques. En 2024, un emplacement a été ajouté.

► Les travaux d'Air Lichens sont reconnus par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche : elle est agréée à réaliser des recherches pour des sociétés privées ou des collectivités.

► Norme de prélèvements : lichens : NF X 43-904.

► Cette expertise utilise 5 prélèvements de lichens pour des dosages de PCDD/F, PCB-DL et ETM (Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Zn) soit 210 analyses réalisées (CARSO, agréé et certifié COFRAC).

## PCDD/F, Li-Diox®

► Les mesures de dioxines et furanes mettent en œuvre les enseignements du Procédé d'Air Lichens et de ses marques associées : Li-Diox® et « Dioxines et furanes dans les lichens ».

Les valeurs significatives (VS) sont supérieures à 2,8 ng/kg TEQ OMS.

Le seuil alerte de 20 ng/kg TEQ OMS est une limite à ne pas dépasser car il ne garantit pas l'innocuité des retombées. Il ne correspond pas à une recommandation officielle ou à une norme d'exposition mais tout dépassement doit entraîner des vérifications en cas d'élevages laitiers à proximité.

► Aucun des taux n'est VS, que ce soit en OMS 1998 ou 2005, y compris pour l'emplacement L5-Est UVE.

► L'analyse logarithmique des congénères montre des profils sans spécificités.

### -----EVOLUTION (des 4 pérennes) -----

2020-2024 : Maintien des teneurs de base au moyen terme, à des valeurs particulièrement faibles. A ce niveau de retombées, toute interférence sera visible. 2014-2024 : somme en baisse dans des bruits de fond.

## PCB-DL (et PCDD/F + PCB-DL)

PCB-DL : Les valeurs significatives (VS) sont supérieures à 1,3 ng/kg TEQ OMS 2005.

PCDD/F + PCB-DL : Les valeurs significatives (VS) sont supérieures à 4,1 ng/kg TEQ OMS 2005.

► PCB-DL : L3-Charpillot augmente de 40% et confirme sa significativité de 2023.

► PCDD/F + PCB-DL : Avec des PCDD/F très faibles, malgré une VS en PCB-DL, L3-Charpillot reste non repérable en PCDD/F + PCB-DL. Aucune valeur n'est remarquée.

► La répartition par homologue indique que L3-Charpillot, le seul VS, est exacerbé sur certains homologues, par rapport aux autres points de suivi : PCB 156, PCB 167 voire PCB 189. Il en était de même en 2023 lorsqu'il est apparu notable pour la première fois. En 2024, il montre du PCB 169, c'est le seul et n'en présentait pas en 2023.

### -----EVOLUTION PCB-DL (des 4 pérennes) -----

2023-2024 : L3 maintient et amplifie sa VS en PCB-DL.

2020-2024 : L3 est aperçu au moyen terme : en 2023 et 2024. Etant le seul concerné, il n'a aucun rapport avec l'UVE. Son origine est strictement locale. Etant dans un lotissement, il est probablement lié à une activité domestique récurrente. Les autres emplacements sont restés en teneurs de base.

**ETM (METAUX)**

► 13 ETM : Plomb (Pb), Cadmium (Cd), Mercure (Hg), Manganèse (Mn), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Arsenic (As), Antimoine (Sb), Nickel (Ni), Thallium (Tl), Vanadium (V), Cobalt (Co), Zinc (Zn).

► L'interprétation est effectuée selon la base de données Air Lichens. Une valeur est dite « significative » ou « VS » si elle dépasse les valeurs de référence d'au moins 40% (incertitudes cumulées).

En 2024, L3-Charpillot montre la charge métallique la plus élevée en raison de son Mn (poussières telluriques) pourtant non VS.

Le Zn est significatif sur L3-Charpillot et L4-Espérance avec des teneurs modérées et similaires.

Les autres emplacements et ETM offrent des bruits de fond y compris le nouveau point de suivi.

Le Cd retrouve une teneur de base. De même pour le Cu.

## -----EVOLUTION (des 4 pérennes)-----

► La charge totale en ETM de L1 à L4 est assez stable sur les 3 dernières campagnes.

2020-2024 : l'analyse de l'évolution s'intéresse aux 3 métaux remarquables VS en 2023 et/ou 2024.

► Le zinc a été relevé sur L4-Espérance en 2022 et 2023. En 2024, il est retrouvé sur L3-Charpillot et L4-Espérance. Les taux sont modérés, assez aléatoires et probablement liés à une influence urbaine.

NON VS en 2024

► **Cadmium** : après avoir montré une croissance graduelle sur L1-UIOM Ouest et un taux « à surveiller » en 2022 et 2023, le Cd montre un bruit de fond en 2024 avec une décroissance drastique sur cet emplacement proche de l'UVE. Ceci serait à rapprocher des éventuels correctifs dans l'UVE (filtres) et/ou au niveau du centre de tri et recyclage. Pour autant, le résultat frôlant la VS sur L3-Charpillot perdure.

► Le **cuivre** a été repéré sur L4-Espérance de 2021 à 2023. Il aurait pu être lié à l'ambiance urbaine de Pontarlier avec le Zn noté sur le même point en 2022 et 2023.

-----  
L'utilisation des lichens, dans le respect des procédures d'Air Lichens, assure une reproductibilité qui permet de suivre les retombées et la qualité du milieu.  
-----

MOTS-CLES : UVE – PREVAL – PONTARLIER (25) – LICHENS – DOSAGES – PCDD/F - LI-DIOX<sup>®</sup> - « DIOXINES ET FURANES DANS LES LICHENS »<sup>®</sup> - PCB-DL - ETM.

## BASES TECHNIQUES D'INTERPRETATION

Les dosages sont réalisés par le Laboratoire CARSO à Lyon (69), agréé et certifié COFRAC. Les quantifications sont rendues avec une incertitude de 15% par le laboratoire.

### ANALYTIQUE, NORMES DE REFERENCE & UNITES

Air Lichens transmet au laboratoire des échantillons préparés suivant les protocoles liés aux brevets et aux différentes normes. Ils sont identifiés par un nom et un numéro attribués par Air Lichens sans indication ni du lieu, ni de la nature du suivi ou du nom du commanditaire. Les mesures sont réalisées « en aveugle » par le laboratoire qui ignore ainsi comment les prélèvements sont géographiquement articulés les uns avec les autres ce qui évite toute interférence. Air Lichens est donc l'expert unique apte à effectuer les interprétations.

*N.B :* Pour les PCDD/F (et PCB) : Dans le cas des échantillons agro-alimentaires, la limite de quantification est telle que définie dans l'annexe I du règlement (UE) n° 644/2017. Il s'agit de la concentration de l'analyte dans l'extrait qui produit une réponse instrumentale aux deux ions suivis avec un rapport S/B (signal sur bruit) de 3:1 pour le signal le moins intense et remplit les critères d'identification tels que définis dans la méthode EPA 1613, Révision B.

Dans le cas des échantillons agro-alimentaires, les méthodes d'analyse sont conformes aux critères énoncés dans le règlement (UE) n°152/2009 du 27 Janvier 2009 et modificatifs (alimentation animale) et dans le règlement (UE) n° 644/2017 de la commission du 5 avril 2017 (alimentation humaine).

Pour plus de précisions, merci de se référer aux feuilles de résultats dans les annexes.

LEGENDE : M.I = Méthode Interne (normes EPA 1613, EPA 1668 et EN 16215), MB = Matière Brute, MS = Matière Sèche, MG = Matière Grasse.

LICHENS	Normes de références analytiques	Méthodes analytiques	Unités de Mesure
PCDD/F	EPA 1613 RB	MET008 HRGC/HRMS Autospec ULTIMA (Waters)	ng/kg MB TEF OMS 1998 ou OMS 2005
PCB-DL	EPA 1668	MET038	ng/kg TEQ OMS 2005
ETM	M.I. M_SM139 / M_SM140	ICP/MS ou ICP/AES après minéralisation HNO3/H2O2	mg/kg MS

#### Normes de référence, Méthodes analytiques et Unités de mesure dans les lichens, d'après CARSO

Mesures de PCDD/F en ng TEQ/kg MB (Matière Brute). En réalité, pour les lichens, aucune différence de traitement n'existe car les échantillons sont fournis au laboratoire sous forme de matière sèche pulvérisée et ne subissent aucun traitement autre que les extractions au laboratoire. Dans ce cas, il s'agit de dénominations techniques et MB = MS.

### VALEURS REPERES AAIR LICHENS

Les tableaux ci-après présentent les Bruits de Fond (BFBD) et Valeurs Significatives (VSBD) selon la Base de Données Air Lichens dans les lichens.

Les valeurs de référence du calcul BFBD sont celles de la Zone Témoin d'Air Lichens (RN) et un ensemble de données « France entière ».

La colonne « Rf. RN » représente la valeur de la mesure dans les lichens.

La « Valeur Limite ou Valeur alerte » représente les cas où des conséquences pourraient être dommageables.

**N.B.** : nous rappelons qu'il s'agit de valeurs dans les lichens.

Dans le calcul de significativité, nous suivons les recommandations de l'INERIS (ADEMDIOX - participation AAIR LICHENS - 2000) avec une significativité majoritairement basée sur 40% d'incertitudes cumulées.

<b>Analyses LICHENS</b>	<b>Bruit de fond (BFBD)</b>	<b>Significativité (VSBD)</b>	<b>Analyse (Rf. RN)</b>	<b>Seuil de quantification</b>	<b>Valeur alerte</b>
Dioxines/Furanes PCDD/F (ng/kg TEQ OMS 1998 ou 2005)	< 2,0	> 2,8	1,8 OMS 1998 1,6 OMS 2005	0,1	20
PCB-DL (ng/kg TEQ OMS 2005)	< 0,9	> 1,3	0,37	0,1	20
PCDD/F + PCB-DL (ng/kg TEQ OMS 2005)	< 2,9	> 4,1	2,4	0,1	20

*BFBD VSBD dans les lichens selon Air Lichens - ng/kg TEQ OMS*

<b>Analyses LICHENS</b>	<b>Bruit de fond (BFBD)</b>	<b>Significativité (VSBD)</b>	<b>Analyse (Rf. RN)</b>	<b>Seuil de quantification</b>	<b>Valeur alerte</b>
Chrome (mg/kg)	< 4,0	> 5,6	3,5	0,1	
Cuivre (mg/kg)	< 9,0	> 12,0	9,5	0,1	600
Arsenic (mg/kg)	< 1,5	> 2,0	3,4	0,1	
Mercure (mg/kg)	< 0,15	> 0,20	0,06	0,01	1
Cadmium (mg/kg)	< 0,20	> 0,30	0,1	0,01	1
Manganèse (mg/kg)	< 120	> 170	79	1	
Cobalt (mg/kg)	< 0,80	> 1,10	1,05	1	
Antimoine (mg/kg)	< 0,50	> 0,70	< L.q	0,5	
Nickel (mg/kg)	< 3,5	> 4,9	3,1	0,1	
Plomb (mg/kg)	< 9,0	> 12,0	4,2	0,1	100
Thallium (mg/kg)	0	0	< L.q	0,5	
Vanadium (mg/kg)	< 4,0	> 5,6	5,0	0,25	
Zinc (mg/kg)	< 50	> 70	36	0,1	

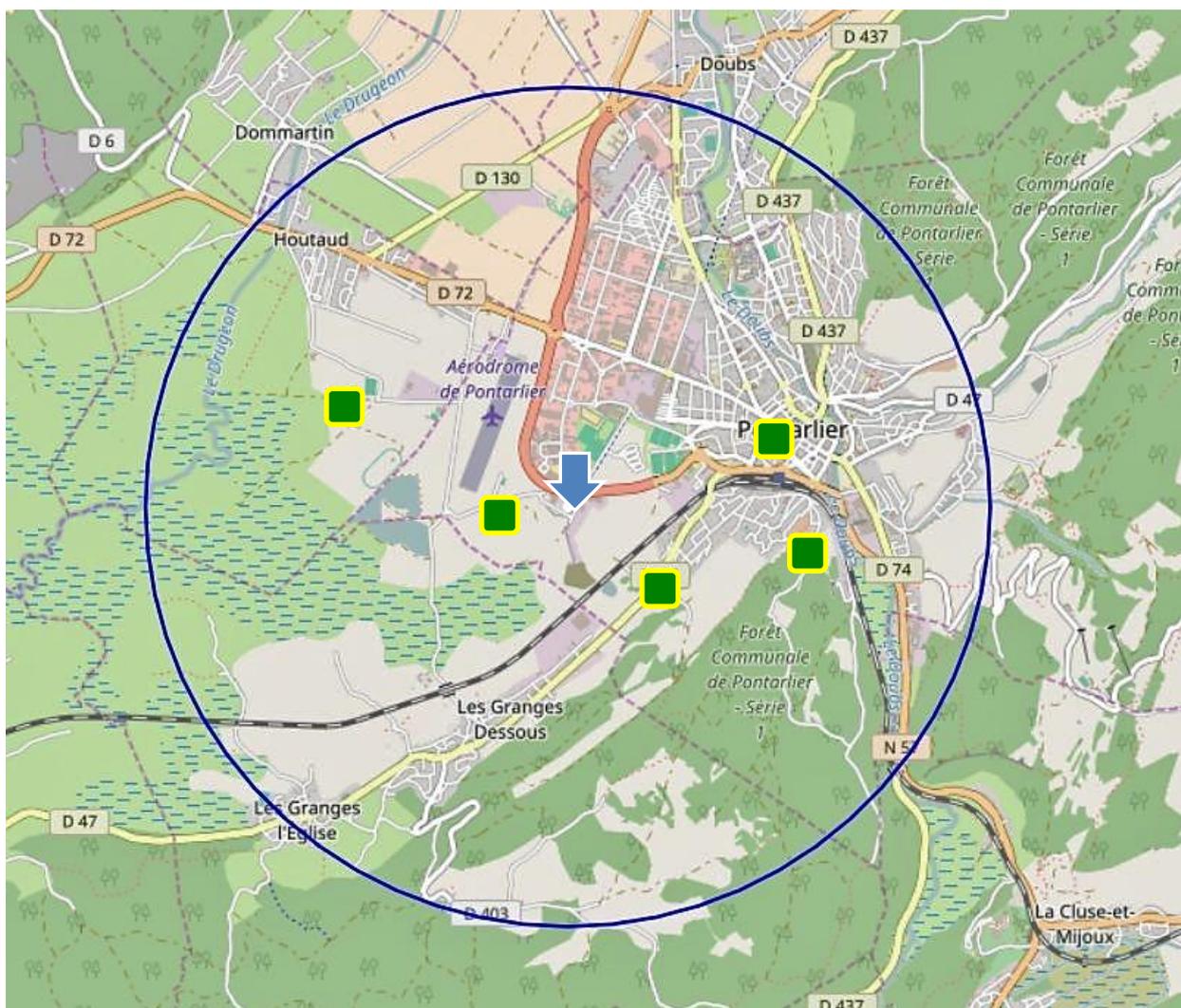
*BFBD VSBD dans les lichens selon Air Lichens, ETM (mg/kg)*

*Attention, pour les deux tableaux, les seuils de quantification sont fournis à titre indicatif car ils peuvent légèrement varier en fonction des témoins et des blancs lors de l'analyse.*

# LOCALISATION

► L'UVE PREVAL, à Pontarlier, est située dans la partie SO de la ville, à proximité de la D72, qui constitue la rocade en direction de Lausanne.

Son implantation est au cœur d'une zone commerciale et artisanale plus qu'industrielle. Les sources d'émissions de polluants susceptibles d'interférer avec celles théoriques de l'UVE ne sont pas des sources de proximité.



*Localisation de l'ensemble des emplacements (Open Street Map)*

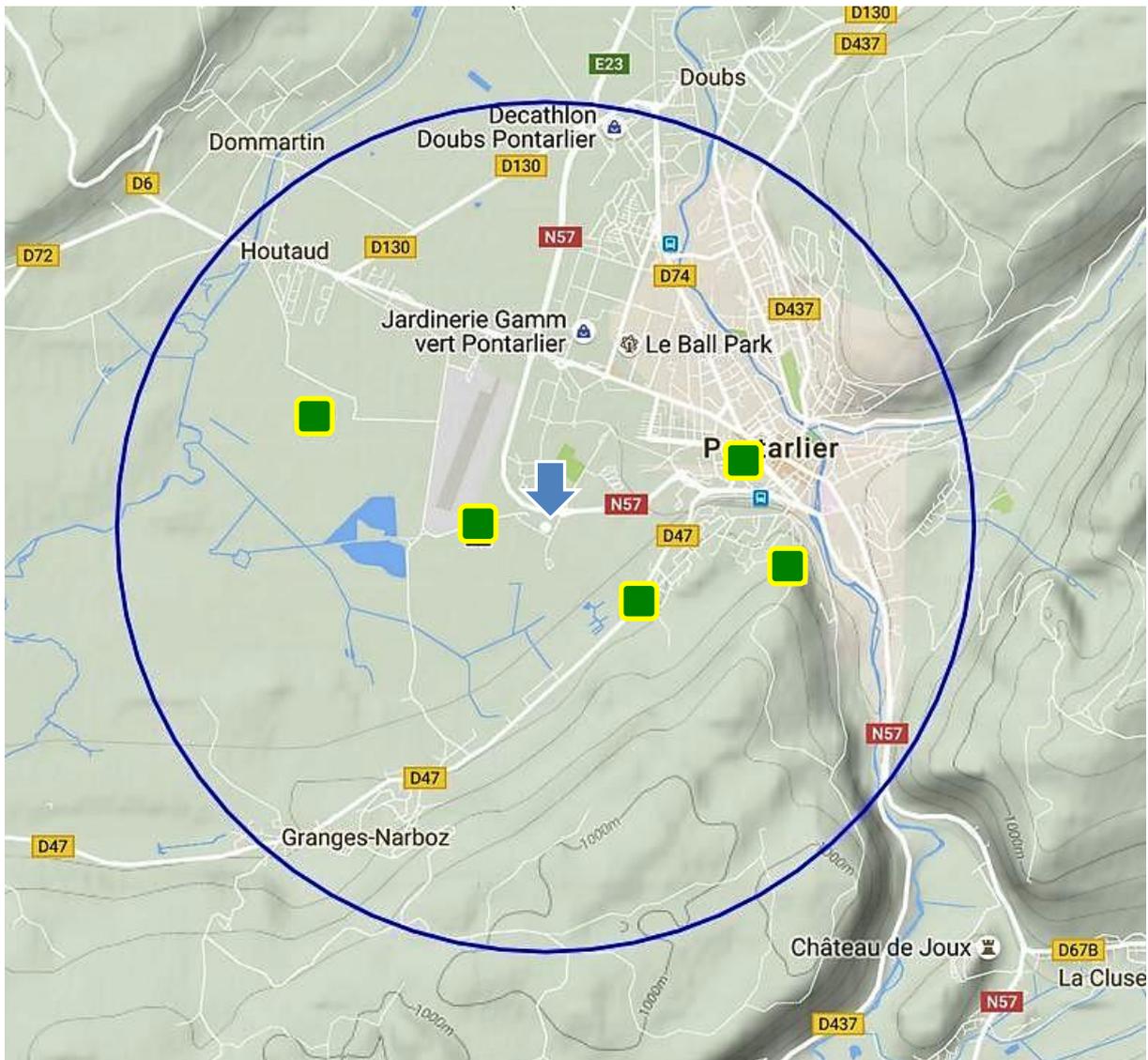
*Emplacements de prélèvements en carrés*

*Rayon du cercle : 3 km*

*La flèche bleue localise l'UVE*

Parmi les sources pouvant éventuellement potentialiser les effets de l’UVE :

- Au Nord, à environ 1 kilomètre, l’industrie ARMSTRONG,
- La circulation automobile et la logistique nécessaire à la zone commerciale et artisanale.
- La ville de Pontarlier, avec son ambiance urbaine, sa circulation automobile, les chauffages domestiques.
- Les menuiseries locales, susceptibles d’apporter leur lot de pollution atmosphérique ponctuelle.



*Carte relief Google Map,*

*Rayon du cercle de localisation : 3 km. Carrés : emplacements de prélèvements. Flèche bleue : UVE.*

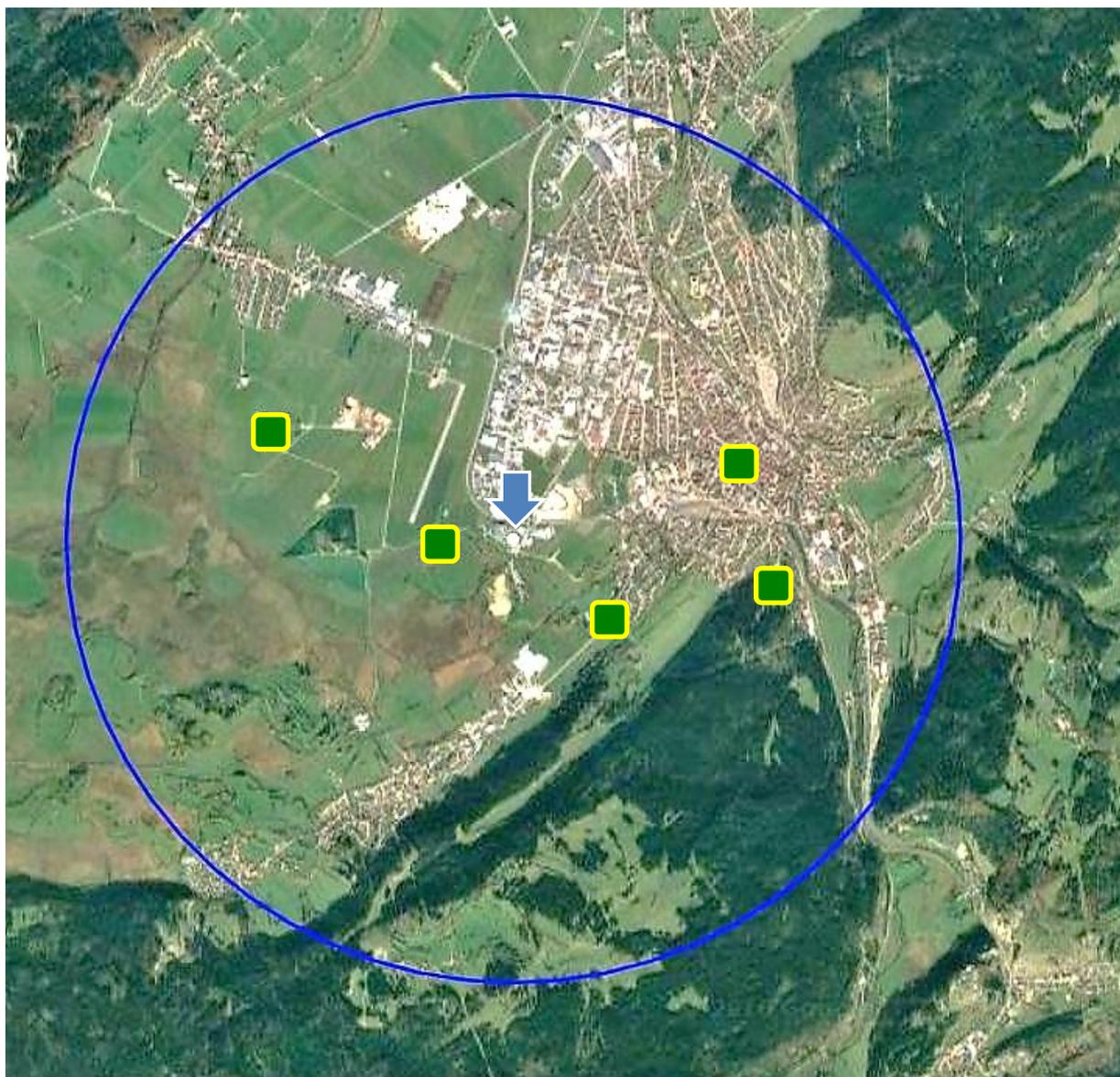
*Le relief est relativement tourmenté avec un axe d’élévation SO/NE.*

La ville de Pontarlier est implantée à la base de ce relief constitué par « La Montagne » qui culmine à environ 1086m à 5km de l’UVE.

- Le Dugeon, la rivière locale, s’écoule du Sud-Ouest au Nord avant de devenir partie intégrante du Doubs, qu’il rejoint au Nord à hauteur du Lieu-dit « Tout Vent ».

- Le Doubs et les reliefs peuvent provoquer des « Effets de vallée » au Sud entre « Château de Joux » et Pontarlier, et au Nord près du Crêt de la Rappe. Le ruisseau de Lévaux s'écoule à l'Est dans la zone forestière.
- Les sols agricoles ont souvent une importance. Lorsque des cultures industrielles sont présentes, l'effet des phytosanitaires et des engrais influe sur la qualité de l'air.

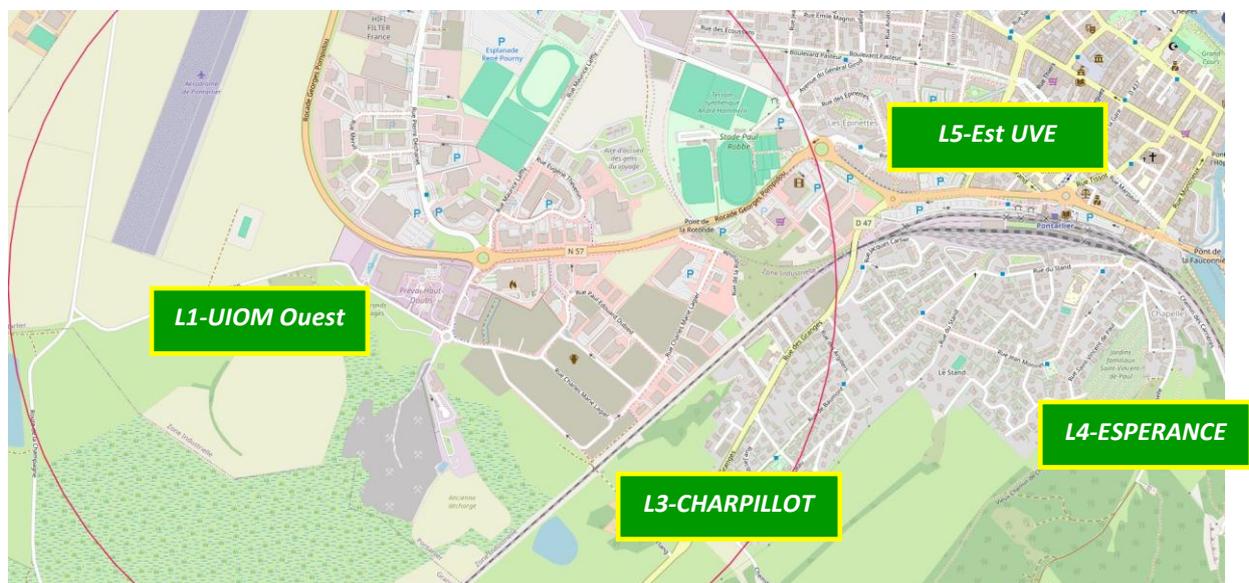
*Dans le cas de l'UVE PREVAL, les paysages sont dominés par une utilisation douce des sols et d'importantes surfaces sont consacrées à l'élevage.*



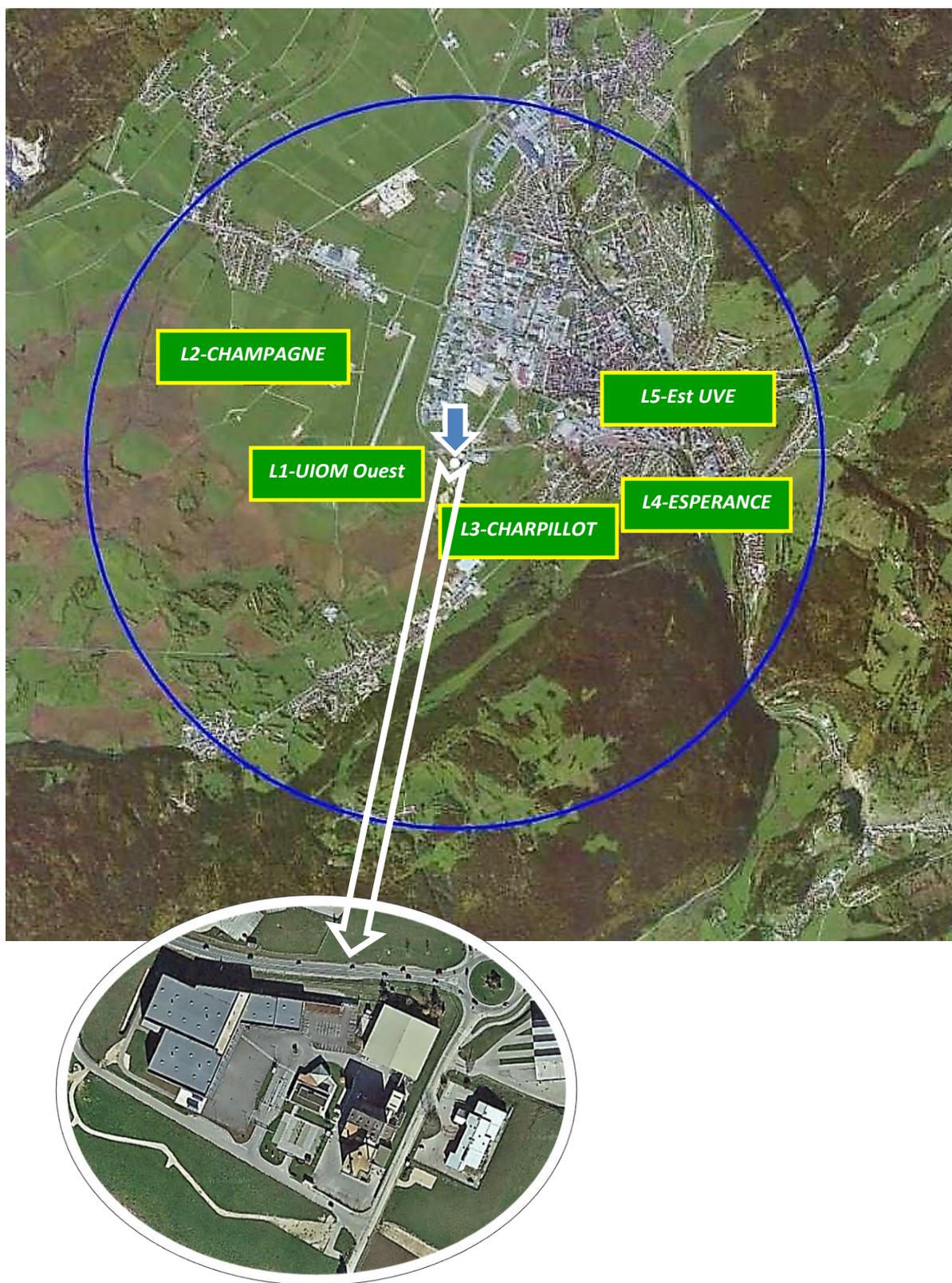
*Carte satellitaire GGE, localisation des espaces forestiers.  
Rayon du cercle de localisation : 3 km.  
Carrés : emplacements de prélèvements. Flèche bleue : UVE.*



Vue d'ensemble de la ville et de L1, L2, L3. Export plongeant GGE



L1, L3, L4 et L5, OSM.



Localisation de l'ensemble des prélèvements (flèche bleue : PREVAL), Rayon 3 km (carte Bing Map) et ci-dessus, l'UVE de PréVal, vue satellitaire GGE

**DESCRIPTIF**

ECHANTILLON	NORD	EST	ALT.	DISTANCE KM	PRECISIONS
L1-UIOM Ouest	46,53,9547	6,19,5835	823	0,6	« Chemin de l'Aviation » 25300 Pontarlier Conditions identiques aux précédentes. Prairies permanentes. <i>Lichens : Xanthoria parietina</i>
L2-Champagne	46,54,3583	6,18,7433	817	1,6	Houtaud, scierie en développement à 300m, en secteur rural peu ou pas exploité. <i>Lichens : Xanthoria parietina</i>
L3-Charpillot	46,53,6541	6,20,5554	841	0,9	Chemin Neuf de Charpillot, route de Baumont, 25300 Pontarlier. Proche D47. Sur arbres de l'avenue. <i>Lichens : Xanthoria parietina</i>
L4-Espérance	46,53,7490	6,21,3926	903	1,8	19 Chemin des Carrières 25300 Pontarlier. Chapelle de l'Espérance. Chemin de la Fauconnière. Surplombe Pontarlier. <i>Lichens : Xanthoria parietina</i>
L5-Est UVE	46,54,1381	6,21,0857	855	2,5	Rue Morand, proche rue du Dr Grenier, 25300 Pontarlier <i>Lichens : Xanthoria parietina</i>
Usine	46,53,919	6,20,056			

Caractéristiques des prélèvements, coordonnées géographiques en WGS 84

**Il s'agit de documents techniques à l'usage d'Air Lichens qui n'en abandonne pas ses Droits.**

**©Ce tableau descriptif n'est pas utilisable sans autorisation pour effectuer inopinément et sans protocole des contrôles. La ressource lichénique est gérée et le procédé est exclusif.**

**CONDITIONS CLIMATIQUES LORS DE L'INTERVENTION**

Date d'intervention	Heure de début	Température	Météo apparente / Précipitations	Vitesse des vents	Orientation des vents	Humidité ambiante	Pression barométrique
16 juillet 2024	9 h13	18°C	Nuageux Pluies : 14 mm / 24h	13/32 km/h	SO	84%	1017 hPa

**REPARTITION DES VENTS**

La rose des vents correspond aux relevés Météo France à Pontarlier (25), année 2021.

*N.B : La station Météo France « Vents » de Pontarlier ne mesure plus les vents locaux, les références de l'année 2021 sont donc conservées.*

ORIENTATION																		
Vitesses	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
1,5-4,5 m/s	4,5	3,4	1,4	1,2	3,6	3,1	1,3	1,3	1,5	2,2	3,4	4,8	4,7	3,6	1,9	1,6	2,6	3,1
4,5-8 m/s	1,2	1,4	0,2	0,1	+	0,2	0,1	0,3	0,6	1,2	1,4	3,0	2,4	0,8	+	+	+	+
> 8 m/s	+	+	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+	0,2	0,2	0,3	0,1	+	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	5,7	4,7	1,6	1,3	3,6	3,3	1,4	1,5	2,2	3,5	5,0	8,1	7,2	4,4	2,0	1,6	2,6	3,2
<b>Jours/an</b>	20,8	17,2	5,8	4,7	13,1	12,0	5,1	5,5	8,0	12,8	18,3	29,6	26,3	16,1	7,3	5,8	9,5	11,7

Répartition des vents par secteur d'orientation, arrondis, d'après Météo France – année 2021

Vitesses	% de mesures	Occurrences j/an
< 1,5 m/s	36,9	135
1,5-4,5 m/s	49,2	180
4,5-8 m/s	13,0	47
> 8 m/s	0,9	3
<b>Total</b>	100	365

Vitesses des vents, arrondis, d'après Météo France, données année 2021

- \* **Vents calmes** :  $V < 1,5 \text{ m/s}$  : 36,9% des cas ou 135 jours par an.

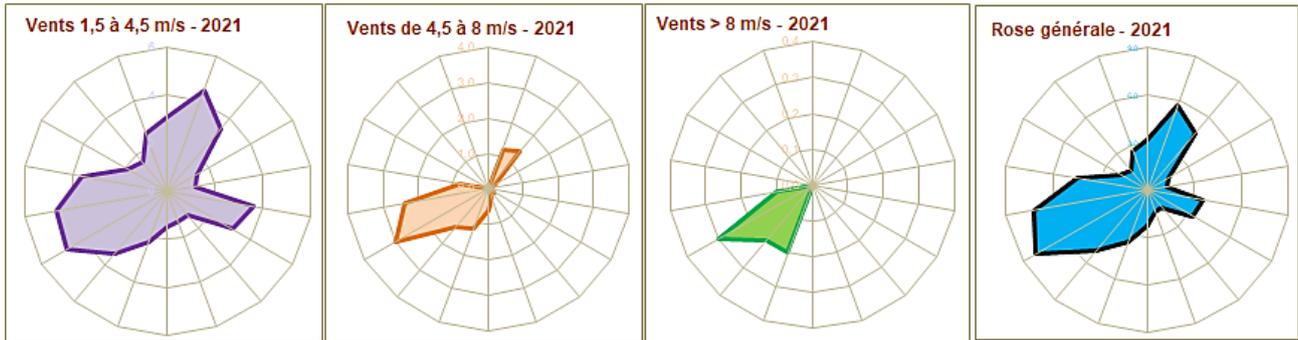
Ces vents se rencontrent lors des périodes d'occlusion atmosphérique favorisant les retombées de proximité.

- \* **Vents forts** :  $V > 8 \text{ m/s}$  : 0,9% des cas soit 3 jours par an, ils favorisent les dispersions. Rares.

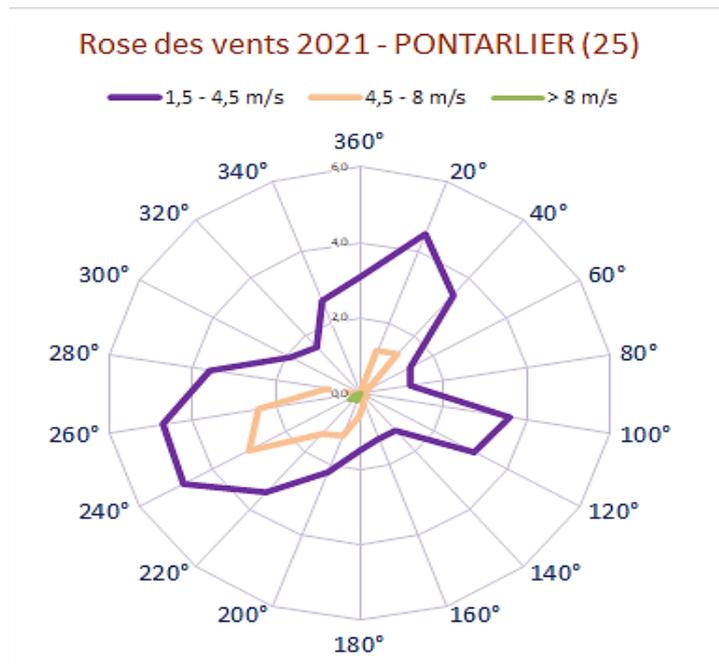
- \* **Vents les plus fréquents** : SO à Ouest

24,7% des mesures, soit 90 j/an dont une pointe à 240° en vents de 4,5 à 8 m/s.

- \* **Secondes directions dominantes, surtout vitesses de 1,5 à 4,5 m/s** : Sous forme de pointe NNE de 20° à 40° : 10,4% soit 38 j/an et 100°-120° SSE 6,9% (25 j/an).



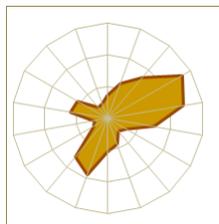
Les roses des vents complémentaires (graphiques ci-dessus) illustrent l'orientation et les groupes de vitesses.



Rose générale avec les trois groupes de vitesses, d'après Météo France, année 2021 – Graphique CREATION AAIR LICHENS

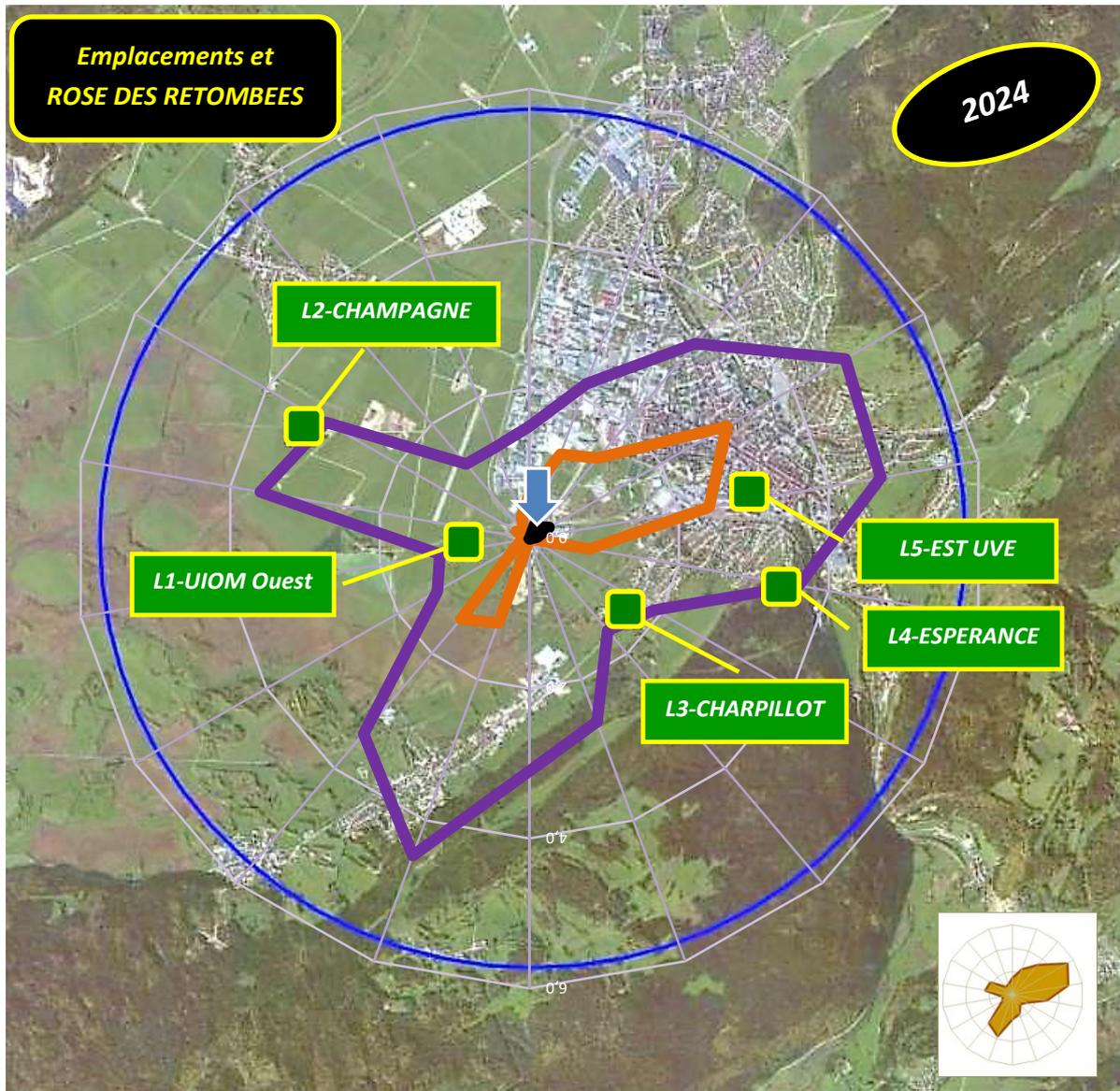
A remarquer : trois pointes, en vitesses de 1,5 à 4,5 m/s et des axes légèrement différents en vents de 4,5 à 8 m/s.

Par ailleurs, la rose des vents de 2021 est assez similaire à celle de 2020.



**ROSE DES RETOMBÉES – ANNEE 2021**

La rose des retombées est constituée de l'inverse de la rose des vents et met en évidence la répartition attendue des influences vers NE, SSO et SO.



Localisation sur fond Bing Map, lichens, rayon de localisation : 3000m

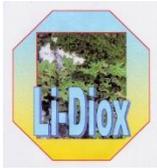
La flèche bleue indique PREVAL, les carrés représentent les emplacements de prélèvements

Surimpression et incrustation CREATION AAIR LICHENS : Rose des retombées : données 2021

(Vitesses de la rose : tracé en violet : 1,5-4,5 m/s ; en orange : 4,5-8 m/s ; en noir : > 8 m/s).

Rose en surimpression centrée sur l'UVE, ensuite adaptée.

# RESULTATS PCDD/F & PCB



## PCDD/F DANS LES LICHENS - Li-Diox<sup>®</sup>

### DEFINITION D'UN SEUIL POUR LES LICHENS

► Les travaux d'Air Lichens (Programme ADEMDIOX – 2000 avec la participation d'Air Lichens) ont précisé les variations de contenu en PCDD/F sur la base de celui des Lichens (sols, herbes et lichens). Ils ont défini des « limites » confirmées à de nombreuses reprises. Au-delà d'un seuil sanitaire ou réglementaire, il s'agit de bases d'interprétation avec la variation selon le bruit de fond.

► Lorsque les taux dans les lichens sont inférieurs à 20 ng TEQ/kg, les mesures des produits alimentaires sont toujours inférieures aux normes européennes. La grande sensibilité du procédé Li-Diox<sup>®</sup> permet de se situer en amont des risques d'introduction dans l'alimentation.

► D'autre part, l'exposition des lichens in situ est par définition de 365 jours par an, contrairement aux collecteurs de précipitation ou les légumes de potager, même standardisés.

► Les lichens retiennent les PCDD/F avec un équilibre entre leur contenu et l'air ambiant. Celui-ci évolue parallèlement à l'air, sur le principe d'une moyenne glissante.

*La significativité est établie, basée sur les teneurs en France et les résultats de la Zone Témoin d'Air Lichens (dédiée R&D).*

	Différents niveaux d'action	Valeur la plus élevée dans l'étude (ng/kg TEQ OMS 1998)
Valeurs non significatives selon la teneur de fond	≤ 2,8 ng TEQ/kg	<b>1,2</b>
Valeurs significatives selon la teneur de fond mais inférieures au seuil maximal admissible	> 2,8 ng TEQ/kg	
Valeurs à surveiller avec attention	≥ 10 ng TEQ/kg	
Valeur alerte, Seuil maximal admissible pour les lichens	20 ng TEQ/kg	
Valeurs importantes pour les lichens, devant entraîner des mesures complémentaires. Elles peuvent être liées à des contaminations (alimentation animale en priorité)	> 20 ng TEQ/kg	

*Analogies permettant de définir des seuils pour les lichens, ng/kg TEQ OMS 1998.*

### **BRUIT DE FOND – VALEURS REMARQUABLES PCDD/F**

► Le bruit de fond est la valeur environnementale de base. Air Lichens dispose d'une référence : celle de sa Zone Témoin dédiée R&D.

► Le taux de significativité, (quantité de PCDD/F > au bruit de fond) suit les recommandations de l'INERIS (ADEMDIOX - 2000) :

- Les résultats > 40% au bruit de fond sont significatifs.
- 40% sont équivalents aux incertitudes cumulées : 15% à l'analyse (donnée du laboratoire), 15% pour les prélèvements (écart type de 15%) et 10% pour les incertitudes aléatoires.
- Cette incertitude (intervalle de confiance de 95%) préconisée par l'INERIS correspond à celle des prélèvements à l'émission, selon le Comité Européen de Normalisation.
- Elle détermine les variations significatives entre les surveillances et n'est pas applicable pour des valeurs faibles. Il s'agit alors d'une variation de bruit de fond.

► La surveillance avec les lichens permet un suivi dynamique et suit la réalité des retombées de polluants.

► La méthodologie d'interprétation est appliquée par rapport à l'évolution individuelle de chaque emplacement et l'évolution d'ensemble.

**BRUIT DE FOND : 2,0 ng/kg TEQ OMS**  
**Pour des valeurs déterminantes supérieures à 2,8 ng/kg TEQ OMS.**

*Le terme « significatif » (VS) est statistique et signifie que le bruit de fond est dépassé, incertitudes comprises, sans lien avec un risque sanitaire.*

## RESULTATS ET INTERPRETATIONS

2024

Les résultats selon l'OMS 2005 sont plus faibles (révision des indices d'équivalents toxiques).

Emplacements	PCDD/F ng/kg TEQ OMS 1998	PCDD/F ng/kg TEQ OMS 2005
L1-UIOM Ouest	0.7	0.7
L2-Champagne	0.9	0.8
L3-Charpillot	1.1	1.0
L4-Espérance	1.2	1.2
L5-Est UVE	0.9	0.8
<b>Significatif (VS)</b>	<b>&gt; 2,8</b>	

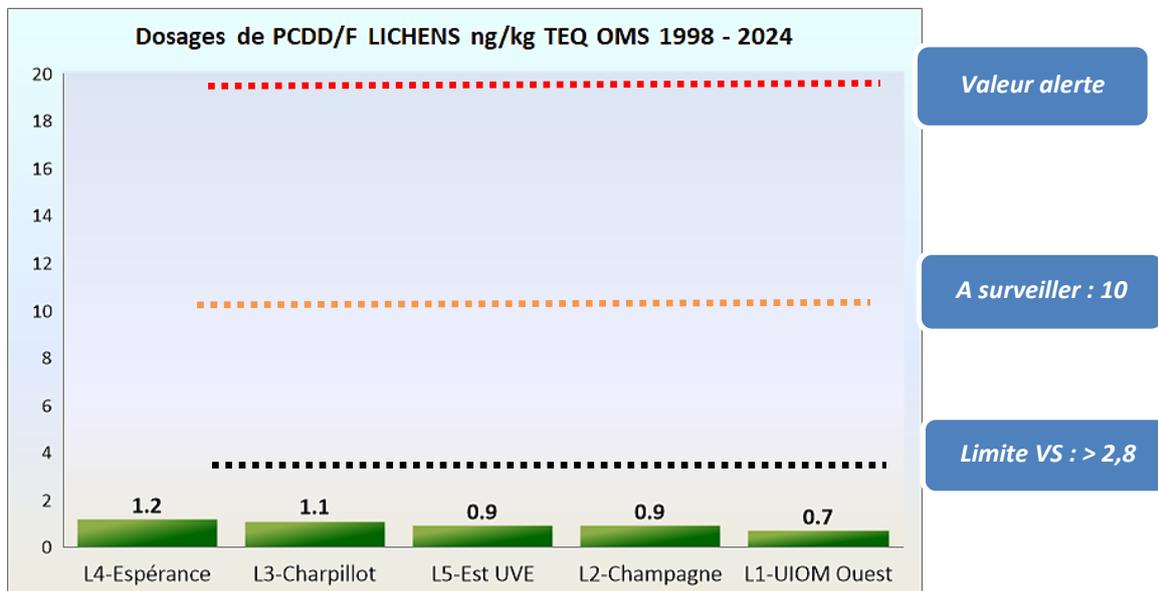
Résultats PCDD/F, ng TEQ/kg – OMS 1998 et OMS 2005.

En bleu : VS par rapport à la teneur de fond – selon la base de données Air Lichens - aucune

► Aucun des 5 emplacements ne réagit à la limite de significativité.

Avec une moyenne à 1,0 ng/kg TEQ OMS 1998 et une médiane à 0,9 ng/kg TEQ OMS 1998, la gamme des valeurs est très peu étendue tout en étant révélatrice de bruits de fond particulièrement faibles.

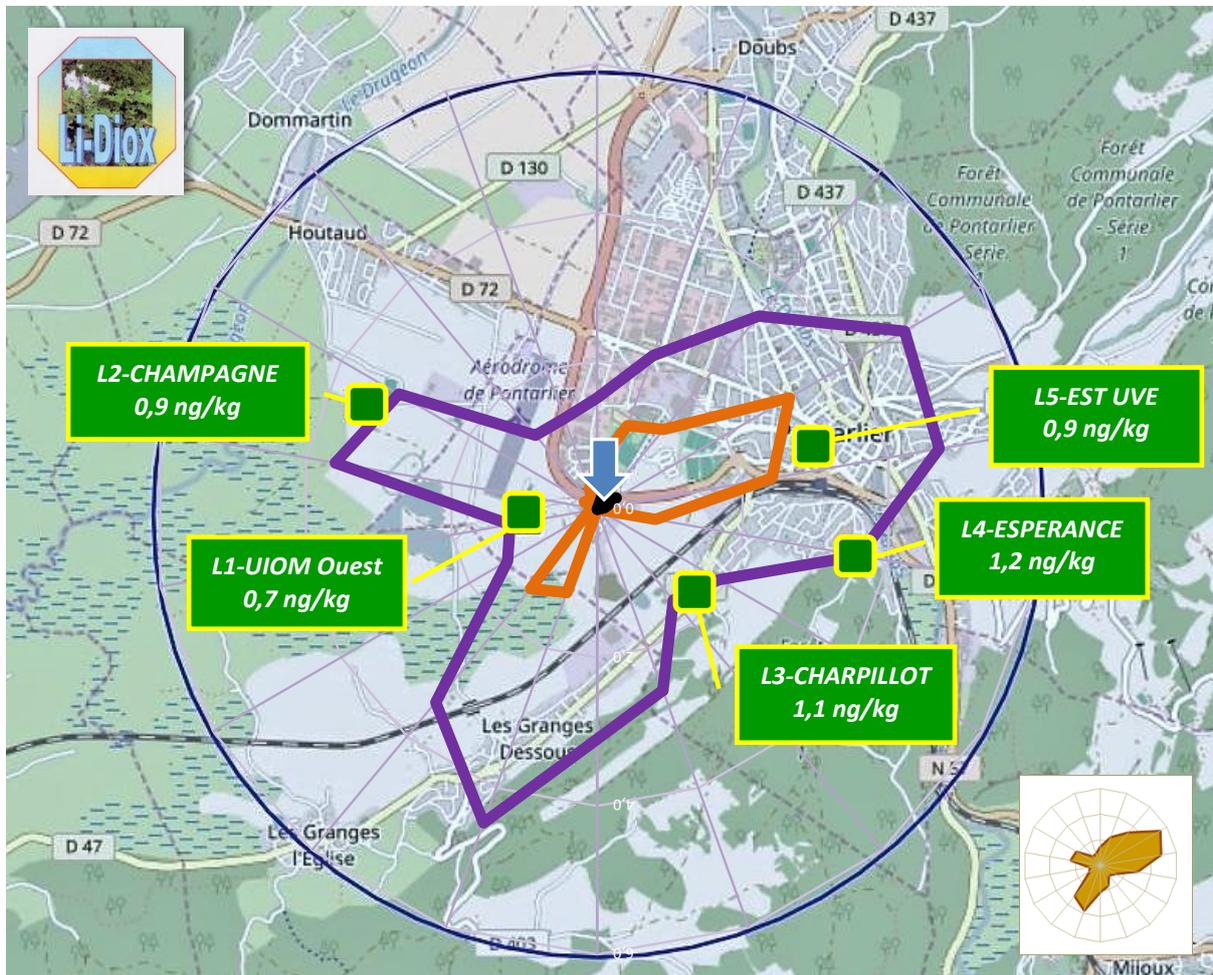
N.B : Le seuil alerte de 20 ng/kg TEQ OMS ne correspond pas à une recommandation officielle ou à une norme d'exposition. Tout dépassement de cette valeur doit cependant entraîner des vérifications, surtout en cas d'élevages laitiers proches.



Résultats des PCDD/F (ng/kg TEQ OMS 1998) – colorés en bleu : VS - aucun  
Par ordre de répartition et en parallèle des seuils VS, « à surveiller » et « alerte »



**PCDD/F dans les lichens  
ng/kg TEQ OMS 1998**



**Résultats des PCDD/F dans les lichens** – Fond de carte : OSM. Rayon : 3000m.

**ng/kg TEQ OMS 1998**

En vert : teneurs de base / en bleu : VS (aucune) – base de données Air Lichens

La flèche bleue indique PréVal

Surimpression et incrustation : Rose des retombées : données 2021

(Vitesses de la rose : tracé en violet : 1,5-4,5 m/s ; en orange : 4,5-8 m/s ; en noir : > 8 m/s).

Rose en surimpression centrée sur l'UVE, ensuite adaptée.

Aucun des cinq emplacements n'est significatif.

## EVOLUTION

L'évolution est examinée selon la somme des incertitudes. Chaque emplacement est comparé, de même que leur somme, ce qui indique les variations d'ensemble.

Stable : Variation de 0 à 20% si la mesure ne devient pas un BF ou une VS (Bruit de Fond ou Valeur Significative).

H ou B : Hausse ou Baisse = Variations inférieures à 60%

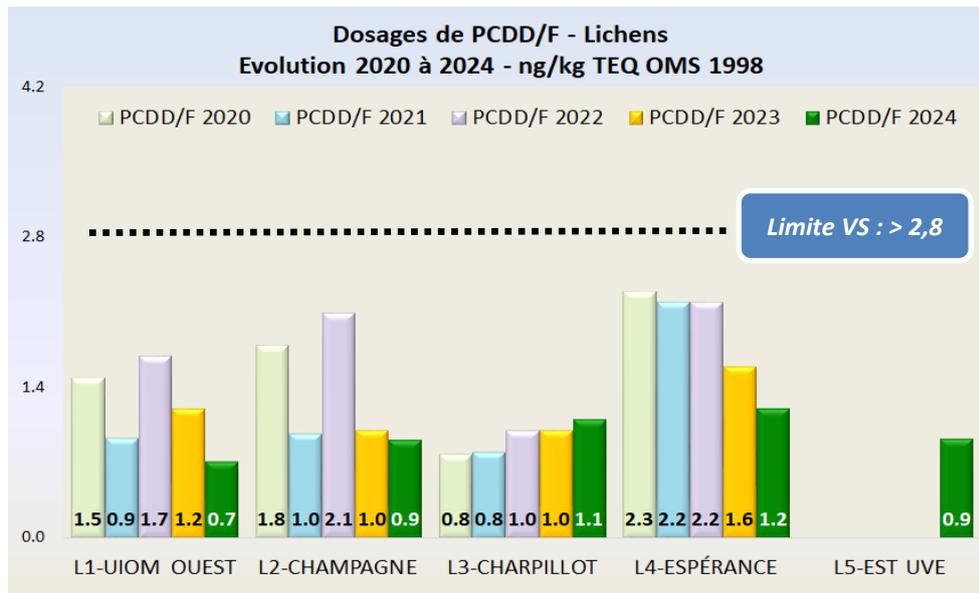
HS ou BS : Hausse ou Baisse Notables = Variations égales ou supérieures à 60% (HS / BS)

Les évolutions sont étudiées sur la base des TEQ OMS 1998.

Emplacements	PCDD/F 2020	PCDD/F 2021	PCDD/F 2022	PCDD/F 2023	PCDD/F 2024	2024/2023	Evolution
L1-UIOM Ouest	1.5	0.9	1.7	1.2	0.7		Fond
L2-Champagne	1.8	1.0	2.1	1.0	0.9		Fond
L3-Charpillot	0.8	0.8	1.0	1.0	1.1		Fond
L4-Espérance	2.3	2.2	2.2	1.6	1.2		Fond
L5-Est UVE					0.9		Fond
<b>Somme L1-L5</b>					<b>4.8</b>		
<b>Somme L1-L4</b>	<b>6.4</b>	<b>4.9</b>	<b>7.0</b>	<b>4.8</b>	<b>3.9</b>	<b>0.8</b>	<b>Variation de bruits de fond</b>
<b>VS</b>	<b>&gt; 2,8</b>						

Mise en parallèle des résultats des campagnes de mesures (ng TEQ/kg OMS 1998)

En bleu : valeurs significatives – base de données Air Lichens - Aucune



**2020-2024** : Maintien des teneurs de base tout au long du moyen terme, à des valeurs particulièrement faibles. A ce niveau de retombées, toute interférence sera visible.

**2014-2024** : somme en baisse dans des bruits de fond (merci de se reporter au Résumé Visuel et au fichier d'exploitation des données en annexe de ce rapport).

## DETAIL PAR CONGENERE

### TOXICITE

Parmi les 210 congénères de dioxines et furanes, 17 sont reconnus toxiques. Les dioxines sont des composés lipophiles faiblement éliminés par l'organisme et qui s'accumulent et se stockent en particulier dans le foie et le tissu adipeux (*toxiques cumulatifs*).

La bio-amplification de la dioxine tient à ses propriétés et au fait que toute chaîne alimentaire peut être représentée sous forme d'une pyramide trophique (*représentation approximative*). D'un niveau à l'autre, la biomasse diminue fortement du fait des pertes énergétiques.

Pour un contaminant stable et bio-cumulatif, les concentrations augmentent donc de façon inversement proportionnelle à la diminution de la biomasse, accentuant les teneurs dans les niveaux supérieurs (*animaux prédateurs, humains*) qui seront les plus exposés aux effets toxiques à long terme. En ce qui concerne la nature des congénères, on observe une prédominance des PCDD par rapport aux PCDF.

- De nombreuses études sur la toxicité des PCDD et PCDF mettent en cause le congénère le plus toxique, à savoir le 2, 3, 7,8-TCDD. Les données indiquent que les congénères les plus toxiques comportent au moins quatre atomes de chlore aux positions 2, 3, 7 et 8 et la toxicité des congénères diminue lorsque le nombre d'atomes de chlore croît. Le premier enseignement est que le nombre de molécules toxiques est de 17 sur les 210 possibles.
- Ces 17 congénères n'ont pas tous la même toxicité. Pour traduire ces différences, il a été établi un coefficient de pondération pour chacune des 17 molécules en prenant comme base un coefficient de 1 pour le plus toxique : 2, 3, 7,8-TCDD.
- ▶ Le système de coefficients de pondération (*I-TEF = International Toxic Equivalency Factors*) reconnu internationalement est celui développé par l'OTAN : « NATO Committee on Challenge to Modern Society » (NATO/CCMS).
- ▶ Pour chacun des congénères pris en compte on estime un coefficient de toxicité (*Toxicity Equivalence factor ou TEF ou I-TEF, équivalent dioxines et furanes*) qui représente une fraction de la toxicité de la molécule de référence, la TCDD évoquée plus haut à laquelle est attribuée la valeur 1 :

$$\text{TEF} = \text{toxicité congénère} / \text{toxicité TCDD}$$

- ▶ Les TEF sont ensuite intégrés dans un indice global de toxicité, le Toxic Equivalent Quantity (TEQ) d'un milieu contaminé par les HAPH (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogènes), selon la formule suivante : (*TEF<sub>i</sub> et C<sub>i</sub> sont le TEF et la concentration du congénère i contenu dans le mélange*)

$$\text{TEQ} = \sum_i \text{TEF}_i * C_i$$

**REPARTITION**

► Le tableau ci-dessous présente le détail du contenu des échantillons selon les congénères participant au calcul du TEQ OMS 1998, ng/kg.

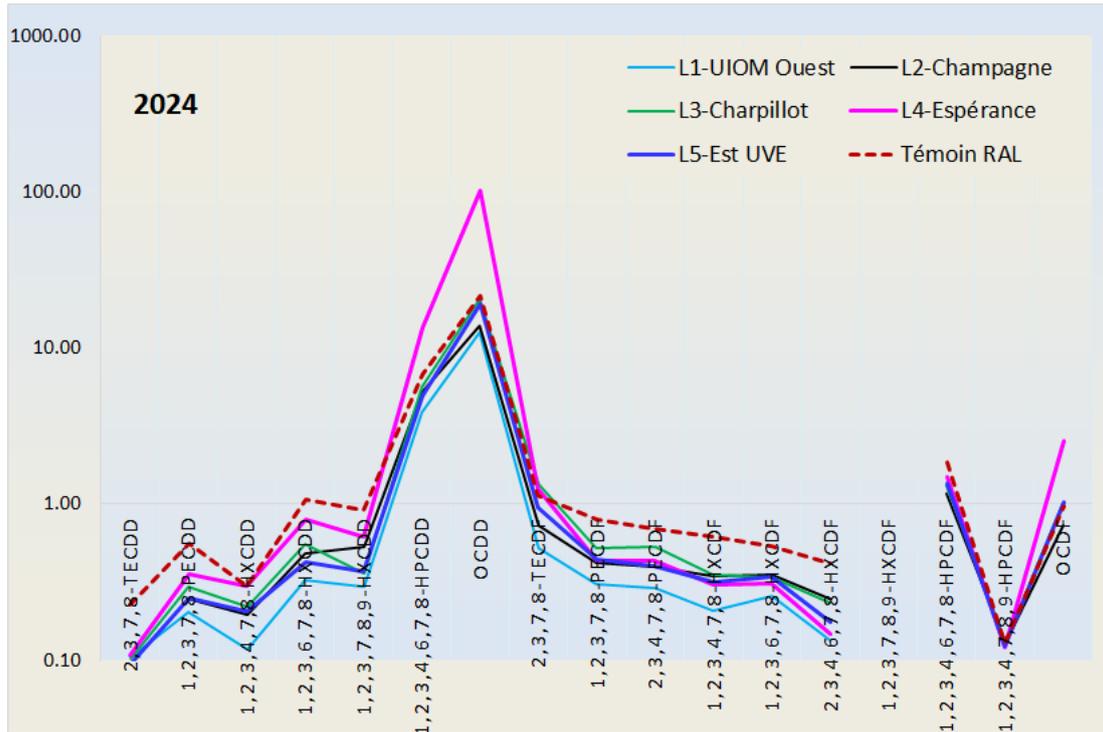
	L1-UJOM Ouest	L2-Champagne	L3-Charpillot	L4-Espérance	L5-Est UVE	Témoïn Aair Lichens
2,3,7,8-TeCDD	0.10	0.00	0.10	0.11	0.09	0,23
1,2,3,7,8-PeCDD	0.21	0.25	0.30	0.36	0.25	0,56
1,2,3,4,7,8-HeCDD	0.12	0.20	0.22	0.30	0.21	0,30
1,2,3,6,7,8-HeCDD	0.32	0.48	0.55	0.80	0.42	1,07
1,2,3,7,8,9-HeCDD	0.30	0.54	0.36	0.62	0.37	0,92
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	3.86	5.19	5.66	13.59	4.93	6,74
<b>OCDD</b>	<b>12.59</b>	<b>13.94</b>	<b>20.44</b>	<b>101.84</b>	<b>19.33</b>	<b>21,54</b>
2,3,7,8-TeCDF	0.53	0.74	1.34	1.26	0.95	1,14
1,2,3,7,8-PeCDF	0.31	0.42	0.53	0.43	0.44	0,79
2,3,4,7,8-PeCDF	0.29	0.40	0.54	0.43	0.40	0,70
1,2,3,4,7,8-HeCDF	0.21	0.34	0.35	0.30	0.32	0,61
1,2,3,6,7,8-HeCDF	0.26	0.36	0.34	0.31	0.34	0,54
2,3,4,6,7,8-HeCDF	0.13	0.25	0.24	0.15	0.18	0,41
1,2,3,7,8,9-HeCDF	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.85	1.16	1.32	1.49	1.36	1,86
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.00	0.13	0.13	0.12	0.12	0,13
<b>OCDF</b>	<b>0.66</b>	<b>0.73</b>	<b>1.02</b>	<b>2.52</b>	<b>1.04</b>	<b>0,97</b>
<b>TEQ totaux – ng/kg MB</b>	<b>0.7</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>1.2</b>	<b>0.9</b>	<b>1,80</b>

**Résultats des dosages par congénère (ng/kg TEQ OMS 1998) en parallèle avec le témoin Aair Lichens**

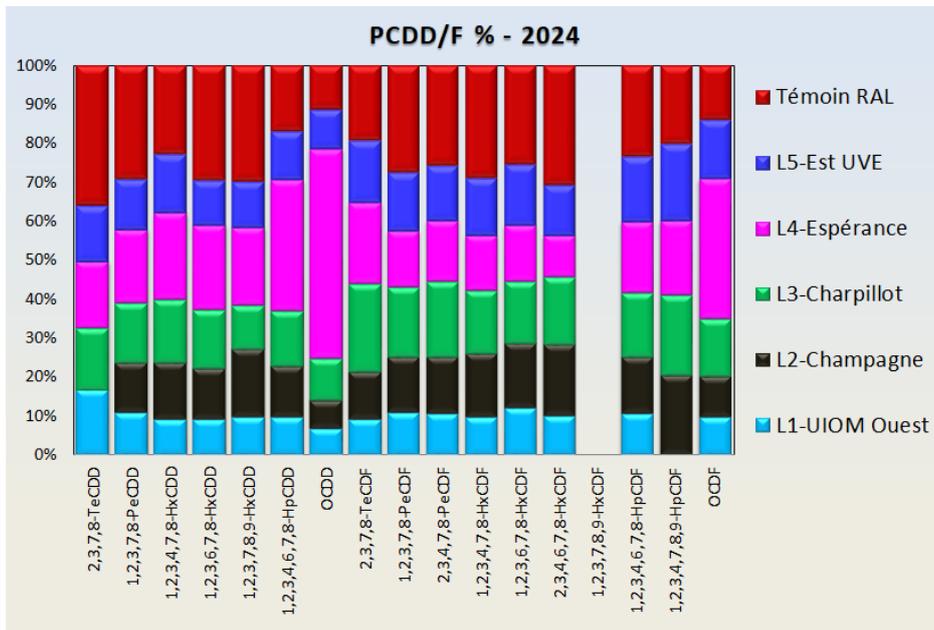
L'analyse de la répartition de congénères figure dans les courbes logarithmiques ci-après.

Cette présentation des résultats est efficace car les histogrammes classiques ne permettent pas de déceler des variations.

Il s'agit d'une recherche d'anomalie ou de signature, selon les procédures d'Aair Lichens, seule apte à interpréter ces données.



Répartition des congénères de PCDD/F - Echelle logarithmique ci-dessus et par % ci-dessous



► **L'analyse logarithmique des congénères** montre des courbes majoritairement inférieures au témoin type d'Air Lichens.

► **L'analyse par %** confirme le graphique logarithmique tout en montrant quelques accentuations sur L4-Espérance surtout en OCDD et OCDF sans que cela ne remette en cause sa teneur de base en PCDD/F.

## ANALYSE DES PROFILS (RECHERCHE AAIR LICHENS)

*Cette application constitue une avancée dans l'interprétation des données et l'analyse de la répartition des congénères de dioxines et furanes.*

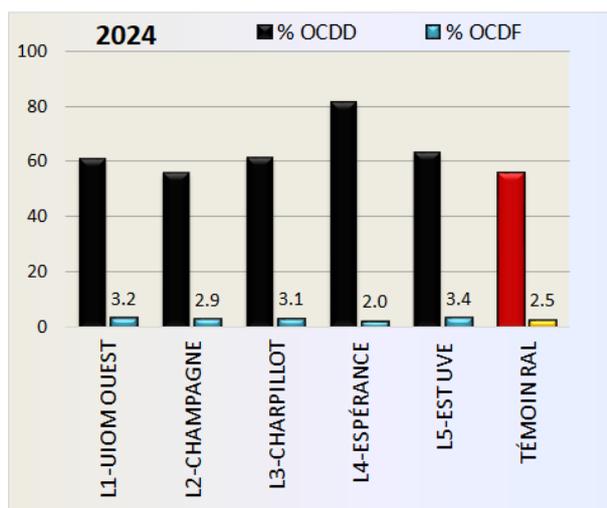
L'utilisation de cette méthode de comparaison de la répartition des congénères a pour but d'observer si une signature ou des interférences repérables existent.

Nous avons choisi dans le cadre de notre recherche de signature d'analyser les deux congénères les plus représentatifs dans leurs pourcentages de répartition :

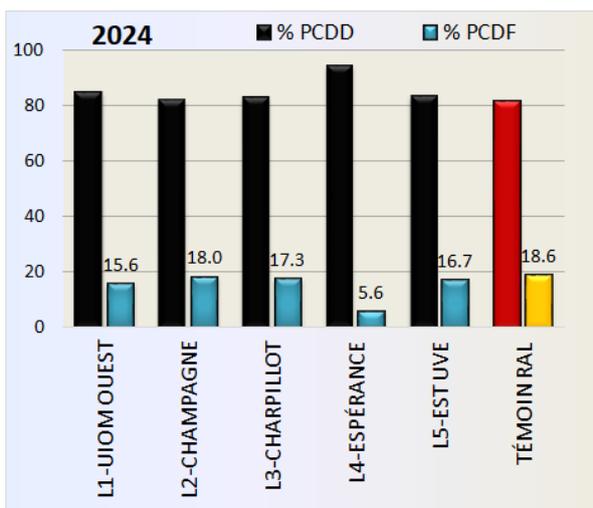
- ❖ L'octachlorodibenzodioxine ou OCDD
- ❖ L'octachlorodibenzofurane ou OCDF

L'OCDD est le congénère le plus répandu dans l'environnement et le plus persistant, L'OCDF est souvent responsable d'interférences et est par contre plus fugace et labile.

C'est la raison d'un faible TEF et signifie que son intérêt ne réside pas dans la toxicité (*il intervient peu dans le calcul de l'Indice de toxicité TEQ*) mais dans la formation d'une signature liée à la source ou à des interférences locales.



Répartition des OCDD et OCDF (%), 2024.



Répartition des PCDD et des PCDF (%), 2024.

► La première approche de la recherche de signature, ne considérant que l'OCDD et l'OCDF, ne montre pas de spécificité.

► Parmi les 15 autres congénères de PCDD/F, il est parfois rencontré des anomalies ponctuelles. Une seconde interprétation recourt à l'ensemble des PCDD et des PCDF par rapport à la totalité des congénères.

*Ces comparaisons basées sur les familles d'OCDD-OCDF (%) et de PCDD-PCDF (%) ne présentent pas de particularités supplémentaires.*

Des éléments sont à considérer :

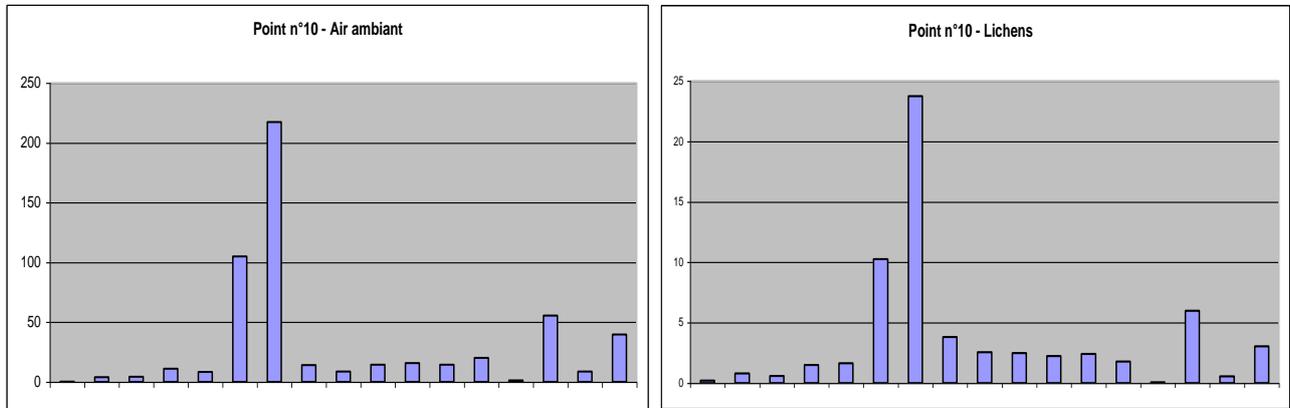
- Une signature doit être reproductible pour être fiable, sinon il s'agit d'interférences. Les signatures d'émission, et les pics d'OCDF, peuvent varier dans le temps. Un travail de recherche de signature ne peut être considéré comme définitif.
- Généralement, plus l'on s'approche des teneurs de fond, moins les signatures sont décelables et elles se diluent dans l'aléatoire des sources ponctuelles constituant les bruits de fond.
- Ceci rappelle les difficultés de définir des signatures d'émission ou des signatures environnementales. Les profils à l'émission sont variables et induisent des variations dans les retombées, sachant que des recombinaisons de congénères sont possibles.

**DEMI-VIE DE CERTAINS CONGENERES - INFORMATIF**

<b>Substance Chimique</b>	<b>Demi-vie Air (Jours)</b>	<b>TEF OMS 1998</b>
<b>2,3,7,8 TCDD</b>	<b>8,3</b>	<b>1</b>
<b>1,2,3,7,8 PCDD</b>	<b>15</b>	<b>1</b>
<b>1,2,3,4,7,8 HxCDD</b>	<b>31</b>	<b>0,1</b>
<b>1,2,3,6,7,8 HxCDD</b>	<b>31</b>	<b>0,1</b>
<b>1,2,3,7,8,9 HxCDD</b>	<b>31</b>	<b>0,1</b>
<b>1,2,3,4,6,7,8 HpCDD</b>	<b>63</b>	<b>0,01</b>
<b>OCDD</b>	<b>165</b>	<b>0,0001</b>

Malgré de nombreuses incertitudes sur la demi-vie des dioxines, certaines valeurs ont été avancées par Sinkkonen et Paasivirta (2000), reprises par Shatalov et al. (2002) pour modéliser les émissions de dioxines en Europe. Ces données proviennent du rapport INERIS DRC-01-DR029.doc d'août 2005 (fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques).

## ANALOGIES AVEC L'AIR AMBIANT



Graphique du profil de répartition des PCDD/F dans l'air ambiant et graphique du profil de répartition des PCDD/F dans les lichens sur le même site (ADEMDIOX, participation Air Lichens, 2000).

La répartition des PCDD/F dans les lichens est identique à celle de l'air ambiant (données acquises dans le programme de recherche ADEMDIOX auquel Air Lichens a participé en 2000).

L'INERIS avait effectué des mesures de PCDD/F dans l'air ambiant avec des préleveurs grands volumes (période de 15 jours). Sur les mêmes emplacements, nous avons effectué des mesures dans les lichens. Il s'agit d'un exemple des profils obtenus.

Les profils de répartition identiques dans l'air et les lichens signifient que toute mesure dans les lichens évalue ce qui transite par l'atmosphère.

Les lichens ne métabolisent pas ces composés et les retiennent, d'où leur adéquation au suivi des retombées atmosphériques.

## PCB-DL & PCDD/F + PCB-DL DANS LES LICHENS

### RESULTATS ET INTERPRETATIONS

► **PCB-DL** : Les zones témoins rurales présentent des valeurs de 0,5 à 1,0 ng/kg (TEQ OMS 2005, Données exclusives Air Lichens / A13-578).

Dans ce cas, les valeurs significatives sont supérieures à 1,3 ng/kg TEQ OMS 2005 sur une base de teneur de fond de 0,9 ng/kg TEQ OMS 2005. La teneur de la zone témoin d'Air Lichens est de 0,37 ng/kg TEQ OMS 2005.

► Le seuil maximal pour les lichens est de 20 ng/kg TEQ OMS pour les PCDD/F seuls.

Lorsqu'il s'agit de la somme PCDD/F + PCB-DL ng/kg TEQ OMS 2005, il s'agit d'un niveau d'alerte car tout dépassement de cette valeur ne peut garantir l'absence d'introduction de ces polluants dans l'alimentation animale et, par extension, dans les laits (Recherches comparatives menées par AAIR LICHENS).

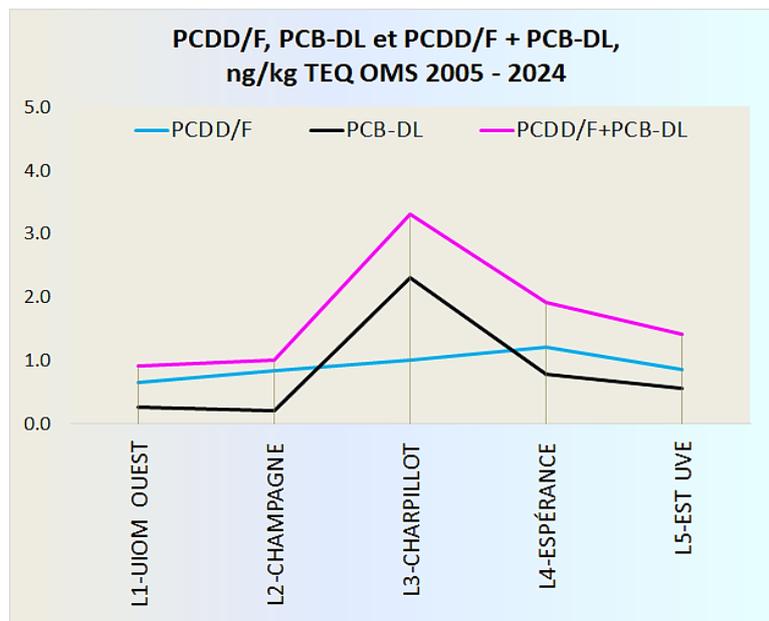
► Loin de ce niveau d'alerte, il s'agit aussi de définir des niveaux de retombées significatives pour les lichens.

#### **Selon les données les plus récentes :**

- \* Limite de significativité pour les PCDD/F (TEQ OMS 2005) : > 2,8 ng/kg
- \* Limite de significativité pour les PCB-DL (TEQ OMS 2005) : > 1,3 ng/kg
- \* Limite de significativité pour les PCDD/F + PCB-DL (TEQ OMS 2005) : > 4,1 ng/kg

Emplacements	PCDD/F ng/kg	PCB-DL ng/kg	PCDD/F + PCB-DL ng/kg
L1-UIOM Ouest	0.7	0.3	0.9
L2-Champagne	0.8	0.2	1.0
L3-Charpillot	1.0	2.3	3.3
L4-Espérance	1.2	0.8	1.9
L5-Est UVE	0.8	0.6	1.4
<b>Significativité (VS)</b>	<b>&gt; 2,8</b>	<b>&gt; 1,3</b>	<b>&gt; 4,1</b>
<b>Alerte</b>	<b>20</b>		

Résultats des dosages dans les lichens, ng/kg TEQ OMS 2005  
En bleu : VS – base de données Air Lichens.

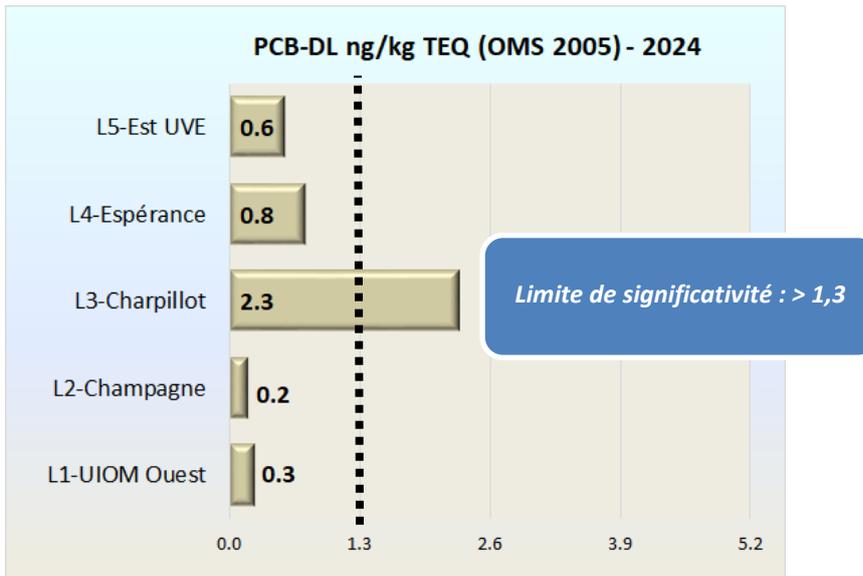


Résultats des dosages dans les lichens, ng/kg TEQ OMS 2005

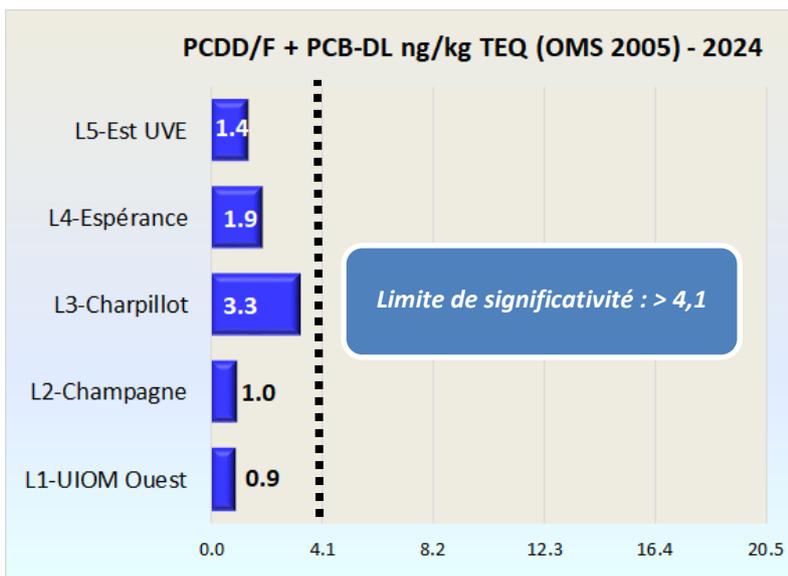
► OMS 2005 => Que ce soit en PCDD/F, PCB-DL ou PCDD/F + PCB-DL, seul L3-Charpillot montre une VS, en PCB-DL seulement.

► Les PCB-DL montrent une courbe parallèle aux PCDD/F + PCB-DL ce qui les rendrait plus discriminants que les PCDD/F qui eux-mêmes sont très faibles.

L'absence de parallélisme des PCDD/F indique une source complémentaire pouvant interagir.



Résultats des PCB-DL dans les lichens (ng/kg TEQ OMS 2005)



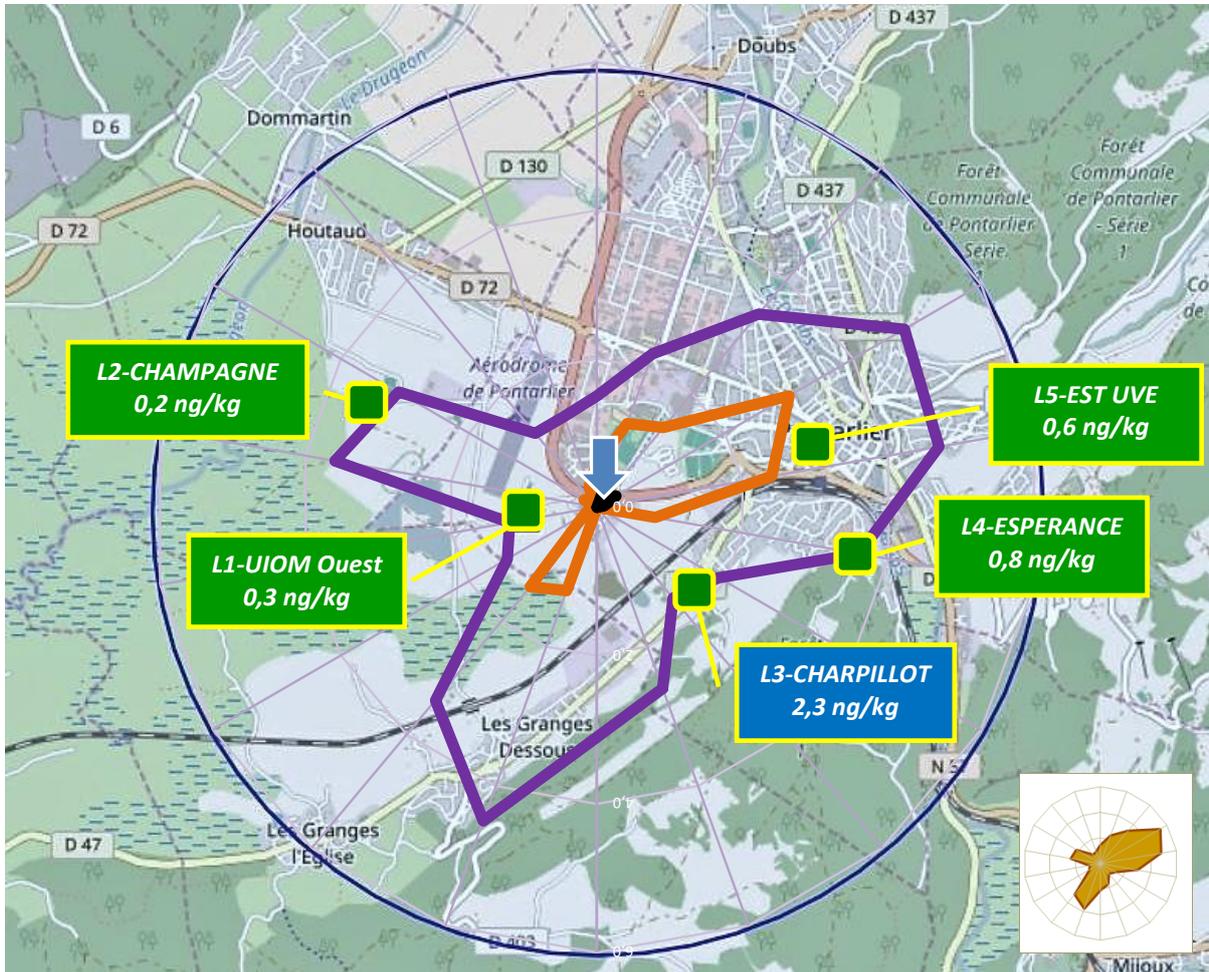
Résultats des PCDD/F + PCB-DL dans les lichens (ng/kg TEQ OMS 2005)

- ▶ PCB-DL : L3-Charpillot est remarqué, les autres emplacements sont particulièrement faibles.
- ▶ PCDD/F + PCB-DL : *aucun* n'est affirmé.



2024

**PCB-DL dans les lichens**  
ng/kg TEQ OMS 2005



Résultats des PCB-DL dans les lichens – Fond de carte : OSM. Rayon : 3000m.

ng/kg TEQ OMS 2005

En vert : teneurs de base / en bleu : VS – base de données Aair Lichens

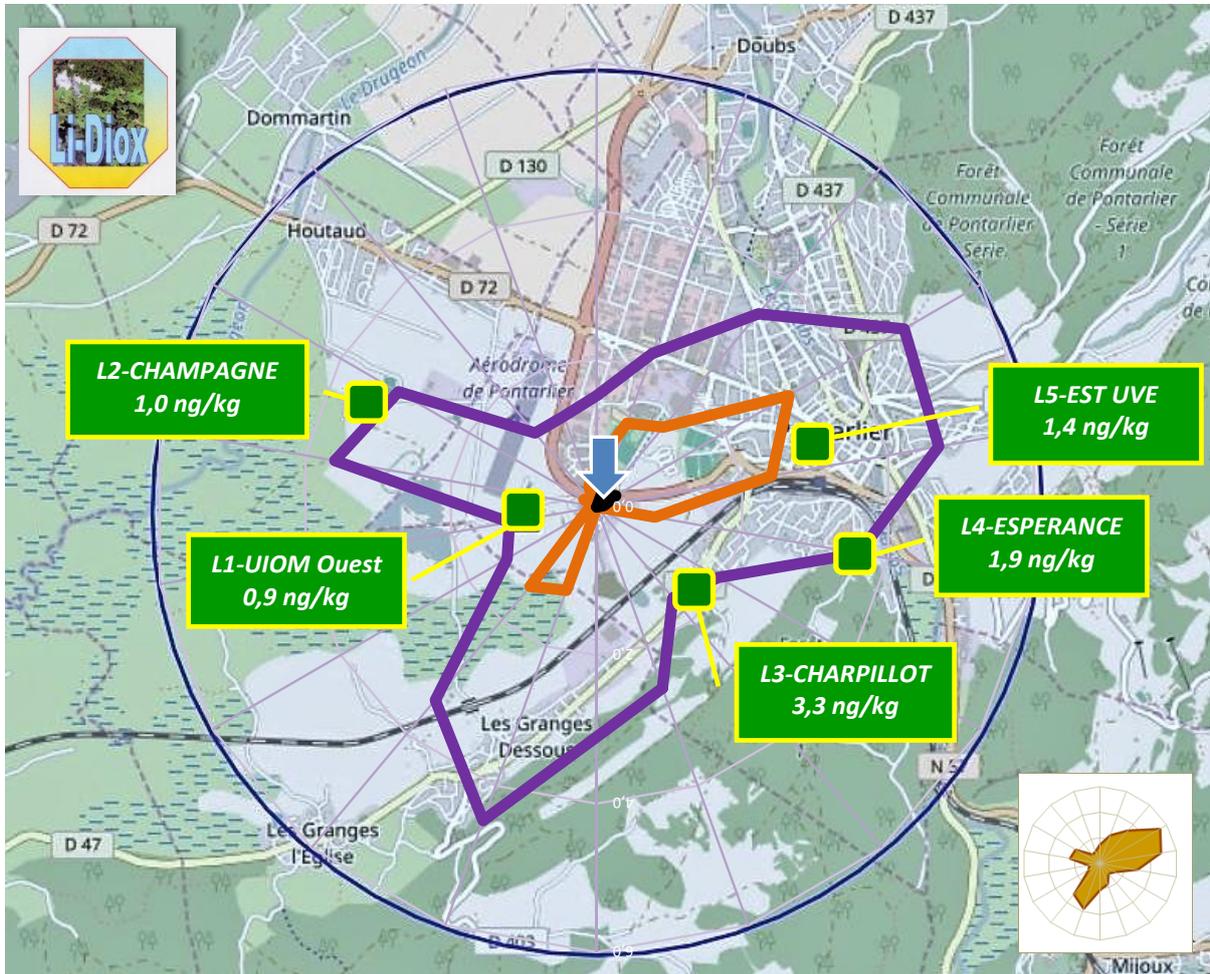
La flèche bleue indique PréVal

Surimpression et incrustation : Rose des retombées : données 2021

(Vitesses de la rose : tracé en violet : 1,5-4,5 m/s ; en orange : 4,5-8 m/s ; en noir : > 8 m/s).

Rose en surimpression centrée sur l'UVE, ensuite adaptée.

L3-Charpillot montre des PCB-DL significatifs.



Résultats des PCDD/F + PCB-DL dans les lichens – Fond de carte : OSM. Rayon : 3000m.

ng/kg TEQ OMS 2005

En vert : teneurs de base / en bleu : VS (aucune) – base de données Air Lichens

La flèche bleue indique PréVal

Surimpression et incrustation : Rose des retombées : données 2021

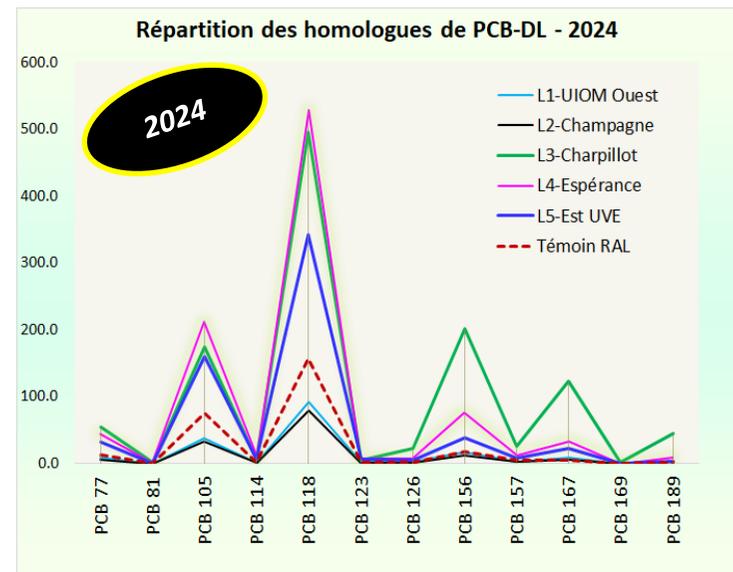
(Vitesses de la rose : tracé en violet : 1,5-4,5 m/s ; en orange : 4,5-8 m/s ; en noir : > 8 m/s).

Rose en surimpression centrée sur l'UVE, ensuite adaptée.

Aucun résultat ne présente une significativité à la somme PCDD/F + PCB-DL

REPARTITION DES PCB-DL

PCB Dioxin Like	L1-UIOM Ouest	L2-Champagne	L3-Charpillot	L4-Espérance	L5-Est UVE	Totaux	Témoins RAL	TEF	
PCB 77	8.75	5.78	55.23	43.47	32.20	145	13.43	0.00010	PCB 77
PCB 81	0.00	0.00	1.42	1.59	0.00	3	0.00	0.00030	PCB 81
PCB 105	37.83	33.06	174.41	212.00	159.22	617	75.56	0.00003	PCB 105
PCB 114	1.76	1.55	6.40	10.85	6.54	27	1.94	0.00003	PCB 114
PCB 118	91.96	78.85	495.50	528.11	341.47	1536	156.27	0.00003	PCB 118
PCB 123	1.99	1.49	4.84	7.81	6.41	23	2.05	0.00003	PCB 123
PCB 126	2.17	1.63	22.42	6.98	5.00	38	2.25	0.10000	PCB 126
PCB 156	17.13	12.86	201.87	75.48	37.85	345	18.33	0.00003	PCB 156
PCB 157	2.98	2.30	26.26	12.83	8.23	53	4.43	0.00003	PCB 157
PCB 167	9.51	5.92	122.74	32.64	22.55	193	4.60	0.00003	PCB 167
PCB 169	0.00	0.00	2.24	0.00	0.00	2	0.00	0.03000	PCB 169
PCB 189	2.82	1.95	44.36	8.86	3.87	62	2.15	0.00003	PCB 189
<b>Total PCB-DL ng/kg OMS 2005</b>	<b>0.26</b>	<b>0.20</b>	<b>2.30</b>	<b>0.77</b>	<b>0.56</b>	<b>4</b>	<b>0.27</b>		OMS 2005



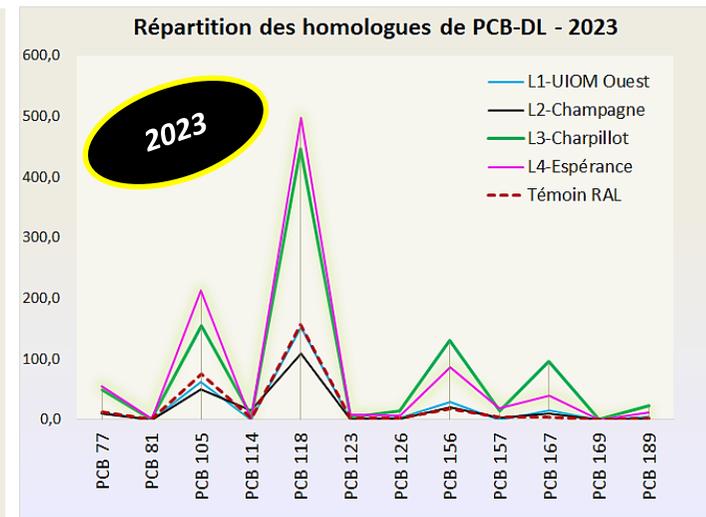
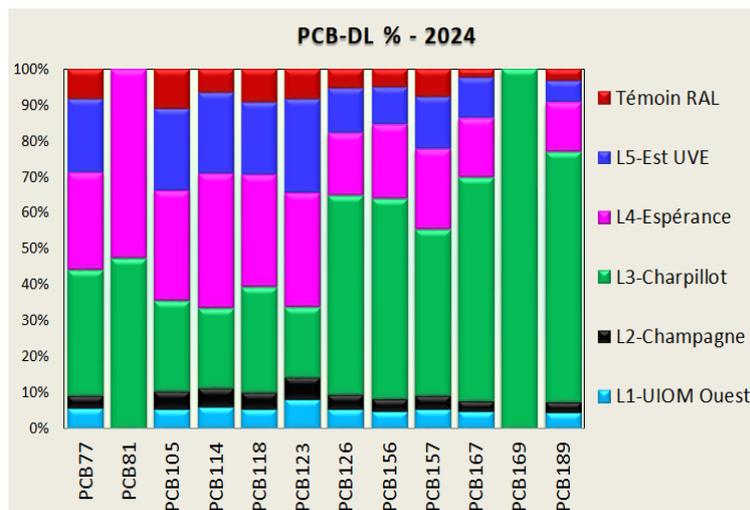
Répartition des PCB-DL.

En jaune : valeur la plus forte de l'homologue, en rose : la deuxième valeur la plus élevée. Ci-contre : Répartition (masse et %).

► La répartition montre des origines variées.

Comme en 2023, L3-Charpillot montre des particularités : PCB 156, PCB 167 voire PCB 189.

En 2024, il montre du PCB 169, c'est le seul et n'en présentait pas en 2023.

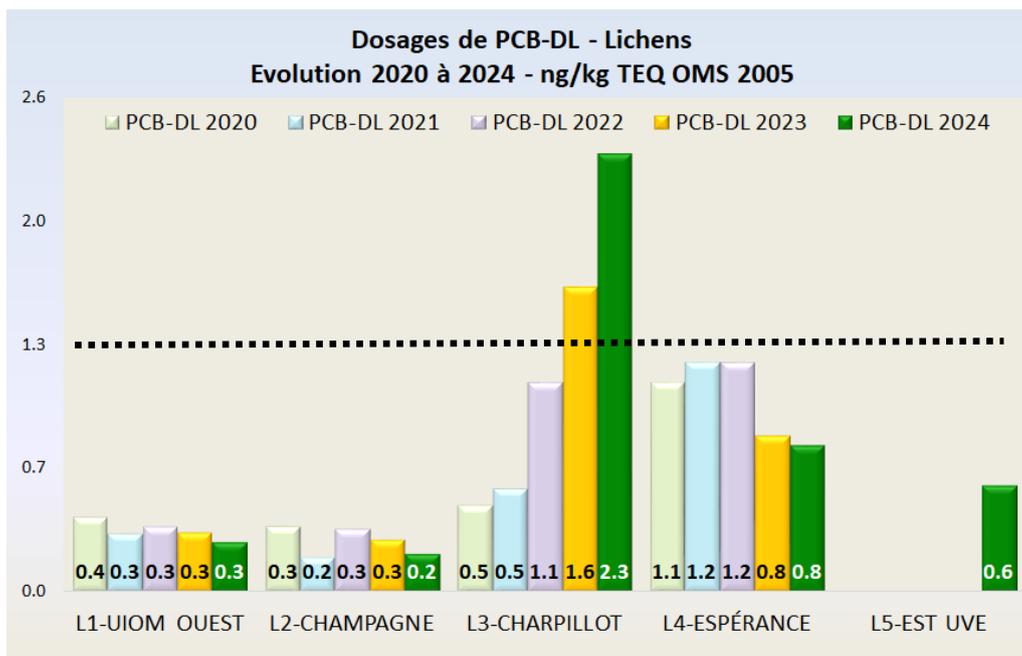


## EVOLUTION

### EVOLUTION DES PCB-DL

Emplacements	PCB-DL 2020	PCB-DL 2021	PCB-DL 2022	PCB-DL 2023	PCB-DL 2024	2024/2023	Evolution
L1-UIOM Ouest	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3		Fond
L2-Champagne	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2		Fond
L3-Charpillot	0.5	0.5	1.1	1.6	2.3	1.4	Hausse +40%
L4-Espérance	1.1	1.2	1.2	0.8	0.8		Fond
L5-Est UVE					0.6		Fond
<b>Somme L1-L5</b>					<b>4.1</b>		Fond
<b>Somme L1-L4</b>	<b>2.3</b>	<b>2.2</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.5</b>	<b>1.2</b>	Stable
<b>VS</b>			<b>&gt; 1,3</b>				

Evolution des PCB-DL en ng/kg TEQ OMS 2005  
En bleu : VS – selon la base de données Air Lichens



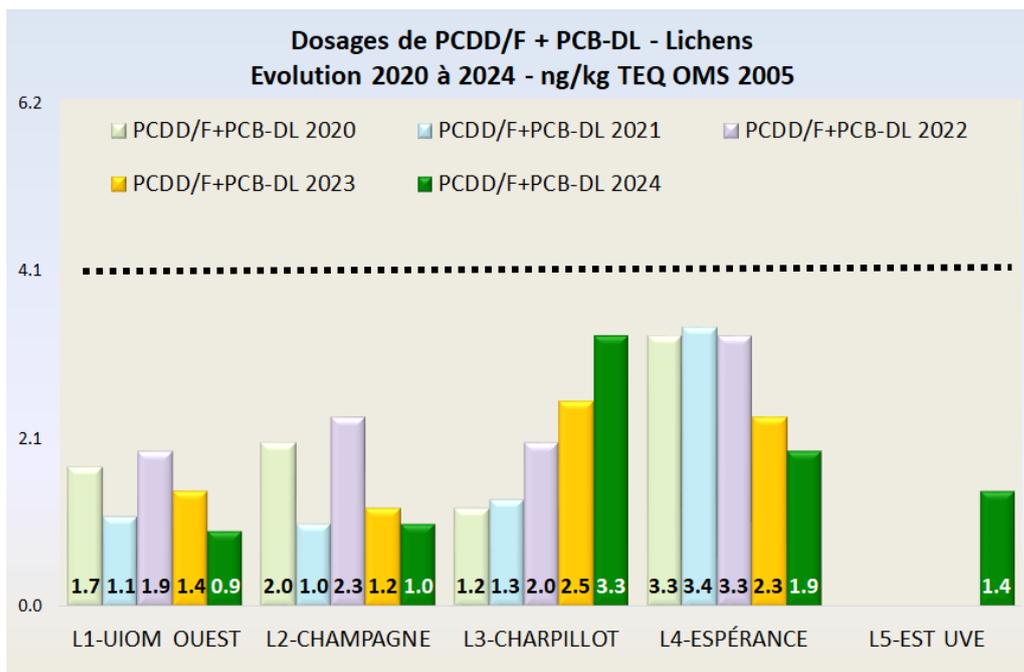
Evolution des PCB-DL - ng/kg TEQ OMS 2005 en parallèle de la VS

- **2023-2024** : L3 maintient et amplifie sa VS en PCB-DL. Etant le seul concerné, il n'a aucun rapport avec l'UVE. Son origine est strictement locale. Etant dans un lotissement, il est probablement lié à une activité domestique récurrente.
- **2020-2024** : L3 est aperçu au moyen terme : en 2023 et 2024. Les autres sont restés en teneurs de base.

## EVOLUTION DES PCDD/F + PCB-DL

Emplacements	PCDD/F + PCB-DL 2020	PCDD/F + PCB-DL 2021	PCDD/F + PCB-DL 2022	PCDD/F + PCB-DL 2023	PCDD/F + PCB-DL 2024	2024/2023	Evolution
L1-UIOM Ouest	1.7	1.1	1.9	1.4	0.9		Fond
L2-Champagne	2.0	1.0	2.3	1.2	1.0		Fond
L3-Charpillot	1.2	1.3	2.0	2.5	3.3		Fond
L4-Espérance	3.3	3.4	3.3	2.3	1.9		Fond
L5-Est UVE					1.4		Fond
<b>Somme L1-L5</b>					<b>8.5</b>		
<b>Somme L1-L4</b>	<b>8.2</b>	<b>6.8</b>	<b>9.5</b>	<b>7.4</b>	<b>7.1</b>	<b>1.0</b>	<b>Variation de bruit de fond</b>
<b>VS</b>			<b>&gt; 4,1</b>				

Evolution des PCDD/F + PCB-DL en ng/kg TEQ OMS 2005  
En bleu : VS – selon la base de données Air Lichens – Aucune



Evolution des PCDD/F + PCB-DL - ng/kg TEQ OMS 2005 en parallèle de la VS

- **2020-2024** : La somme PCDD/F + PCB-DL est restée en-deçà de la limite de significativité pour tous les emplacements et ce malgré les PCB-DL VS de L3-Charpillot en 2023 et 2024.

# RESULTATS ETM

## ETM DANS LES LICHENS

### RESULTATS ET INTERPRETATIONS

► Les métaux suivants ont été dosés dans les lichens :

- Plomb (Pb),
- Mercure (Hg),
- Chrome (Cr),
- Arsenic (As),
- Nickel (Ni),
- Vanadium (V),
- Zinc (Zn).
- Cadmium (Cd),
- Manganèse (Mn),
- Cuivre (Cu),
- Antimoine (Sb),
- Thallium (Tl),
- Cobalt (Co),

► L'interprétation des résultats est effectuée selon la base de données Aair Lichens.

- ✱ **BFBD** = Bruits de Fond selon la base de données d'Aair Lichens.
- ✱ **VSBD** = **BFBD \* 40%**. Valeurs Significatives selon la Base de Données (**VS BD**) en mg/kg.
- ✱ Le terme « significatif », **statistique, n'a pas de valeur sanitaire**, il s'agit d'une notion d'interprétation.
- ✱ **< L.q** = Inférieur à la limite de quantification analytique.

Les bruits de fond (BFBD) et les limites de significativité (VSBD) sont précisés dans les lignes inférieures des tableaux.

#### **Selon la base de données Aair Lichens :**

En bleu : Valeur significative (VS) = limite au-dessus de laquelle des retombées sont affirmables

En orange : Valeur à surveiller

En rouge : Valeur alerte

Emplacements	Ni	Cr	Cu	As	Cd	Pb	Sb
L1-UIOM Ouest	1.0	1.7	7.0	0.4	0.14	1.3	0.23
L2-Champagne	1.2	2.2	5.5	0.6	0.05	1.6	0.18
L3-Charpillot	1.8	2.8	7.5	0.7	<b>0.28</b>	3.1	0.37
L4-Espérance	1.4	2.4	6.0	0.4	0.19	3.3	0.09
L5-Est UVE	0.9	1.8	9.5	0.3	0.05	1.7	0.39
VS BD	> 4,9	> 5,6	> 12,0	> 2,0	> 0,30	> 12,0	> 0,70
A surveiller	50		200		0,70	70	
Alerte					1,00	100	

Résultats des dosages de métaux Ni, Cr, Cu, As, Cd, Pb et Sb dans les lichens (mg/kg)

Emplacements	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn	Charge totale
L1-UIOM Ouest	1.8	0.28	27	< L.q	< L.q	32	<b>72.3</b>
L2-Champagne	2.7	0.37	25	0.05	< L.q	29	<b>68.3</b>
L3-Charpillot	2.8	0.37	100	0.09	< L.q	85	<b>204.9</b>
L4-Espérance	1.9	0.28	24	0.09	< L.q	89	<b>128.6</b>
L5-Est UVE	1.3	< L.q	20	0.05	< L.q	34	<b>70.0</b>
VS BD	> 5,6	> 1,10	> 170	> 0,20	> 0,0	> 70	
A surveiller			1000	0,50		500	
Alerte				1,00			

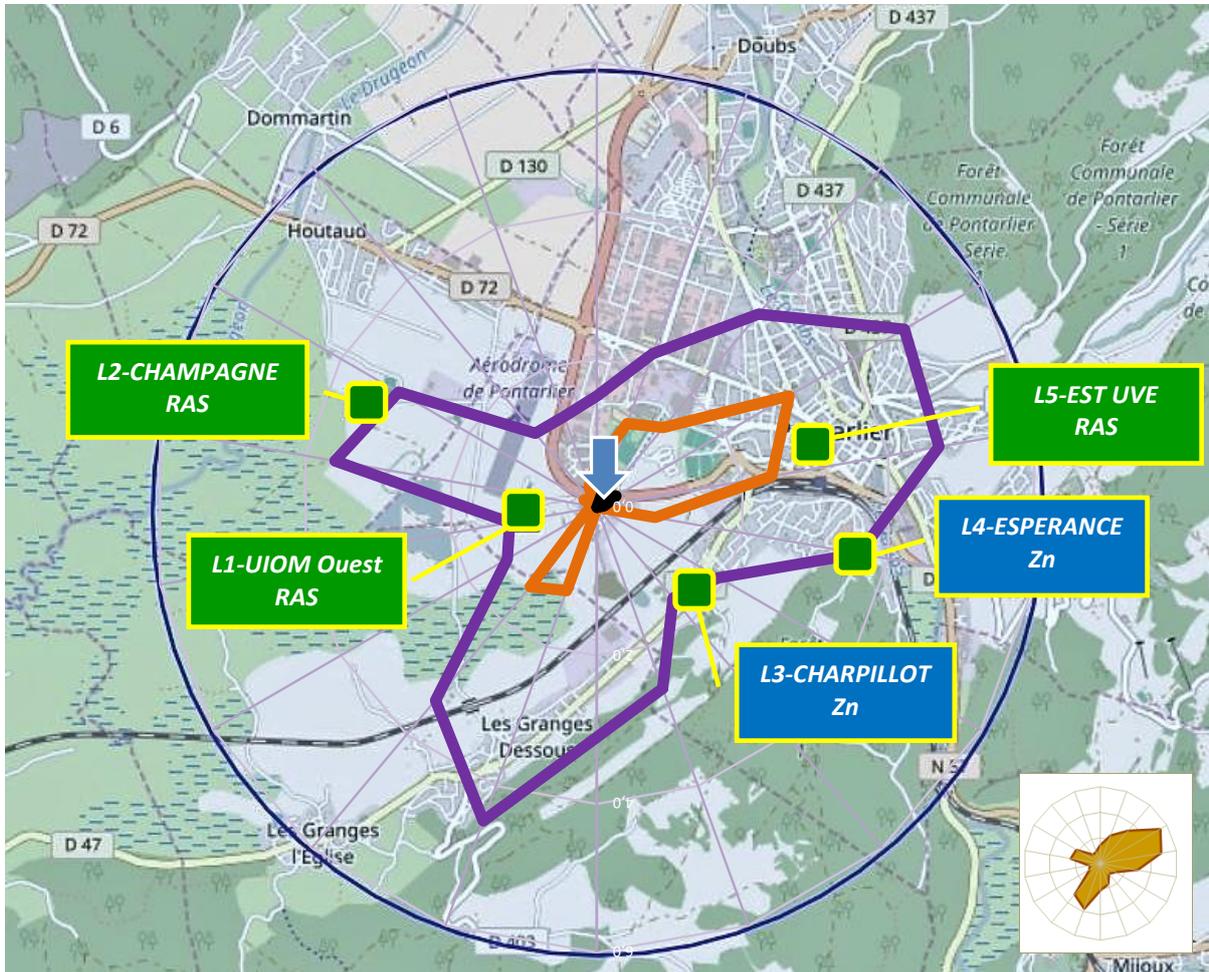
Résultats des dosages de métaux V, Co, Mn, Hg, Tl et Zn dans les lichens (mg/kg)

- 1 ETM sur 13 montre une VS : le Zn.
- L3-Charpillot et L4-Espérance sont les plus élevés en masse métallique. En 2024, il s'agit des deux seuls remarqués avec chacun un taux de Zn significatif modéré et équivalent.
- Les autres emplacements et ETM affirment des teneurs de base.
- Le cadmium de L1-UIOM Ouest avait des VS successives à la hausse depuis 2021. Il a considérablement baissé et passe de « teneurs à surveiller » en 2022 et 2023 à « bruit de fond » franc. Ceci serait à rapprocher des éventuels correctifs dans l'UVE (filtres) et/ou au niveau du centre de tri et recyclage.
- Le Cu de L4-Espérance n'est pas confirmé en 2024.



2024

ETM VS dans les lichens



**ETM VS dans les lichens** – Fond de carte : OSM. Rayon : 3000m.

En vert : teneurs de base (RAS) ;

En bleu : valeurs significatives ;

Selon la base de données Air Lichens

La flèche bleue indique PréVal

Surimpression et incrustation : Rose des retombées : données 2021

(Vitesses de la rose : tracé en violet : 1,5-4,5 m/s ; en orange : 4,5-8 m/s ; en noir : > 8 m/s).

Rose en surimpression centrée sur l'UVE, ensuite adaptée

L3-Charpillot, L4-Espérance montrent du Zn VS.

## EVOLUTION

Avant de rattacher une retombée métallique à une source, il faut disposer de plusieurs éléments :

- 1) Le métal est retrouvé sur au moins deux surveillances consécutives (présence régulière),
- 2) Il concerne si possible deux points situés sous le panache ou contigus.
- 3) Ce dernier paramètre est moins constaté avec la décroissance des retombées métalliques.
- 4) L'évolution et la comparaison des données annuelles informent sur le long terme.

L'évolution est examinée selon la somme des incertitudes. Chaque emplacement est comparé, de même que leur somme, ce qui indique les variations d'ensemble.

*Stable : Variation de 0 à 20% si la mesure ne devient pas un BF ou une VS (Bruit de Fond ou Valeur Significative).*

*H ou B : Hausse ou Baisse = Variations inférieures à 60%*

*HS ou BS : Hausse ou Baisse Notables = Variations supérieures à 60% (HS / BS)*

*< L.q = Inférieur à la limite de quantification*

*BFBD : Bruit de Fond selon la Base de Données Air Lichens.*

*VSBD : Valeur Significative selon la Base de Données : limite au-dessus de laquelle des retombées sont affirmables*

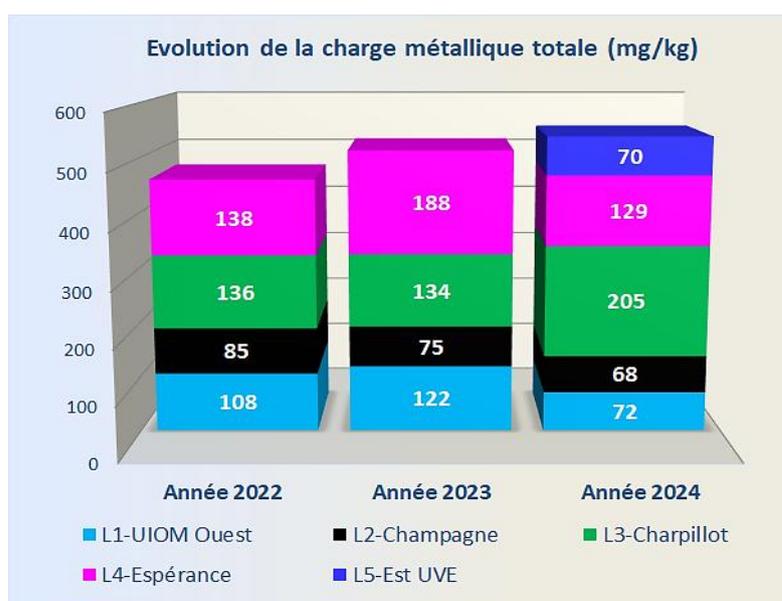
Dans les rapports d'étude :

- 1) Les analyses d'évolution par métal sont pratiquées lorsque des retombées sont décelées.
- 2) Les variations des valeurs appartenant à des teneurs de fond ne donnent lieu à aucun commentaire. En effet, la surveillance environnementale annuelle n'a pas pour objectif d'analyser les variations ponctuelles de teneurs de fond. Il est nécessaire de rester dans l'objet du suivi.
- 3) Dans les tableaux d'évolution, certains métaux présentent des différences avec une présentation au mg, ou au mg/10 ou au mg/100. Les expressions de résultats se sont affinées au cours de l'optimisation et de l'amélioration des techniques de laboratoire.
- 4) Il n'est pas utile, par exemple, d'exprimer le manganèse en mg/10 car les valeurs sont plus élevées que pour le cadmium, dont la toxicité nécessite la précision au centième de mg.

### Charge métallique totale

	2022	2023	2024	2024/2023	Evolution
L1-UIOM Ouest	108	122	72	0.6	Baisse -40%
L2-Champagne	85	75	68	0.9	Stable
L3-Charpillot	136	134	205	1.5	Hausse +50%
L4-Espérance	138	188	129	0.7	Baisse -30%
L5-Est UVE			70		
<b>Somme L1-L5</b>			<b>544</b>		
<b>Somme L1-L4</b>	<b>467</b>	<b>519</b>	<b>474</b>	<b>0.9</b>	<b>Stable</b>

Evolution de la charge métallique (mg/kg) – Tableau et graphique



► La charge totale en ETM

montre une stabilité d'ensemble (L1 à L4) aux trois dernières campagnes.

En 2024, L3-Charpillot possède la charge la plus élevée en raison de son Mn pourtant non significatif.

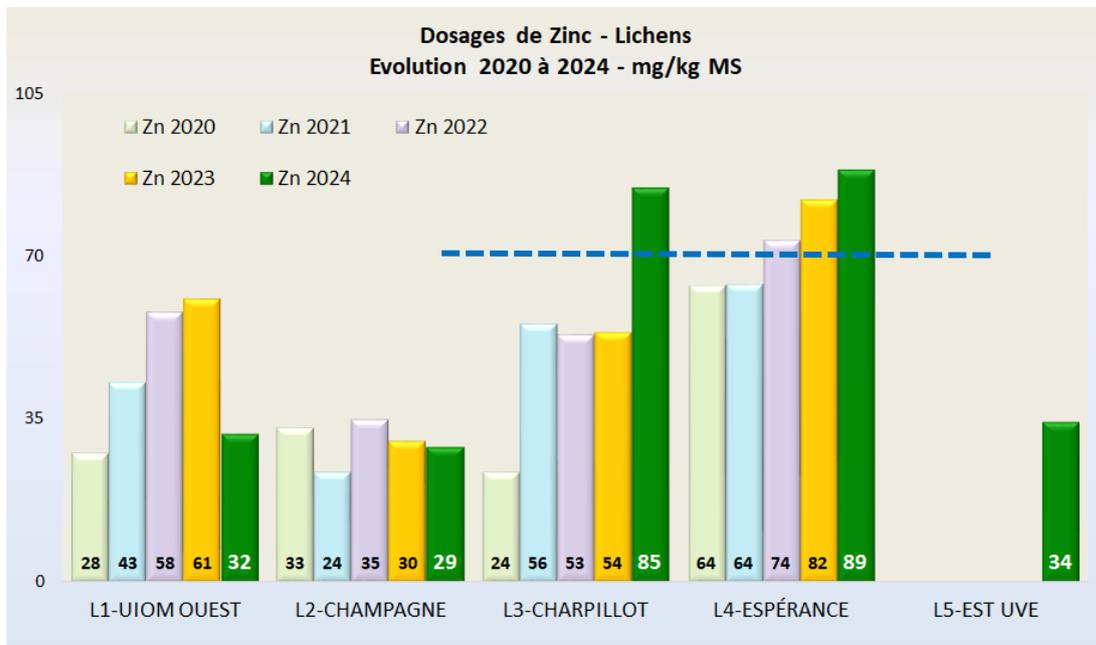
L'analyse de l'évolution (2020-2024) s'intéresse au Zn remarqué en 2024.

Cd et Cu ne sont pas significatifs en 2024. Ils font l'objet d'un résumé en Synthèse et leur évolution chiffrée et par graphique est consultable dans le fichier d'exploitation des données en annexes de ce rapport.

## Evolution du Zinc

ZINC	2020	2021	2022	2023	2024	2024/2023	Evolution
L1-UIOM Ouest	28	43	58	61	32		Fond
L2-Champagne	33	24	35	30	29		Fond
L3-Charpillot	24	56	53	54	85	1.6	HS
L4-Espérance	64	64	74	82	89	1.1	Stable
L5-Est UVE					34		Fond
<b>Somme L1-L5</b>					<b>268.8</b>		
<b>Somme L1-L4</b>	<b>148.4</b>	<b>186.1</b>	<b>219.7</b>	<b>227.3</b>	<b>234.4</b>	<b>1.0</b>	<b>Stable</b>
VS BD	> 70						
A surveiller	500						

## Evolution du zinc (mg/kg)



Le zinc, évolution (mg/kg) – en bleu pointillé : limite de significativité

► Le zinc a été relevé sur L4-Espérance en 2022 et 2023. En 2024, il est retrouvé sur L3-Charpillot et L4-Espérance. Les taux sont très modérés et semblent assez aléatoires. Ils correspondent probablement à une influence urbaine.

# IDENTIFICATIONS VISUELLES

## LICHENS

### L1 UIOM OUEST



A gauche : Carte Google, capture d'écran lors du prélèvement. A droite : Export GGE, L1 est proche de l'UVE (flèche bleue)



Le lieu de prélèvement



Vue générale en direction de l'UVE

L2 CHAMPAGNE



*Vue vers L2-Champagne, proche d'une scierie – Image GGE et capture d'écran Google*



*Vue en direction de Préval*



*Un des lieux de prélèvement sur Xanthoria p.*

L3 CHARPILOT



L'emplacement L3 est enchâssé entre une zone verte et la zone urbaine, GGE et capture d'écran Google

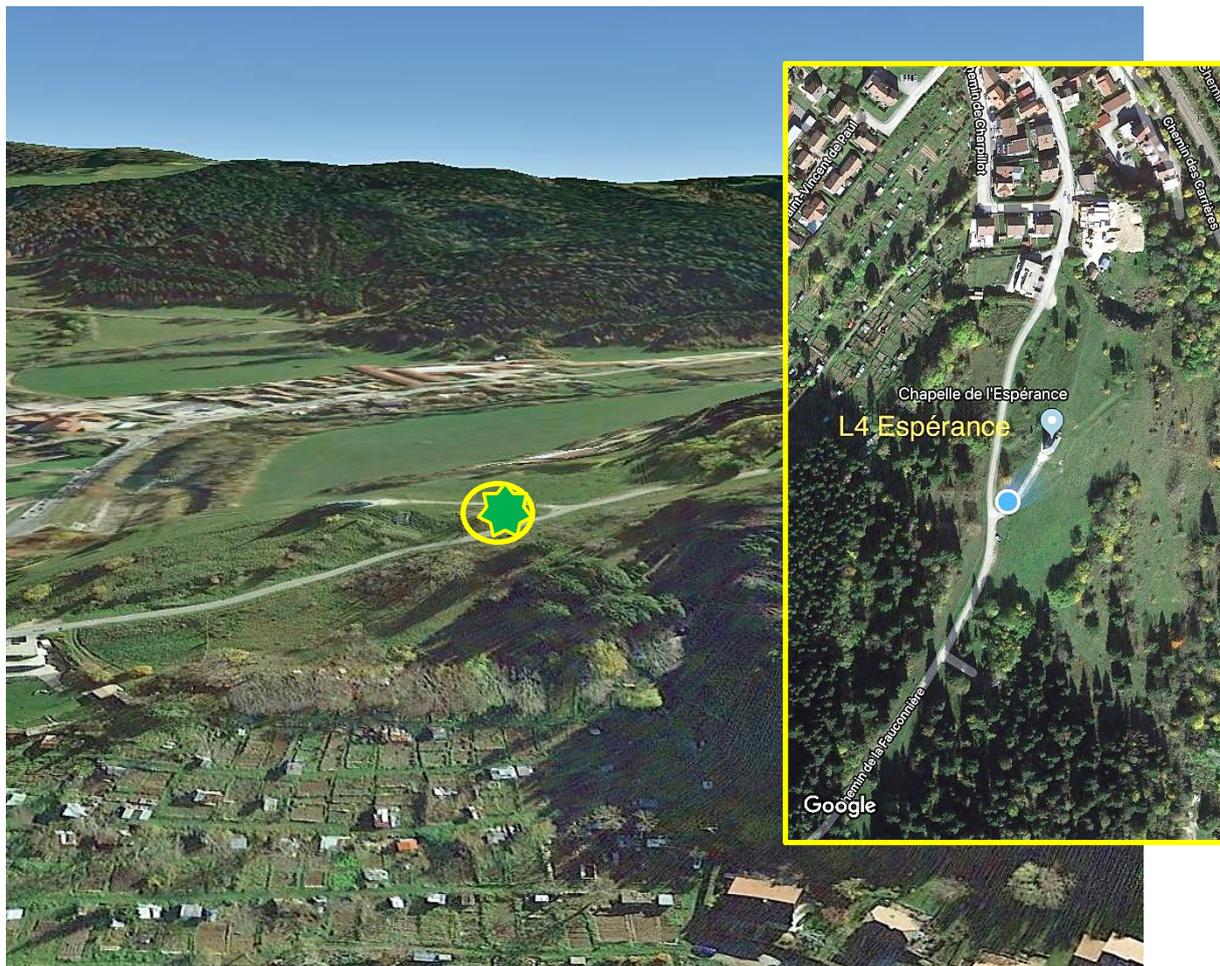


L3-Charpillot – Vue vers Pontarlier



Une flore très riche et bien équilibrée

L4 ESPERANCE

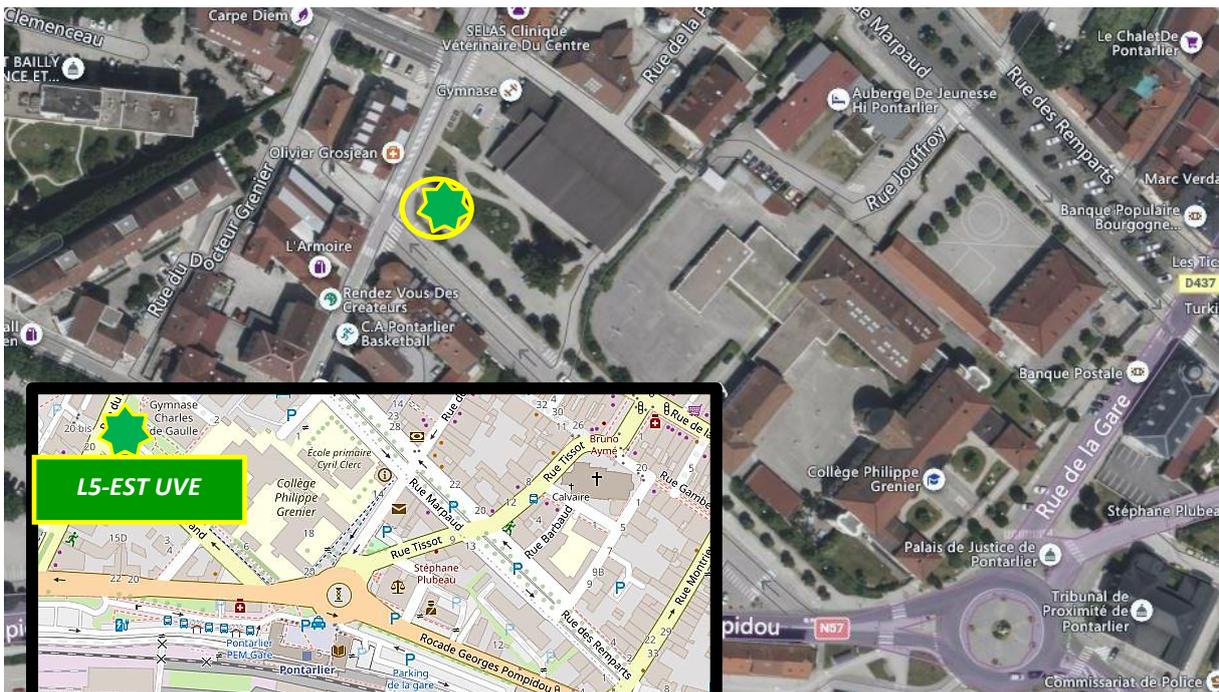


Localisation satellitaire de L4-Espérance – Export satellitaire GGE et capture d’écran Google



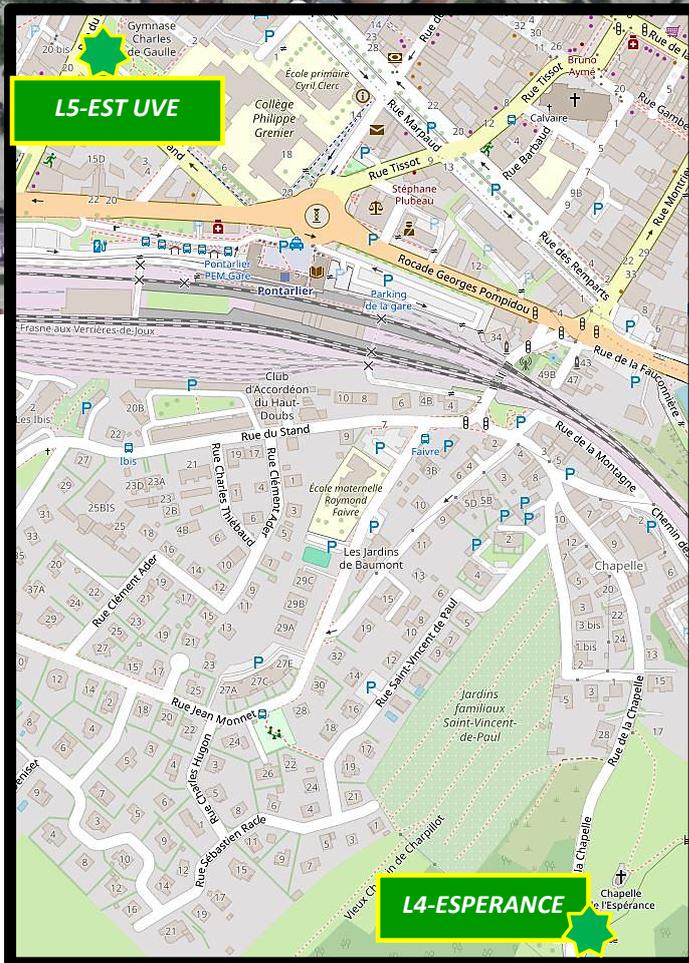
L4-Espérance, vues vers la ville et vers la chapelle

**L5 EST UVE**



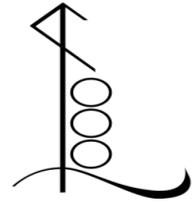
*Ci-dessus, Vue satellitaire vers L5-EST UVE - Image GGE*

*Ci-contre, vue sur plan, OSM avec L4-Espérance en contrebas.*



*Ci-dessous : L5-EST UVE, vues de l'emplacement*





## BIOSURVEILLANCE

LA BIOSURVEILLANCE S'INSCRIT DANS LE CADRE DU SUIVI DE L'IMPREGNATION ENVIRONNEMENTALE EN PCDD/F, PCB-DL et ETM (lichens)

### ANNEES 2020 à 2024

- Diverses phases de Biosurveillance. En 2024, ajout d'un emplacement supplémentaire.

### ANNEE 2025

**Qualité de l'air par la flore des lichens : prévu. IGQA® et oxydes d'azote, Li-Nox®.**



# SAVOIR-FAIRE PRELEVEMENTS

## PROCOLE OPERATOIRE LICHENS

*Aucune autre procédure, dans les lichens, ne peut garantir la qualité des résultats. Les interprétations des données sont issues de la recherche effectuée par Air Lichens. Toute autre référence d'interprétation des données serait invalide.*

*La norme de prélèvement dans les lichens NF X 43-904 n'est pas une norme d'interprétation. Les procédés d'Air Lichens sont plus précis et reproductibles. Ils appartiennent au savoir-faire de la société.*

- ▶ L'espèce de lichen adéquate est standardisée pour l'ensemble des points de collecte.
- ▶ Le choix des emplacements et des espèces, la quantité de matériel (10g de poids sec) et sa qualité sont importants.
- ▶ La surface de prélèvement correspond à une surface représentative de l'exposition d'un site. Il ne s'agit pas de prélever sur un seul arbre.

Dans le respect de l'environnement et de la durabilité, la quantité de matériel prélevé est gérée pour ne pas dépeupler un site.

- ▶ Le matériel de prélèvement est médical, à usage unique, et les lichens sont prélevés avec des gants de protection afin d'éviter toute contamination externe.
- ▶ Un masque de protection est préférable près de la voie publique (pollutions routières, notamment les HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques).
- ▶ La collecte est longue et des précautions sont prises pour éviter les contaminations et assurer le transport, sans altération. Une mauvaise conservation peut nuire à la qualité des échantillons.

### Recueil :

La pratique du prélèvement n'est possible qu'après une formation de terrain validée et recourt à des compétences lichénologiques. Les flacons sont différents selon les molécules à mesurer conjointement. Deux flacons ou plus sont alors utilisés séparément.

Pour éviter toute contamination, il est impossible de confier cette tâche à un opérateur fumeur car la simple respiration dégage des métaux lourds et éventuellement des PCDD/F.



*Une espèce de lichens utilisée pour les dosages  
Prélèvement en cours, éloigné de la circulation automobile*

### Préparation :

-  **Séchage** en conditions définies et à une température optimale évitant les évaporations de polluants. S'en dispenser conduirait à une perte de sensibilité de la méthode (jusqu'à plus de 30% selon les travaux de recherche Air Lichens). La température et les conditions de séchage (la température n'est pas le seul critère) sont très strictes pour une préparation optimale.
-  **Nettoyage** sous loupe binoculaire à lumière froide par des personnels qualifiés et expérimentés.
-  Le poids de la matière sèche ne doit pas être faussé car il est la base des calculs de résultats.



*La préparation des échantillons  
Matériel utilisé*

# ORIGINE DES LICHENS TEMOINS



*Couverture arborée de la Zone Témoin d'Air Lichens dédiée R&D*

*Implants Ilibagues® : la Zone Témoin d'Air Lichens est une source de lichens vierges dont le contenu en polluants correspond à un niveau de base : « bruit de fond ». Elle permet des prélèvements répétés de biocapteurs aptes à la survie après déplacement en milieu potentiellement pollué. Ses « bruits de fond » sont régulièrement vérifiés (PCDD/F, PCB, HAP, ETM).*

*Air Lichens a procédé à son acquisition lors de la création du procédé « Ilibagues » ®.*

*La Zone Témoin d'Air Lichens est dans la vallée de la Loire dans des secteurs autrefois inondables, elle correspond au but et à la situation souhaités. Les premiers habitats sont à plus de 500m et elle n'est pas « sous les vents » de ce hameau. Son emplacement exact fait partie du « patrimoine » d'Air Lichens de même que : les procédures de prélèvement (essences d'arbres) ; les lichens prélevables selon leur situation sur l'arbre ; l'espèce de lichen adéquate. Le matériel adapté aux prélèvements est exclusivement réservé aux Ilibagues®.*

*Les données de cet emplacement témoin sont utilisées sur l'ensemble des études. Dans certains cas, des mesures peuvent présenter des résultats inférieurs à ceux de la réserve pour des raisons parfois climatiques (ensoleillement en secteur méditerranéen par exemple). Ce choix de témoin évite de recalculer des bruits de fond individuels car, dans ces cas, des valeurs dites « significatives » ne le sont en réalité pas avec un bruit de fond plus général.*



*Zone Témoin = Zone de prairie naturelle de 2ha*

# LA SOCIÉTÉ AAIR LICHENS

AAIR LICHENS – SARL à capital variable de 7622 € minimum – 17 rue des Chevrettes – 44470 CARQUEFOU  
SIRET 429 598 485 00010 – APE 7120 B – RCS Nantes 429 598 485 - ☎ 02 40 30 14 90 – 📠 02 40 30 14 60

La société Aair Lichens a été créée en 2000 (29.02.2000) dans le cadre de la loi sur l'innovation et la recherche du 15 juillet 1999, par le Dr Philippe Giraudeau, Chercheur diplômé de l'Université de Nantes et le Docteur Richard Lallemand, alors Enseignant Chercheur dans cette Université.

Le Dr Richard Lallemand en est le conseiller scientifique.

Après 11 ans de versement d'un montant d'1% du chiffre d'affaires d'Aair Lichens pour l'Université au titre de l'innovation, le contrat a été transformé en convention de Mécénat avec la **Fondation de projets**<sup>1</sup> de l'Université de Nantes.

## Mécénat de recherche médicale

La société AAIR LICHENS vous remercie de votre confiance et vous entraîne dans sa démarche de contribution à la Recherche médicale :

**INTEGRATION DE VOTRE INTERET POUR L'ENVIRONNEMENT DANS UNE DEMARCHE AXEE SUR UN ELARGISSEMENT A LA RECHERCHE MEDICALE**

« Donner à l'université n'est pas un geste de générosité anodin, c'est une prise de position fondamentale et audacieuse, c'est montrer ses convictions pour l'universalisme et sa confiance dans l'humanité ».

Catherine de Charette-Buton / Directrice de la Fondation de l'Université de Nantes (F.U.N) – Plaquette 2016

### Dr Philippe Giraudeau, Gérant de la société Aair Lichens, plaquette de la F.U.N 2016 :

“Dès sa création en 2000, Aair Lichens a été partenaire de l'Université de Nantes. (...)”



Notre expertise est centrée sur la surveillance environnementale de la qualité de l'air. Travaillant pour la connaissance de l'environnement, notre ambition est de servir la santé humaine, de contribuer à la connaissance et au traitement dans ce domaine. Cette démarche n'a pas de vocation commerciale mais il s'agit d'un échange pour faire de la science, un bien commun. Nos valeurs philanthropiques sont ainsi totalement affirmées. Pour l'entreprise, il s'agit d'une forme de partage scientifique et le mécénat constitue l'aboutissement d'une volonté forte de notre part.”

Le 14 novembre 2017, fier d'un mécénat durable, utile et prometteur, en faisant partie des invités d'honneur, le Dr Philippe Giraudeau participe à la table ronde de la Fondation de l'Université de Nantes ayant pour thème : Transmission & Bien Commun : la philanthropie, un lien entre l'entreprise et la cité.

<https://www.youtube.com/watch?v=8XwuN98SiME&feature=youtu.be>

<sup>1</sup> La fondation de projets a pour objet la mise en œuvre de toutes actions d'intérêt général au sens de l'article 238bis du CGI concourant au renforcement de la visibilité des moyens et équipements des composantes et laboratoires. La fondation de projets a également pour objet de contribuer au financement, au soutien ou à la promotion de la vie sociale, sportive et culturelle de l'Université de Nantes. C'est un outil de développement des missions de formation, de recherche et d'insertion professionnelle.



**Fondation**  
Nantes Université

*Lorsque vous confiez un travail à la société Air Lichens,  
Vous participez à une recherche en cancérologie.*

Air Lichens apporte son soutien à « Fonds Cancers de l'enfant » :

### Un traitement innovant pour les cancers du système nerveux chez les enfants

#### Rapport Annuel 2022 - 16

##### Objectifs du projet :

- Augmenter le taux de guérison notamment dans le cadre des cancers du système nerveux central et périphérique
- Diminuer les séquelles chez l'enfant grâce à un traitement ciblé

##### Les faits marquants 2022

- Lauréat du 11<sup>e</sup> appel à projet de la Fondation Bristol Meyers Squibb pour la Recherche en Immuno-oncologie
- Arrivée de Pierre Machy, lauréat du concours de l'Ecole Doctorale Biologie Santé
- Publication des derniers travaux de l'équipe dans la revue Cancer Immunology Immunotherapy
- Participation à la course pédestre la DAG 2022 dont les bénéfices sont reversés au service d'oncologie pédiatrique du CHU de Nantes

##### Un traitement innovant pour les cancers du système nerveux chez les enfants

Les progrès médicaux en cancérologie pédiatrique permettent aujourd'hui de guérir 4 enfants sur 5.

Toutefois, les séquelles liées aux traitements peuvent être lourdes et certains cancers, comme ceux du système nerveux, ont des statistiques de survie moins favorable. Le projet vise à démontrer la faisabilité d'un nouveau traitement (Immunothérapie T-CAR) qui s'appuie sur les globules blancs de l'enfant, traités par thérapie génique.

##### Perspectives 2023

Le développement de nouvelles thérapies ciblant le cancer du neuroblastome à haut risque (NBHR) est une priorité. L'équipe travaille actuellement sur de nouvelles combinaisons thérapeutiques associant la thérapie T-CAR afin d'en optimiser son efficacité.

##### Porteur de projet

Stéphane Birklé, Professeur en Immunologie et biothérapie à la Faculté de Pharmacie de Nantes Université, Chercheur au Centre de recherche en Cancérologie et Immunologie de Nantes-Angers

##### Le projet en quelques mots clés

Cancer de l'enfance ; Gliome ; Neuroblastome ; Immunothérapie ; Lymphocytes T CAR

Les mécènes de la Fondation de l'Université de Nantes sont présentés sur la page web FUN

capture d'écran ci-dessous : <https://fondation.univ-nantes.fr/nos-mecenes>



### Engagement environnemental

Chaque collaboration avec Air Lichens vous permet de participer à la recherche médicale et d'investir vers un monde durable en plantant avec nous des forêts dans des pays atteints par des déboisements insensés. L'association « Cœur de Forêt »<sup>2</sup> représente cette entité.

**Pendant plusieurs années nous avons participé ensemble à un reboisement dans les forêts primaires du Cameroun.** En 2022, reboisement, entre autres, avec 5 500 arbres plantés par la coopérative (en parcelle communautaire) et par 15 membres en parcelles individuelles. **En 2023, la Coopérative qui bénéficiait du soutien est devenue autonome.**

**Un nouveau projet sera donc soutenu, très probablement l'Indonésie à travers l'île de Florès.**

Cet engagement environnemental intervient simultanément à la compensation des dépenses en CO2 dans le cadre des missions environnementales.



Dr Philippe Giraudeau : Chercheur lichénologue,  
Biologiste,  
Gérant de la Société Air Lichens.

AAIR LICHENS  
17 rue des Chevrettes  
44470 CARQUEFOU  
Tél. : 02 40 30 14 90

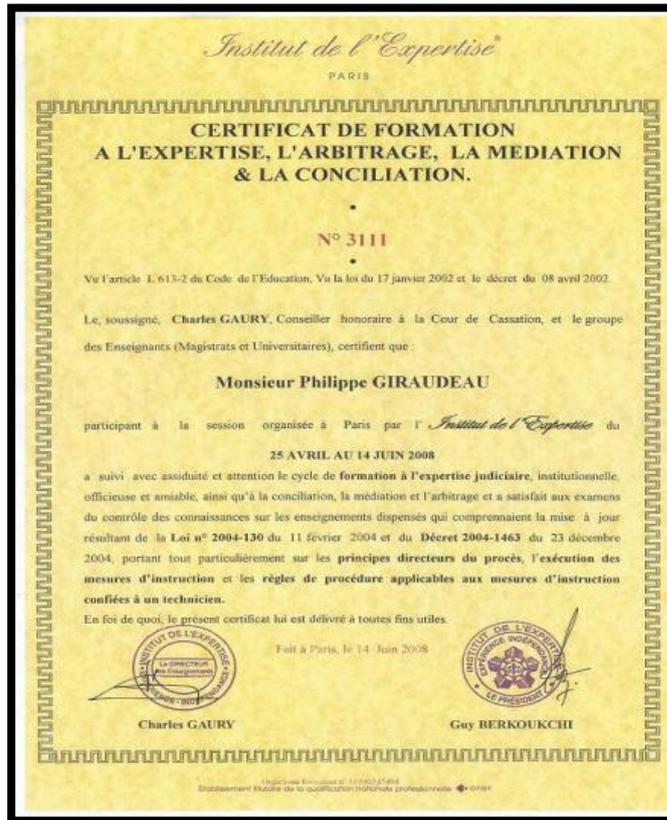
Mobile : 06 12 08 65 85  
Fax : 02 40 30 14 60  
E-mail : [air.lichens@wanadoo.fr](mailto:air.lichens@wanadoo.fr)

Dr Richard Lallemand : Maître de Conférences,  
Conseil Scientifique et Consultant.

Tél. : 02 40 30 14 90  
E-mail : [air.lichens@wanadoo.fr](mailto:air.lichens@wanadoo.fr)

**Le Dr Giraudeau est expert certifié à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la conciliation :  
N°3111 Institut de l'Expertise – Paris 2008**

<sup>2</sup> L'objectif de Cœur de forêt est de « Planter des arbres » afin d'aider à la régénération de la biodiversité, la sauvegarde des forêts primaires de la planète, la création de masse verte, ainsi que la gestion raisonnée des ressources.

**CERTIFICAT DE FORMATION A L'EXPERTISE, DR PHILIPPE GIRAUDEAU****DECISION D'AGREMENT**

*Le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche a accordé l'agrément, prévu au 11d bis de l'article 244 quater B du code général des impôts pour les organismes de recherche privés, à :*

**AAIR LICHENS**

(Siren 429598485)

**Agrément au titre des années :**

**2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020**

**Renouvellement pour les années 2021 à 2025**

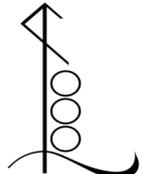


# MARQUES ET BREVET

Les méthodes et procédés mis au point par la société Aair Lichens sont utilisés pour des Communautés Urbaines, des Conseils Généraux et l'Industrie, et sont mis en œuvre en collaboration avec des bureaux d'études.

## MARQUES

Nom	LOGO	Désignation	N° de référence
IGQA®		Indice Global de la Qualité de l'Air 103714584	003001584
Li-Diox®		Retombées atmosphériques de dioxines et furanes ou PCDD/F	103710474
Li-Nox®		Mesure de l'influence des oxydes d'azote atmosphériques	103714600
Li-HAP®		Retombées atmosphériques d'Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	103714602
Ilibagues®		Dépôt du 13 octobre 2014	144126758 4126548
implants de lichens®		Dépôt du 13 octobre 2014	144126415 4126543
Dioxines et furanes dans les lichens®		Publiée au BOPI n°14/37 Vol II du 12 septembre 2014	103714597

<b>Aair Lichens</b>		Représentation graphique d'Aair Lichens : la partie haute représente un A grâce à un triangle coupé par le L calligraphié. Les 3 cercles équilibrant ensuite la figure représentent à la fois Air pour devenir Aair et des lichens sur un tronc d'arbre, le L devenant ainsi un tronc d'arbre avec une racine et le A triangulaire les feuilles d'un arbre.
---------------------	---	---

**IGQA®**

Le but est de déceler la qualité atmosphérique globale sur des secteurs pouvant être soumis à diverses pollutions.

Cette méthode a été développée pour effectuer un Diagnostic Global de la Qualité de l’Air en donnant les résultats sous forme d’Indice Global de la Qualité de l’Air ou I.G.Q.A. (les initiales en anglais sont G.I.A.Q. pour Global Index of Air Quality ou G.A.Q.I pour Global Air Quality Index). Elle utilise l’observation de la flore lichénique corticole. Elle est basée sur la recherche de quarante espèces de lichens corticoles différentes réparties en six niveaux de qualité et de valeur écologique différents. Le nombre des espèces présentes à chaque niveau est pris en compte par rapport à la totalité des espèces de ce niveau.

Il est utilisé à des fins de diagnostic sur de vastes surfaces et permet d’obtenir des données utilisables pour un suivi (Biomonitoring ou Biosurveillance).

Aujourd’hui, le retour sur expérience permet d’arriver en phase de Biosurveillance en routine sur plusieurs communautés urbaines et des industries, permettant ainsi de suivre au bout de trois années l’évolution de l’exposition à des modifications de la qualité de l’air.

**PROCEDES EXCLUSIFS, BREVET**

Nom	Désignation	N° de référence
<b>Li-Diox</b>	Mesure des teneurs environnementales en polychlorodibenzodioxines et en polychlorodibenzofuranes en utilisant les lichens comme matériel de dosage.	01 03485 <b>Méthode classée en Découverte par voie de justice</b>
<b>Li-Nox</b>	Mesure des teneurs atmosphériques en Oxydes d’azote en utilisant les lichens comme matériel de dosage.	02 16455 Brevet délivré le 4 Août 2006
<b>Li-HAP</b>	Mesure des teneurs environnementales en Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques en utilisant les lichens comme matériel de dosage	01 080001

**Li-Diox®**

*Cette méthode concerne le domaine technique de la Biosurveillance de la qualité de l’air telle qu’elle s’entend lorsque des activités humaines ont pour conséquence l’augmentation significative du taux atmosphérique de dioxines et furanes. Elle réside dans l’utilisation des lichens croissant naturellement dans l’environnement comme outils de Biosurveillance active ou utilisée après confection de transplants..*

*Elle concerne toute espèce de lichens poussant sur les sols ou sur les supports verticaux ou horizontaux, quels qu’ils soient. Le procédé Li-Diox a été mis au point après des travaux de recherche. Le projet a été soutenu au départ par l’Agence Nationale de Valorisation de la Recherche sous condition d’une application industrielle. Ce programme de recherche a alors été favorablement accueilli par les Pouvoirs Publics et les représentants de l’état.*

*La société AAIR LICHENS, est titulaire de la marque (Li-Diox®, INPI 003072536). N’ayant pas délivré de licence, elle a **légalement l’exclusivité** de son utilisation. Le procédé a été cité au cours des journées de l’ADEME (Paris 10 et 11 mars 2004) par le Ministère de l’Ecologie et du Développement Durable. Il a permis de mettre en place des surveillances environnementales autour d’usines d’incinération de tous types et d’industries (fonderies, cimenteries, chimie, sidérurgie, industrie pharmaceutique, stockages de déchets, sites classés dangereux).*

**Li-Diox® et « Dioxines et furanes dans les lichens » ®  
(Marques de l’utilisation des lichens pour le suivi des Dioxines et Furanes, Air Lichens)**

**Li-Nox®**

Cette invention réside dans l'utilisation des lichens croissant naturellement quel que soit leur support ou utilisés sous forme de transplants ou de cultures, dans le but d'effectuer des mesures des teneurs atmosphériques en oxydes d'azote.

Elle a été créée après plus de 3000 relevés dans les Parcs et Jardins de Paris. Ce procédé breveté met en œuvre une échelle de sensibilité des espèces de lichens selon les teneurs atmosphériques qualitatives ou quantitatives en oxydes d'azote.

Mesure de l'exposition aux oxydes d'azote => **BREVET OBTENU** en 2006 - Mise au point après quatre années de travaux avec la Mairie de Paris.

La société Air Lichens a été récompensée par un Oxygen Award d'honneur pour ses méthodes innovantes de suivi de la qualité de l'air le 10 novembre 2006 à Enghien-les-Bains en présence de Madame la Ministre de l'Environnement et du Sénateur Président du Conseil National de l'Air.

En 2007, c'est au tour de la création du Procédé Li-Nox® d'être récompensée par un Oxygen-Award dans le cadre du Congrès Médical des Respirations d'Enghien.

**Li-HAP®**

Cette invention consiste en la mise à disposition de lichens, dans le but d'effectuer des mesures des composés Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques transitant par l'atmosphère directement ou indirectement et retombant dans l'environnement, naturel ou modifié par les activités humaines.

Ce procédé a été mis au point initialement à la demande des autorités sanitaires lors de la catastrophe pétrolière Erika.

**MEMBRE D'ASSOCIATIONS**

- Membre de l'Association Française de Lichénologie (AFL)
- Membre de L'International Association for Lichenology (IAL) (Association Internationale de Lichénologie).
- Membre des groupes de travail Air Quality Professionals (Professionnels de la Qualité de l'Air) et Ambient Air Quality Monitoring Solutions (Solutions de surveillance de la Qualité de l'Air ambiante) sur LinkedIn via le Dr Fanny.

**PARTICIPATION AUX RECHERCHES SUR LES LICHENS****Dernières recherches / formations :**

**Session CHIMIE des lichens à Rennes (du 19 au 21 mai 2022)** : le Dr Giraudeau a participé à cette session, accueilli à la Fac de Pharmacie (labo de chimie) de Rennes pour maîtriser la technique CCM, et expérimenter la réaction KUV sur des espèces foliacées (xanthoparmelias bruns).

**Dernières publications :**

**PCB, environnement et santé** En 2016, que sait-on sur les PCB ? Un collectif multidisciplinaire de spécialistes fait le point des plus récents acquis scientifiques sur ces polluants toxiques : GIRAUDEAU P., 2016 – Participation au chapitre 20 « Réseaux de surveillance des PCB dans l'environnement » : 3, 3.1, 3.2 et 3.3 : La surveillance de la qualité de l'atmosphère à l'aide des lichens, bioconcentration des PCB par les lichens, comparaison des concentrations des PCB dans les lichens et dans les herbes, validation de l'utilisation des lichens pour la surveillance de la qualité de l'atmosphère, in *PCB, Environnement et Santé*, pp.658-664, Amiard J.-C., Meunier T., Babut M., Lavoisier, Tec & Doc, Chimie, Paris, 737 p.

**GIRAUDEAU P., LALLEMANT R., 2015** – « Les lichens, outils dynamiques de la surveillance des PCB dans l'atmosphère », *Pollution Atmosphérique* n°226, juin-septembre, Actes du Workshop International de Lille 13-14 octobre 2014.

# NORMES AFNOR ET CEN

## ÉLABORATION DE NORMES FRANÇAISES ET EUROPÉENNES

Air Lichens, représentée par le Pr Richard Lallemand, a participé de 2005 à 2015 aux travaux de Commission de Normalisation AFNOR T95R et AFNOR CEN/TC 264.

Les diverses Réunions CEN (Comité Européen de Normalisation) en France, en Allemagne et en Italie au sein du Workgroup 31 ont conduit à la publication de normes européennes et françaises telles que :

- NF X 43-903 « Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE) » **aujourd'hui remplacée par la norme NF-EN-16413.**
- NF X 43-904 « Biosurveillance de l'air - Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons ».
- NF EN 16413 : « Qualité de l'air - Biosurveillance à l'aide de lichens - Évaluation de la diversité des lichens épiphytes ».

## PARTICIPATION ACTIVE D'AIR LICHENS A L'ELABORATION DE NORMES

FRANCE, commission de Normalisation AFNOR T95R, Participation Air Lichens représentée par le Pr Richard Lallemand puis le Dr Philippe Giraudeau			
<b>NF X 43-903</b>	Mai 2008	Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE)	<b>ANNULEE</b> et remplacée par <b>NF EN 16413</b> depuis mars 2014
<b>NF X 43-904</b>	Janvier 2013	Biosurveillance de l'air - Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons	<b>Ce n'est pas une norme interprétative mais de récolte</b>
EUROPE, commission de Normalisation AFNOR CEN / TC 264, « Biomonitoring methods with mosses and lichens », Participation Air Lichens représentée par le Pr Richard Lallemand			
<b>NF EN 16413</b>	Mars 2014	Air Ambient - Biosurveillance à l'aide de lichens - Évaluation de la diversité des lichens épiphytes - Qualité de l'air	Norme Française et Européenne, elle remplace la NF X 43-903. <b>Norme technique de diversité, l'interprétation n'est pas normée</b>

## PRINCIPALES NORMES UTILISEES PAR AIR LICHENS

- NF X 43-903 – Mai 2008 : DETERMINATION D'UN INDICE BIOLOGIQUE DES LICHENS EPIPHYTES (IBLE) : Norme aujourd'hui remplacée par la norme européenne (NF EN 16413)
- NF X 43-904 – Janvier 2013, Biosurveillance passive de la qualité de l'air à l'aide des lichens autochtones : de la récolte à la préparation des échantillons.
- NF ISO 10381-6, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 6, lignes directrices pour la collecte, la manipulation et la conservation, dans des conditions aérobies, de sols destinés à l'évaluation en laboratoire des processus, de la biomasse et de la diversité microbiens, juin 2009.
- NF ISO 10381-5, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 5, lignes directrices pour la procédure d'investigation des sols pollués en sites urbains et industriels, décembre 2005.

- NF ISO 10381-2, QUALITE DU SOL, ECHANTILLONNAGE, PARTIE 2, lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage, mars 2003.
- NF X31-100, QUALITE DES SOLS, ECHANTILLONNAGE, méthode de prélèvement d'échantillons du sol, décembre 1992
- NF X43-014, QUALITE DE L'AIR, AIR AMBIANT, DETERMINATION DES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES TOTALES, ECHANTILLONNAGE, préparation des échantillons avant analyses, novembre 2017 (modification de la norme de 2003).
- NF-EN 15841, QUALITE DE L'AIR AMBIANT - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts d'arsenic, de cadmium, de nickel et de plomb, Janvier 2010
- NF-EN ISO 707, LAIT ET PRODUITS LAITIERS, Lignes directrices pour l'échantillonnage, avril 2009.

## Participations aux congrès

### RECONNAISSANCE NATIONALE ET INTERNATIONALE

**14 Novembre 2017** : Participation à la table ronde de la fondation de l'université de Nantes sur le thème *Transmission & Bien Commun : la philanthropie, un lien entre l'entreprise et la cité* dans le cadre du mécénat Air Lichens sur le projet « Biothérapies du Neuroblastome », (Université de Nantes).

**13 et 14 Octobre 2014** : *Biosurveillance végétale & fongique de la qualité de l'air, Workshop international*, Lille (Nouveau Siècle), France, conférence Air Lichens sur le thème : « *Les lichens, outils dynamiques de la surveillance des PCB dans l'atmosphère* ».

**10 et 11 Décembre 2013** : Symposium de la British Lichen Society, au Royaume-Uni (Université de Nottingham).

**12 et 13 Janvier 2013** : Congrès BIOMAQ, en Belgique (Université d'Anvers).

**9 au 13 Janvier 2012** : Septième Symposium de l'International Association of Lichenology (IAL), en Thaïlande (Université de Bangkok), conférence Air Lichens sur le thème : « *Dix années de suivi environnemental des dioxines et furanes en utilisant les lichens en France* ».

## GLOSSAIRE

<b>Acidocline :</b>	Dont le pH est acide.
<b>Apothécies :</b>	Fructifications en forme de coupe, variables en taille, couleur et localisation selon les espèces.
<b>Autotrophe :</b>	Qui suffit à sa propre subsistance.
<b>Basiline :</b>	Dont le pH est basique.
<b>Biocapteur :</b>	Organisme vivant qui capte les modifications de la qualité de l'air physiquement ou chimiquement.
<b>Bioindication :</b>	Evaluation de la qualité des milieux à l'aide de matériaux vivants connus pour leurs capacités de sentinelles des milieux.
<b>Biosurveillance :</b>	Utilisation du vivant pour surveiller des modifications ou la stabilité de la qualité du milieu.
<b>Bryophytes :</b>	Les mousses sont des bryophytes.
<b>Communauté lichénique :</b>	Ensemble des espèces de lichens qui se développent et se perpétuent naturellement conjointement dans les mêmes sites et les mêmes conditions.
<b>Corticole :</b>	Etymologiquement ce terme signifie : qui pousse sur un cortex ou une écorce. Employé dans le cas des lichens, il s'agit de ceux qui poussent naturellement sur l'écorce des arbres.
<b>Cuticule :</b>	Pellicule imperméable protectrice présente à la surface des végétaux supérieurs.

<b>Désorption ou exsorption :</b>	Fuite naturelle du contenu en polluants.
<b>Electrolytes :</b>	L'ensemble des éléments minéraux intervenant dans l'équilibre vital des individus ; exemples : le sodium, le potassium.
<b>Epiphyte :</b>	Espèce qui pousse sur un support végétal.
<b>ETM :</b>	Elément Trace Métallique
<b>Eutrophisé :</b>	Qui subit un apport de composés nutritifs important. Les pollutions azotées provoquent une eutrophisation. Des arbres possèdent naturellement une écorce eutrophisée, ce qui leur confère un pH basique, qui intervient dans l'installation préférentielle de certains lichens. Entre écorces eutrophisées ou non-eutrophisées, la flore lichénique peut être différente et les deux cas peuvent se rencontrer sur les mêmes sites.
<b>Exposition :</b>	C'est une grandeur à visée sanitaire qui prend en compte à la fois des concentrations mesurées (ou à défaut évaluées) et leurs durées dans le temps.
<b>Foliacés :</b>	Les lichens foliacés forment un thalle de pseudo-feuilles en forme de lobes.
<b>Fruticuleux :</b>	Les lichens fruticuleux forment un thalle en tiges ou lanières ramifiées ou non.
<b>Fumigation :</b>	Test consistant à exposer les lichens à des quantités connues de polluants choisis et à mesurer leurs conséquences sur les capacités de survie ou d'absorption des polluants.
<b>GGE :</b>	Google Earth
<b>IGQA :</b>	Indice Global de la Qualité de l'Air, nom de la technique lichénologique utilisée.
<b>INPI :</b>	Institut National de la Propriété Industrielle.
<b>Mycosymbiote ou mycobiont :</b>	Le partenaire mycosymbiote d'une association lichénique est celui qui héberge le photosymbiote. Il s'agit le plus souvent d'un champignon appartenant à l'ordre des ascomycètes.
<b>Nécrose :</b>	Dégénérescence due à une atteinte vitale.
<b>Nitrophile :</b>	Qui profite de l'azote en excès (ammoniac ou oxydes d'azote) pour se développer.
<b>Nitrophobe :</b>	Qui ne supporte pas l'azote en excès.
<b>Photosymbiote ou photobiont :</b>	Le partenaire photosymbiote d'une association lichénique est celui qui assure la photosynthèse. Selon les espèces concernées, il peut s'agir d'une algue, d'une cyanobactérie ou des deux. Il est aussi appelé phycosymbiote.
<b>Poléophile :</b>	Du Grec philos (aimer) et poleos (pollution), se dit d'une espèce qui profite de la pollution pour se développer.
<b>Poléophobe :</b>	Du Grec phobos (détester) et poleos (pollution), se dit d'une espèce qui ne supporte pas la pollution.
<b>Poléotolérance :</b>	Qui tolère la pollution sans disparaître ni se développer de façon accrue.
<b>Rhizine :</b>	Système d'attache des lichens foliacés, ensemble de pieds très courts répartis sur la face inférieure du lichen.
<b>Saxicole :</b>	Un lichen saxicole pousse sur un support minéral, roche ou béton.
<b>SIG :</b>	Système d'Information Géographique (cartes numériques de modélisation).
<b>Soralie :</b>	Amas farineux ou granuleux, le plus souvent de couleur différente de celle du thalle.
<b>Sorédie :</b>	Elément de base de la soralie, qui est constitué d'un ensemble de sorédies.
<b>Stomates :</b>	Pores des végétaux supérieurs capables de s'obturer en cas de stress, le plus souvent hydrique.
<b>Thalle :</b>	Ensemble de l'appareil végétatif du lichen, sans tiges, feuilles ni racines.
<b>Valeur écologique :</b>	Conception à rapprocher de la poléophilie ou de la poléophobie. Les espèces poléophiles ont une basse valeur écologique.
<b>V.S. :</b>	Valeur significative (par rapport aux teneurs de base – Sans signification sanitaire)

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ces références ne sont pas exhaustives.

Une liste de sources plus complète peut être fournie sur demande.

## Livres

GIRAUDEAU P., 2016 – Participation au chapitre 20 « Réseaux de surveillance des PCB dans l'environnement » : 3, 3.1, 3.2 et 3.3 : La surveillance de la qualité de l'atmosphère à l'aide des lichens, bioconcentration des PCB par les lichens, comparaison des concentrations des PCB dans les lichens et dans les herbes, validation de l'utilisation des lichens pour la surveillance de la qualité de l'atmosphère, in *PCB, Environnement et Santé*, pp.658-664, Amiard J.-C., Meunier T., Babut M., Lavoisier, Tec & Doc, Chimie, Paris, 737p.

GIRAUDEAU P., LALLEMANT R., 2015 – « Les lichens, outils dynamiques de la surveillance des PCB dans l'atmosphère », *Pollution Atmosphérique* n°226, juin-septembre, Actes du Workshop International de Lille 13-14 octobre 2014.

GIRAUDEAU P., LALLEMANT R., 2002 – ACI VILLE : *Modalités matérielles et techniques du renouvellement Urbain : Caractérisation des états physiques liés au vieillissement et à la dégradation des faces et surfaces urbaines : L'apport de la Lichénologie*, CNRS Laboratoire CERMA UMR 1563, Université de Nantes, Faculté des Sciences et des techniques, 90 p.

GIRAUDEAU P., 2001 — *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, Bioaccumulation Lichénique, Agglomération Nantaise*, Air Lichens rapport A2-5, DDASS de Loire-Atlantique, Service Santé Environnement : 65 p. – Non Publié

GIRAUDEAU P., 2000 – « Une technologie innovante au service de l'entreprise et de l'environnement : l'IGQA » – *FLASH-INFO*, Région des Pays de la Loire, L'information scientifique et technique, Environnement : De la dépollution à l'éco-conception, (44) 09/2000.

GIRAUDEAU P., 2000 – *Emanations atmosphériques côtières consécutives à la libération d'hydrocarbures dans le milieu marin – Affaire ERIKA – Etudes lichéniques ; Deuxième phase et synthèse* – DDASS de la Loire-Atlantique – Service Santé-Environnement, 46 p. – Non publié.

GIRAUDEAU P., 1998. - *Etude de l'impact des émissions atmosphériques de la centrale de Cordemais, cartographie des retombées acides*, Contrat EDF, non disponible : 17 p.

GIRAUDEAU P., LALLEMANT R., 1997. - *Etude de l'impact des émissions ammoniacales agricoles sur la qualité atmosphérique*, Nantes ; DDASS : 27 p.

GIRAUDEAU P., 1997. - *La flore lichénique appliquée à l'étude de la pollution atmosphérique azotée liée à l'élevage bovin dans le Nord de la Loire-Atlantique*. Lab. Biol. Vég. et Biotech. Université de Nantes : 26 p.

## Articles

GIRAUDEAU P., LALLEMANT R., 2015 – « Les lichens, outils dynamiques de la surveillance des PCB dans l'atmosphère », *Pollution Atmosphérique* n°226, juin-septembre, Actes du Workshop International de Lille 13-14 octobre 2014.

GIRAUDEAU P., 2000 – « Une technologie innovante au service de l'entreprise et de l'environnement : l'IGQA » – *FLASH-INFO*, Région des Pays de la Loire, L'information scientifique et technique, Environnement : De la dépollution à l'éco-conception, (44) 09/2000.

GIRAUDEAU P., CLERIVET M., FICHE C., 1997. – « La pollution en Loire-Atlantique ; synthèse de travaux récents », *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France*, nouvelle série, tome 19, (4), pp.157-172.

## Revues / Sites web spécialisés

- ADEME
- AFNOR – diverses normes
- CITEPA (format SECTEN), annuellement
- EFSA
- ANSES
- Bulletin de l'Association Française de Lichénologie
- Bulletin de l'Association Internationale de Lichénologie
- Environnement et Techniques
- INERIS
- INRS, Institut National de Recherche et de Sécurité, Fiche Toxicologique
- JOUE, JO - Diverses lois-règlements-décrets Europe et France.
- WHO (OMS) Guidelines

# ANNEXES

## LES LICHENS - BIOINDICATEURS

### Notions de Physiologie

Les lichens sont caractérisés par leur composition unique, résultat de l'association symbiotique mutualiste de deux partenaires très différents au départ. L'un est algal ou cyanobactérien, le photosymbiote, producteur autotrophe et l'autre est fongique, le mycosymbiote, consommateur hétérotrophe.

La mise en évidence des substances carbonées fournies par le photosymbiote au mycosymbiote a été réalisée par Smith en 1961, (*Van-Haluwyn et Lerond, 1993*). Celles-ci sont transformées en mannitol et arabitol par le champignon. Ces molécules de sucres-alcool assurent une pression osmotique élevée qui maintient l'efficacité du thalle vis-à-vis de la dessiccation, protégeant ainsi le photosymbiote de la déshydratation.

Les cyanobactéries ainsi que le champignon sont capables d'assimiler l'azote atmosphérique, sous forme d'ammoniac, grâce au glutamate déshydrogénase, selon un processus métabolique faisant intervenir les deux partenaires. La constitution des espaces intercellulaires des lichens et l'intervention de mécanismes d'absorption actifs et passifs caractérisent leur physiologie et leur permet de capter des substances à partir de l'atmosphère.

### Particularités

Plusieurs particularités les différencient des végétaux supérieurs et permettent de les utiliser comme des sentinelles réagissant aux modifications de fond de la qualité atmosphérique :

- **A) - L'absence de racines**, limitant les interactions avec le support qui rend leur nutrition étroitement tributaire de l'atmosphère,
- **B) - Ils peuvent accumuler des substances** sur une longue période grâce à leur métabolisme très lent, à une activité continue en toute saison et à une croissance faible, dus à un état de sous-nutrition constant,
- **C) - L'absence de stomates et de cuticule** accentue leur vulnérabilité si la qualité de l'air décroît, car ils ne possèdent pas de mécanisme de défense lorsque la qualité de l'environnement est altérée,
- **D) – La présence d'un très fin maillage mycélien** interne les rend aptes à piéger les particules véhiculées par l'atmosphère.

Ces particularités contribuent à leur conférer un grand pouvoir d'accumulation de substances très diverses.

Ce pouvoir d'accumulation est accompagné d'une grande fragilité. D'après Fields (1988), quelle que soit la nature du polluant gazeux ( $SO_2$ , Fluor, Oxydes d'azote), les perturbations de la physiologie des lichens respectent la chronologie suivante : atteinte de la nutrition azotée, fuite d'électrolytes, baisse de la photosynthèse, altération de la respiration, destruction des pigments et mort du lichen.

### Utilisation : études de flore et dosages

Les lichens sont regroupés en communautés de groupes d'espèces répondant aux mêmes conditions écologiques. Les peuplements sont alors stables, liés à des biotopes où ils se maintiennent et se reproduisent.

Les modifications de la composition de l'air entraînent des changements dans ces peuplements. Ainsi, l'effet peut être positif sur la croissance de certaines espèces et négatif sur d'autres.

Les méthodes d'étude des peuplements font appel à la phytosociologie, qui étudie la façon dont les plantes sont groupées dans la nature (*selon Touffet 1982*). Air Lichens à partir de ses propres recherches et de différents

auteurs, a mis au point des méthodes basées sur différents niveaux de perturbation de la qualité de l'air. Par ces méthodes, les modifications de la flore permettent une observation des pollutions.

Des techniques spécifiques des pollutions acides ou azotées sont employées dont celles destinées au suivi des oxydes d'azote (*Li-NOx®*, *Aair Lichens*, brevet du 4/08/2006) ou des pollutions ammoniacales (*Méthode de Lallemant*), par rapport à des flores de référence et à des secteurs témoins.

- **L'étude de la flore**, aborde la systématique des lichens en fonction des caractères identifiables sur le terrain. Des critères chimiques complètent ces identifications, par l'emploi de différents réactifs.

*Le calcul de l'Indice Global de la Qualité de l'Air (IGQA®) à partir d'un ensemble de relevés répartis selon une grille de 5 classes de qualité, permet de diagnostiquer les pollutions portant atteinte à la flore lichénique. Cette méthode est indispensable en cas de pollutions multiples et s'applique en situation urbaine, industrielle ou rurale.*

- **Les dosages** font appel à des collectes de thalles de lichens selon un protocole rigoureux. Des points de référence sont inclus pour disposer de bruits de fond et y opposer les résultats.

Dans le cas de polluants gazeux (*exemple du SO<sub>2</sub>*) les pics de pollution peuvent provoquer des altérations des fonctions physiologiques. La répétition éventuelle de ceux-ci, modifiant la qualité atmosphérique moyenne, aboutira à l'altération définitive des thalles des lichens, dont les capacités de restauration des fonctions vitales seront débordées. Dans cette éventualité la sélection aboutit à une modification de la communauté d'espèces.

Dans le cas de substances accumulables, l'augmentation de la fréquence des pics entraîne une augmentation de la teneur dans le thalle des lichens en élevant significativement la teneur atmosphérique moyenne.

### INCERTITUDE DES METHODES

L'incertitude des études de Bioindication lichénique peut être évaluée selon plusieurs approches relatives à la technique de terrain ou aux méthodes employées. L'incertitude varie s'il s'agit d'études de flore ou de prélèvements pour dosages. Pour la technique, elle est localisée à l'observation ou au prélèvement.

- **Les études de flore** sont pratiquées selon des critères destinés à assurer leur reproductibilité. C'est pourquoi un nombre de supports représentatifs d'un lieu est observé. Un nombre minimum de relevés est nécessaire afin de disposer d'un ensemble cohérent.

Lorsque l'échelle de flore utilise un indice lié à une répartition en classes (*cas du calcul de l'Indice Global de la Qualité de l'Air ou IGQA®*), l'incertitude est d'environ 15%. Il s'agit des relevés dont l'IGQA® est proche à 10 % de la limite de la classe à laquelle il appartient.

Lorsque l'échelle de flore est utilisée selon la notion de présence/absence (*cas de l'échelle de Lallemant*), des relevés peuvent présenter des résultats inattendus (*moins de 7 %*) et nécessiter un contrôle. Le plus souvent celui-ci confirme la première observation ou précise des conditions écologiques des cas particuliers.

- **Dans le cas des études de Biorétention**, plusieurs incertitudes peuvent se cumuler : celle de la capacité intrinsèque des lichens envers les substances recherchées, celle du prélèvement et l'analytique.
  - La standardisation du matériel lichénique limite l'incertitude car toutes les espèces n'ont pas les mêmes possibilités de rétention pour les mêmes substances. Le prélèvement de populations de lichens est préférable à celui de quelques individus. Cette pratique permet de limiter l'influence des micro expositions et de gommer les différences interindividuelles. Le prélèvement de toutes les tailles de l'espèce sélectionnée permet de lisser les variations liées à l'âge des thalles.
  - L'incertitude analytique est liée aux substances dosées et aux techniques employées. Dans le cas des PCDD/F les laboratoires fournissent leurs résultats avec une incertitude de 15%.

## FICHE METAUX ET SOURCES

Métaux	Sources (non exhaustif)							
	Pétrole (raffinage)	Charbon	Automobile – au sens large	Combustion du bois Biomasse	Verrerie	Déchets	Agriculture	Sidérurgie Acierie Fonderie Cimenterie
V	X (° pétrochimie)	X	°					
Ni	+++	X	+	+(Ch. Urb.)			+	+(Acierie / Sidérurgie)
Cd	X	X	+	+(Biomasse)	+	+(UIOM / boues)	° Z	+(Sidérurgie)
Cr		X	+	+(Bois et Biomasse)	+			+(Acierie / Fonderie)
Sb			X					
Cu		X	X ++	+(Bois)		+		+(Acierie / Sidérurgie)
Pb		+	X ++	++ (Bois) +(Ch. Urb.)	+	+		+(Sidérurgie)
As			+	+(Biomasse)	+			+(Acierie)
Hg	°			°(Ch. Urb.)		+(UIOM / crémations)	+	+(Acierie / Cimenterie)
Se			+	+(Bois)				
Zn	++		+++	+++ (Bois) ++ (Ch. Urb.)		++ (incinération)		+(Acierie / Sidérurgie)

Données recueillies : + pour les métaux As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn – divers rapports SECTEN et mises à jour par métal CITEPA / ° asec.asso / X Recherches Air Lichens – Ch. Urb. = chauffage urbain / Z : ANSES

## FICHE ETM, MISE A JOUR CITEPA 2024

Les éléments suivants proviennent de : CITEPA, site web du CITEPA et Inventaires des émissions de polluants atmosphériques en France (...) et en particulier les rapports des dernières années 2022-2024, formats CEE-NU, SECTEN. Il s'agit d'une synthèse succincte et non exhaustive.

% DU TOTAL NATIONAL EN 2023 EN FRANCE METROPOLITAINE EN %, secteurs – CITEPA Secten 2024										
		As	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Pb	Se	Zn
<b>1</b>	<b>Industrie de l'énergie dont</b>	8.1%	11.4%	6.1%	0.6%	14.5%	20.3%	3%	4.8%	4.5%
	Chauffage urbain	5,6%	2.0%	2.9%	X	2.3%	5.2%	1.7%	2.2%	2.5%
	Valorisation énergétique	X	2.2%	1%	X	2.1%	12.4%	X	X	1.3%
<b>2</b>	<b>Industrie manufacturière/construction dont</b>	30%	43.8%	23.3%	2.2%	45.6%	45.3%	31.1%	73.3%	16.9%
	Papier, carton	2,8%	1.1%	X	X	3.5%	1.2%	X	Verre 58.7%	0.8%
<b>3</b>	<b>Traitement centralisé des déchets dont</b>	0.2%	5.6%	0.3%	0%	0.5%	13.5%	3.2%	0%	0.7%
	Incinération sans récup. énergie	X	5.4%	X	X	X	7.9%	3.1%	X	X
<b>4</b>	<b>Usage bâtiments et activités résidentiel/tertiaire</b>	28.7%	10.8%	23.9%	2.3%	10.6%	9.3%	19.5%	13%	20.7%
<b>5</b>	<b>Agriculture / Sylviculture</b>	1.5%	6.3%	1.2%	0.1%	3%	1.5%	0.9%	0.7%	1.4%
<b>6</b>	<b>Transports</b>	31.6%	22.1%	45.1%	94.8%	25.8%	10%	42.4%	8.1%	55.7%
	<b>TOTAL</b>	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Surlignés de jaune : valeurs « élevées » pour le secteur en question et en bleu pour le métal (si différent).

**ETM**

Elément Trace Métallique. Ils peuvent être toxiques pour la biosphère. La plupart étant sous forme particulaires, ils s'accumulent dans l'eau, les sols, les aliments et l'air.  
9 métaux sont annuellement surveillés par le CITEPA : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se et Zn.

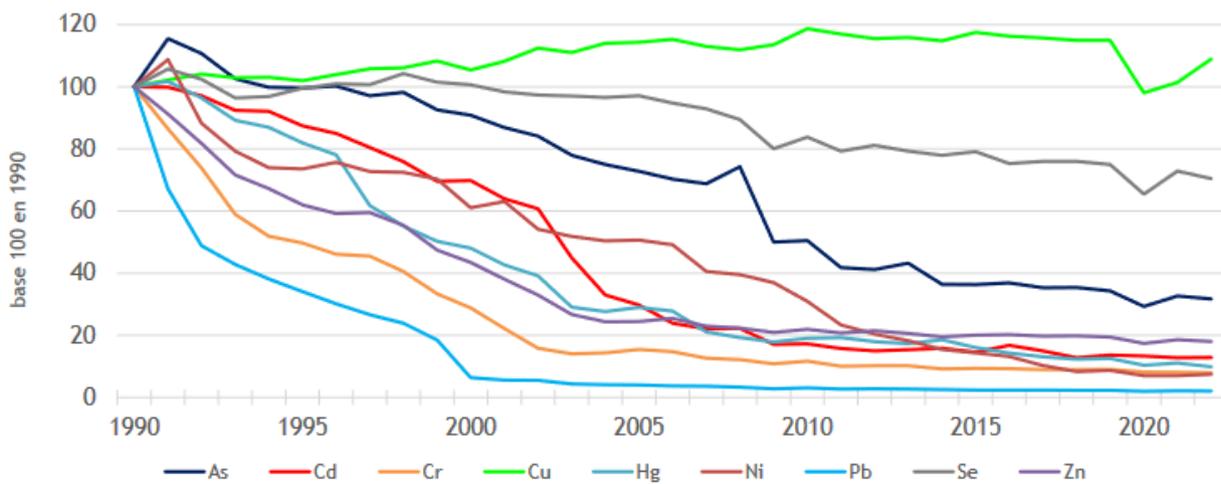
**Evolutions**

La baisse des émissions constatée entre 2019 et 2020 est due à la crise sanitaire, ayant principalement impacté le secteur des transports et de l'industrie.  
En 2021, les émissions remontent par rapport à 2020 mais sont inférieures à 2019.  
En 2022, la tendance à la baisse reprend par rapport à 2021 pour la majorité des métaux excepté le cuivre, le cadmium et le nickel dont les émissions augmentent.

**Réglementation  
(non exhaustif)**

Au niveau international, les ETM les plus toxiques (et réglementés) : Hg, Pb, Cd.  
En France, arrêtés pour installations classées pour l'environnement : arrêté du 2 février 1998 modifié et arrêtés relatifs aux installations de combustion. Ils limitent les émissions de nombreux ETM, Valeurs Limites d'Emissions (VLE) pour : Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, Sn, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Te, Tl, V, Zn.  
ETM réglementés en termes de qualité de l'air et faisant l'objet d'un suivi selon la directive 2004/107/CE modifiée, sont les suivants : Hg, Pb, Cd et As.  
Loi 2021-1104 (loi Climat et Résilience), adoptée le 22 août 2021, l'article 119 rend obligatoire la mise en place de ZFE-m (Zones à Faibles Emissions mobilité) à partir de ≥ 150 000 habitants.  
Arrêts du Conseil d'Etat (2017, 2020, 2021, 2022), etc.  
Les ETM, peuvent faire l'objet de surveillance locale près des sites industriels ou de campagnes de mesures ponctuelles.  
Selon les travaux OMS 2007, le transport des ETM à longue distance est démontré (ex., 2003, France : Pb 30% ; Hg : 15%).

Graphique : Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et de la directive européenne concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques. Rapport mars 2024, format CEE-NU, CITEPA



Evolution des émissions de métaux lourds entre 1990 et 2022 (base 100 en 1990)

	Origines (principales sources anthropiques actuelles)	Effets	Evolution
<b>ARSENIC (As)</b>	<p>Combustibles fossiles solides, fioul lourd, carburants, production de verre, métallurgie des métaux ferreux et non ferreux, (bois-énergie, biomasse, usure routes, abrasion pneus et freins)</p> <p>Possède des valeurs limites annuelles par norme de qualité de l'air 2008/50/CE et 2004/107/CE</p>	<p><b>Classé cancérigène groupe 1 par le CIRC et est très irritant pour le système respiratoire et la peau</b></p>	<p>Forte baisse. Très forte baisse de consommation de combustibles minéraux pour la production de verre. Diminution très forte de la consommation de gaz de hauts fourneaux dans les ateliers d'agglomération à partir de 2005. Quasi-totale disparition de l'ajout d'As lors du process de production de verre (mais peut être émis lors de l'utilisation du verre recyclé). Aciéries électriques =&gt; dépoussiéreurs.</p> <p><b>En revanche, émissions en hausse pour les secteurs agriculture (bien que marginal) et transport (2<sup>ème</sup> source de ces émissions en 2022 se rapprochant de + en + de l'industrie manufacturière/construction).</b></p>
<b>CADMIUM (Cd)</b>	<p>Combustion de combustibles fossiles solides, fioul lourd, biomasse, incinération de déchets (y compris boues), sidérurgie, métallurgie des métaux non ferreux (production de zinc), production de minéraux non-métalliques et de matériaux de construction.</p> <p>Possède des valeurs limites annuelles par norme de qualité de l'air 2008/50/CE et 2004/107/CE</p>	<p><b>Le cadmium en poudre est classé cancérigène groupe 2B, mutagène groupe 2 et reprotoxique groupe 2.</b></p> <p>Toxique pour les reins (UE, règlement 2021/1323 – VLE hebdomadaire de 2,5 µg/kg de poids corporel)</p>	<p>Baisse : progrès réalisés dans les secteurs industriels (sidérurgie et métallurgie des métaux non ferreux : dépoussiéreurs et évolution de la composition des matières entrantes dans ces process).</p> <p>Secteurs de l'énergie et des déchets : baisse principalement liée au développement du traitement des fumées dans les usines d'incinération, avec et sans récupération d'énergie.</p> <p>Plan national santé environnement 2015-2019 (PNSE 3) fait de la prévention aux risques liés à l'exposition aux métaux lourds tels que le plomb une de ses priorités.</p>
<b>CHROME – Chrome VI (Cr)</b>	<p>Majoritairement industrie manufacturière (fonderies de fonte, aciéries électriques, production de verre). Années récentes : l'énergie est le secteur majoritaire, (biomasse, carburants).</p> <p>Forme hexavalente (chrome VI) principalement liée aux combustibles fossiles solides, fioul lourd et biomasse.</p>	<p><b>Le chrome hexavalent (chrome VI) est classé cancérigène groupe 1</b> mais pas les autres formes (chrome III). Le chrome s'accumule peu dans la chaîne alimentaire.</p>	<p>Forte baisse. Réduction des rejets industriels (sidérurgie =&gt; mise en place de dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux, forte baisse de l'activité sidérurgique en France depuis les années 90).</p> <p>L'impact de la crise sanitaire et du confinement est visible : entre 2019 et 2020 (-10%) =&gt; secteurs de l'industrie manufacturière et des transports sans pour autant qu'un rebond soit observé en 2021</p>

CUIVRE (Cu)	Surtout émis par le secteur des transports (ferroviaires (usure des caténaires) et routiers (usure des plaquettes de frein)) et par les aciéries électriques.	Toxicité chronique par voie orale : foie, reins et estomac.	<p><b>Secteurs à décroissance :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Industrie manufacturière (sous-secteur des métaux ferreux - aciéries électriques : dépoussiéreurs) ;</li> <li>- Transformation de l'énergie, mise en conformité des UIOM avec récupération d'énergie (dépoussiéreurs),</li> <li>- Résidentiel/tertiaire, amélioration des équipements individuels brûlant du bois.</li> </ul> <p><b>Tendance à la hausse</b> +9% 1990-2022. Transport le plus contributeur avec 95% en 2022 dont routier avec 80% des émissions.</p>
MERCURE (Hg)	<p>Principalement émis lors de la combustion des minéraux solides et de biomasse, métallurgie, production de chlore, production d'acier, batteries, incinération des déchets, crémation.</p> <p><i>Lutte contre Hg : au niveau international Convention de Minamata, ratifiée 15.06.2017 par la France</i></p>	Reprotoxique de catégorie 1B. Chez l'homme, le mercure élémentaire et le mercure inorganique affectent le système nerveux central et les reins. Mortel par inhalation (ne se rencontre pas dans l'air ambiant).	<p><b>Baisse modérée</b> des émissions au niveau des transports de 0,9%</p> <p><b>Baisse plus forte</b> des autres secteurs : moyenne -51% 2008-2022, après un léger pic en 2014.</p> <p>L'impact de la crise sanitaire et des confinements est visible sur l'évolution des émissions de Hg entre 2019 et 2020 (-20%) particulièrement dans le secteur de l'industrie manufacturière sans qu'un rebond significatif soit observé en 2021.</p>
NICKEL (Ni)	<p>Emis par la combustion du fioul lourd, autres produits pétroliers, raffinage pétrole, abrasion des routes, usure des freins, sidérurgie</p> <p>Possède des valeurs limites annuelles par norme de qualité de l'air 2008/50/CE et 2004/107/CE</p>	<b>Classé cancérigène possible pour l'homme (cat. 2B).</b> Composés inorganiques peuvent être extrêmement toxiques.	<p>Forte baisse. Réduction de l'utilisation de fioul lourd, baisse de l'activité de raffinage en France (fermeture des raffineries), substitution par du gaz en raffinerie moins émetteur de Ni.</p> <p>Consommation moindre de certains secteurs (houillère, sidérurgie, etc.) + dépoussiéreurs plus efficaces et plus nombreux (secteur sidérurgique).</p> <p>La reprise économique en 2021 dans l'industrie de l'énergie, manufacturière et transports a entraîné un rebond limité de 4% des émissions de nickel entre 2020 et 2021 et de 11% entre 2021 et 2022.</p>

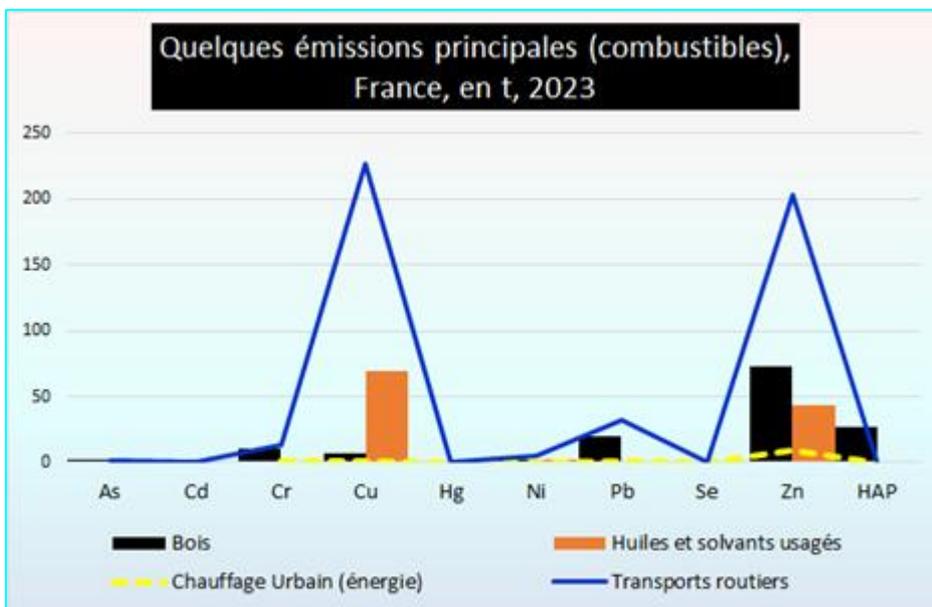
<p><b>PLOMB (Pb)</b></p>	<p>Carburants, fioul lourd, combustibles minéraux solides, biomasse, première et seconde fusion du plomb, fabrication de batteries électriques, production de cristal, l'incinération des déchets.</p> <p>Possède des valeurs limites annuelles par norme de qualité de l'air 2008/50/CE et 2004/107/CE</p>	<p><b>Classé cancérigène possible pour l'homme (2B).</b> Composés généralement classés reprotoxiques (H360FD), nocifs par inhalation et dangereux pour l'environnement.</p> <p>UE règlement 2021/1317 Neurotoxicité (enfants), problèmes cardiovasculaires et néphrotoxicité (adulte).</p>	<p>Baisse drastique. Arrêt définitif de la distribution de carburants automobiles plombés à partir de 2000.</p> <p>Aussi, progrès dans les procédés industriels (réduction des particules et arrêt de la production de plomb de première fusion depuis 2003).</p> <p>L'impact de la crise sanitaire et des confinements est visible sur l'évolution des émissions de plomb entre 2019 et 2020 (-15%), particulièrement dans le secteur de l'industrie manufacturière et dans celui des transports. Les émissions sont marquées par un rebond limité entre 2020 et 2021 de +6% du fait de la reprise de l'activité économique dans ces secteurs</p> <p>Plan national santé environnement 2015-2019 (PNSE 3) fait de la prévention aux risques liés à l'exposition aux métaux lourds tels que le plomb une de ses priorités</p>
<p><b>Sélénium (Se)</b></p>	<p>Avant tout production de verre. Combustion de fioul lourd, de carburants et de biomasse ; usure des plaquettes de frein et pneus, abrasion des routes (transport routier), production de ciment, métallurgie des métaux ferreux, engrais chimiques.</p>	<p>Peut être très irritant pour le système respiratoire et à l'origine de troubles gastro-intestinaux si inhalé à forte dose.</p>	<p>Evolution des émissions est induite par les variations de la production de verre (ajouté au process pour la coloration du verre).</p> <p>La légère hausse constatée dans le secteur des procédés industriels est liée aux émissions non énergétiques issues des huiles dans les moteurs 4 temps.</p>
<p><b>ZINC (Zn)</b></p>	<p>Transports (usure des plaquettes de frein, pneumatiques, abrasion routes), combustion de carburants, de fioul lourd, de combustibles minéraux solides et de biomasse, métallurgie des métaux ferreux et non ferreux, incinération des déchets.</p>	<p>Peut être toxique à forte dose (en fonction de sa nature chimique).</p>	<p>Stabilisation.</p> <p>Les variations dans les différents secteurs se compensent. =&gt; la légère hausse dans le transport routier est compensée par la baisse dans le secteur résidentiel ou industrie.</p> <p>L'impact de la crise sanitaire est visible sur l'évolution 2019-2020 (-10 %) particulièrement des transports puis rebond de +9%.</p>

**POLLUANTS ET COMBUSTIBLES, INFORMATION, MISE A JOUR CITEPA 2024**

Emissions par type de combustible / secteur, France	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn	HAP	PCDD/F	PCB	NOx
	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	g ITEQ	kg	kt
2023													
CMS sauf lignite	0.1		0.2	0.2	0.3	0.2	0.1		0.5		0.3	2.1	4.0
Bois	2.5	0.4	10.5	7.4	0.2	2.9	19.8	1.7	73.3	27.08	30.0	11.5	34.2
Déchets industriels solides			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		0.9	0.03	56.8	1.8	1.4
Déchets municipaux organiques			0.2	0.3	0.2	0.3	0.3		2.6	0.09	0.8		3.0
Déchets municipaux fossiles			0.1	0.3	0.1	0.2	0.2		2.2	0.07	0.6		2.5
Huiles et solvants usagés		0.4	1.7	69.4		2.9	0.1	0.4	43.5				0.8
Gaz de raffinerie		0.1	0.4	0.2		0.5	0.1	0.1	1.1				3.5
Coke de pétrole			0.1			4.1	0.1		0.1			0.7	1.0
Fioul lourd			0.1	0.1		4.2	0.1		0.2			0.1	2.8
Fioul domestique									0.1		0.1	1.3	27.0
Gazole et GNR			0.3	0.2	0.2				0.6	2.08	7.4	0.3	276.7
Essence / super			0.1	0.1	0.1				0.3	0.29	1.5		16.7
Gaz naturel et GNV											0.6		49.2
Agrocarburant diesel										0.17	0.6		22.5
Autres produits de la biomasse			0.1				0.1		0.3	0.20	0.2	0.1	0.3
Chauffage Urbain (énergie)	0.3		0.9	0.8	0.1	0.5	1.5	0.2	9.5	0.1	1.5	1.6	7.3
Transports routiers	1.7	0.5	13.7	226.9	0.2	5.0	32.0	0.7	203.2	2.0	9.3		273

Emissions dans l'air en France par type de combustibles (non exhaustif), en t ou g ITEQ ou kg, 2023, d'après CITEPA format SECTEN 2024, les HAP selon CEE-NU : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène et indéno(1,2,3)pyrène.

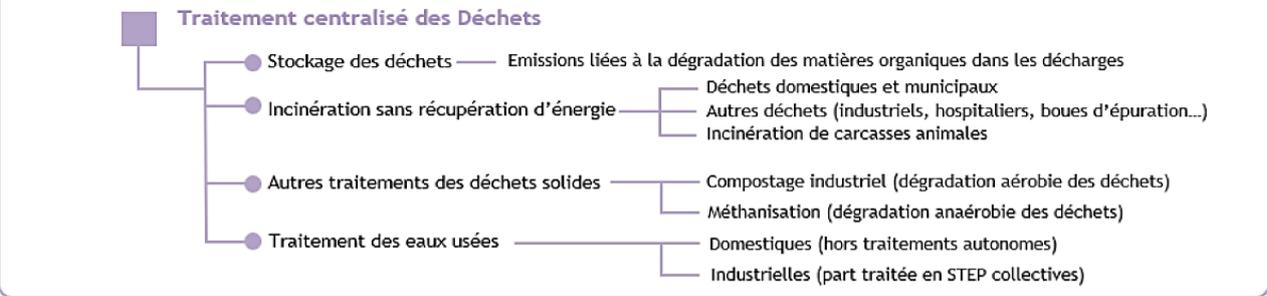
Sauf pour le combustible bois et le chauffage urbain, seules les valeurs les plus fortes par combustible et/ou émissions sont précisées afin de ne pas surcharger (à deux décimales). Non exhaustif. En rouge, les valeurs les plus élevées pour les émissions.



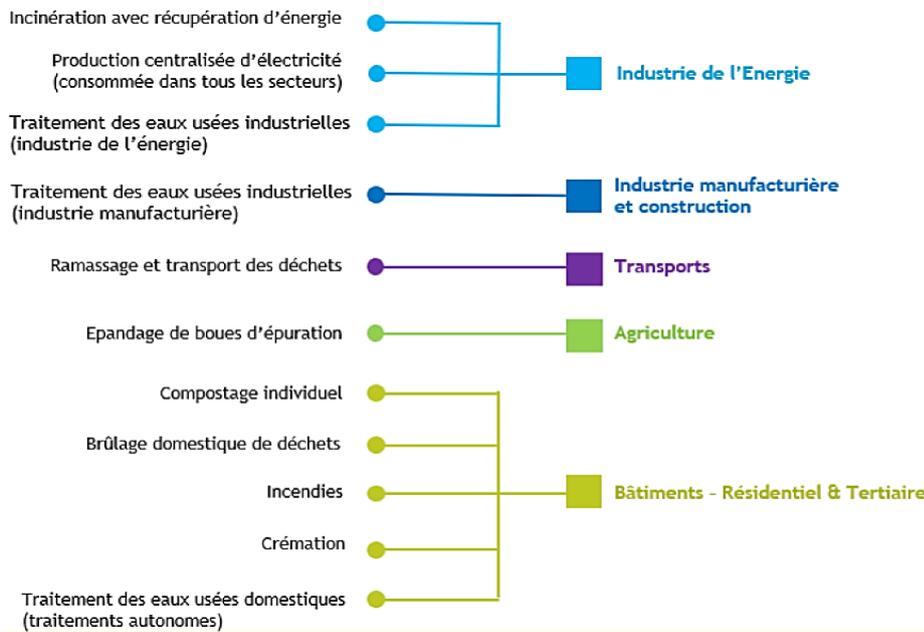
Emissions dans l'air des ETM et HAP (en t) des combustibles et quelques secteurs les plus forts France, 2023. D'après Source DONNEES CITEPA format SECTEN 2024 – Graphique Air Lichens

**TRAITEMENT CENTRALISE DES DECHETS, INFORMATION, MISE A JOUR CITEPA 2024**

inclus dans ce secteur :



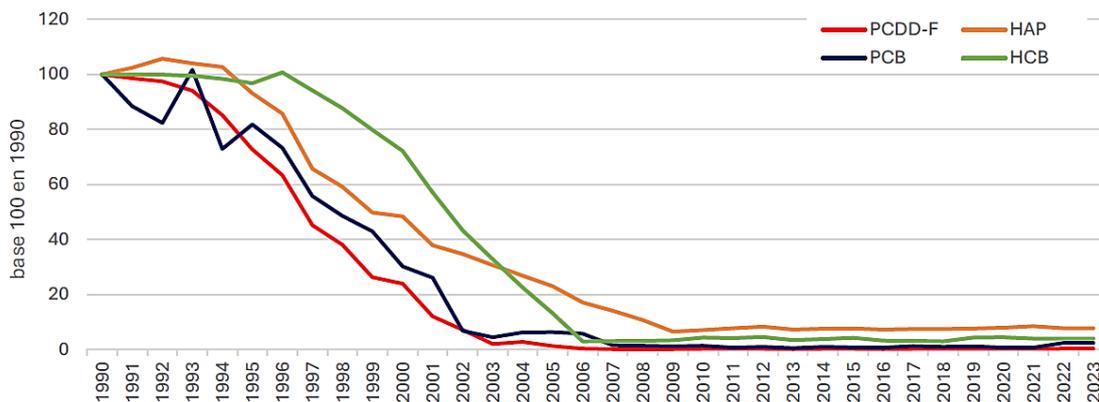
comptabilisé dans d'autres secteurs :



**Les émissions du secteur Déchets en France métropolitaine ont globalement diminué sur la période 1990-2022**, que ce soit concernant les polluants (essentiellement liés à l'incinération et aux feux de déchets) ou les gaz à effet de serre (essentiellement liés au stockage des déchets et dans une moindre mesure au traitement et rejet des eaux usées). La seule exception concerne l'ammoniac (NH3).

A noter le développement de la filière du compostage et de la méthanisation de déchets ménagers depuis plusieurs années, même si leur impact reste très faible en termes d'émissions.

**POP | Polluants organiques persistants**



Evolution relative des émissions du secteur du traitement centralisé des déchets des POP en France (Métropole) (base 100 en 1990)

CITEPA, format SECTEN 2024

**La prévention de la production des déchets est une priorité inscrite dans le code de l'environnement français.** La loi n°2015-992 relative à la transition écologique pour la croissance verte (LTECV) : mesures de lutte contre les gaspillages et promotion de l'économie circulaire en développant le tri à la source et les filières de recyclage et de valorisation.

	Incinération avec récupération d'énergie		Incinération sans récupération d'énergie		Valorisation matière		Stockage		Épandage		Total	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Déchets minéraux	4	4	1	1	172 747	151 363	62 792	53 300	0	0	235 544	204 668
Déchets non minéraux non dangereux	16 723	21 378	2 568	2 553	38 857	34 633	21 178	20 626	728	558	80 054	79 748
Déchets dangereux	1 086	1 106	1 794	1 691	2 660	2 435	3 161	2 887	0	0	8 700	8 119
<b>Total</b>	<b>17 812</b>	<b>22 488</b>	<b>4 363</b>	<b>4 245</b>	<b>214 264</b>	<b>188 432</b>	<b>87 130</b>	<b>78 813</b>	<b>728</b>	<b>558</b>	<b>324 288</b>	<b>292 534</b>

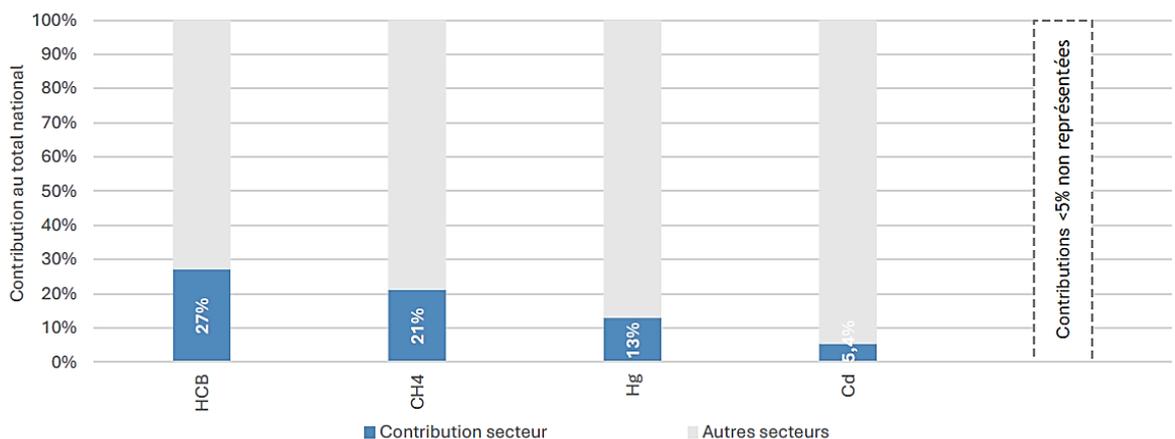
Source : SDES, octobre 2022

Traitement de déchets en France métropolitaine, en 2018 et 2020 (kt)

France => second plus gros producteur de déchets de l'UE (derrière l'Allemagne) avec 310 millions de tonnes de déchets (14,5% du total de l'UE) en 2020 et représente 11,8% de la production de déchets dangereux de l'UE.

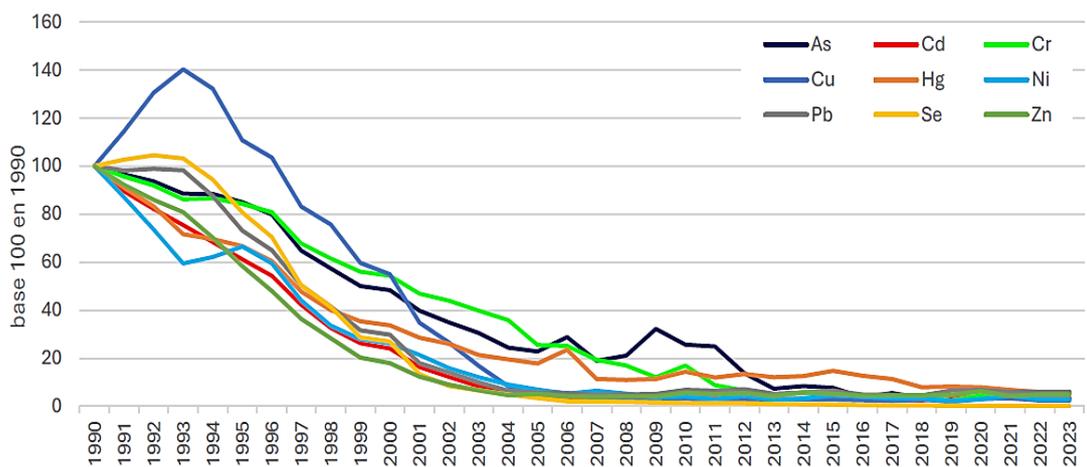
En revanche, concernant la quantité de déchets générés par habitant, la France se situe un peu en dessous de l'UE pour cette même année, soit 4,6 tonnes par habitant. CITEPA, format SECTEN 2023-2024

## Principales substances émises par le secteur



Substances pour lesquelles le secteur traitement centralisé des déchets contribue pour au moins 5% aux émissions en 2022

## Métaux lourds



Evolution relative des émissions du secteur du traitement centralisé des déchets des métaux lourds en France (Métropole) (base 100 en 1990)

CITEPA, format SECTEN 2024

Les données sont issues des **Rapports CITEPA 2022-2024, format CEE-NU, format Secten** :

**Les trois ETM les plus remarquables au niveau national dans le traitement centralisé des déchets sont les Hg, Cd et Pb.**

**Hg** (8,3%, - incinération des déchets – 5<sup>ème</sup> sous-secteur contributeur pour cet ETM : casse de lampes fluorescentes usagées enfouies en installations de stockage, crémation des corps<sup>3</sup>, incinération des déchets dangereux) ;

**Cd** (6,2% - incinération des déchets – 7<sup>ème</sup> sous-secteur contributeur) et

**Pb** (3,6% - incinération de déchets dangereux et non dangereux, la crémation des corps et le traitement des autres déchets incluant feux de bâtiments et de véhicules – 6<sup>ème</sup> contributeur sous-secteur contributeur).

**PCDD/F : 45,1%, - incinération des déchets – 1<sup>er</sup> sous-secteur contributeur des PCDD/F au niveau national.**

Dans les incinérateurs de déchets non dangereux, avec ou sans récupération d'énergie, des techniques de réduction ont été mises en œuvre pour respecter les valeurs limites en PCDD-F définies dans les arrêtés du 25 janvier 1991 et du 20 septembre 2002 (directive européenne 2000/76/CE) relatifs aux déchets non dangereux (ordures ménagères, boues de traitement des eaux, etc.). Elles ont permis, notamment, une réduction significative des émissions. Depuis le début des années 2000, on considère que la principale source de rejets de PCDD/F est le brûlage illégal de câbles électriques permettant d'en revendre le cuivre. On estime que 93% des rejets nationaux de PCDD/F associés au secteur des déchets proviennent du brûlage de câbles.

Enfin, les incendies de véhicules représentent une part fortement évolutive des rejets de PCDD-F du secteur des déchets. En effet, en 1990 ceux-ci représentaient moins de 1% des émissions du secteur contre 7,2% en 2021 mais la quantité émise de PCDD-F reste assez stable : 4,89 g-ITEQ en 1990 et 4,38 g-ITEQ en 2021

## ANALYSE ET REGLEMENTATION DES PCDD ET DES PCDF

Les laboratoires auxquels sont fournies les analyses par la société Air Lichens sont accrédités par la Section Essais du COFRAC

➤ Une Norme Européenne est à ce jour publiée sur la détermination des PCDD/F à l'émission [EN 1948] : « Emission de sources fixes – Détermination de la concentration massique en PCDD/F » – Parties 1, 2 et 3, CARSO a intégré les éléments de cette norme et dispose d'un Plan Qualité qui identifie et regroupe les dispositions particulières mises en place au laboratoire pour répondre totalement aux exigences de la norme NF 45001 et aux critères spécifiques développés dans le programme 97/2 – ME 50.

➤ Dans le cas des échantillons agro-alimentaires, les méthodes d'analyse sont conformes aux critères énoncés dans le règlement (UE) n°152/2009 du 27 Janvier 2009 et modificatifs (alimentation animale) et dans le règlement (UE) n° 644/2017 de la commission du 5 avril 2017 (alimentation humaine).

Parmi les 210 congénères possibles de PCDD et PCDF, ne sont considérés comme toxiques que ceux contenant au minimum 4 atomes de chlore en position 2,3,7,8. Par ailleurs, ils n'ont pas tous la même toxicité d'où l'affectation d'un coefficient de pondération (I-TEF = International Toxic Equivalency Factor) à chaque congénère par rapport à la 2,3,7,8-TCDD qui est affectée d'un I-TEF égal à 1.

En Europe, les objectifs visés lors de l'analyse par HRGC/HRMS des PCDD/F sont :

- La quantification des dix-sept congénères toxiques dont la toxicité totale est rendue sous la forme I-TEQ (International Total Equivalent Quantity) en équivalent 2,3,7,8-TCDD.
- La quantification des sommes des séries homologues PCDD et PCDF à partir de 4 atomes de chlore.

<sup>3</sup>Rapports 2021-2024 de l'Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France métropolitaine, formats CEE-NU / Secten, CITEPA : « Concernant la crémation des corps, les émissions de mercure sont liées à la présence de ce composé dans les amalgames dentaires. Les émissions augmentent depuis 1990 du fait du nombre croissant de corps incinérés. Du fait de l'augmentation probable du nombre de corps incinérés, les émissions à venir devraient continuer à augmenter. Cependant, l'arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de cheminée des crématoriums et à la quantité maximale de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère, qui définit une concentration maximum de mercure dans les fumées à respecter au plus tard en 2018, a engendré une baisse des rejets depuis 2014. De plus, la réglementation européenne (Règlement (UE) 2017/852 du Parlement Européen et du Conseil du 17 mai 2017) et nationale (Décret n°2017-1345 du 18 septembre 2017 portant publication de la convention de Minamata sur le mercure) semble évoluer vers une limitation importante de l'utilisation d'amalgames dentaires contenant du Hg. Par conséquent, une diminution des rejets de Hg associés à la crémation devrait s'observer à long terme ».

### Validation de la méthode, exigences du contrôle de la qualité

Des congénères PCDD/F substitués par du chlore en 2,3,7,8 et marqués au  $^{13}\text{C}_{12}$  (voire dans certains cas au  $^{37}\text{Cl}$ ) doivent être ajoutés à l'échantillon à différentes étapes de la procédure.

- Avant prélèvement (dans le cas de mesures à l'émission),
- Avant extraction : ces marqueurs sont des étalons internes de quantification,
- Avant analyse juste avant injection dans le chromatographe.

Ces étalons internes sont supposés être transférés au système analytique sans aucune perte et permettent de déterminer le taux de réapparition (ou les pertes) des congénères ajoutés lors des étapes précédentes (extraction, purification).

Les extractions des solides sont effectuées au Soxhlet par du toluène pendant au moins 24 heures. Les liquides aqueux sont extraits par du toluène ou du dichlorométhane. Trois extractions consécutives doivent être réalisées.

Les méthodes de purification doivent permettre de nettoyer l'extrait de l'échantillon de manière appropriée pour la détermination quantitative qui suit, c'est-à-dire concentrer les PCDD et PCDF et éliminer les composés de la matrice présents dans l'extrait brut donnant des interférences. Les normes donnent des exemples de protocole d'extraction et de purification.

Les méthodes utilisées pour la réduction de volume de solvant doivent être menées avec précaution. Pour atteindre des limites de détection suffisantes, l'extrait purifié doit être concentré jusqu'à un volume de l'ordre de 25  $\mu\text{l}$  à 100  $\mu\text{l}$  avant quantification. Tous les étalons internes sont ajoutés juste avant la procédure de quantification.

### Identification et quantification

On utilise la chromatographie en phase gazeuse avec colonne capillaire couplée à la spectrométrie de masse en haute résolution avec la méthode de dilution isotopique. Les paramètres de la chromatographie donnent la position des isomères tandis que la spectrométrie de masse permet de différencier les congénères des dibenzo-p-dioxines et dibenzofuranes polychlorés ayant des degrés de chloration différents. Les normes décrivent des exigences de contrôle de qualité pour l'identification et la quantification, soit :

- L'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse haute résolution,
- L'utilisation de la spectrométrie de masse haute résolution égale ou supérieure à 10000,
- La scrutation d'au moins 2 ions,
- Le rapport isotopique entre les ions doit être égal à la valeur théorique +/- 20 %,
- Le temps de rétention d'un isomère natif chlorosubstitué en position 2,3,7,8 doit se situer à l'intérieur d'une fenêtre de temps basée sur le temps de rétention de l'isomère correspondant au  $^{13}\text{C}_{12}$  dans l'échantillon,
- Le rapport signal sur bruit doit être d'au moins 3 : 1 pour le signal utilisé pour la quantification,
- La calibration s'effectue avec au moins 5 solutions de calibration contenant tous les PCDD/PCDF natifs et marqués en quantités définies.

La courbe de calibration est utilisée pour calculer les facteurs de réponse relatifs des analyses. Ces facteurs de réponse relatifs sont utilisés en même temps que les congénères marqués au  $^{13}\text{C}_{12}$  ajoutés à l'échantillon pour quantifier les PCDD/PCDF natifs par la méthode de dilution isotopique.

### Laits, produits laitiers et bovins

Les chaînes agro-alimentaires basées sur l'élevage d'animaux domestiques herbivores sont généralement courtes mais fournissent des produits largement consommés par l'homme.

L'absorption des dioxines par les bovins se fait essentiellement par voie alimentaire : l'air et l'eau apparaissent négligeables. Des études allemandes montrent que l'herbe est la source la plus importante suivie par l'ensilage de maïs, les concentrés et autres aliments apportant une contribution modeste. Les fourrages verts fournissent en effet des surfaces d'adsorption des dioxines plus importantes que les grains de céréales dont sont constitués majoritairement les concentrés. La vitesse de croissance et le format du végétal interviennent également.

Une vache laitière ingère environ 15kg de matière sèche par jour, les quantités de sol ingérées peuvent donc représenter quelques centaines de grammes. (Le cheval, le mouton ingèrent des quantités de terre plus importantes que les bovins.)

Le marqueur privilégié pour effectuer les mesures est le lait dans la mesure où celui-ci est produit à proximité de l'usine et permet d'évaluer un transfert potentiel des dioxines à l'homme via la voie alimentaire. Lors de l'allaitement, les dioxines stockées sont mobilisées et excrétées dans le lait maternel, traduisant surtout l'exposition passée. Diverses études ont montré que plus le pourcentage de lipides dans le lait maternel est élevé, plus le niveau d'HAPC est bas. En France, en 1998, sur 244 échantillons individuels de lait maternel, il apparaît une médiane de 18.80 PCDD/F en pg TEQ<sub>OMS</sub>/g MG. (Variation de 7.82 à 41.10 PCDD/F en pg TEQ<sub>OMS</sub>/g MG).

L'élimination des PCDD/F chez la vache laitière est assez rapide : les demi-vies d'élimination globales sont comprises entre 30 et 60 jours. Le mécanisme essentiel d'élimination est l'excrétion dans le lait. Globalement, une diminution progressive des taux est observée en France depuis 1994.

Mais le lait n'est sans doute pas un indicateur suffisamment fin pour évaluer l'impact d'une unité (contrairement aux lichens) : par exemple, l'herbe, l'ensilage et le sol montrent visiblement une majorité de congénères, ce qui n'est pas le cas du lait. De plus, il convient de ne pas imputer à une source tel résultat, en effet, de nombreuses interférences restent fortement possibles notamment les feux de toutes sortes...pouvant avoir un impact sur l'environnement se traduisant notamment par une accumulation dans le lait s'il existe des pâturages au voisinage de ces sources.

Certains aliments peuvent être fortement contaminés. En 1997, des granulés à base de pulpes de Citrus fabriqués au Brésil contenaient des taux de 10 à 30pg TEQ/g MS, le lait des vaches ayant consommé ces aliments présentaient des taux de 7 MG ce qui a conduit à l'interdiction d'importer ces pulpes et à la destruction des stocks, un seuil de 0.5 MS ayant été fixé.

Les études laissent apparaître que les corrélations entre émissions et concentrations dans le lait ne sont pas simples ce qui est confirmé par l'analyse des profils des congénères de dioxines qui sont différents entre la source d'émission et celui retrouvé dans le lait des vaches paissant à proximité de cette source. Pourtant, la contamination des laits à partir des usines sidérurgiques montre une certaine dominance des congénères octachlorées. Et, on observe une décroissance nette de la concentration en dioxines dans le lait à partir du moment où la source d'émission a été stoppée. (INVS, 2003)

- Les teneurs maximales dans le lait sont déterminées par le **Règlement UE 2023/915** abrogeant le Règlement 1881/2006 (seuils d'intervention : recommandation UE 2014/663).

## La Dose Tolérable

L'avis du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) du 17 mars 1998, sur les dioxines et furanes donne les recommandations suivantes :

- "Une exposition journalière inférieure à 1 pg I-TEQ/kg exclut a priori tout risque pour la santé publique",
- Une exposition journalière supérieure à 10 pg I-TEQ/kg pendant une longue période est considérée comme pouvant entraîner des risques d'effet néfaste,
- Une exposition journalière à long terme entre 1 et 10 pg I-TEQ/kg ne semble pas entraîner de signes avérés de toxicité chez l'homme mais ne donne pas une marge de sécurité suffisante pour exclure tout risque pour certains segments de la population.

L'OMS a indiqué le 3 juin 1998, une nouvelle dose journalière admissible entre 1 et 4 pg I-TEQ/kg de poids corporel (1 picogramme = 10<sup>-12</sup> gramme). L'OMS recommande une dose mensuelle tolérable (DMTP) de 70 pg I-TEQ/kg de poids corporel pour assurer une protection à long terme de la santé des personnes.

En fait, la dose tolérable a évolué au cours du temps : de dose journalière, elle est devenue une dose hebdomadaire tolérable (avis du Scientific Committee on Food au niveau de la commission européenne du 22 novembre 2000) de 14 pg TEQ OMS/kg de poids corporel (fixée par la CE en 2001).

Le 20 novembre 2018, l'EFSA publie un communiqué (<https://www.efsa.europa.eu/fr/press/news/181120>) mettant à jour le niveau hebdomadaire tolérable (DHT) de dioxines et PCB-DL à 2pg/kg de poids corporel, soit une DHT sept fois inférieure à l'ancienne de 2001. A l'origine de ce changement : de nouvelles études épidémiologiques et des techniques de modélisation plus pointues permettant de prédire les effets et ce sur le long terme. A l'heure actuelle, les données qui ont été recueillies en Europe montrent que tous les groupes d'âge dépassent la nouvelle DHT.

### Réglementation récente (non exhaustif)

- Directive 2010/75/UE du Parlement Européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution) (refonte) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE) (JOUE 17.12.2010 L 334/17).
- La réglementation européenne évolue et modifie en décembre 2011 les valeurs des équivalents toxiques, ou I-TEF, des congénères de dioxines et furanes. Ces modifications entraînent, par rapport aux calculs précédents basés sur les I-TEF de 1998, des baisses de la toxicité théorique exprimée en I-TEQ ou Indice de Toxicité appliqué aux échantillons ou matrices alimentaires surveillées. En supplément de ces modifications d'évaluation de la toxicité, la nouvelle réglementation intègre la surveillance des PCB dits Dioxin-Like (PCB-DL) et éventuellement des PCB dits Non-Dioxin-Like (PCB-NDL). Il s'ensuit une prise en compte d'une quantité accrue de molécules. **Ces surveillances sont imposées aux matrices alimentaires. Le règlement CE 1881/2006 est ainsi régulièrement modifié jusqu'à être abrogé en 2023 et remplacé par le Règlement 2023/915.**
- Réglementations pour les dioxines et PCB dans les denrées alimentaires destinées aux animaux, règlements UE 277/2012 (28 mars) et UE 744/2012 (16 août) ; arrêté du 30 octobre 2013.
- 2013/711 : Recommandation de la commission du 3 décembre 2013 sur la réduction de la présence de dioxines, de furanes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)
- Recommandation 2014/663 de la Commission du 11 septembre 2014 modifiant la recommandation 2013/711/ sur la réduction de la présence de dioxines, de furanes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).
- Règlement UE 2019/1021 du Parlement Européen et du Conseil du 20 juin 2019 concernant les polluants organiques persistants (refonte) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE), il abroge le règlement CE n°850/2004.
- **Règlement (UE) n°2023/915 de la Commission du 25 avril 2023 abrogeant le règlement CE 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). – PCDD/F, ETM, HAP, etc.**

## FICHE PCDD/F, MISE A JOUR CITEPA 2024

## PCDD/F

POP ; composés aromatiques polycycliques halogénés. polychlorobenzodioxines (PCDD) ET polychlorodibenzofuranes (PCDF).

Les PCDD comportent 75 congénères<sup>(1)</sup> et les PCDF 135 congénères.

Exprimés en « Equivalents Toxiques Internationaux » ou I-TEQ<sup>(2)</sup>.

## Emissions

Sources naturelles : feux de forêt ; éruptions volcaniques ; solfatares.

Sources anthropiques : Procédés industriels / Combustion. Incinération de déchets, brûlage de câbles, combustion de combustibles minéraux solides, de carburants et de biomasse ; métallurgie des métaux ferreux (production d'agglomérés et cokeries) et autres (production de papier, synthèse de produit chlorés) et le blanchiment de la pâte à papier. La présence de chlore et d'un catalyseur comme le cuivre ou le fer est une condition de formation.

## Persistance et demi-vie

Très stables chimiquement, peu biodégradables, les dioxines persistent dans l'environnement et les êtres vivants dans lesquels elles s'accumulent. La demi-vie de ces polluants est d'environ sept ans dans l'organisme humain.

## Effets

 Santé  cancérigènes, perturbateurs endocriniens

## Effets (résumé très bref)

CIRC => PCDD/F=> « cancérigènes pour l'être humain ». Augmentation du nombre de cancers pour ceux exposés à la dioxine la plus toxique : la 2,3,7,8 TCDD (aussi appelée « dioxine Seveso »).

Une exposition brève à de fortes concentrations => possibles lésions dermiques, formation de taches sombres sur la peau ; altération de la fonction hépatique. Longue durée => dégradation du système immunitaire, du développement du système nerveux, du système endocrinien et des fonctions génésiques. 20 novembre 2018 => EFSA => diminuent la qualité du sperme, stimulent la thyroïde des nouveau-nés, perturbent le développement de l'émail dentaire...

DJT (Dose Journalière Tolérable) : OMS. 1 à 4 pg I-TEQ par kg de poids corporel /j. L'objectif final est de réduire la dose de dioxines chez l'homme à moins de 1 pg I-TEQ par kg de poids corporel /j.

<sup>(1)</sup> **Congénère** : les carbones possédant un atome d'hydrogène peuvent être remplacés par un atome d'halogène (chlore ou brome essentiellement) et vont former des composés possédant le même squelette mais un nombre variable d'hydrogène.

<sup>(2)</sup> **I-TEQ** : le système d' " Equivalents Toxiques " (TEQ) exprime la toxicité relative de chaque composé toxique en tant que fraction de la toxicité du TCDD le plus toxique. Chaque composé se voit attribuer un " Facteur d'Equivalence Toxique ". Ce coefficient de pondération indique le degré de toxicité par rapport au 2,3,7,8-TCDD, auquel une valeur de référence de 1 a été donné. Pour calculer l'équivalent toxique global d'un mélange de dioxines par rapport au TCDD, les quantités de chaque composé toxique sont multipliées par leur Facteur d'Equivalence Toxique respectif, et ensuite additionnées.

## SECTEURS D'EMISSIONS EN FRANCE – CITEPA (RAPPORTS FORMAT SECTEN) – A JOUR 2024

Tous les secteurs contribuent dans des proportions variables. **Les émissions sont très différentes de ce qu'elles étaient en 1990 grâce à une très forte baisse des émissions de certains secteurs**

## Usage des bâtiments et Résidentiel / tertiaire

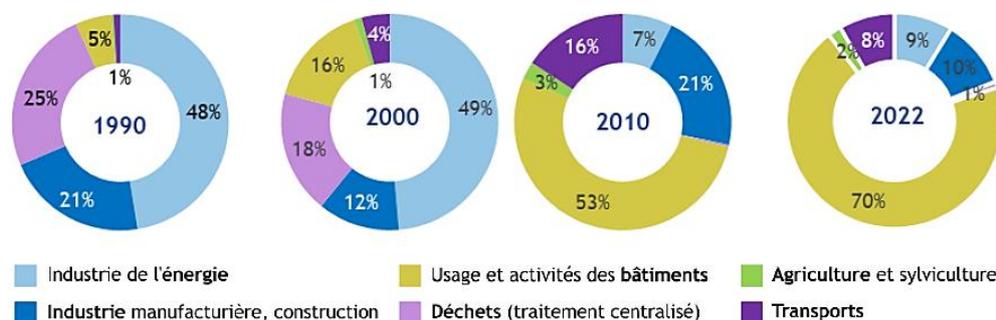
**Principale source des émissions de PCDD-F depuis 2005 malgré une baisse par rapport à 1990 (70,7% des émissions en PCDD/F en 2023) dont 48% par le brûlage domestique et le brûlage des câbles pour récupérer le cuivre.** Or, il s'agit d'une activité illicite, donc difficile à quantifier (et donc associée à une forte incertitude) et pour laquelle l'activité est considérée constante. Environ 21% sont dus au chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson domestique.

## Déchets (transformation d'énergie)

**Transformation d'énergie et Déchets** : forte décroissance liée à la mise en conformité de l'incinération des déchets avec récupération d'énergie ; incinérateurs de déchets dangereux et non dangereux sans récupération d'énergie ; incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie.

	<p>Mise en place des techniques de réduction pour répondre à la réglementation : arrêtés du 25 janvier 1991 et du 20 septembre 2002 relatifs aux déchets non dangereux (ordures ménagères, boues de traitement des eaux, etc.).</p> <p>Réduction de plus de 99% des émissions de cet ensemble de sources, entre 1990 et 2019.</p> <p>L'industrie de l'énergie émet 8,7% des émissions nationales en 2023.</p> <p>Déchets dangereux : l'arrêté du 20 septembre 2002 a permis une réduction de 91 % des émissions liées à l'incinération des déchets industriels dangereux entre 1990 et 2021.</p>
Industrie manufacturière et construction	<p>Baisse observée liée à la baisse d'activité du secteur de la métallurgie des métaux ferreux et de la mise en place de techniques d'abattement.</p> <p>En 2012, le niveau d'émission est le plus bas observé depuis 1990, suite en partie à la fermeture fin 2011 du site sidérurgique de Florange. La baisse importante observée entre 2015 et 2016 est liée à une forte réduction des émissions dans plusieurs sites d'agglomération de minerais.</p> <p>La part du secteur est de 9,9% en 2023.</p>
Part des émissions liées aux combustibles	<p>Principalement issus de procédés non énergétiques et de la combustion de déchets municipaux et industriels. En 1990, leurs émissions cumulées : 97% des émissions du territoire national. A partir de 1997, cette situation évolue et la part cumulée décroît fluctuant entre 61% et 69%.</p> <p>La part des émissions liées à l'utilisation du gazole et du GNR a largement évolué sur la période 1990-2021. Entre 1990 et 2012, on enregistre une augmentation de 1% à 14% des rejets totaux de PCDD-F. On observe cependant une diminution régulière de celle-ci depuis 2013, ne représentant aujourd'hui que 7% des rejets nationaux. Les « transports » émettent 7,8% du total national (2023)</p>
France ?	<p>En 2022, les émissions de la France montrent une baisse de 93% par rapport à 1990.</p> <p>Le Protocole d'Aarhus (ou « Protocole POP »), adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la CEE-NU ou UNECE en anglais. Entré en vigueur le 23 octobre 2003, amendé en 2009. Il oblige les Parties à réduire leurs émissions de PCDD/F, HAP et HCB en deçà de leurs niveaux de 1990.</p> <p>En France, pour les rejets de PCDD/F =&gt; obligation d'émettre moins de 1 802 g-ITEQ par an</p>

## Principaux secteurs émetteurs



Répartition des émissions de PCDD-F en France  
 Graphe : source CITEPA format Secten 2024

Le paragraphe suivant provient de :

*Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France au titre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance et de la directive européenne concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques. Rapport mars 2022, format CEE-NU, CITEPA. Il est répété dans le rapport Format Secten éd. 2024.*

« Les baisses les plus significatives des émissions de PCDD-F sont attribuées principalement à l'incinération des déchets (avec et sans récupération d'énergie), et aux procédés énergétiques industriels (sidérurgie, métallurgie).

La forte baisse constatée dans les secteurs de l'énergie et des déchets s'explique par la mise en place de traitements des effluents atmosphériques sur les installations d'incinération avec et sans récupération d'énergie, afin de respecter les nouvelles valeurs limites en PCDD-F définies dans l'arrêté du 20 septembre 2002 (directive européenne 2000/76/CE). Quant à la baisse observée depuis 2010, elle est surtout due aux secteurs de l'industrie manufacturière et des transports. »

**FICHE PCB, MISE A JOUR CITEPA 2024**

<b>PCB</b>	POP ; polychlorobiphényles. Composés aromatiques organochlorés avec 12 atomes de carbone et entre 1 à 10 atomes de Chlore. 209 congénères dont : <b>12 composés sont considérés « dioxin like »</b> (de type dioxine) ; <b>7 sont PCB I</b> (indicateurs) dont le PCB 118 qui est compris à la fois dans les PCB DL et PCB I. <b>Les PCB -NDL (Non Dioxin Like / pas de type dioxine) sont au nombre de 6.</b>
<b>Origines</b>	<b>Sources anthropiques</b> : métallurgie des métaux ferreux (aciéries électriques) ; production d'électricité ; incinération de déchets ; combustion de biomasse et de combustibles minéraux solides ; traitement des déchets (principalement jusqu'en 2003). De nos jours, en France, les émissions atmosphériques de PCB sont principalement dues soit à une formation accidentelle dans les divers procédés de combustion, soit à l'élimination de produits ou matériaux contenant des PCB.
<b>Persistance et demi-vie</b>	Ubiquitaires et persistants (demi-vie de 94 jours à 2 700 ans selon les molécules). Comme les PCDD/F, les PCB sont liposolubles, contaminants bioaccumulables fréquemment trouvés dans les tissus gras chez l'humain (dont le lait maternel) et tout au long de la chaîne alimentaire.
<b>Effets (résumé très bref)</b>	<p style="background-color: #92D050; padding: 5px;"><b>Effets</b>   Santé  cancérigènes, perturbateurs endocriniens</p> <p>Toxiques, écotoxiques et reprotoxiques (y compris à faible dose en tant que perturbateurs endocriniens). « Cancérogènes probables » (groupe 2A du CIRC) pour les cancers hépatobiliaires (cancer du foie, cancer des voies biliaires, cancer du pancréas). Toxicité variable.  <b>Le PCB 126 a été classé cancérigène certain.</b></p> <p>Comme pour les PCDD/F, contamination de l'air, des sols, de l'eau, des sédiments et de la chaîne alimentaire.</p>

**SECTEURS D'émissions en France – CITEPA (rapports format SECTEN)**

**Le niveau d'émission global a baissé de 83% entre 1990 et 2023.**

**L'incertitude quantitative liée à ce polluant est de 42,8%**

Deux secteurs contribuent principalement aux émissions de PCB avec une baisse importante du traitement centralisé des déchets depuis 1990 qui est passé de 40% des émissions de PCB à environ 5%.

- Industrie manufacturière (55,5% en 2023)
- Usage des bâtiments et activités résidentiels/tertiaires (31,1% en 2023)
- Industrie de l'énergie (7,4% en 2023)
- Traitement centralisé des déchets (5,2% en 2023).

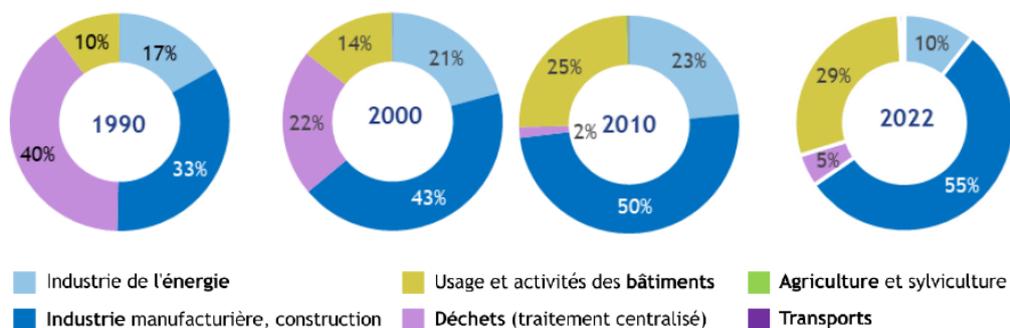
**Industrie manufacturière** Emissions proviennent essentiellement de la métallurgie des métaux ferreux depuis 1997, 67% des rejets du secteur en 2022, de la métallurgie des métaux non-ferreux (13%).

La baisse de plus de 69 % des émissions du secteur est principalement liée à la décroissance très importante des émissions du sous-secteur de la chimie (près de 97%), dans lequel sont rapportées les émissions de l'incinération in-situ des déchets industriels dangereux.

Concernant la métallurgie, la baisse des émissions est plus modérée (1990-2022 : 38%). Les émissions de ce sous-secteur sont en diminution constante depuis 2010.

<b>Résidentiel / tertiaire</b>	Emissions proviennent principalement du résidentiel et la baisse des émissions fait suite à une réduction de la consommation de charbon.
<b>Transformation d'énergie</b>	<u>Principale source d'émission</u> : production d'électricité. Depuis 1990, émissions divisées par 10 en raison en particulier des traitements des effluents atmosphériques sur les installations d'incinération avec récupération d'énergie, (arrêté du 20/09/2002 : directive européenne 2000/76/CE), qui impactent également les émissions de PCB.
<b>Traitement centralisé des déchets</b>	<u>Baisse importante des émissions</u> depuis 1990 (plus de 99%) imputable à <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installations de traitement des déchets industriels dangereux et non dangereux (arrêté 20/09/02)</li> <li>• Incinération de déchets hospitaliers =&gt; baisse des quantités incinérées (+ arrêté 20/09/02).</li> </ul>
<b>Part des émissions liées aux combustibles</b>	En 1990, la <u>combustion des déchets</u> représentait 54% des émissions nationales de PCB. <u>Aujourd'hui la combustion des déchets est responsable de 1% à 5% des rejets de PCB en France, selon les années.</u>  <u>Combustibles fossiles solides</u> : depuis 1990 une place relativement importante dans les émissions de PCB malgré leur baisse constante. Diminution de la consommation de charbon des centrales électriques françaises (2019-2020). La hausse de la consommation de <u>charbon</u> en 2021 a entraîné une hausse des émissions associées (12% du total). En 2022 : 10% des émissions nationales.  <u>Combustion du bois</u> : la part de ces dernières dans les émissions totales est passée de 6% en 1990 à 34% en 2022. En réalité stable, la part de la combustion du bois en % montre l'effort de diminution générale des émissions nationales ce qui, tout en étant stable le fait passer comme davantage contributeur en comparaison des autres.

## Principaux secteurs émetteurs



Répartition des émissions de PCB en France

Graphique : source CITEPA format SECTEN, éd. 2024

Le paragraphe suivant provient de : CITEPA, format SECTEN, éd. 2024.

« Evolution récente :

Ces dernières années, en France, les émissions atmosphériques de PCB sont principalement dues soit à une formation accidentelle dans les divers procédés de combustion, soit à l'élimination de produits ou matériaux contenant des PCB.

Trois secteurs contribuent principalement aux émissions de PCB en 2022, à savoir, par ordre de prédominance, l'industrie manufacturière (55%), le résidentiel/tertiaire (29%) et dans une moindre mesure, la transformation d'énergie (11%). Les autres secteurs ont une contribution faible (entre 1% et 2%).

En 2022, les combustibles fossiles solides représentaient 10% des émissions nationales de PCB. »

## **RAPPORTS D'ANALYSES ET EXPLOITATION**

*Les fiches d'interprétation des dosages et de prestation intellectuelle incluses dans les annexes sont issues de la recherche d'AAIR LICHENS et de son savoir-faire.*

*Les dosages sont effectués par CARSO*

## Annexe 6 : Relevés floristiques

---

Saison	Nom scientifique	Nom vernaculaire	LRM	LRE	LRN	PN	ZH	DHFF	Région			Habitats
									LRR	ZNIEFF	PR	
P1 + A	<i>Alchemilla</i> sp.	Alchémille	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise commune	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Barbarea intermedia</i>	Barbarée intermédiaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Crateagus</i> sp.	Aubépine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Daucus carota</i>	Carotte sauvage	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Elymus</i> sp.	Chiendent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Epilobium hirsutum</i>	Epilobe hirsute	LC	-	LC	-	OUI	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Epilobium tetragonum</i>	Épilobe à tige carrée	-	-	LC	-	OUI	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Erigeron canadensis</i>	<b>Conyze du Canada</b>	-	-	NA	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Ervilia hirsuta</i>	Vesce hérissée	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Galium mollugo</i>	Gaillet commun	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Geranium molle</i>	Geranium à feuille molle	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Geranium pyrenaicum</i>	Géranium des Pyrénées	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Geranium robertianum</i>	Herbe à Robert	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce commune	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Hypericum perforatum</i>	Millerpertuis perfolié	-	-	LC	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Linaria</i> sp.	Linaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Linaria vulgare</i>	Linaire commune	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Melilotus albus</i>	<b>Mélicot blanc</b>	-	LC	LC	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Papaver dubium</i>	Petit coquelicot	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Phleum</i> sp.	Fléole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Picris hieracioides</i>	Picride fausse épervière	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Plantago major</i>	Plantain majeur	LC	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Poterium sanguisorba</i>	Petite sangisorbe	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Ranunculus repens</i>	Renoncule rampante	-	LC	LC	-	OUI	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Rosa</i> sp.	Eglantier	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Rumex crispus</i>	Patience crépue	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Rumex obtusifolius</i>	Patience à feuilles obtuses	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Salix</i> sp.	Saule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Senecio vulgaris</i>	Séneçon commun	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés	LC	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Trifolium</i> sp.	Trèfle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
P1 + A	<i>Tussilago farfara</i>	Tussilage	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Veronica persica</i>	Véronique de Perse	-	-	NA	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.51
A	<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies	-	LC	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.51
P1	<i>Veronica filiformis</i>	Véronique filiforme	-	-	-	-	-	-	DD	-	-	E5.12 X J1.52
P1	<i>Artemisia absinthium</i>	Armoise absinthe	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.53
P1	<i>Myosotis ramosissima</i>	Myosotis hérissé	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.54
P1	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Sainfoin	-	-	LC	-	-	-	DD	-	-	E5.12 X J1.55
P1	<i>Geranium columbinum</i>	Géranium colombin	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.56
P1	<i>Verbascum</i> sp.	Molène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E5.12 X J1.57
P1	<i>Oenothera biennis</i>	Onagre bisannuelle	-	-	NA	-	-	-	NA	-	-	E5.12 X J1.58
P1	<i>Ziziphora granatensis</i> subsp. <i>alpina</i>	Ziziphora des Alpes	-	-	LC	-	-	-	LC	-	-	E5.12 X J1.59

**LÉGENDE :**
**En rouge :** espèces potentiellement envahissantes

**LR M :** Liste Rouge Mondiale

**LR E :** Liste Rouge Européenne

**LR N :** Liste Rouge Nationale

**LR R :** Liste Rouge Régionale

**PN :** Protection Nationale (Arrêté du 13 octobre 1989) (Art. 1<sup>er</sup>: Liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire – Récolte et cession interdites)

**PR :** Protection Régionale

**ZH :** Espèces déterminantes de zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008, modifié en 2009, relatif à la délimitation des zones humides

**DHFF :** Directive Habitat, Faune, Flore (1992)

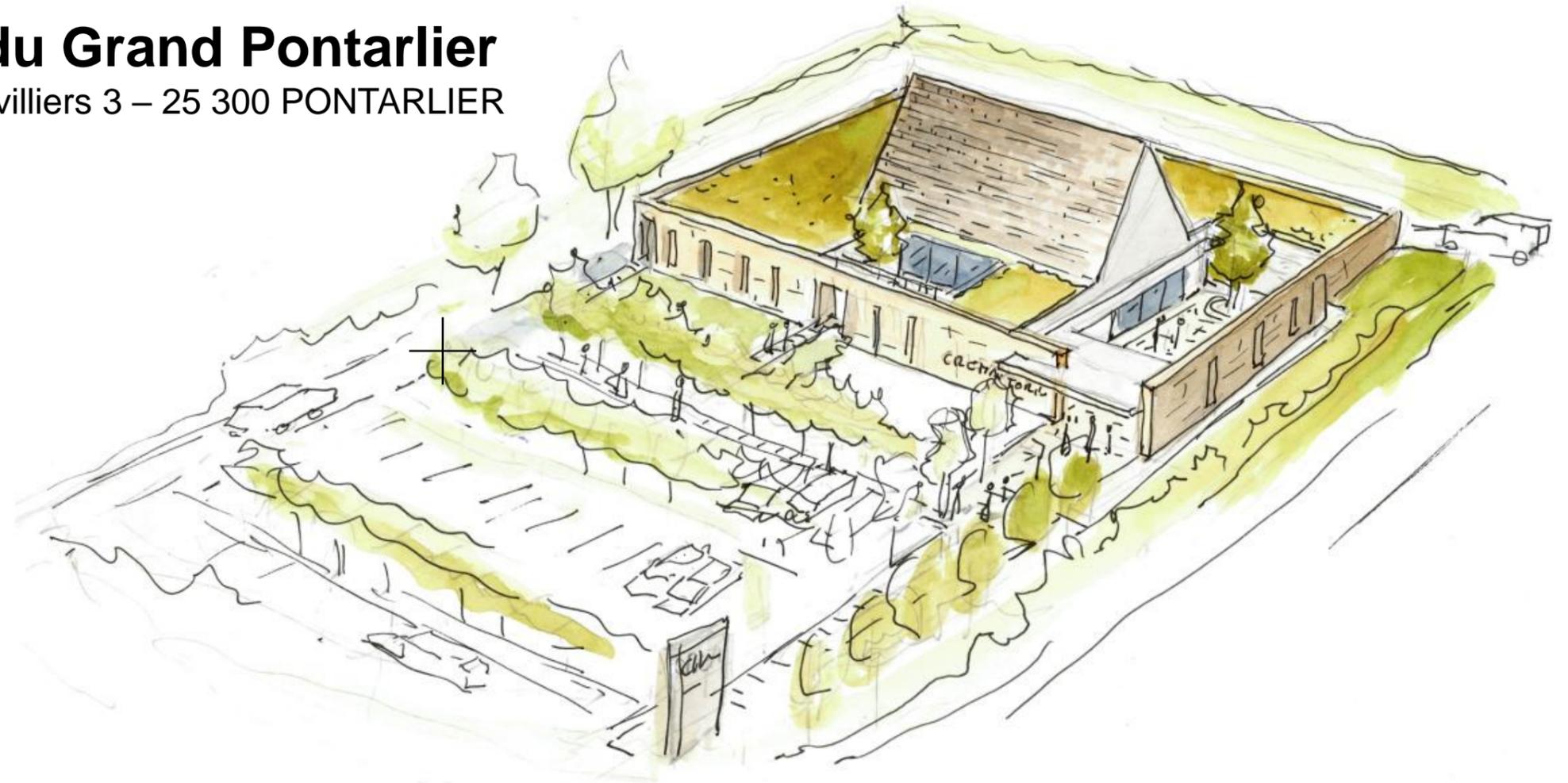
**ZNIEFF :** Espèces déterminantes de Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

## Annexe 7 : Volet Paysager

---

# Crématorium du Grand Pontarlier

Parc d'activités Les Gravilliers 3 – 25 300 PONTARLIER



## Pompes Funèbres Intercommunales du Grand Pontarlier

10, Rue Charles Maire - 25300 PONTARLIER



## VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

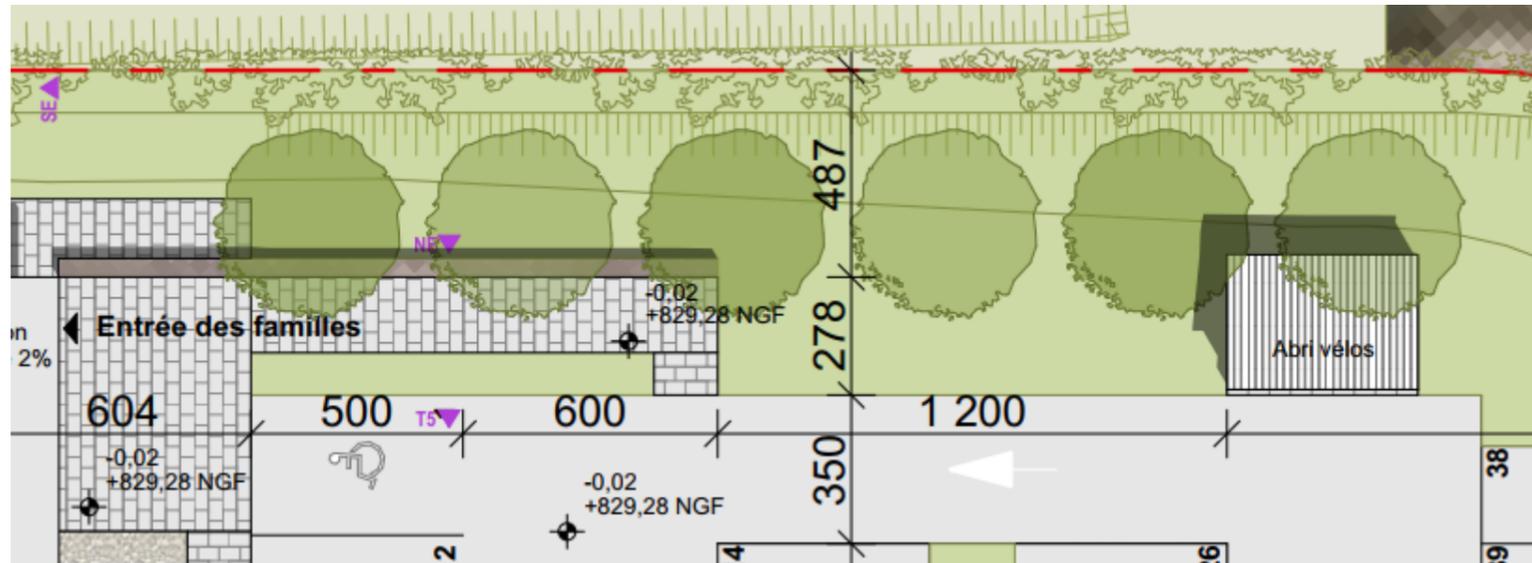
lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

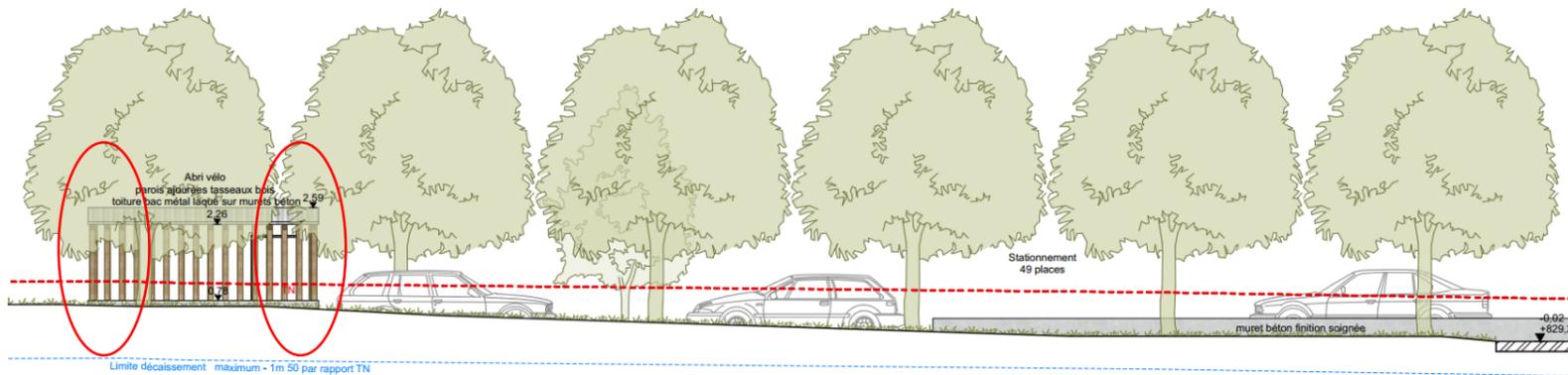
**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**Accès au bâtiment**



**TILLEUL A GRANDE FEUILLE – 6 unités**

Arbres destinés à la grande ampleur en alignement pour marquer l'entrée du bâtiment



**CLEMATITE DES MONTAGNES MAYLEEN – 2 unités**

Grimpante rustique (-29°C) pour recouvrement partiel de l'abri vélo  
 Floraison généreuse, parfum léger, feuillage caduque, faible taille

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
 34 cours du Parc, 21000 Dijon  
 06 31 37 69 01

lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
 9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
 06 20 02 30 90

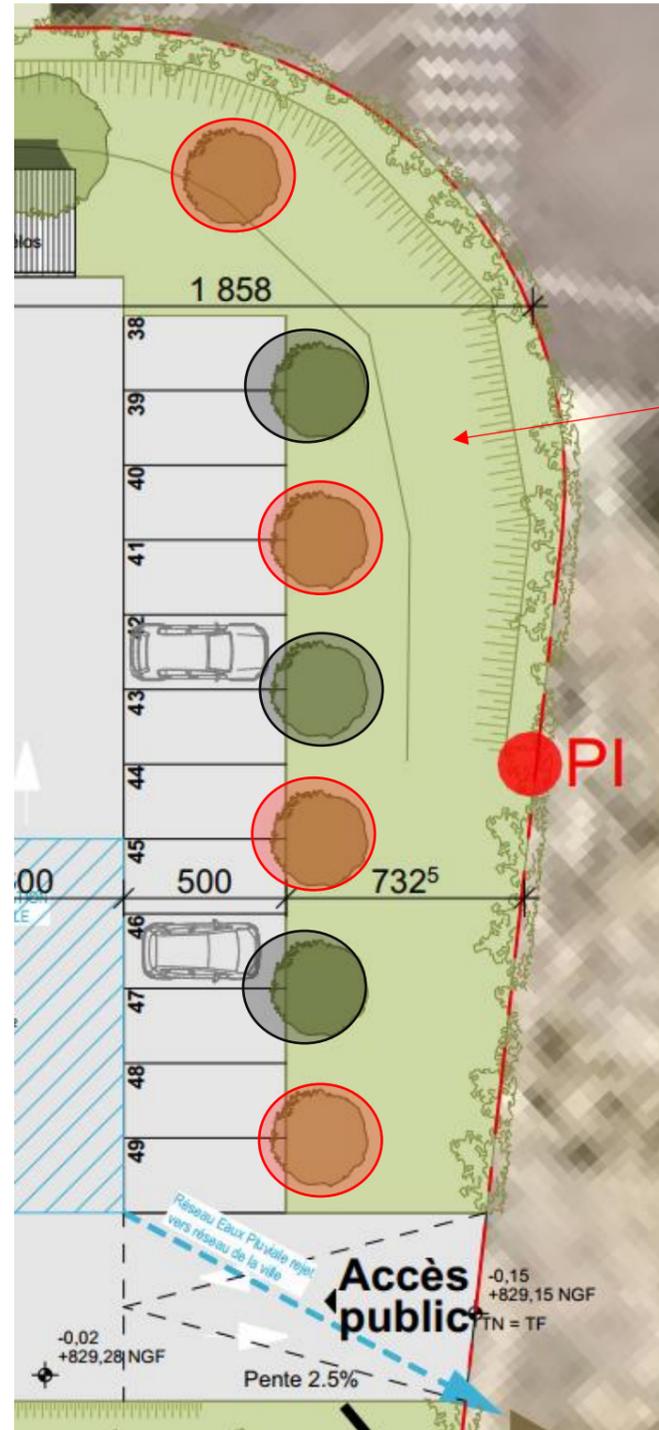
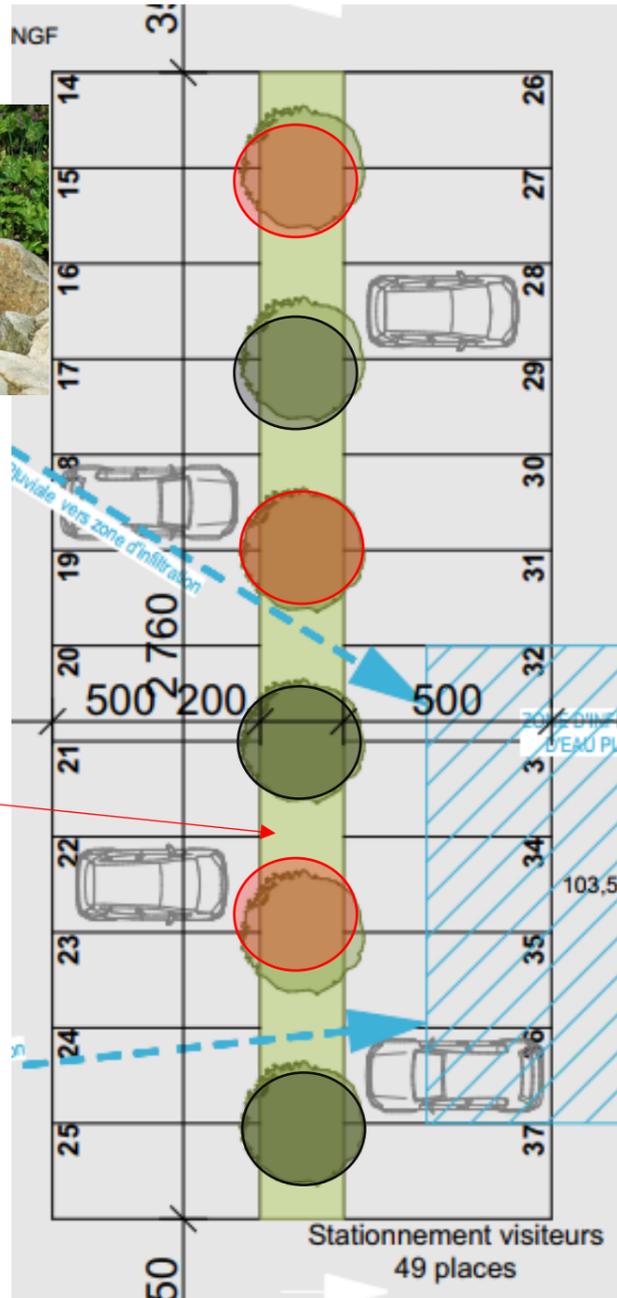
**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**Végétation parking – rangée Est**



**THYM SERPOLET – 14 unités**

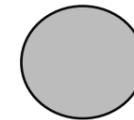
Plante de prairie des montagnes au parfum délicat  
 En interstices, plans répartis pour former des coussins



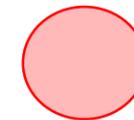
**PRAIRIE FLEURIE**



**CHÂTAIGNIER – 6 unités**  
 Caduque, rustique, châtaigne, ampleur moyenne



**ERABLE CHAMPÊTRE – 7 unités**  
 Caduque, rustique, fourche basse avec plusieurs départs, ampleur moyenne



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
 34 cours du Parc, 21000 Dijon  
 06 31 37 69 01

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
 9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
 06 20 02 30 90

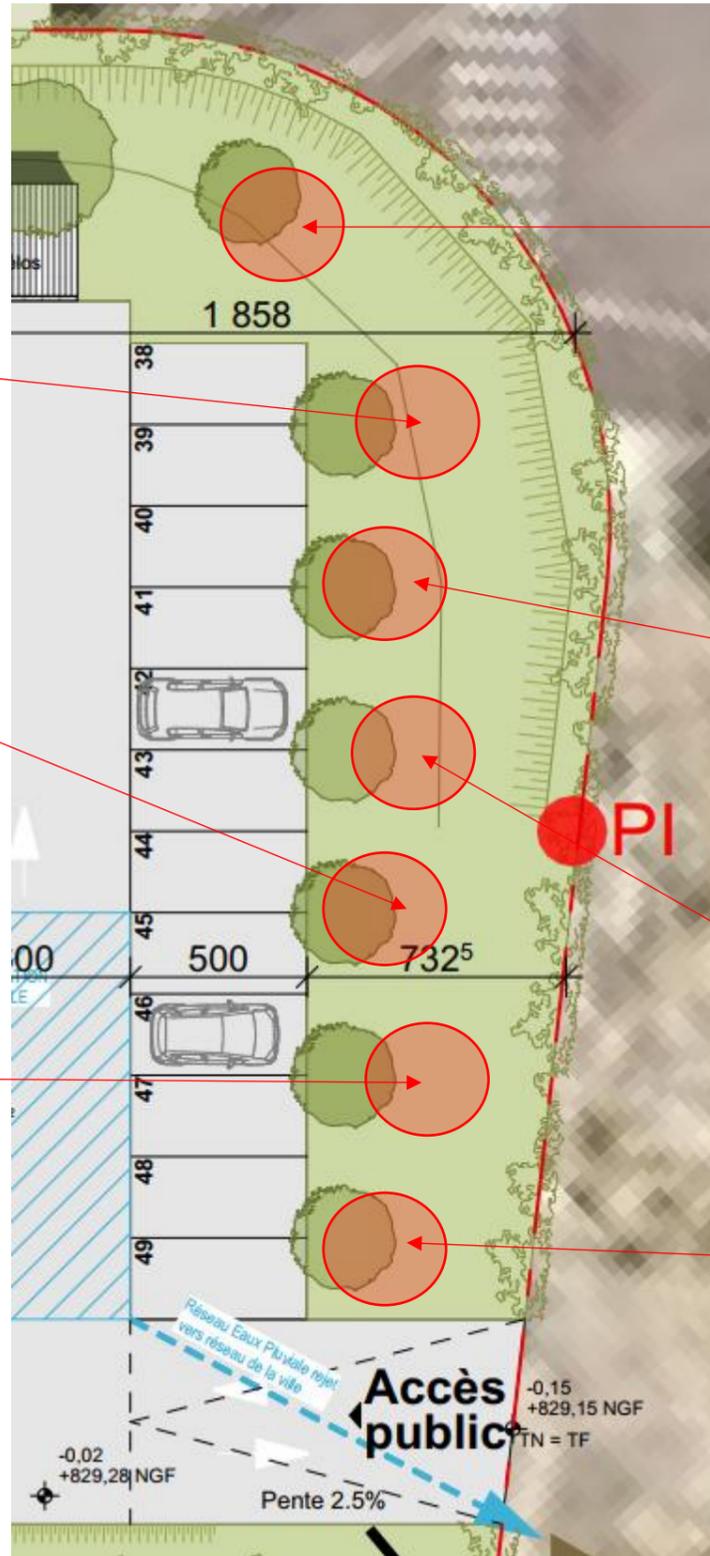
lestrade-fromion@architectes.org

**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**VARIANTE - Végétation parking – rangée Est**



**ALISIER TORNIVAL**



**PIN NOIR D'AUTRICHE – 1 unité**  
Résineux rustique, port conique ou arboricole, hauteur limitée



**CHÂTAIGNIER – 1 unité**  
Caduque, rustique, châtaigne, ampleur moyenne

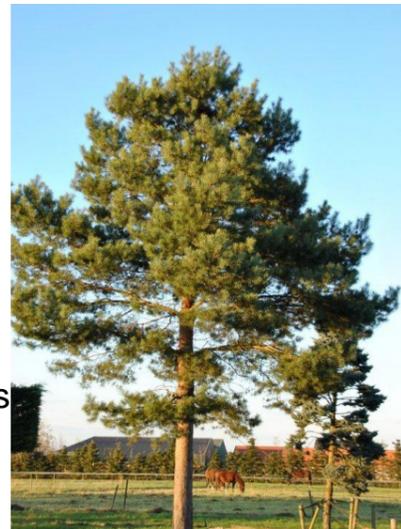


**FRÊNE FRAXINUS EXCELSIOR – 1 unité**  
Caduque, rustique, local, prise d'ampleur possible



**ERABLE CHAMPÊTRE – 1 unité**  
Caduque, rustique, fourche basse avec plusieurs départs, ampleur moyenne

**PIN SYLVESTRE – 1 unité**  
Résineux, ampleur plus verticale



**HÊTRE ROUGE – 1 unité**  
Caduque, rustique, local, prise d'ampleur

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

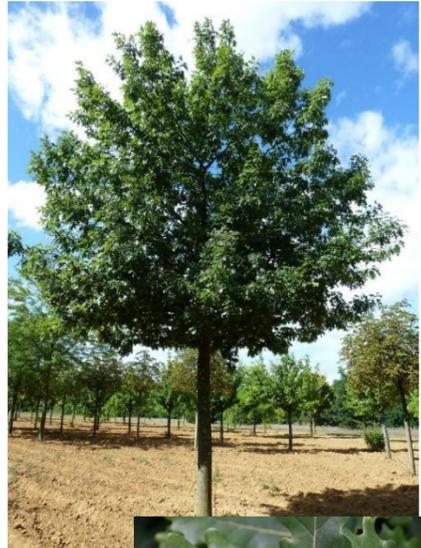
**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

lestrade-fromion@architectes.org

**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**VARIANTE - Végétation parking – rangée Centrale**



**CHÊNE SESSILE – 1 unité**  
Caduque, rustique, local, glands, croissance lente, prise d'ampleur

**AUBEPINE ROSE – 1 unité**  
Caduque, rustique, local, ampleur limitée



**ERABLE CHAMPÊTRE – 1 unité**  
Caduque, rustique, fourche basse avec plusieurs départs, ampleur moyenne



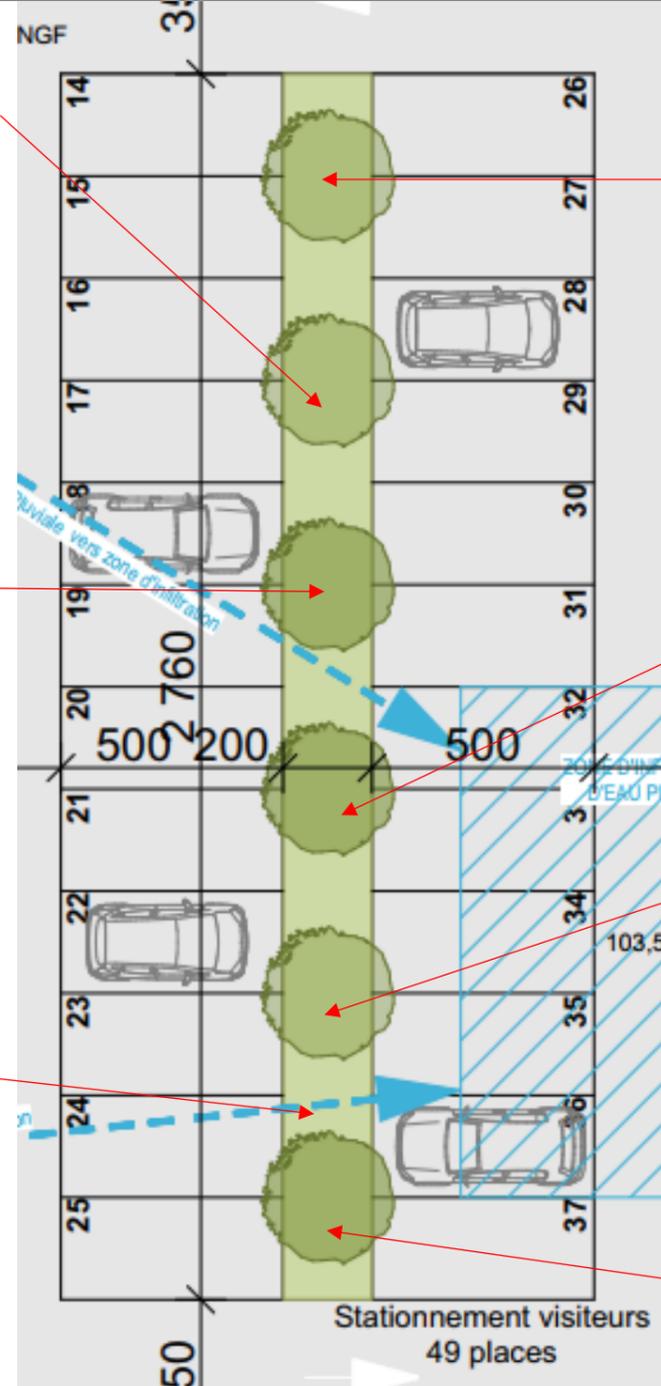
**SORBIER DES OISELEURS – 1 unité**  
Caduque, rustique, ampleur limitée



**CYTISE AUBOUR – 1 unité**  
Caduque, rustique, ampleur limitée



**ALISIER BLANC – 1 unité**  
Caduque, rustique, local, prise d'ampleur possible



**THYM SERPOLET – 12 unités**  
Plante de prairie des montagnes au parfum délicat  
En interstices, plans répartis pour former des coussins

**OPTION**  
**PIN MUGO – 5 unités**  
En interstices des hautes tiges  
Résineux de petite taille



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

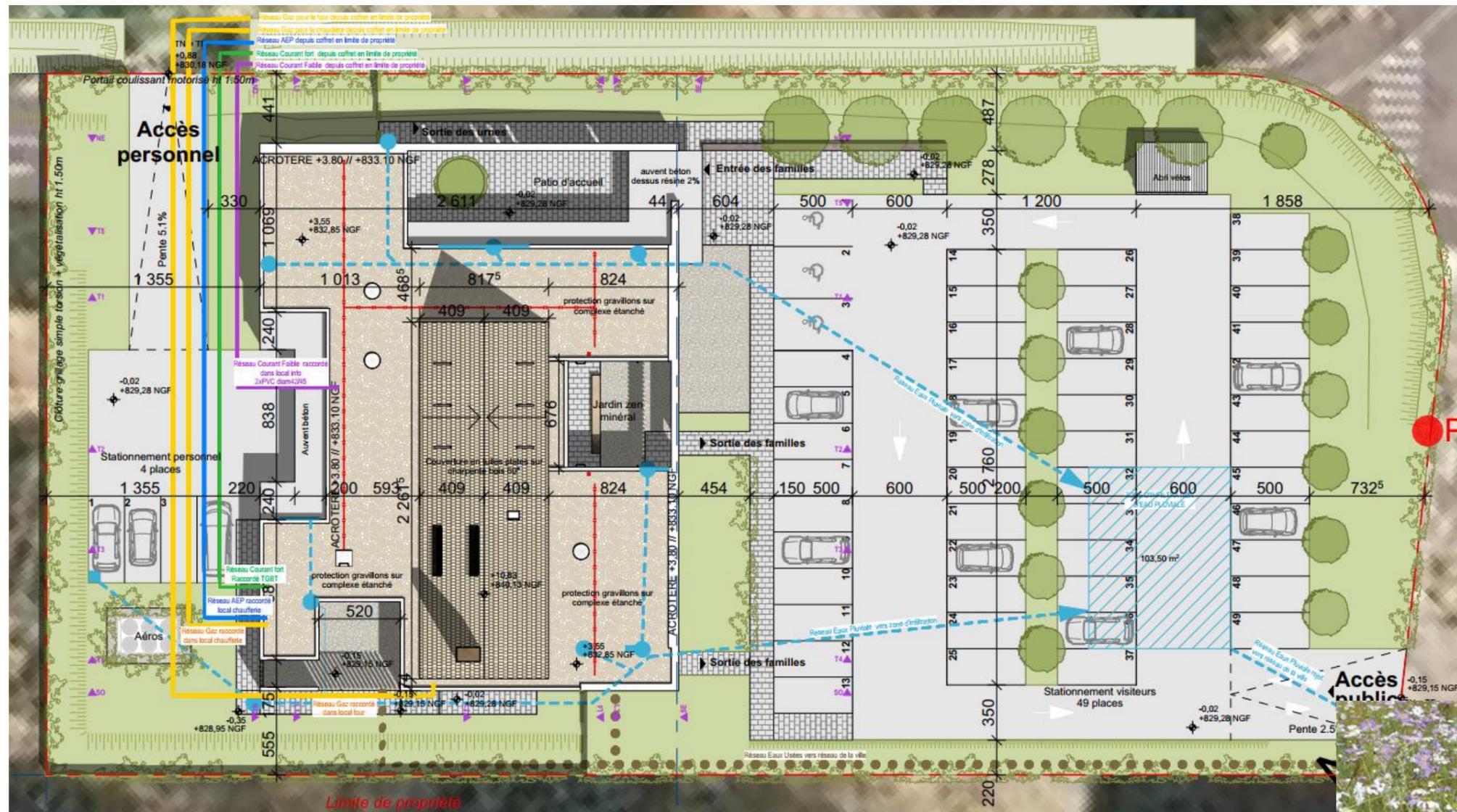
lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Prairie fleurie



**PRAIRIE FLEURIE**  
(vivaces et bisannuelles – toutes les pelouses du projet sauf la rangée centrale du parking)  
Fauche 1 fois l'an, à l'automne après montée en graine des plantes, Teinte de bleus, rose, blancs, violets,  
11 fleurs compactes et florifères + 2 graminées  
<https://www.nova-flore.com/semer-un-gazon/>  
Ou équivalent



Architectes associés :

**FROMION Raphaël** **LESTRADE Sandrine**

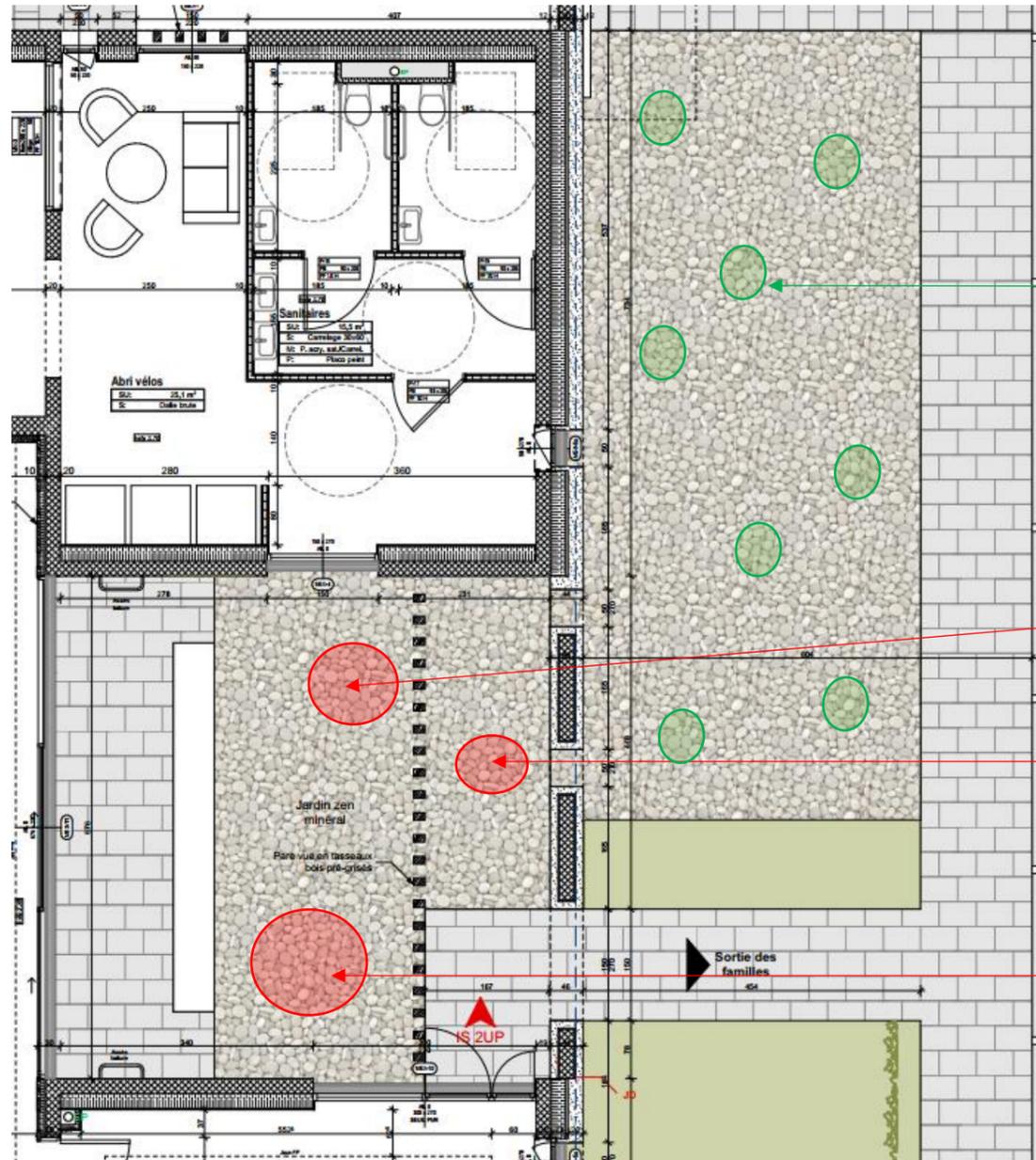
CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

lestrade-fromion@architectes.org

**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**Parterre de gravier et jardin minéral zen**



**Coussins Thym Serpolet**  
7 unités

**MOYEN ROCHER**  
100 CM

**PETIT ROCHER**  
70 CM

**GRAND ROCHER**  
135 CM



**GRAVIER ROULE ROND 8/16**

**THYM SERPOLET EN COUSSINS**  
Plante des prairies de montagnes



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
 34 cours du Parc, 21000 Dijon  
 06 31 37 69 01

lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

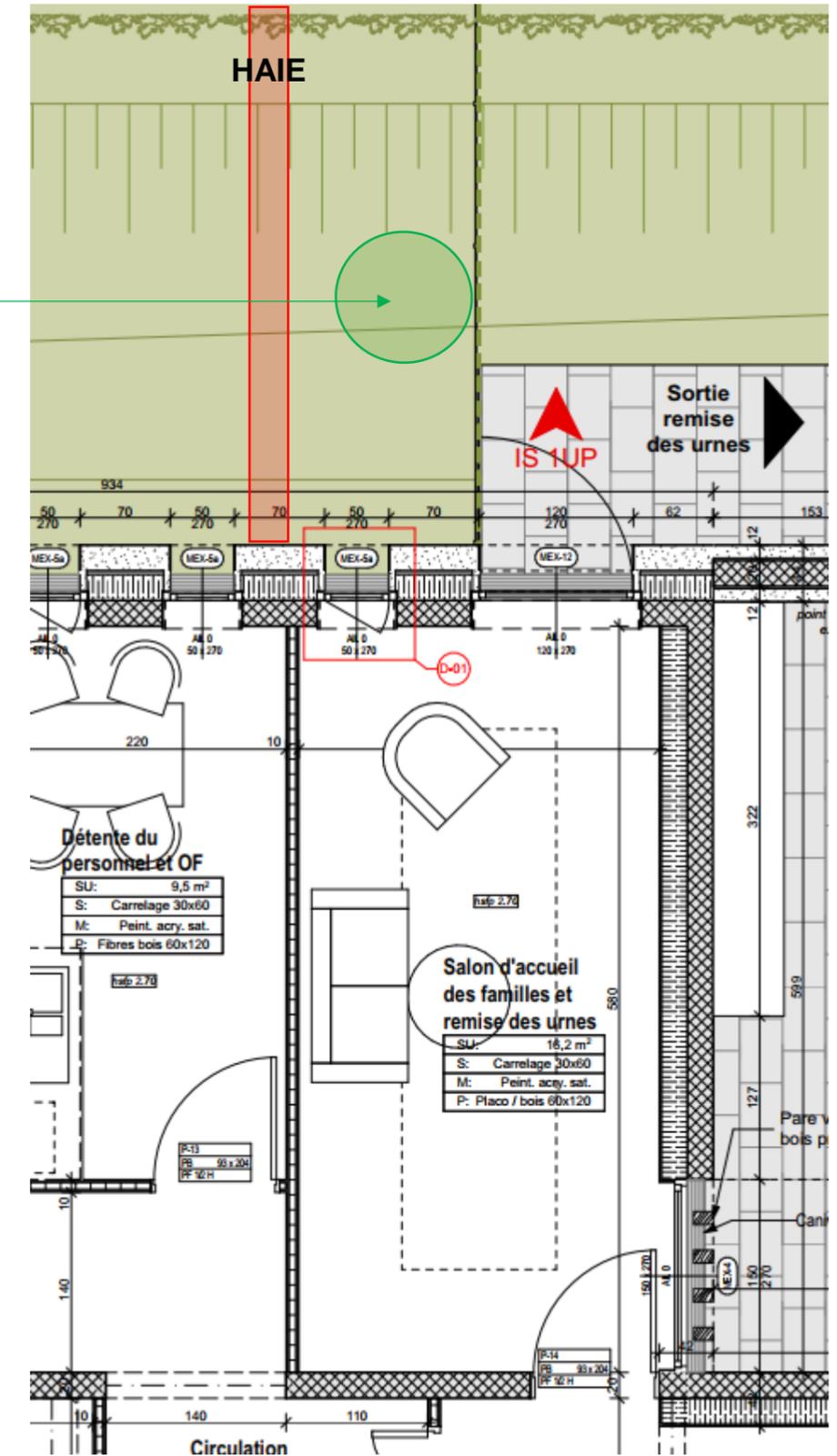
Architecte DPLG  
 9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
 06 20 02 30 90

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Arbre solitaire pour vue Salon Accueil Familles

**AMELANCHIER BALLERINA**

Port baliveau / Floraison printanière / Automne flamboyante / fruits comestibles / hauteur 3 m maxi à l'âge adulte



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

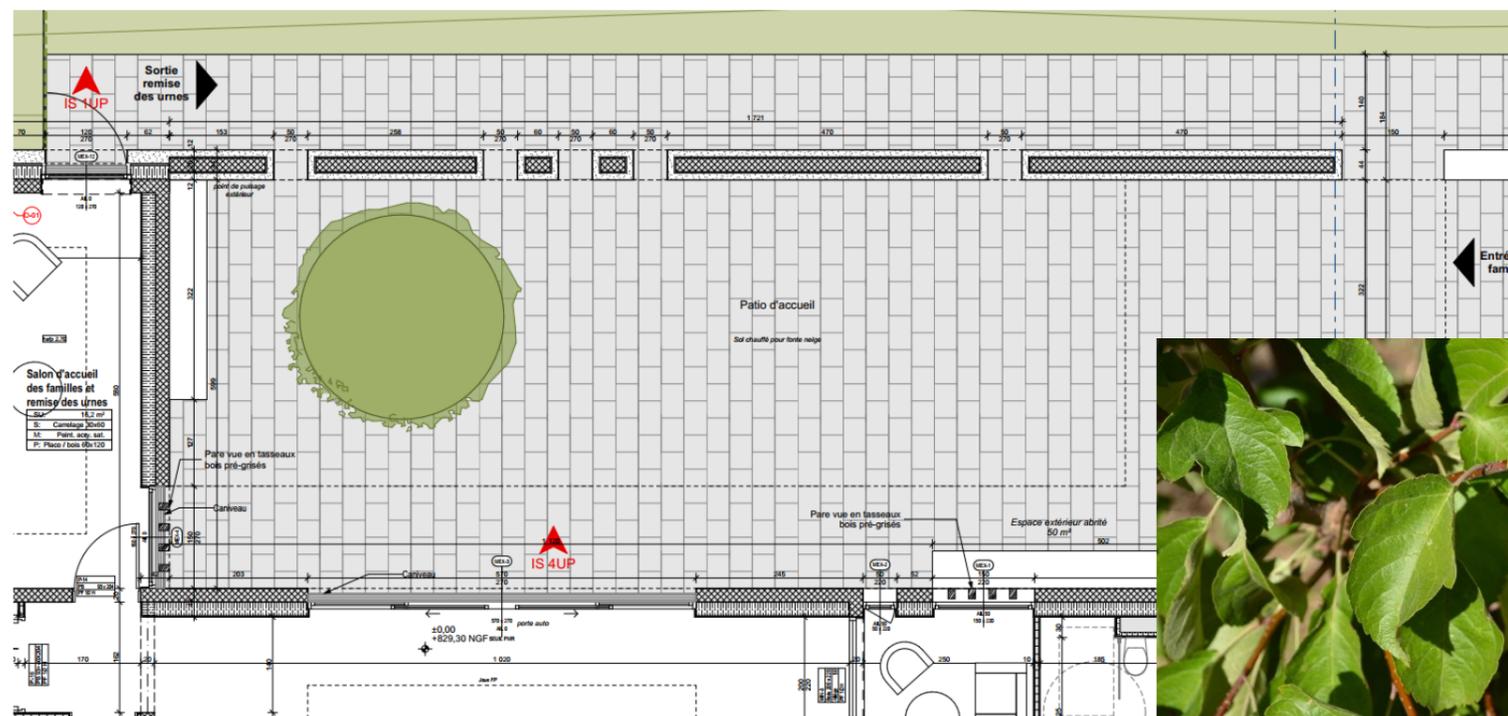
VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Arbre solitaire patio entrée

**POMMIER D'ORNEMENT MALUS EVERESTE**

Port adulte entre 5 et 7 m

Rustique / Feuillage VERT / JAUNE-ORANGE en automne / les fruits (petits) restent accrochés à l'arbre l'hiver / floraison blanche au printemps



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

**LESTRADE Sandrine**

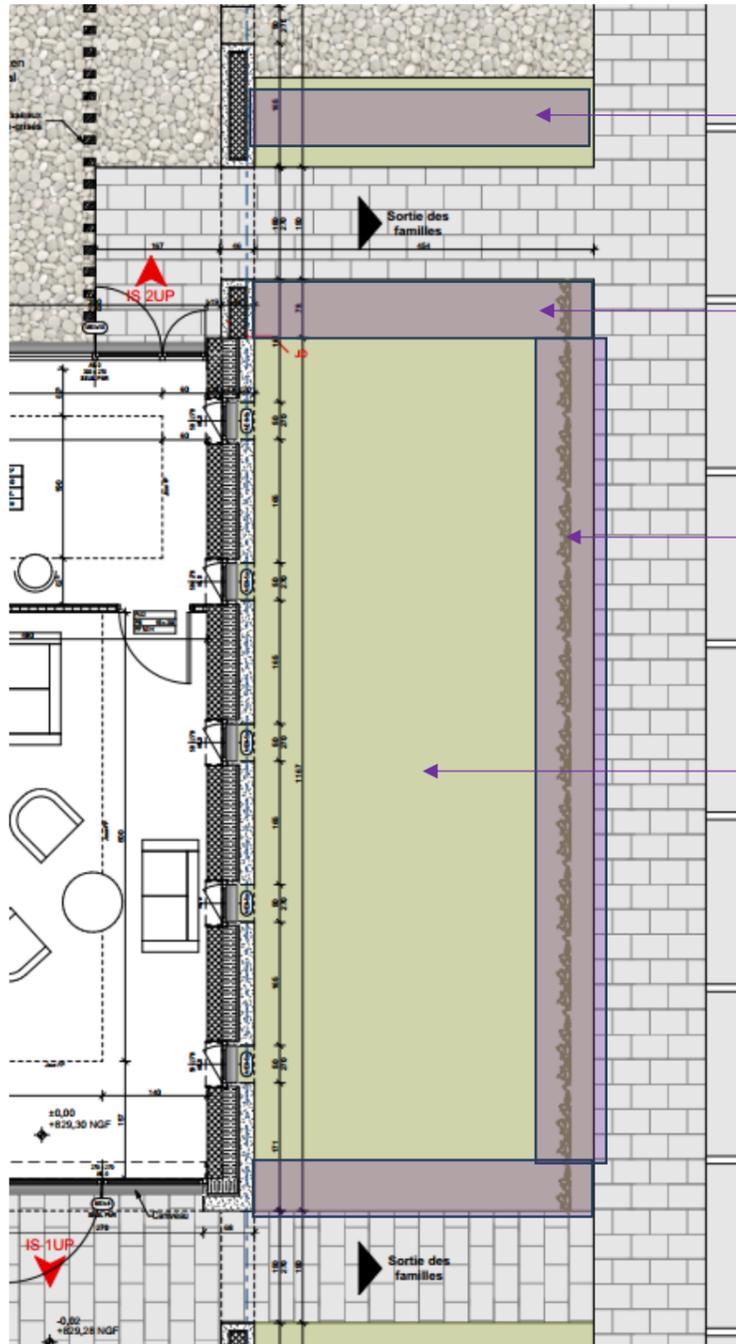
Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

lestrade-fromion@architectes.org



VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Sortie salon retourvailles



**GRAMINEE GEANTE h. 100 cm HERBES AUX EPIS ROSES MUHLENBERGIA CAPILLARIS**

Rustique / Vivace  
30 unités  
Zones violettes en linéaires

**Jachère fleurie**



**Complément mulch**

Architectes associés :

**FROMION Raphaël LESTRADE Sandrine**

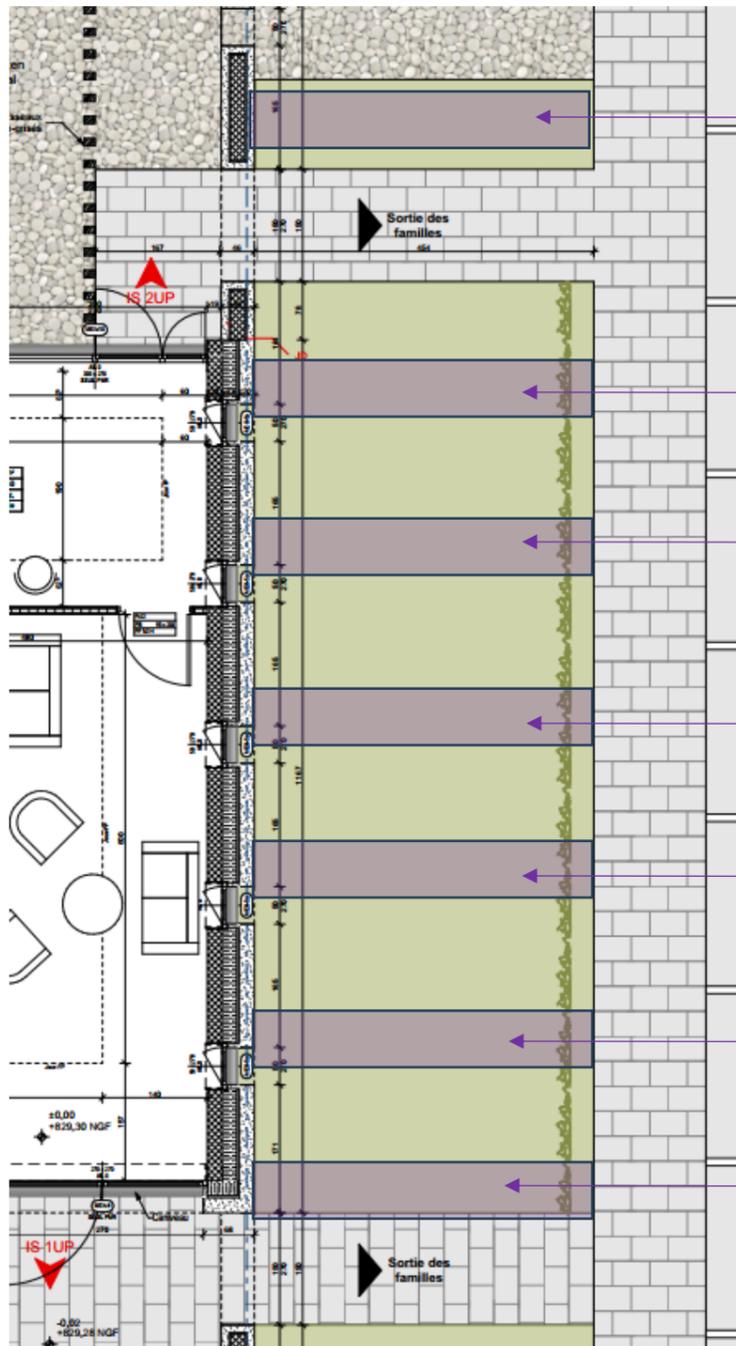
CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

lestrade-fromion@architectes.org

**VOLET PAYSAGER – Phase PRO**

**VARIANTE – Sortie salon retrouvailles**



**GRAMINEE GEANTE h. 100 cm HERBES AUX EPIS ROSES MUHLENBERGIA CAPILLARIS**

Rustique / Vivace  
6 par rang soit 42 unités  
Zones violettes en linéaires

**PARTERRE DE SEDUM VARIES COUVRE-SOL**

Rustique / Vivace  
Mix de 5 variétés au m<sup>2</sup>  
Parterre restant en vert



**Complément mulch**

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**    **LESTRADÉ Sandrine**

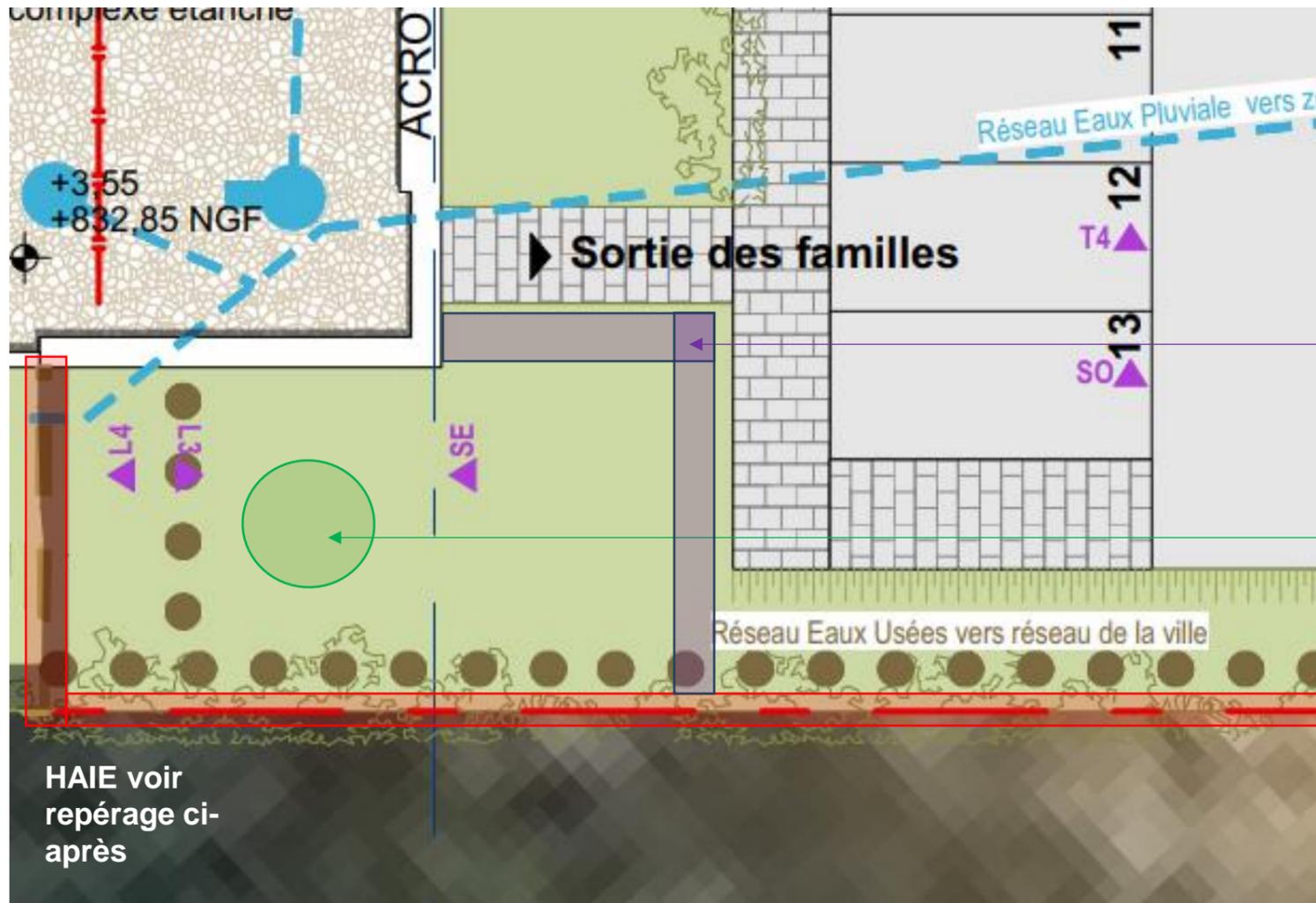
CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

lestrade-fromion@architectes.org

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Sortie salon retrouvailles



**GRAMINEE GEANTE h. 100 cm**  
**HERBES AUX EPIS ROSES**  
**MUHLENBERGIA CAPILLARIS**  
Rustique / Vivace  
6 par rang soit 42 unités  
Zones violettes en linéaires



**AMELANCHIER BALLERINA**  
Port baliveau / Floraison printanière /  
Automne flamboyante / fruits comestibles /  
hauteur 3 m maxi à l'âge adulte

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

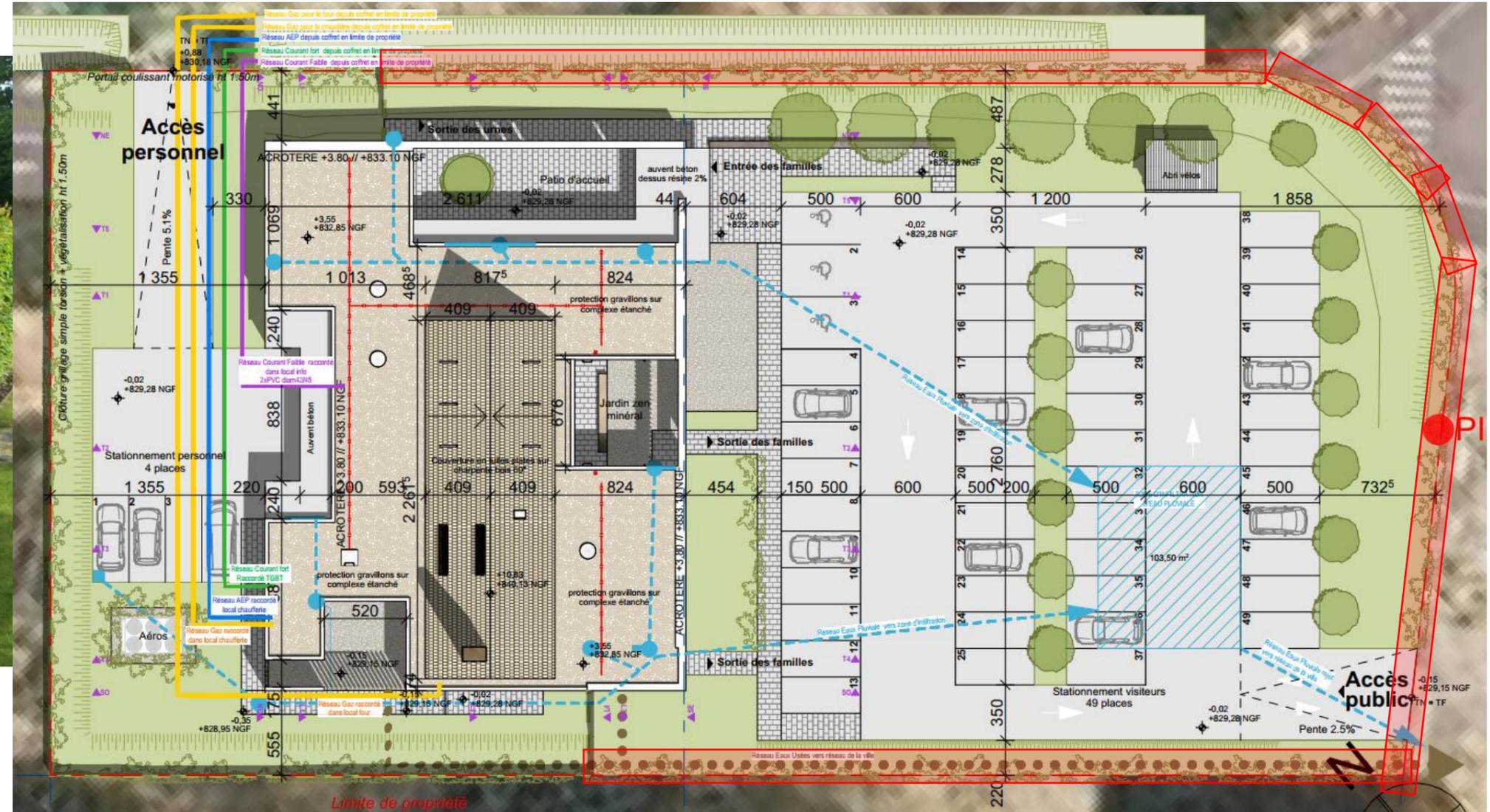
Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Haies côté accueil du public – 180 mL environ



130 unités de charmille  
1 pied tous les 1,40 m



Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

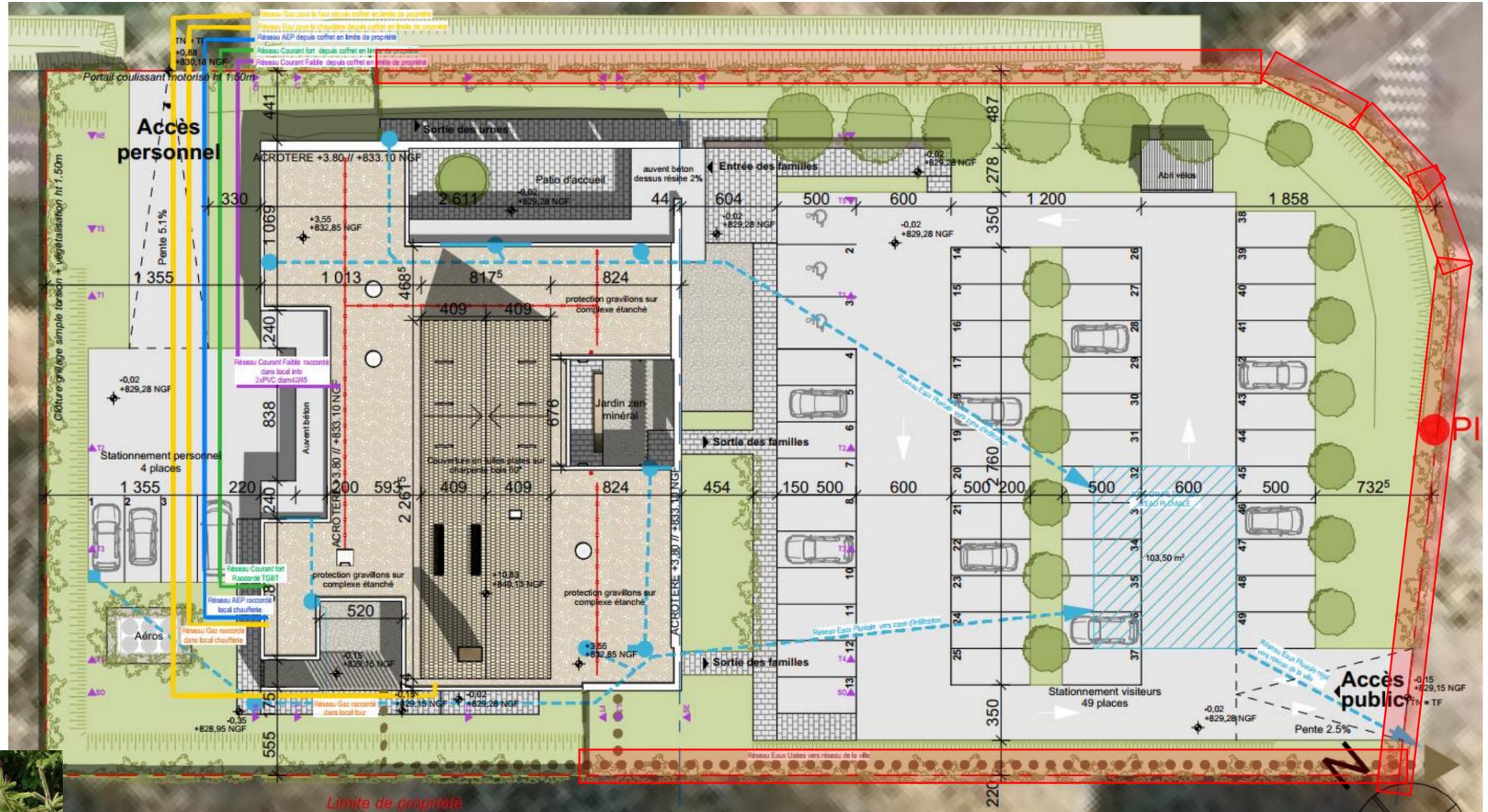
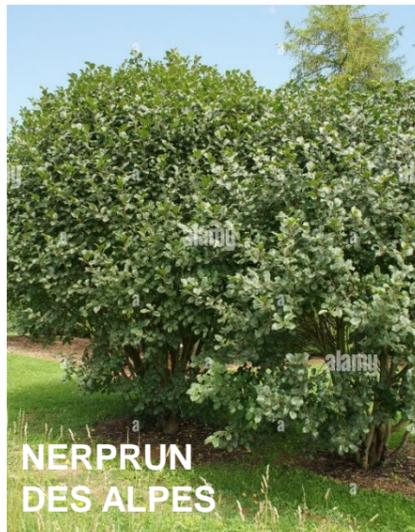
lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

VARIANTE - Haies côté accueil du public – 180 mL environ



Variante remplacement de la charmille par haie vive panachée comme suit :

En considérant 1 pied tous les 1,50 m soit 120 pieds :

- 15 de houx fragon
- 19 de charmille
- 18 de cornouiller mâle (fruits comestibles très bon)
- 20 de Nerprun des Alpes
- 15 de Genévrier
- 20 de Viorne Lantane
- 13 de Prunelier

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

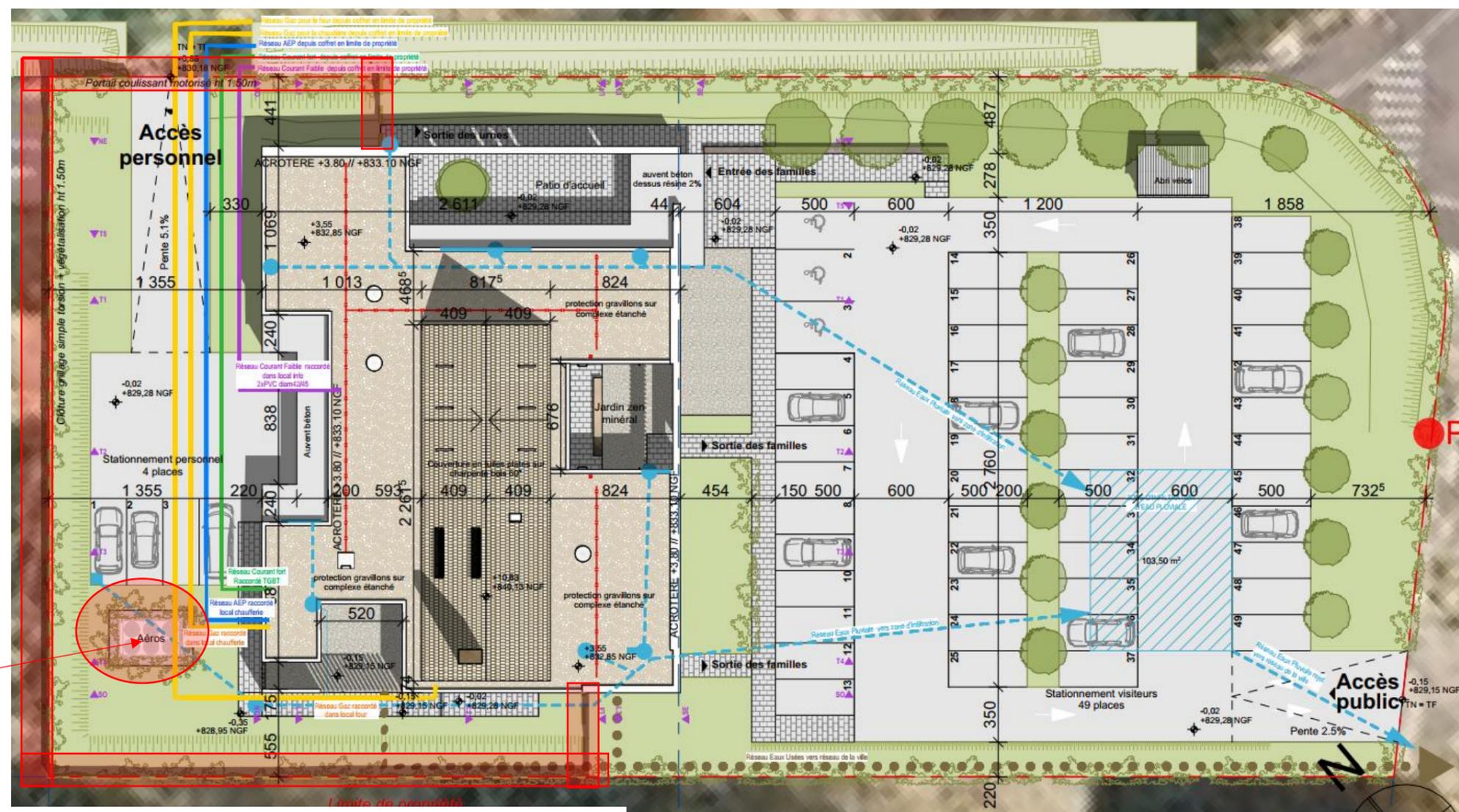
lestrade-fromion@architectes.org

VOLET PAYSAGER – Phase PRO

Haies sur espaces techniques et limite séparative



IF – 1 unité tous les 1,50 m – environ 100 ml de haies périphériques le long des clôtures  
Haies persistantes, 2 tailles annuelles maxi, masquant les activités de fonctionnement



IF – 1 unité tous les 1,50 m – environ 15 ml de haies périphériques autour des aéros extérieurs  
Haies persistantes, 2 tailles annuelles maxi, masquant les activités de fonctionnement

Architectes associés :

**FROMION Raphaël**

CREPY & FROMION Architectes  
34 cours du Parc, 21000 Dijon  
06 31 37 69 01

lestrade-fromion@architectes.org

**LESTRADE Sandrine**

Architecte DPLG  
9 rue Lacharrière, 75011 Paris  
06 20 02 30 90

## Annexe 8 : Oiseaux inventoriés

---

Nom scientifique	Nom vernaculaire	MONDE		EUROPE		FRANCE				FRANCHE COMTE		Saison	Aire d'étude	Type de contact
		LR M	DO	BERNE	LR E	PN	LR Ni	LR Hi	LR Mi	LR R	ZNIEFF			
<i>Motacilla alba</i>	Bergeronnette grise	LC	-	An. II	LC	Art. 3	LC	NA	-	LC	OUI	P1	Peri + I	Cri + Visuel
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	LC	-	An. II	LC	Art. 3 + CNPN An. 1	EN	-	NA	DD	OUI	P1	I	Visuel
<i>Emberiza citrinella</i>	Bruant jaune	LC	-	An. II	LC	Art. 3	VU	NA	NA	NT	OUI	P1	Ra	Chant
<i>Buteo</i>	Buse variable	LC	-	An. III	LC	Art. 3	LC	NA	NA	LC	OUI	P1	Ra	Cri
<i>Anos platyrhynchos</i>	Canard colvert	LC	-	An. III	LC	-	LC	LC	NA	LC	OUI	P1	Peri	Visuel
<i>Corvus corone</i>	Cornelle noire	LC	-	-	LC	-	LC	NA	-	LC	OUI	H + P1	Ra (vol)	Cri + Visuel
<i>Sturnus vulgaris</i>	Étourneau sansonnet	LC	-	-	LC	-	LC	LC	NA	LC	OUI	P1	I	Cri
<i>Falco tinnunculus</i>	Faucon crécerelle	LC	-	An. II	LC	Art. 3	NT	NA	NA	LC	OUI	H	Ra	Visuel
<i>Larus sp.</i>	Goéland indéterminé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H + P1	I (vol)	Visuel
<i>Coccothraustes</i>	Grosbec casse-noyaux	LC	-	An. II	LC	Art. 3	LC	NA	-	LC	OUI	H	Ra	Cri
<i>Mergus merganser</i>	Harle bièvre	LC	-	An. III	LC	Art. 3	NT	LC	-	NT	OUI	P1	I (vol)	Visuel
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	LC	-	An. II	LC	Art. 3	LC	LC	NA	LC	OUI	H + P1	Peri + Ra	Cri
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	LC	-	An. II	LC	Art. 3	LC	NA	NA	LC	OUI	P1	I	Cri + Visuel
<i>Milvus</i>	Milan royal	LC	An. I	An. III	LC	Art. 3 + CNPN An. 1	VU	VU	NA	VU	OUI	P1	Ra (vol)	Visuel
<i>Pica</i>	Pie bavarde	LC	-	-	LC	-	LC	-	-	LC	OUI	P1	Ra	Cri
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	LC	-	An. III	LC	Art. 3	LC	NA	NA	LC	OUI	H + P1	Peri + Ra	Cri + Visuel

**Légende :**
**LR Mo** : Liste rouge mondiale

**DO** : Directive Oiseaux (An. I : Espèces pour lesquelles doivent être créées des zones de protection spéciale)

**DHFF** : Directive Habitats-Faune-Flore (1992) (An. II et IV : Espèces d'intérêt

communautaire dont la destruction, le dérangement durant les périodes de reproduction, de dépendance ou de migration ainsi que la détérioration de leurs habitats sont interdits.)

**Berne** : Convention de Berne (1979) (An. II : Espèces strictement protégées, An. III :

Espèces de faune protégées)

**LR E** : Liste rouge européenne

**PN** : Protection Nationale (arrêté du 23 avril 2007)

**LR N** : Liste rouge nationale

**LR Mi** : Liste rouge des espèces nicheuses menacées en France

**LR Hi** : Liste rouge des espèces hivernantes menacées en France

**LR Mi** : Liste rouge des espèces migratrices menacées en France

**LR R** : Liste rouge régionale

**ZNIEFF** : Espèces déterminantes de Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

**Aire d'étude** : « I : immédiate » ; « Ra : rapprochée »

**Saison** : « P : printemps » ; « E : été » ; « A : automne » ; « H : hiver »

EX	Eteinte au niveau mondial (Extinct)
EW	Eteinte à l'état sauvage (Extinct in the wild)
RE	Disparue au niveau régional (Regionally extinct)
CR	En danger critique (Critically endangered)
EN	En danger (Endangered)
VU	Vulnérable (Vulnerable)
NT	Quasi menacée (Near threatened)
LC	Préoccupation mineure (Least concern)
DD	Données insuffisantes (Data deficient)
NA	Non applicable (Not applicable)
NE	Non évaluée (Not evaluated)

Menacée

Evaluée